



DIREITO.UnB

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO
FACULDADE DE DIREITO

**BLOCKCHAIN E MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO REDD+
JURISDICIONAL NO SISTEMA DE INCENTIVO A SERVIÇOS
AMBIENTAIS DO ACRE**

Pesquisador: Rodrigo Fernandes das Neves

Orientadora: Fernanda de Carvalho Lage

Brasília

2024

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DIREITO
FACULDADE DE DIREITO

RODRIGO FERNANDES DAS NEVES

**BLOCKCHAIN E MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO REDD+
JURISDICIONAL NO SISTEMA DE INCENTIVO A SERVIÇOS
AMBIENTAIS DO ACRE**

Tese de Doutorado apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Direito da Faculdade de Direito da Universidade de Brasília, na Linha de Pesquisa Internacionalização, Trabalho e Sustentabilidade, sublinha de pesquisa Sustentabilidade, Meio Ambiente e Direitos Humanos.

Orientadora: **Fernanda de Carvalho Lage.**

Brasília

2024

RODRIGO FERNANDES DAS NEVES

**BLOCKCHAIN E MERCADO VOLUNTÁRIO DE CARBONO REDD+
JURISDICIONAL NO SISTEMA DE INCENTIVO A SERVIÇOS
AMBIENTAIS DO ACRE**

Tese de Doutorado apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Direito da Faculdade de Direito da Universidade de Brasília, na Linha de Pesquisa Internacionalização, Trabalho e Sustentabilidade, sublinha de pesquisa Sustentabilidade, Meio Ambiente e Direitos Humanos.

Aprovado em 27 de setembro de 2024.

Banca Examinadora

Profª Drª Fernanda de Carvalho Lage (presidente)

Prof. Dr. Mamed Said Maia Filho

Prof. Dr. Paul Córdova Vinuesa

Prof. Dr. Eufran Ferreira do Amaral

*Ao meu filho Rodrigo, na esperança de
um futuro de consciências mais elevadas.*

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre (UFAC) e à Universidade de Brasília, por terem possibilitado avançar significativos passos na importante caminhada do conhecimento, local e amazônico.

À professora doutora Fernanda de Carvalho Lage, orientadora, por ter aceitado o desafio da pesquisa e pelas contribuições fundamentais no estabelecimento do escopo, bem como na revisão e orientação acadêmica do trabalho.

À Procuradoria-geral do Estado do Acre, pela compreensão e apoio quando necessários.

Ao advogado Antônio Ludovino Lopes, pelo seu papel global na consolidação do REDD+ como instrumento de justiça climática, pelo aprendizado compartilhado ao longo das últimas duas décadas, e pela sugestão inicial do tema desenvolvido nesta tese.

Ao amigo Professor Doutor Fabio Morales Forero, do Departamento de Economia da Universidade Federal do Acre, pelas contribuições na presente pesquisa, desde sua concepção e por toda a sua produção.

À Dra. Daniela Popim Miqueloni Rimerio, amiga que, com paciência, contribuiu com revisão do texto da tese.

À Paula Luz, pela paciência e pela confiança no meu potencial, de uma forma que eu mesmo não tenho. “Já é doutor?”, em sua frase de incentivo diário, tornou o fardo menos pesado.

A todos os acadêmicos, cientistas, servidores públicos, cidadãos e empreendedores sociais e privados que assumiram e mantêm o compromisso em criar formas inovadoras de proteção das florestas.

Aos membros da banca, que contribuíram para o aperfeiçoamento da tese.

Aos meus pais, pela referência sobre o que de fato é importante na vida.

A mim mesmo, uma vez que tenho sido duro demais comigo, à custa de muito sacrifício.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o alcance desse sonho de uma vida inteira.

Difícil imaginar herança mais rica de um povo a seus pósteros. Somos os guardiões desse legado, o que mais uma vez nos põe diante da encruzilhada: ou protegeremos o que está sob nossa responsabilidade ou, caso deixemos que a Amazônia seja destruída, arcaremos com o desastre moral que se abaterá sobre nós, brasileiros, neste momento crucial da história ecológica do planeta (Salles, 2022, p. 19).

RESUMO

A presente tese investiga a intersecção entre o mercado de carbono e a tecnologia blockchain, e o conseqüente impacto para iniciativas de mitigação climática e proteção da floresta amazônica, tendo como referência o Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre (SISA). A abordagem utilizada é qualitativa, combinando o estudo de caso com revisão bibliográfica e documental. Inicialmente, busca-se compreender os precedentes negociais internacionais sobre clima e florestas, cuja dificuldade de unificação, inclusive por posicionamento do Brasil, retardou a implementação de mecanismos de incentivos econômicos para a redução do desmatamento. Descreve-se o processo de criação do mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), identificando-se as vantagens e desvantagens da abordagem em nível jurisdicional. Examina-se o contexto sociopolítico do pioneirismo do Acre nesse tema, com destaque para a relação do movimento seringueiro com iniciativas ambientalistas internacionais, as razões para o vanguardismo do estado e a estrutura legal e de governança estabelecida no âmbito do SISA. Além disso, a pesquisa conceitua "confiança", evidenciando-a como um dos elementos estruturais para o funcionamento da economia, especialmente nas sociedades contemporâneas complexas. Investiga-se a gênese do blockchain e sua conceituação, incluindo tipologia, formas de consenso e meios de governança, estabelecendo a correlação entre confiança e a tecnologia de banco de dados descentralizado criptográfico (blockchain), que altera fundamentalmente a forma de registro e contabilidade, impactando o papel de "terceiros confiáveis", a exemplo de bancos, governos, cartórios e outros, como intermediários da confiança. Devido às suas características intrínsecas de imutabilidade e segurança, a tecnologia tem o potencial de reduzir custos de transação, aumentar a transparência e promover maior eficiência no mercado. O trabalho também apresenta as razões que justificam a internalização do custo das emissões de gases de efeito estufa na economia, na forma de "precificação do carbono", sistematizando os instrumentos disponíveis para essa finalidade, como esquemas de comércio de emissões (*ETS/cap-and-trade*), taxaçoão do carbono, subsídios a setores estratégicos e os mercados voluntário/regulado de carbono na sua forma de incentivo econômico positivo. Propõe-se, assim, um mapa esquemático diferencial dos mecanismos de precificação do carbono, identificando-

se a posição cartográfica do mercado voluntário REDD+ entre as estratégias de mitigação, contribuindo para uma tipologia referencial e classificação desses instrumentos, com o intuito de aperfeiçoar o debate público sobre o tema. Argumenta-se que o Mercado Voluntário de Carbono possui falhas e lacunas, como fragmentação, riscos à integridade contábil e altos custos de transação, contexto no qual o blockchain apresenta-se com potencial de oferecer soluções a esses desafios. São explorados, ainda, os principais casos de uso da tecnologia blockchain no mercado voluntário de carbono, como tokenização, meta-registro, *smart contracts*, D-MRV, *marketplace*, *escrow account*, automação de *due diligence*, entre outros. Os exemplos práticos reais analisados e descritos na pesquisa demonstraram a necessidade de maior maturidade na forma de implementação da tecnologia no mercado de carbono, considerando que o setor cripto tem demonstrado compreensão limitada da sua complexidade. Dessa forma, demonstra-se ser necessário promover soluções holísticas e progressivas para a integração do blockchain no mercado de carbono, com o objetivo de desenvolver soluções "de ponta a ponta", abrangendo todo o mercado e todo o processo de geração e transação dos créditos de carbono. Argumenta-se que há casos emergentes de uso do blockchain para além da tokenização em eventual adoção da tecnologia para transações no mercado voluntário no âmbito do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre. Conclui-se, assim, que, para se alcançar todo o potencial da tecnologia blockchain no SISA, é necessário adotar uma estratégia incremental de implementação, com o desenvolvimento de um *framework* credível e abrangente, incluindo a interoperabilidade com registros legados e documentação eletrônica de todo o ciclo de vida dos créditos, de forma a agregar uma nova camada de inovação ao Sistema Estadual. Essa abordagem pode aumentar a integridade ambiental e contábil do sistema, oferecendo condições de amplo acesso a oportunidades de financiamento climático no mercado voluntário, ao mesmo tempo em que permitiria mais transparência, redução de custos de transação e justa repartição de benefícios, em prol da Amazônia, dos povos que nela vivem e, em última análise, de todo o planeta.

Palavras-chave: REDD+; SISA; Acre; Blockchain; Mercado de Carbono.

ABSTRACT

This thesis investigates the intersection between the carbon market and blockchain technology, its consequent impact on climate mitigation initiatives and the protection of the Amazon rainforest, with a particular focus on the Acre's State System of Incentives for Environmental Services (SISA). A qualitative approach is employed, combining case study analysis with a literature and document review. Initially, the study aims to understand international negotiations related to climate and forests, whose unification challenges - partly due to Brazil's stance - delayed the implementation of economic incentive mechanisms for reducing deforestation. The creation process of the Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD+) mechanism is described, finding the advantages and disadvantages of the jurisdictional approach. The research examines the sociopolitical context of Acre's pioneering efforts in this area, highlighting the relationship between the rubber tapper movement and international environmentalist initiatives, the reasons behind the state's leadership, and the legal and governance structure set up under SISA. Additionally, the concept of "trust" is reviewed, emphasizing it as a structural element for the functioning of the economy, particularly in complex contemporary societies. The genesis of blockchain is investigated, along with its conceptualization, typology, consensus mechanisms, and governance structures. The study shows the correlation between trust and the cryptographic decentralized database technology (blockchain), which fundamentally alters the methods of recording and accounting, affecting the role of "trusted third parties," such as banks, governments, notary offices, and others, as intermediaries of trust. Given its intrinsic characteristics of immutability and security, blockchain technology has the potential to reduce transaction costs, increase transparency, and promote greater efficiency in the market. The study also presents the rationale for internalizing the cost of greenhouse gas emissions into the economy, in the form of "carbon pricing," systematically reviewing the instruments available for this purpose, such as emissions trading schemes (ETS/cap-and-trade), carbon taxes, subsidies to strategic sectors, and the voluntary/regulated carbon markets as a form of positive economic incentive. An illustrative schematic map of carbon pricing mechanisms is proposed, indicating the cartographic position of the voluntary REDD+ market among mitigation strategies, contributing to a referential typology and classification of these

instruments, with the aim of enhancing public debate on the subject. It is argued that the Voluntary Carbon Market has flaws and gaps, such as fragmentation, risks to accounting integrity, and high transaction costs, in which context blockchain technology presents potential solutions to these challenges. Furthermore, the main use cases of blockchain technology in the voluntary carbon market are examined, such as tokenization, meta-registry, smart contracts, D-MRV, marketplace, escrow account, due diligence automation, among others. The practical examples analyzed and described in the research show the need for greater maturity in the implementation of blockchain technology in the carbon market, considering that the crypto sector has shown a limited understanding of its complexity. Thus, it is shown that holistic and progressive solutions must be promoted for the integration of blockchain into the carbon market, with the goal of developing "end-to-end" solutions encompassing the entire market and the entire process of generating and transacting carbon credits. It is argued that there are emerging cases of blockchain use beyond tokenization in the potential adoption of the technology for transactions in the voluntary market within the scope of the Acre's State System of Incentives for Environmental Services. In conclusion, to fully realize the potential of blockchain technology within SISA, it is necessary to adopt an incremental implementation strategy, with the development of a credible and comprehensive framework, including interoperability with legacy registries and electronic documentation of the entire lifecycle of the credits, thereby adding a new layer of innovation to SISA. This approach could enhance the environmental and accounting integrity of the system, offering broader access to climate finance opportunities in the voluntary market, while simultaneously promoting greater transparency, reduced transaction costs, and equitable benefit-sharing for the Amazon, the people who inhabit it, and ultimately, the entire planet.

Keywords: REDD+; SISA; Acre; Blockchain; Carbon Market.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cronologia Clima x Floresta	8
Figura 2 – Cronologia REDD+	34
Figura 3 – Réplicas de Selos do Estado Independente do Acre de 1899.....	51
Figura 4 – Encontro de Chico Mendes no Rio de Janeiro com Carlos Minc, Alfredo Sirkis, Fernando Gabeira, Macsuara, Betinho e Lucio Mauro.....	65
Figura 5 – Logomarca "Governo da Floresta" - Governo Jorge Viana (1999 - 2006).	68
Figura 6 – Cronologia SISA.	76
Figura 7 – Taxa de Desmatamento no Acre (1995-2009).	77
Figura 8 – Quadro de Etapas do Programa de Certificação de Unidades Produtivas Familiares – Lei Estadual nº 2.025, de 2008.	81
Figura 9 – Reunião 1-3/3/2010. Escola da Floresta. À direita: Stephen Schwartzman e Tony Gross; à esquerda: Daniel Nepstad.....	83
Figura 10 – Reprodução de <i>slide</i> de <i>power point</i> , contido em apresentação pública do SISA pelo IMC, sob o título “Parceiros” na Construção do SISA.....	88
Figura 11 – Cronologia Implantação SISA	93
Figura 12 – Arranjo Institucional do SISA.....	101
Figura 13 – 1ª Reunião do Comitê Científico do SISA.....	106
Figura 14 – 2ª Reunião do Comitê Científico do SISA.....	107
Figura 15 – Mapa mental do conceito de "Confiança".	123
Figura 16 – Cronologia Cypherpunk.....	128
Figura 17 – Como Funciona o Blockchain.....	137
Figura 18 – Encriptação de Chave Pública:	142
Figura 19 – Ilustração da Encriptação Assimétrica.	143
Figura 20 – Cadeia de assinaturas.	144
Figura 21 – Diagrama do Teorema de CAP.	152
Figura 22 – Matriz de Precificação do Carbono.	169
Figura 23 – Exemplo hipotético de Certificado de "Allowances".	172
Figura 24 – Esquema geral do passo a passo de um mercado regulado do ponto de vista do regulador.....	174
Figura 25 – Mapa Esquemático Diferencial de Mecanismos de Precificação do Carbono: posição cartográfica do mercado voluntário REDD+ nas estratégias de mitigação.....	182
Figura 26 – O que é o artigo 6?	185

Figura 27 – Quando o ajuste correspondente é necessário?	187
Figura 28 – Proposta de Framework operacional do Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (art. 6.4 do Acordo de Paris).	190
Figura 29 – Mapa de atores do ecossistema do mercado voluntário de carbono. ..	202
Figura 30 – Diretrizes de integridade para créditos voluntários de crédito de carbono.	204
Figura 31 – Fluxo do Processo de Certificação.	206
Figura 32 – Em qual mercado de carbono sua companhia está ativamente participando ou planejando ingressar?	207
Figura 33 – Desafios do Mercado de Carbono	211
Figura 34 – Desafios e Oportunidades do espaço crescente da DLT + Mercado de Carbono.....	216
Figura 35 – Diferenciação entre " <i>double claiming</i> " e " <i>double counting</i> ".	217
Figura 36 – The Core Carbon Principles.	218
Figura 37 – Mercado Voluntário de Carbono é um Espaço Imperfeito com Informações Imperfeitas.	222
Figura 38 – Créditos de Carbono Verra: Certificados Tokenizados por País.	231
Figura 39 – Casos Emergentes de uso do Blockchain	243
Figura 40 – Climate Warehouse no ecossistema <i>end-to-end</i> para mercados de carbono.....	244
Figura 41 – <i>Framework</i> Decisório sobre Adoção de Blockchain.	249
Figura 42 – <i>Website</i> da Plataforma Context Labs.....	251
Figura 43 – <i>Website</i> da plataforma Ambify.	253
Figura 44 – <i>Website</i> da plataforma Bitgreen.....	255
Figura 45 – <i>Website</i> da plataforma Moss.....	257
Figura 46 – <i>Website</i> da plataforma B4.	259
Figura 47 – <i>Website</i> da plataforma Toucan.	260
Figura 48 – <i>Website</i> da plataforma Flowcarbon.....	262
Figura 49 – <i>Website</i> da plataforma Zero13.....	262
Figura 50 – Cartografia do Conteúdo Regulado no Projeto de Lei do SBCE (PL nº 182/2024)	268

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diferenças entre Blockchains Públicos e Privados.....	149
Tabela 2 – Parâmetros por tipo de blockchain.....	150
Tabela 3 – <i>Proof of Work vs Proof of Stake</i>	158
Tabela 4 – Mercados Voluntário e Regulado vs Regulado e Obrigatório.	195
Tabela 5 – Criptomoedas x Tokens.....	228
Tabela 6 – Benefícios para emissores e investidores.....	235

LISTA DE ABREVIATURAS

ABL - Academia Brasileira de Letras
BID - Banco Interamericano de Desenvolvimento
BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
BR - Brasil
CBD - Convenção sobre Diversidade Biológica
CBAM - Mecanismo de Ajustamento Fronteiriço de Carbono
CDSA - Companhia de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Acre
CEF - Caixa Econômica Federal
CITES - Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CNS - Conselho Nacional dos Seringueiros
CONTAG - Confederação dos Trabalhadores na Agricultura
COP - Conferência das Partes
CORSIA - *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation*
CO2e - Carbono equivalente
CQNUMC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança Climática
CRfN - *Coalition of Rainforest Nations*
CUT - Central Única dos Trabalhadores
CVM - Comissão de Valores Mobiliários
DAC - Captura Direta do Ar
DeFi - Finanças Descentralizadas
DPF - Declaração de Princípios sobre Florestas
D-MRV - *Digital Monitoring, Reporting and Verification*
DPoS - *Delegated Proof-of-Stake*
DTCC - *Depository Trust & Clearing Corporation*
DLT - *Distributed Ledger Technology*
ECOSOC - *Economic and Social Council*
EDF - *Environmental Defense Fund*
EUCI - *European Crypto Initiative*
EU ETS - Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da União Europeia
FAO - Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FAS - Fundação Amazônia Sustentável
FCPF - *Forest Carbon Partnership Facility*
FGV - Fundação Getúlio Vargas
FIP - *Forest Investment Program*
Fopema - Fórum de Procuradores de Estado de Meio Ambiente da Amazônia Legal
FSC - *Forest Stewardship Council*
GCF - *Governor's Climate & Forests Task Force*
GEE – Gases de Efeito Estufa
GHG – *Greenhouse Gases*
GIZ - *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit*
GtCO2e - Gigatoneladas de carbono equivalente
GTZ - *Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICVCM - *Integrity Council for the Voluntary Carbon Market*
IFF - Fórum Intergovernamental sobre Florestas

IMC - Instituto de Mudanças Climáticas
Inpa - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas
IPF - Painel Intergovernamental sobre Florestas
ISO - *International Organization for Standardization*
ISA - Instituto Socioambiental
ITMOs - *Internationally Transferred Mitigation Outcomes*
ITTA - *International Tropical Timber Agreement*
ITTO - *International Tropical Timber Organization*
IWG-IFR - *Interim Finance for REDD+*
JNR - *Jurisdictional and Nested REDD+*
KYC - *Know Your Customer*
LEAF - *Lowering Emissions by Accelerating Forest Finance*
LULUCF - *Land Use, Land Use Change and Forestry*
MBRE - Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões
MDL - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*
MoU - Memorando de Entendimento
MRV - Medição, Reporte e Verificação
NbS - *Nature Based Solutions*
NDCs - Contribuições Nacionalmente Determinadas
NICFI - *Norway's International Climate and Forest Initiative*
NPoS - *Nominated Proof of Stake*
NYSE - *New York Stock Exchange*
ONG - Organização Não Governamental
ONU - Organização das Nações Unidas
PEFC - *Programme for the Endorsement of Forest Certification*
PFPSA - Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais
PGE - Procuradoria Geral do Estado
PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNPSA - Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PoA - *Proof of Authority*
PoS - *Proof of Stake*
PoW - *Proof of Work*
PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPG-7 - Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil
PSA - Pagamento por Serviços Ambientais
RED - Redução de Emissões por Desmatamento
REDD+ - Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação florestal
RESEX - Reserva Extrativista
SBSTA – *Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice*
SCF - *Strategic Climate Fund*
SEMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente
SFT - *Semi-Fungible Token*
SISA - Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais
SBCE - Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões
STO - *Security Token Offering*
tCO2e - Tonelada de dióxido de carbono equivalente

TFAP - *Tropical Forest Action Plan*
TNC - *The Nature Conservancy*
UICN – União Internacional para Conservação da Natureza
UNCCD - Convenção de Combate à Desertificação
UNCTAD - Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento
UNDP - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
UNEP - Programa Ambiental das Nações Unidas
UNFCCC - Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima
UNFF - *United Nations Forum of Forests*
VCM - *Voluntary Carbon Market*
VCU - *Verified Carbon Unit*
VVB - *Validation & Verification Bodies*
WCED - *World Commission on Environment and Development*
WRI - *World Resources Institute*
ZEE - Zoneamento Ecológico Econômico

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	1
1 POLÍTICAS INTERNACIONAIS SOBRE CLIMA E FLORESTAS.....	8
1.1 Clima e Floresta: raízes históricas em dois trilhos.....	8
1.1.1 Resistências à Unificação da Questão do Clima à Proteção de Florestas	11
1.2 Incentivos à Redução do Desmatamento de Florestas Tropicais: do RED ao REDD+.....	21
1.3 Pioneiros do REDD+: estados subnacionais e os sistemas jurisdicionais.....	33
1.3.1 Virtudes e Limitações da Abordagem Jurisdicional em Nível Subnacional	38
2 SISTEMA DE INCENTIVO A SERVIÇOS AMBIENTAIS DO ESTADO DO ACRE.....	48
2.1 Antecedentes do SISA: por que o Acre?.....	48
2.1.1 A Influência do Látex na Formação do Estado do Acre	48
2.1.2 “Paulistas” e a Nova Fronteira Agrícola	54
2.1.3 Relação dos Movimentos Seringueiro e Ambiental Internacional.....	56
2.1.4 “Florestania” e a Valorização do Ativo Ambiental Florestal.....	66
2.2 Acre: Histórico do Primeiro Sistema REDD+ Jurisdicional	70
2.2.1 O Início e suas Limitações.....	71
2.2.2 Acre na Vanguarda: o processo de criação do SISA	75
2.3 O SISA Torna-se Lei	91
2.3.1 Lei do SISA como Sistema.....	92
2.3.2 Governança e Institucionalidade no SISA.....	101
3 COMPREENDENDO A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN	114
3.1 Blockchain: o protocolo da confiança	114
3.1.1 Por que a “Confiança” Importa? A Economia e o “terceiro confiável”	114
3.1.2 O Que é, Afinal, “Confiança”? O caminho até o blockchain.....	119
3.1.2.1 Confiança (trust) e Confiabilidade (confidence): um interlúdio	124
3.2 Que Máquina é Essa?.....	126
3.2.1 Blockchain, a Gênese: Cypherpunks, crise de 2008 e o surgimento do Bitcoin.....	127
3.2.1.1 Permission to Engage: cypherpunks escrevem o código	127
3.3 Conceitos Fundamentais do Blockchain	134
3.3.1 O Código da Confiabilidade: como a tecnologia funciona.....	134
3.3.2 Consenso e Governança: blockchain também é política (e direito, e economia...)	145
3.3.2.1 Público ou Privado: o espírito sobrevive?.....	146
3.3.2.2 Principais Algoritmos de Consenso	151
3.3.2.3 Governança On-chain e Off-chain de Infraestruturas blockchain... ..	159
4 BLOCKCHAIN NO MERCADO DE CARBONO VOLUNTÁRIO REDD+ JURISDICIONAL.....	164
4.1 Precificação do Carbono: emergência de um mercado necessário.....	164
4.1.1 Tipologia de Precificação do Carbono	168

4.1.1.1	Sistema de Comércio de Emissões (ETS): mecanismos do tipo cap-and-trade.....	170
4.1.1.2	Taxação do Carbono	174
4.1.1.3	Subsídios ao Carbono	177
4.1.1.4	Mercado de Carbono como Incentivo Positivo	179
4.2	Cartografia do Mercado Voluntário de Carbono REDD+	181
4.2.1	Mercados Regulados de Carbono.....	184
4.2.2	Mercado Voluntário vs Obrigatório ≠ Voluntário vs Regulado.....	192
4.2.3	Decompondo o Mercado Voluntário de Carbono.....	196
4.3	Blockchain e as Lacunas e Falhas do Mercado Voluntário de Carbono REDD+ Jurisdicional	212
4.3.1	Desafios e Oportunidades na Adoção do Blockchain no Mercado de Carbono.....	213
4.3.2	Tokenização do Carbono, Meta-Registro, D-MRV e Outros Casos de Usos	224
4.3.3	Exemplos de Implementação do Blockchain no Mercado de Carbono Voluntário	250
4.3.4	Perspectivas Legais do Mercado Voluntário de Carbono no Brasil	263
	CONCLUSÕES	274
	REFERÊNCIAS.....	283

INTRODUÇÃO

O presente trabalho parte da identificação de um problema social, econômico e ambiental crucial e fundamental, com impactos quanto às condições do futuro humano no planeta, que é a necessidade do estabelecimento de mecanismos efetivos para mitigação das mudanças climáticas e proteção da floresta amazônica. Ao mesmo tempo, devem viabilizar o desenvolvimento econômico e social na região, com garantia de direitos e de equitativa repartição de benefícios, inclusive a comunidades tradicionalmente excluídas.

A pesquisa tem por propósito a análise da intersecção entre dois fenômenos que podem ter papel essencial nesse contexto, os quais, apesar de sua importância contemporânea, ainda se encontram com debates acadêmicos limitados em aspectos fundamentais. São dois temas relativamente novos e que, além de tudo, compartilham enormes contradições – de ceticismo e de esperança – em relação às suas capacidades de alcançar efetividade na solução dos problemas que buscam resolver: o mercado de carbono, quanto ao real potencial de contribuir para mitigação da mudança do clima e redução do desmatamento; e a tecnologia blockchain, quanto à promessa de revolucionar o fator “confiança”, estrutural no funcionamento da economia, na pretensão de criar uma nova era de eficiência e redução de custos de transação.

Nessa perspectiva, o objetivo geral da pesquisa constitui-se na análise e descrição do contexto histórico social, econômico e político no encontro daquelas duas variáveis de estudo, estabelecendo-se características, classificações, tipologias e lacunas teóricas na adoção do blockchain no mercado voluntário de carbono decorrente da Redução de Emissões por Desmatamento Degradação Florestal (REDD+) – elencando-se casos de uso e o potencial na utilização da tecnologia como meio de superação de limitações de confiança no mercado de carbono florestal, tendo por referência o caso específico do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre (SISA).

A hipótese de trabalho é que déficits conceituais e classificatórios do mercado de carbono, e o potencial da tecnologia blockchain, resultam em desenvolvimento de equivocadas abordagens regulatórias e de iniciativas de monetização do carbono insuficientes, limitando o potencial de financiamento climático destinado à redução de emissões decorrentes de desmatamento e degradação florestal.

Foram estabelecidos, como objetivos específicos, a análise quanto aos precedentes fáticos negociais nas relações internacionais sobre clima e florestas, especialmente no que se refere à sua evolução até a criação do REDD+; a compreensão do contexto social e político do Acre, destacadamente a relação entre os movimentos sociais, originados no estado, e as iniciativas ambientalistas internacionais, com foco na compreensão das razões que levaram ao pioneirismo do estado na criação do primeiro sistema jurisdicional de REDD+; descrição da estrutura legal e institucional do SISA, elencando seus princípios, instrumentos e governança; a contextualização da gênese e a descrição do funcionamento do blockchain, apresentação do impacto da tecnologia na questão da confiança e do terceiro confiável na economia, assim como os potenciais derivados da desintermediação consequente; o estabelecimento de uma proposta tipológica abrangente de mecanismos de precificação de carbono, com a identificação cartográfica do mercado de carbono voluntário do tipo REDD+ jurisdicional; demonstração dos casos de uso do blockchain nas lacunas e falhas do mercado de carbono, com descrição de exemplos de empreendimentos práticos reais; e, por fim, um panorama sobre as perspectiva legais do mercado voluntário de carbono no Brasil.

A importância da pesquisa é evidenciada, dentre outros fatores, pela constatação de que a dificuldade de integração entre florestas e clima nas negociações internacionais nem sempre é manifesto na literatura; a dificuldade em se estabelecer mecanismos econômicos eficientes e em escala para proteção da floresta amazônica; pela identificação de um processo recoberto por dupla invisibilidade sobre o histórico do Acre nesse contexto, representado pelo pouco conhecimento da luta dos “povos da floresta” e seu papel na formação do ambientalismo nacional internacional contemporâneo, além da escassa produção acadêmica nacional descritiva das iniciativas de políticas públicas ambientais promovidas no Estado nas últimas décadas, em especial o pioneiro REDD+ jurisdicional, consubstanciado pelo SISA.

Além disso, também demonstrando a relevância deste estudo, constatou-se a necessidade de aprofundamento quanto a aspectos conceituais e tipológicos do mercado de carbono, pois lacunas identificadas nestas áreas têm dificultado o debate informado no espaço público. Considerando que os sistemas especialistas fomentam as esferas políticas, qualificando o debate e o processo de construção de

normas, evidencia-se que falhas na produção acadêmica impactam negativamente na qualidade das leis e das políticas públicas de proteção de florestas e mitigação de mudança do clima.

Nessas circunstâncias, o Estado do Acre, nas últimas décadas, tornou-se um ator importante no tema e palco experimental de inovações em políticas públicas de desenvolvimento sustentável. Incluem-se nesse contexto a criação de mecanismos de financiamento climático e proteção das florestas e de uma proposta de desenvolvimento que busca compatibilizar o crescimento econômico com a proteção ambiental e defesa de direitos sociais. Estas articulações são proposições tidas por neoliberais, representadas pela concepção de um “mercado” de carbono como incentivo à redução de desmatamento, iniciativa amplamente louvada por alguns e fortemente criticada por outros (inclusive com riscos de reversão de avanços históricos, diante do questionamento político quanto à efetividade das iniciativas).

Aquelas políticas públicas, de certa maneira contraditórias em valores, resultam na verdade de uma tensão radical entre a estruturação de uma visão holística da floresta (representada pelo conceito local de “florestania”) e o estabelecimento de uma lógica competitiva mercantilista global, identificada na proposta de um sistema para transação de créditos de carbono – o que, na visão de muitos, representaria uma reprovável comercialização da natureza. Os embates históricos resultantes dessa tensão representam a linha condutora dos dois capítulos iniciais desta tese.

Complementarmente, destaca-se que há proposições robustas de internalização, na economia, dos custos das emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, diante de seu papel crucial na busca por soluções para contenção do aquecimento global. Mecanismos dessa natureza são especialmente importantes para os estados amazônicos, tanto em razão do potencial de tais instrumentos em induzir reduções de emissões em grande escala, quanto em razão de poderem servir como alternativa de financiamento climático, com objetivo, dentre outros, de viabilizar políticas públicas reais e concretas para que populações tradicionais da região encontrem meios sustentáveis para melhoria de qualidade de vida, aliando-se crescimento econômico, proteção ambiental e preservação de direitos.

Entretanto, em termos gerais, os instrumentos e mecanismos de “precificação do carbono”, no contexto de redução de desmatamento, encontram-se com suas estruturas e modo de funcionamento ainda, em grande parte, sem amplos

consensos, com inúmeras falhas e lacunas persistentes, tais como a complexidade e fragmentação do mercado, os altos custos de transação, a falta de transparência, as limitações na capacidade de se comprovar a integridade dos créditos, o risco de dupla contagem e a falta de liquidez dos ativos, dentre outros, conforme será detalhado no trabalho.

Dessa maneira, o Capítulo 1 explora, na sua primeira parte, o contraintuitivamente difícil processo de unificação de proposições para proteção de florestas tropicais aos mecanismos internacionais de combate ao aquecimento global e mitigação da mudança do clima. Evidencia-se esse fato pela demonstração da intrincada relação entre as estruturas internacionais de negociação e de governança voltadas à criação de incentivos econômicos para redução de desmatamento e os processos e grupos técnico e político estabelecidos no âmbito das Nações Unidas para busca de soluções ao aquecimento global – cujas divergências postergaram a integração entre essas agendas.

Como será visto, inicialmente, as negociações internacionais tratavam a questão florestal preponderantemente sob a ótica da conservação da biodiversidade, de forma que a mudança do clima se consolidou como uma agenda separada. Serão descritas as razões pelas quais países detentores de grandes áreas de florestas, a exemplo do Brasil, foram resistentes ao estabelecimento de mercados voltados à redução de desmatamento.

Na segunda parte do primeiro capítulo será descrita a emergência do REDD+ como mecanismo inovador, descrevendo-se sua evolução conceitual, bem como o papel crucial dos estados subnacionais no desenho e implementação do REDD+ em sua abordagem jurisdicional, inclusive quanto às suas virtudes e limitações.

O Capítulo 2 trata, essencialmente, do contexto de criação do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre, que é a infraestrutura legal e institucional voltada à geração e transação de créditos de carbono por redução de desmatamento, em nível estadual.

O tópico inicia com a descrição dos antecedentes históricos do Acre, destacadamente quanto à influência dos ciclos da borracha na formação do estado, e o subsequente abandono, pelo governo nacional brasileiro, das populações levadas à floresta por interesses econômicos estratégicos relacionados ao látex do final do Século XIX a meados do Século XX (produto que chegou a rivalizar, em importância exportadora, com o café). Aquelas pessoas levadas à região e depois

esquecidas pelo país, ocultas na densa floresta amazônica, formaram um grupo que, posteriormente, promoveriam movimentos sociais em defesa dos direitos trabalhistas de seringueiros e de proteção da floresta, sob a liderança de Chico Mendes e outros importantes atores amazônicos, confrontando a lógica imposta pelo avanço da fronteira agrícola, contextualizando-se, neste trabalho, os conflitos decorrentes.

Descreve-se a correlação entre o movimento seringueiro e a consolidação de grupos internacionais de defesa do meio ambiente, com o surgimento do conceito de “Florestania” e a emergência de novas lideranças políticas ligadas a essas iniciativas, o que levaria o Estado, nas décadas seguintes, a se apresentar na vanguarda do ambientalismo florestal, em nível nacional e internacional, destacadamente na consolidação do REDD+ como veículo para proteção de florestas tropicais.

O Capítulo 2 demonstra, ainda, o processo de criação da Lei do SISA e sua correlação com o conceito de “valorização do ativo ambiental florestal”, descrevendo-se a estrutura de governança estabelecida por lei para o primeiro sistema jurisdicional de REDD+. Dentre as organizações criadas há o Instituto de Mudanças Climáticas (IMC), a Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais (CDSA) e estruturas coletivas participativas e científicas – em um modelo jurídico-administrativo potencialmente replicável, e que influenciou a legislação brasileira posterior e inspirou iniciativas semelhantes em outros estados do Brasil e do mundo.

O Capítulo 3 é voltado à exploração de diversos aspectos da tecnologia blockchain, em análise formada essencialmente por três grupos temáticos. No primeiro, preparatório, busca-se demonstrar as razões pelas quais o fator “confiança” é essencial para o funcionamento da economia, bem como o papel dos intermediários – os “terceiros confiáveis” – nesse contexto, e de que maneira o blockchain interfere fundamentalmente em estruturas de poder econômico tradicionais. O segundo bloco temático narra a gênese da tecnologia blockchain e sua relação com o movimento *Cypherpunk*, e as suas promessas de revolucionar setores como privacidade e confiança. A parte final do Capítulo 3 explica como o blockchain funciona, sua articulação com a política, o direito e a economia, além de apresentar aspectos técnicos essenciais, como mecanismos de consenso e tipos de governança, detalhando-se a dinâmica tecnológica que dá suporte ao inovador

método de se produzir “confiança” por meio de banco de dados descentralizados criptográficos.

O Capítulo 4, por sua vez, inicia com a descrição de como e por que se colocar um preço nas emissões do carbono (fenômeno jurídico/econômico denominado “precificação do carbono”), relatando as formas possíveis de incentivos econômicos, positivos ou negativos, para mitigação de emissões.

Articula-se, a seguir, as duas variáveis centrais da tese, trazendo-se os elementos narrados nos capítulos anteriores para o contexto da constituição do mercado de carbono voluntário REDD+ jurisdicional, e como o blockchain potencialmente impacta, interfere ou promove a superação de lacunas e falhas no setor. Posteriormente, são apresentadas propostas de conceitos e de tipologia dos mecanismos de mercado de carbono, descrevendo-se os sistemas de comércio de emissões (*cap-and-trade*), a taxação do carbono, os subsídios do carbono e, finalmente, o mercado de carbono como incentivo positivo, a exemplo do REDD+.

Caracteriza-se, a seguir, uma “Cartografia” do Mercado Voluntário de Carbono REDD+ Jurisdicional, localizando-o no complexo e intricado panorama das estratégias de mitigação climática, o que se faz por meio de um original mapa esquemático diferencial de mecanismos de precificação do carbono. Tratam-se, as propostas de classificação e localização do REDD+, de tarefas acadêmicas relevantes, considerando-se a dificuldade no debate público sobre o tema, tendo em vista que a deficiência taxonômica; as divergências conceituais nos debates políticos e científicos; e o desconhecimento sobre o real lócus do mercado voluntário de REDD+ no campo dos mecanismos de mitigação climática - representam limitações concretas para a criação de um espaço público informado e, portanto, de restritos os processos políticos consistentes e tecnicamente robustos, que possam produzir consensos, normatização e regulação que, de fato, viabilizem efetiva mitigação de emissões e chegada de benefícios “na ponta”.

Na parte final do Capítulo 4, são demonstrados os desafios e oportunidades na adoção do blockchain no mercado de carbono, elencando-se os casos de uso – como proposições de tokenização dos ativos de carbono, o estabelecimento de meta-registros consolidadores desses ativos, além de alternativas destinadas a fortalecer a confiabilidade nos instrumentos de monitoramento, reporte e verificação (MRV), dentre outras possibilidades geradas pela seminal tecnologia. Os casos de uso são, a seguir, ilustrados por descrições de iniciativas reais de uso da tecnologia,

relatando-se os modelos de negócio adotados, com seus potenciais e limitações, demonstrando-se, assim, o estado atual de maturidade da aplicação da tecnologia no setor.

No caminho da pesquisa realizada, identificou-se que os temas descritos acima são, em grande medida, incipientes na academia. A maioria das produções científicas é voltada para a compreensão de ativos de carbono estabelecidos em mercados de setores predominantemente industriais e em economias centrais (do tipo *cap-and-trade*) (Gregor Spilker; Nick Nugent, p. S114). Poucos são os trabalhos sobre conceitos, classificações e mecanismos de ordem jurídica, econômica e de governança voltados para mercados voluntários de REDD+ jurisdicional, protetivo de florestas tropicais. Isso demonstra que, de fato, há lacunas teóricas e falta de clareza sobre o escopo do setor, com inúmeras confusões terminológicas que são obstáculos ao avanço do mercado (Baiz, 2024, p. 2).

Por fim, ressalta-se que as variáveis centrais da tese (mercado de carbono e blockchain), por suas características intrínsecas, são alvos em permanente movimento, o que torna sua análise acadêmica um processo complexo, contínuo e quase sempre inacabado.

Considerando-se tal circunstância, o presente trabalho consolida o estado da arte atual sobre o tema na literatura mundial. Nele, há ainda a estruturação e articulação dos elementos essenciais quanto à potencial adoção da tecnologia blockchain no mercado voluntário REDD+ no âmbito do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre. Tal esforço apresenta-se como contribuição ao aperfeiçoamento teórico desse importante mecanismo de financiamento climático na Amazônia. Dessa forma, tem por função e propósito último a efetiva e real proteção da floresta amazônica, bem como o fortalecimento de mecanismos que viabilizem justiça social e equidade na distribuição dos benefícios promovidos pela inovadora política pública e a potencialmente revolucionária tecnologia.

1 POLÍTICAS INTERNACIONAIS SOBRE CLIMA E FLORESTAS

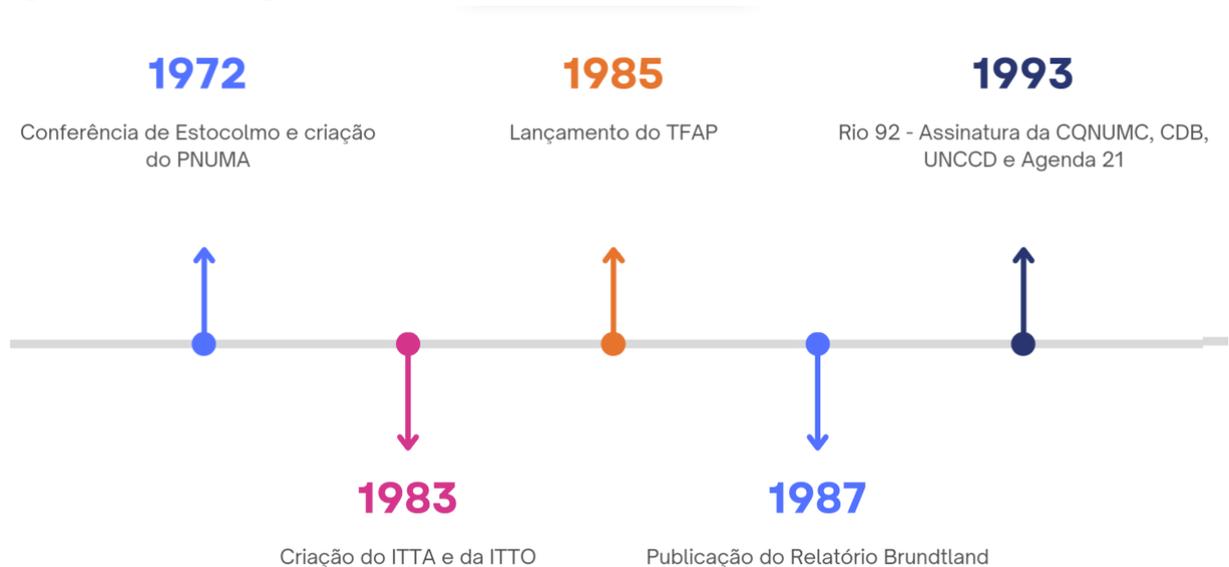
1.1 Clima e Floresta: raízes históricas em dois trilhos

O aquecimento global é uma das questões que definem o nosso tempo. Juntamente com os conflitos violentos e as depressões econômicas, é uma força que irá moldar as paisagens humanas e naturais num futuro indefinido (Nordhaus, 2013, p. 4) (tradução própria).

A questão da mudança do clima é um dos problemas contemporâneos mais relevantes, com impactos profundos na economia, nas sociedades e na política globais. Atividades antropogênicas geradoras de gases de efeito estufa (GEE) resultam em aumento da temperatura média da terra, alterando o clima global com significativas consequências negativas (IPCC, 2014, p. 2).

Como se verá ao longo deste trabalho, as florestas tropicais fazem parte tanto do problema como da solução para mitigação de emissões de carbono para a atmosfera, de maneira que este primeiro capítulo tratará sobre a relação entre a economia e a política no combate ao aquecimento global, e o papel das florestas neste contexto, a começar pelo processo histórico correspondente.

Figura 1 – Cronologia Clima x Floresta



Fonte: produção própria.

Passados vinte anos desde a I Conferência do tema (Figura 1), ocorrida em Estocolmo em 1972, até a II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, a chamada “Rio 92” (Eco 92, Cúpula da Terra), a questão da

proteção do meio ambiente, principalmente no que tange à proteção de florestas, não se encontrava como um dos temas centrais nos debates internacionais.

Salvo a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) no ano da I Conferência (1972), a Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES¹ (1973), a Comissão Brundtland² e o Protocolo de Montreal³ (1987), poucos progressos significativos haviam sido efetivamente alcançados em escala mundial sobre o meio ambiente e a proteção de florestas tropicais. Faltavam processos e governança adequados e suficientes.

Nesse contexto, a grande mobilização de um número inédito de chefes de estado para realização da Cúpula da Terra no Rio de Janeiro, em junho de 1992, gerou imensas expectativas e fortes pressões da opinião pública. Comprometida a tratar de inúmeros temas represados no debate multilateral de proteção do planeta, a organização do evento não se furtou contrastar pontos de vista em questões como mudança do clima, poluição, energias renováveis, agricultura sustentável, combate à desertificação, conservação dos ecossistemas marinhos e proteção das florestas, dentre diversos outros tópicos relevantes da área ambiental.

Com inegáveis e importantes avanços para a temática ambiental, a Conferência do Rio resultou não somente na assinatura do tratado para criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima – CQNUMC (Convenção do Clima, Convenção sobre Mudanças Climáticas⁴ ou *United Nations Framework Convention on Climate Change - UNFCCC*⁵), mas também trouxe ao mundo a Convenção sobre Diversidade Biológica (CBD)⁶, a Convenção de Combate à Desertificação (UNCCD)⁷ e a Agenda 21⁸. Esse conjunto de normas internacionais

¹ Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e da Fauna Selvagens em Perigo de Extinção - CITES, assinado pelo Brasil em 1975.

² Também conhecido com o título “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*).

³ Tratado Internacional estabelecido em 1987, com objetivo de eliminação gradual da produção e consumo de substâncias que prejudicam a camada de ozônio.

⁴ Disponível em: <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁵ Para efeito desta pesquisa, os termos serão utilizados de forma intercambiável, utilizando-se com maior frequência o termo UNFCCC, por ser o mais corrente na academia.

⁶ Disponível em: <https://www.cbd.int/convention/text/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁷ Disponível em: https://www.unccd.int/sites/default/files/2022-02/UNCCD_Convention_ENG_0_0.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

representou um necessário e importante avanço, de forma a estruturar espaços de negociação internacional sobre temas ambientais de interesse planetário.

Além, a Convenção do Clima de 1992 reconheceu, finalmente, como um consenso internacional, a existência de impactos adversos em razão das alterações do clima terrestre, derivados do aumento da concentração de gases de efeito estufa na atmosfera – acordando-se, inclusive, quanto à primazia das atividades humanas para esses resultados.

Conforme destaca o laureado com prêmio Nobel de economia, William Nordhaus (2013, p. 36), os perigos das mudanças climáticas estão solidamente calcados em ciência climática – e quem apenas lê jornais ou assiste à TV pode pensar que é uma moda científica recente, fruto dos sonhos de algum cientista. “A verdade é exatamente o oposto. A ciência por trás do aquecimento global induzido pelo CO₂ tem mais de um século. Está entre as principais conquistas das ciências da terra modernas”⁹ (tradução própria).

Estabeleceu-se, nesse contexto, a necessidade de cooperação internacional entre os países desenvolvidos e os países em desenvolvimento, tendo em vista um histórico proporcional baixo de emissões destes últimos. Seguindo tal argumento, acordou-se que haveria diferentes graus de responsabilidades no tema da mudança do clima. Isso ocorria em razão das diferentes capacidades e condições sociais e econômicas dos países, e das montas desiguais de passivo histórico de emissões (argumento para fixação do princípio das “responsabilidades comuns, porém diferenciadas”¹⁰, tão caro aos negociadores dos países em desenvolvimento -

⁸ Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf>. Acesso em 30 ago. 2024.

⁹ Conforme evidencia em relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2014, p. 16), “muitos aspectos das alterações climáticas e dos impactos associados continuarão durante séculos, mesmo que se ponha termo às emissões antropogênicas de gases com efeito de estufa. Os riscos de alterações abruptas ou irreversíveis aumentam à medida que a magnitude do aquecimento aumenta” (tradução própria).

¹⁰ Prolo, Angelo, Cárcamo, Herschmann, A. Santos e Sette (2023, p. 44) explicam que “a lógica desse princípio é simples e justa. Os países desenvolvidos, que se industrializaram antes, contribuíram mais para a concentração atual de gases de efeito estufa na atmosfera e o aquecimento dela resultante. Além disso, os países desenvolvidos também usufruíram dos benefícios do desenvolvimento econômico proporcionado pela industrialização. Enquanto isso, os países em desenvolvimento, que se industrializaram tardiamente, contribuíram pouco para o aquecimento global visto hoje, como também têm capacidade limitada para responder a essa crise climática. Essa diferenciação, portanto, leva em consideração aspectos de responsabilidade histórica e de equidade,

posteriormente mitigado).

A Rio 92, assim, acabou por consolidar definitivamente, no espaço público internacional, o conceito de “desenvolvimento sustentável” (popularizado pelo Relatório Brundtland). Reconheceu ainda a necessidade de aporte econômico aos países em desenvolvimento, para que fosse possível, dentre outras coisas, a conciliação do desenvolvimento e a preservação das florestas¹¹.

Com essas linhas históricas iniciais, passa-se a relatar o processo paralelo às negociações no âmbito da UNFCCC que permitiram o aprofundamento político e técnico sobre florestas nas décadas seguintes. Posteriormente, o encontro entre os avanços da negociação sobre mudança climática e sobre florestas tropicais resultaria na criação do mecanismo de incentivo financeiro para desmatamento evitado, depois conhecido como REDD+.

Essa dinâmica, em última análise, viria influenciar iniciativas nacionais e subnacionais (inclusive, e destacadamente, o Estado do Acre na criação de seu Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais (SISA), o primeiro de seu gênero), e, posteriormente, o próprio Acordo de Paris¹².

1.1.1 Resistências à Unificação da Questão do Clima à Proteção de Florestas

Sabendo-se que o tema da mudança do clima está relacionado diretamente às emissões de gases de efeito estufa (GHG, na sigla em inglês), não se pode deixar de mencionar que, por larga margem, a maior fonte de emissões mundiais de carbono é a produção de energia (o que inclui transporte, eletricidade, queima de combustível, geração de calor, edifícios, fabricação e construção, dentre outros). É

reconhecendo que países em desenvolvimento ainda têm outros desafios prioritários, como a erradicação da pobreza”.

¹¹ Todavia, como se evidenciará mais à frente, ainda não havia maturidade para inclusão de mecanismos financeiros de proteção às florestas tropicais, referentes ao desmatamento que ocorre nessas regiões tropicais.

¹² “Ainda que esteja vinculado ao ‘guarda-chuva’ da UNFCCC, o Acordo de Paris é um tratado internacional autônomo. Ou seja, ele tem suas próprias obrigações, seu próprio regulamento, órgãos e processo de tomada de decisão. Em outras palavras, o Acordo de Paris tem sua própria agenda e sua própria “COP”, que é chamada de “CMA”. Isso significa que, todo ano, os países membros da UNFCCC que também são membros do Acordo de Paris têm mais essa agenda de tomada de decisões”, conforme descrito por Prolo, Angelo, Cárcamo, Herschmann, A. Santos e Sette (2023, p. 43).

um setor que representa, hoje, aproximadamente 73% das emissões globais (WRI Brasil, 23 fev. 2023).

As florestas (desmatamento e degradação), por sua vez, representam cerca de 20% das emissões ao redor do planeta (Asner, 2024, p. 2), o que demonstra, ao mesmo tempo, sua significativa contribuição para a mudança do clima, mas também sua menor proporção do total de emissões em relação ao setor energia, o qual, como dito, supera 70% das emissões. Tal circunstância explica, em parte, o porquê, nas negociações internacionais pós-Rio 92, ter-se priorizado a questão energética¹³ em detrimento das florestas como meio imediato de mitigação climática, conforme se evidenciou no conteúdo das discussões que se seguiram até a assinatura do Protocolo de Quioto. Na verdade, pode-se dizer que a questão da gestão internacional das florestas tropicais andava – e andou por muito tempo - em trilho distinto da questão do clima.

O tema florestal vinha sendo debatido, em estruturas distintas de governança, desde a década de 1980. Nesta época, foram lançadas as bases para as primeiras estruturas deliberativas internacionais sobre florestas, como parte do forte processo de liberação e globalização econômica, bem como pelo fortalecimento de movimentos ambientais e organizações não governamentais. Isso levou a questão da necessidade de se combater a perda de florestas tropicais para o debate público mundial (já com destaque para o movimento ambiental brasileiro e acreano, representado pela participação de Chico Mendes, como será visto no Capítulo 2). Todavia, conforme se descreverá mais à frente, ainda iria demorar até que a agenda de florestas se alinhasse com o tema das mudanças do clima e, portanto, da questão dos créditos de carbono.

Em termos cronológicos, sobre o tema da gestão internacional de florestas, destaca-se que o início da aceleração da pauta ocorreu – ainda bem longe da questão do clima - no âmbito da Conferência das Nações Unidas sobre Comércio e Desenvolvimento (UNCTAD), onde discussões, iniciadas em 1982, sobre temas

¹³ Dessa maneira, apesar de a Eco 92 evidenciar a importância da proteção e da conservação das florestas como um dos elementos fundamentais para a estabilização das concentrações de GHG no mundo, a efetiva inclusão do tema do desmatamento em um Tratado Internacional sobre mudança do clima, com previsão de compromissos obrigatórios, somente viria mais de 20 anos depois, com o Acordo de Paris, de 2015.

como sustentabilidade, comércio equitativo e a conservação da biodiversidade na área florestal levaram, em 1983, ao estabelecimento, em Genebra, do Acordo Internacional sobre Produtos Florestais (ITTA).

O ITTA objetivava, dentre outras coisas, estabelecer um *framework* de cooperação entre países produtores, bem como promover o comércio internacional de madeira tropical, incentivar pesquisas na área e aumentar o processamento da madeira nos países de origem. Buscava-se, também, estimular práticas de reflorestamento e manejo, encorajando as políticas voltadas à utilização sustentável das florestas, com preservação dos recursos genéticos e a manutenção do equilíbrio ecológico nas regiões envolvidas (UNCTAD). Criou-se, como consequência, a *International Tropical Timber Organization* – ITTO, organização intergovernamental que busca promover os objetivos do ITTA (cujos membros representam, ainda hoje, cerca de 90% do comércio global de madeira) (ITTO, 23 abr. 2023).

Por sua vez, em 1985, a ITTO lançou o *Tropical Forest Action Plan* (TFAP) - com apoio da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), a UICN¹⁴ (União Internacional para Conservação da Natureza), o WRI (*World Resources Institute*¹⁵) e o PNUD (Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento) - com a diretriz comum de combate à perda de florestas tropicais e promoção de benefícios econômicos com a silvicultura. Propunha-se a revisão das políticas e dos planos nacionais de florestas, com aumento da cooperação entre as agências de fomento ao setor florestal, buscando-se o aperfeiçoamento dos fluxos de recursos técnicos e financeiros ao setor, inclusive pequenos produtores (Brundtland, 1987, p. 134).

Não obstante o plano TFAP ter propiciado um aumento na ajuda internacional no setor florestal, houve muitas críticas pela iniciativa não ter efetivamente revertido a tendência de desmatamento no mundo, já que acabava por financiar o

¹⁴ A UICN é uma associação criada no âmbito da UNESCO em reunião ocorrida em 1948 em Fontainebleau, na França. Conta com de cerca de 1250 organizações, incluindo governos e ONGs, além de mais de dez mil cientistas, funcionando como uma rede sobre meio ambiente. Foi estabelecida inicialmente em Bruxelas, Bélgica, tendo hoje sua sede em Gland, na Suíça.

¹⁵ O Instituto WRI é uma organização global que trabalha com governos, empresas, instituições multilaterais e organizações da sociedade civil nas áreas de florestas, água, energia, clima, oceano, cidades e alimentação. Foi criado em 1982 em Washington, DC, com recursos de 15 milhões de dólares doados pela fundação John D. e Catherine T. MacArthur. John foi um magnata americano da área imobiliária e de seguros.

desenvolvimento industrial, que por sua vez induzia novas atividades que levavam, na prática, a novos desmatamentos. Assim, o TFAP foi perdendo importância ao longo da década de 1990¹⁶, sem cumprir suas ambiciosas metas, tendo sido criticado por ser lento, centralizado, tecnocrático e limitado no escopo (McDermott, 2014, p. 13–14).

Por sua vez, em 1987, a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas (WCED¹⁷), após pouco mais de três anos de trabalho, finalizava o desafio de abordar questões mundiais centrais da economia e da política, integrando a questão social e ambiental, projetando o futuro e as tarefas a serem cumpridas até a virada do milênio. O produto da Comissão, intitulado “Nosso Futuro Comum”¹⁸ (1987), ficou conhecido como Relatório Brundtland¹⁹, tendo popularizado o termo (hoje comum) “desenvolvimento sustentável”, com uma estrutura tríplice que passou a caracterizar o tema, cujos vértices incluem a preservação do meio ambiente, a proteção de aspectos sociais e a busca do crescimento econômico (McDermott, 2014, p. 13).

O Relatório tratou de uma ampla gama de temas sobre um “futuro em risco”, desde questões populacionais e urbanísticas até guerras, energia, água, alimentos e – tema de interesse desse trabalho – preservação da biodiversidade e dos ecossistemas, inclusive florestas. O Relatório sugeriu a criação de nova governança que viabilizasse o aumento da cooperação entre governos, organizações internacionais, empresas e sociedade civil sobre o tema. As recomendações desse relatório acabaram por levar à convocação da Rio 92 (Japiassú, 2017, p. 1889).

Assim, chega-se à década de 1990, que se constitui como um ponto de inflexão no desenvolvimento da governança ambiental internacional, no início por meio das três novas convenções assinadas na Cúpula da Terra de 1992: a

¹⁶ O TFAP foi, posteriormente, substituído pela UNFF (*United Nations Forum on Forests*).

¹⁷ O WCED foi criado pela Assembleia Geral da ONU por meio da Resolução Nº 38/161, de 1983, com a missão de estabelecer um processo compreender a perspectiva sobre meio ambiente até o ano 2000 e à frente.

¹⁸ O naturalista e pesquisador brasileiro Paulo Nogueira Neto fez parte da Comissão Brundtland. Paulo foi Secretário Especial de Meio Ambiente nas décadas de 1970 e 1980, cargo equivalente a Ministro de Estado, na instituição precursora do atual Ministério do Meio Ambiente.

¹⁹ O Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento das Nações Unidas, intitulado “Nosso Futuro Comum”, é chamado de “Brundtland” em razão de a liderança do processo ter sido exercida pela então primeira-ministra da Noruega, Gro Harlem Brundland. Brundland ainda seria Diretora-Geral da Organização Mundial da Saúde entre 1998 e 2003.

Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança de Clima, a Convenção sobre a Diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação (McDermott, 2014, p. 14).

Quanto às florestas, o texto principal do Tratado da CQNUMC (UNFCCC), assinado na Rio 92, faz menção, no Artigo 4, 1(c), à promoção e cooperação no desenvolvimento de práticas e processos para gerenciamento das emissões antropogênicas de gases com efeito de estufa em todos os setores relevantes, incluindo os setores da energia, transportes, indústria, agricultura, florestas (*forestry*) e gestão de resíduos²⁰ (ONU, 1992b).

Observa-se, no âmbito do Tratado, que “*forestry*” (do texto original em inglês) abrange atividades de reflorestamento, aflorestamento e manejo sustentável, nas suas condições de atividades econômicas. Entretanto, não se pode inferir diretamente do referido termo o conceito de promoção ou indução de ações voltadas à redução de desmatamento (base do conceito de pagamento por desmatamento evitado, posteriormente conhecido como REDD+, não contido no conceito original da UNFCCC). Essa observação é relevante para demonstrar que ainda haveria um longo caminho a ser percorrido, após a Rio 92, até que houvesse consenso na criação de mecanismos de pagamento por redução de desmatamento de florestas tropicais.

Nesse sentido, o tema do desmatamento e da degradação florestal ainda estava caminhando em paralelo à questão da mudança do clima. Por exemplo, por fora do tratado principal da Rio 92 (CQNUMC), fora ainda assinada a Declaração de Princípios sobre Florestas (DPF) – estabelecendo diretrizes de ação do setor, sem a previsão de compromissos obrigatórios (“*non-legally binding authoritative statement of principles*”, em seu nome oficial). A referida Declaração expressava um consenso e um conjunto de diretrizes voltadas à conservação e ao manejo sustentável de florestas, cuja importância para um desenvolvimento econômico ambientalmente sustentável e socialmente justo foi reconhecida, contudo, sem que fossem criadas

²⁰ “(c) Promote and cooperate in the development, application and diffusion, including transfer, of technologies, practices and processes that control, reduce or prevent anthropogenic emissions of greenhouse gases not controlled by the Montreal Protocol in all relevant sectors, including the energy, transport, industry, agriculture, forestry and waste management sectors”, conforme United Nations (ONU) (1992b).

condições reais e práticas para o financiamento das reduções de emissões decorrentes de desmatamento e degradação florestal e, muito menos, a aceitação de compromissos de redução. Esse fato tem inúmeras razões, inclusive resistência dos próprios países em desenvolvimento, detentores de florestas tropicais.

No âmbito do Brasil, por exemplo, antes da Rio 92, havia sido criada a Comissão Interministerial para Preparação da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Em seu relatório sobre “Florestas” (indicado como orientação para os negociadores brasileiros no âmbito da DPF), de 7 de fevereiro de 1992, ficou evidente a busca do distanciamento entre o regramento de clima e a normatização do uso e exploração de florestas, conforme se denota esse simbólico e importante trecho das orientações de negociação, contido no documento oficial:

Deve concentrar-se nas funções da Floresta como habitat humano e como repositório de recursos naturais. **O instrumento seria, assim, complementar às convenções sobre a alteração climática e sobre diversidade biológica. Não deve tratar de florestas no contexto das questões ligadas a alterações climáticas** ou do ponto de vista da biodiversidade. Deve ter como objetivo expresso a conservação e o desenvolvimento sustentável das florestas tendo em vista seus **usos múltiplos** e complementares. **Não deve fazer referência a esquemas que impliquem a possibilidade de transformação das florestas dos países em desenvolvimento em espaços preservados mediante compensação** por parte dos países desenvolvidos. Não deve admitir que a cooperação Internacional para o desenvolvimento sustentável seja vinculada a benefícios globais das políticas adotadas pelos países em desenvolvimento. **Não deve fazer referência a uma obrigação dos Estados de estabelecer metas** precisas para reflorestamento ou **diminuição de desmatamento**. Devem evitar formulações que impliquem monitoramento Internacional dos progressos obtidos nas políticas florestais dos países (Brasil, 1992) (grifos nossos).

Observa-se, então, que o Brasil se preparava de maneira frontalmente contrária a qualquer mecanismo que pudesse interferir na soberania da gestão de seus recursos florestais (tidos como locais de “usos múltiplos”, não passíveis de transformação em espaços preservados), ou obrigações e benefícios pela redução do desmatamento. Dessa forma, o país via a DPF apenas como um instrumento complementar à UNFCCC, que não poderia aproximar-se da agenda climática, pelo receio que houvesse o estabelecimento de limitações ao uso das riquezas naturais nacionais²¹.

²¹ “O país frequentemente apela para o discurso da ‘responsabilidade histórica’, que seria maior nos países desenvolvidos, que se industrializaram a partir do século 19. Só que estudos recentes vêm

O citado Relatório da Comissão, inclusive, especificamente no que se refere ao desflorestamento, indicava que seria necessário mencionar “a responsabilidade histórica dos países desenvolvidos pelo esgotamento (*‘depletion’*) da cobertura florestal em termos globais”. Também chamava atenção para o fato de que “as causas do desflorestamento têm raízes em problemas sociais e econômicos cuja superação exige grande esforço nacional” (Brasil, 1992, p. 2). Eventual auxílio financeiro internacional, nesse contexto, seria sempre bem-vindo, mas jamais como um mecanismo que gerasse obrigações ao país.

Em outras palavras, o Brasil tinha um posicionamento contrário a qualquer estabelecimento de metas de redução de desmatamento, pelo receio de perder a autonomia na implementação de políticas de desenvolvimento sustentável. Estas deveriam, na verdade, “levar em consideração todos os seus usos econômicos, tradicionais e não tradicionais”, sendo que a cooperação internacional poderia ocorrer somente se fosse sem o estabelecimento de obrigações correspondentes dos Estados Nacionais (Brasil, 1992, p. 2).

Assim, o Brasil se opunha a compensações financeiras internacionais vinculadas a metas específicas de redução de desmatamento, sob o argumento de se evitar a “comercialização” dos territórios florestais protegidos. Em sua visão de então, isso poderia fazer com que os países centrais utilizassem as negociações internacionais como meio de engessar o desenvolvimento nacional, enquanto poderiam continuar crescendo economicamente, sem mudanças em seus sistemas produtivos.

Naquele momento das relações internacionais sobre o tema ambiental, portanto, os princípios da soberania e da não-intervenção (art. 2º, 7, da Carta das Nações Unidas²²) estavam sendo aplicados de forma inflexível, como regra de ouro das negociações. O princípio da não-intervenção no direito internacional, por

minando esse argumento: considerando o extenso desmatamento praticado na Mata Atlântica no começo do século 20 e na Amazônia a partir dos anos 1970, o Brasil se torna um dos dez maiores contribuintes históricos para o aquecimento global observado”, conforme argumentado por Prolo, Angelo, Cárcamo, Herschmann, A. Santos e Sette (2023, p. 24), formulando-se a pergunta: “Brasil, carrasco ou vítima”?

²² “7. Nenhum dispositivo da presente Carta autorizará as Nações Unidas a intervirem em assuntos que dependam essencialmente da jurisdição de qualquer Estado ou obrigará os Membros a submeterem tais assuntos a uma solução, nos termos da presente Carta; este princípio, porém, não prejudicará a aplicação das medidas coercitivas constantes do Capítulo VII” - Brasil (1945).

exemplo, envolve o estabelecimento de limitações a ações coercitivas e às não-coercitivas em assuntos internos do estado-nação. “Em linhas gerais, a proibição da não-intervenção protege principalmente a autonomia dos Estados [nações] no que tange a aspectos políticos, econômicos, sociais e culturais” (Da Silva, 2013, p. 21). Isso significava uma negociação difícil no campo das florestas e em propostas de incentivos econômicos para preservação das florestas em pé, pelo receio da perda de soberania.

Além disso, o princípio das responsabilidades comuns, porém diferenciadas, também estava na mesa, uma vez que os países detentores de grande estoque de florestas também são países em desenvolvimento, com baixo históricos de emissões. Isso contribuía para o fortalecimento da posição de que esses países não deveriam fazer esforços de redução de emissões por desmatamento, porque seria uma dupla penalização²³. Desta visão é que se extraiu o trecho do Relatório da Comissão que fala sobre “a responsabilidade histórica dos países desenvolvidos pelo esgotamento (*‘depletion’*) da cobertura florestal em termos globais”.

Sob essa perspectiva, e firmemente ancorado naqueles princípios, o Brasil – e outros países detentores de florestas tropicais – jogaram duro na negociação dos termos finais da Declaração de Princípios sobre Florestas (DPF). O receio maior era de que o documento fosse utilizado como meio de questionar a soberania dos países na gestão de seus recursos naturais, interferindo na autonomia para decidir sobre a implementação de políticas ambientais e econômicas de interesses nacionais²⁴.

Observa-se, assim, o nível ainda incipiente, no início dos anos 1990, quanto à

²³ “Embora o mundo não seja mais o mesmo de 1990 e alguns países em desenvolvimento hoje emitam mais gases de efeito estufa do que alguns países desenvolvidos (a China emite mais que os EUA, o Brasil emite mais que o Japão), as emissões históricas e *per capita* são maiores no norte do planeta. Os países desenvolvidos tentam suavizar o chamado *princípio das responsabilidades comuns, mas diferenciadas* (CBDR, na sigla em inglês), a fim de obrigar os países emergentes a assumir um quinhão maior da obrigação de corte de emissões globais. Os países em desenvolvimento, por sua vez, resistem a assumir essa conta, argumentando que erradicar a pobreza é sua maior prioridade”, em argumentos apresentados por Prolo, Angelo, Cárcamo, Herschmann, A. Santos e Sette (2023, p. 43).

²⁴ Essa característica permearia as negociações internacionais até o Acordo de Paris, em 2015, além de ainda ser orientador, em certa medida, de políticas ambientais nacionais contemporâneas, independentemente do espectro ideológico do grupo político detentor do poder nacional. Como ainda será visto, para o governo federal brasileiro, energia e reflorestamento são comumente vistos como negócios; redução de desmatamento referir-se-ia a políticas públicas, fora do campo da economia e do comércio.

maturidade de negociação sobre o tema no âmbito internacional. O mesmo se dava quanto ao nível de formalização que as nações estavam dispostas a aceitar em relação a compromissos obrigatórios na interseção entre florestas e mudança do clima. Tal fica explícito, inclusive, com a previsão do princípio 1(a) e 2(a) da DPF²⁵, o qual estabelece, como antecedente a todos os outros princípios daquele documento, a “soberania dos estados” de explorar seus recursos florestais de acordo com suas próprias políticas ambientais. O documento relaciona ainda seu “direito inalienável” de utilizar as florestas de acordo com suas necessidades de desenvolvimento socioeconômico. Esses princípios, apesar de permitirem o estabelecimento de cooperação internacional para a conservação das florestas e para o desenvolvimento sustentável (ONU, 1992a), por outro lado representavam, nos termos assumidos na DPF, o receio dos países detentores de floresta quanto a eventuais riscos à sua soberania.

Nesse sentido, além da questão da soberania, outro fator contribuiu para que a DPF fosse assinada como uma mera declaração, sem estabelecimento de obrigações às partes signatárias (*non-legally binding*). Trata-se da relação norte-sul global, e a visão da necessidade de compensação aos países em desenvolvimento pelo “custo de oportunidade” do uso da floresta, uma vez que os países em desenvolvimento não aceitavam assumir compromissos que os obrigassem a perder oportunidades econômicas sem a devida compensação. Esse argumento do “custo de oportunidade” senta suas raízes no racionalismo econômico, onde a conservação das florestas tropicais exigiria transformar a floresta em um setor tão ou mais economicamente valorado que a agricultura, a pecuária e outros *drivers* de desmatamento (McDermott, 2014, p. 14).

Em 1993, tendo a Rio 92 falhado em produzir um acordo que levasse à

²⁵ “1. (a) States have, in accordance with the Charter of the United Nations and the principles of international law, the sovereign right to exploit their own resources pursuant to their own environmental policies and have the responsibility to ensure that activities within their jurisdiction or control do not cause damage to the environment of other States or of areas beyond the limits of national jurisdiction. [...] 2. (a) States have the sovereign and inalienable right to utilize, manage and develop their forests in accordance with their development needs and level of socio-economic development and on the basis of national policies consistent with sustainable development and legislation, including the conversion of such areas for other uses within the overall socio-economic development plan and based on rational land-use policies”, conforme United Nations (ONU) (1992a), em sua redação oficial.

criação de um mecanismo efetivo de incentivo à redução da perda de cobertura florestal nativa, um grupo de ambientalistas, empresários e líderes comunitários criaram uma proposta de solução ínterim, com a constituição de um padrão privado de manejo da floresta. Esse padrão, baseado em mercado, surgiria para “revolucionar” e “aperfeiçoar” as práticas florestais em todo o mundo – chamado *Forest Stewardship Council (FSC)*, como meio de compensação parcial daquela lacuna internacional. Tratava-se de uma “certificação voluntária para silvicultura sustentável, promovendo o manejo ambientalmente correto, socialmente benéfico e economicamente viável das florestas do mundo” (FSC, 2023).

O FSC, como a ITTO, se preocupava em avançar na sustentabilidade do mercado de madeiras, mas entendia que o objetivo poderia ser mais rapidamente alcançado – uma espécie de “*fast track*” – à margem dos governos, como um “bypass” na necessidade de acordos com os países ou com a indústria florestal como um todo. Os fundadores do FSC, na verdade, eram tão preocupados com a interferência dos governos e com um potencial “sequestro” do processo pela indústria, que acabaram por decidir criar uma estrutura independente, inclusive, da Organização Internacional de Padronização (ISO), limitando o poder dos *stakeholders* da indústria no desenho de certificação dos *standards* (McDermott, 2014, p. 14).

Por outro lado, a indústria florestal via o FSC muito próximo às ONGs, de forma que associações de classe de vários países criaram esquemas de certificação próprios, muitos dos quais se estabeleceram sob a guarda da aliança global de certificações chamada *Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC)*. Esse contexto de desagregação levou a duas consequências evidentes: a fragmentação da governança global de florestas, que se sobrepunham e competiam; e a baixa eficiência das iniciativas nos países em desenvolvimento, falhando em endereçar as causas primárias do desmatamento e da degradação das florestas tropicais (McDermott, 2014, p. 15).

Em paralelo, no âmbito da ONU, em 1995, portanto três anos após a Eco-92, o Painel Intergovernamental sobre Florestas (IPF, na sigla em inglês) foi criado como uma plataforma de diálogo e discussão sobre a possibilidade de um acordo internacional sobre florestas com caráter cogente. Dois anos após, o IPF foi sucedido pelo Fórum Intergovernamental sobre Florestas – IFF e, já no ano 2000, pela *United Nations Forum of Forests – UNFF* (McDermott, 2014, p. 14).

Estabelecido no âmbito da *Economic and Social Council* (ECOSOC), por meio da Resolução nº 2000/35²⁶ das Nações Unidas, teve como base a Declaração de Princípios sobre Floresta - DPF, da Rio 92.

A UNFF se consubstancia, assim, no início dos anos 2000, como o fórum de políticas intergovernamentais que visa promover “o manejo, a conservação e o desenvolvimento sustentável de todos os tipos de florestas, e para fortalecer o comprometimento de políticas de longo prazo com essa finalidade”. O Fórum, ainda em atividade, é composto por todos os membros das Nações Unidas (ONU, 2011, p. 1), reunindo-se com agendas distintas da UNFCCC.

Estavam colocadas, então, as bases gerais, ainda incipientes, sobre as quais seriam realizadas as negociações sobre mudança do clima e florestas, que iriam resultar na criação dos mecanismos de REDD+ e, em última análise, influenciar o Estado do Acre na criação de seu Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais – SISA, discutido mais à frente.

1.2 Incentivos à Redução do Desmatamento de Florestas Tropicais: do RED ao REDD+

A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (CQNUMC ou UNFCC, na sigla em inglês), acordada na Rio 92, entrou efetivamente em vigor no dia 21 de março de 1994, estruturando a ação internacional articulada para mitigação das mudanças no clima. O primeiro encontro das partes do referido tratado, chamado COP (Conferência das Partes), ocorreu já no ano seguinte, em 1995, na cidade alemã de Berlim (COP1).

Estabeleceu-se um processo de dois anos de negociação para se alcançar um tratado internacional com o objetivo de estabilizar as concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera para enfrentamento do “aquecimento global” (*global warming*) e combate à mudança do clima por fatores antropogênicos.

O segundo encontro da UNFCC - COP2, em Genebra, ocorreu em 1996, onde os debates técnicos e políticos serviram de fase intermediária no processo de

²⁶ Disponível em https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2013/09/2000_35_E.pdf. Acesso em: 30 Ago 2024.

negociação, aprofundando-se o entendimento entre as partes anteriormente iniciadas em Berlim. Assim, em 1997, chegou-se à COP 3, na cidade japonesa de Quioto, com amplas expectativas sobre a possibilidade de se alcançar um relevante acordo cogente.

De fato, as partes, no âmbito da UNFCC, superando as inúmeras divergências sobre a questão climática, chegaram ao mais relevante Acordo internacional sobre clima até aquele momento, conhecido como “Protocolo de Quioto”. Estabeleceu-se, naquela oportunidade, o primeiro mercado regulado de créditos de carbono em âmbito internacional, com a criação do chamado “Mecanismo de Desenvolvimento Limpo” (MDL). Tal mecanismo previa a colaboração entre países industrializados e países em desenvolvimento (ou países do “Anexo B”) para geração de projetos de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE), com geração de “créditos de carbono” transacionáveis – por reflorestamento e aflorestamento, mas não por redução de desmatamento.

De fato, no período de regulamentação do Protocolo de Quioto, a visão da floresta como uma indústria foi consolidada. Diante do difícil histórico de distanciamento que os países em desenvolvimento, em especial o Brasil, queriam estabelecer entre as florestas nativas e a questão do clima, somente foi possível a inclusão de créditos decorrentes de atividades de florestamento e reflorestamento (portanto por captura de carbono) e não como incentivo à redução de desmatamento no mercado de carbono. Tal distanciamento, supostamente sem riscos à soberania do país detentor de reservas florestais, seria aceitável.

Esse comportamento do Brasil, cuja justificativa se baseava na sustentação de princípios de soberania e não-intervenção entre os países, acabou por trazer um enorme desafio para o próprio país – em especial para os estados da região amazônica. A maior parte das emissões no país já eram decorrentes justamente de mudanças do uso da terra e florestas, que chegaram a representar em torno de 77% das emissões totais brutas do país no período de 2003/2004, estando hoje em torno 50% (Azevedo; Angelo, 2018, p. 13).

A dificuldade em incluir a proteção das florestas e a redução do desmatamento nas negociações decorria ainda de outras preocupações da comunidade internacional, tanto de ordem técnica quanto política. Questões científicas não resolvidas sobre vazamento, permanência, adicionalidade, monitoramento, contabilidade e a eventual diluição dos esforços para redução de

emissões são exemplos (Pistorius, 2012, p. 639). Também havia preocupações com critérios para estabelecimento de níveis de referência (*reference level*²⁷), escalas mínimas, e regras de medição, reporte e verificação (MRV²⁸) (Angelsen; McNeil, 2012, p. 38). Além, havia inúmeras disputas entre interesses econômicos e geopolíticos divergentes – ou seja, diversas barreiras que, na prática, geravam incertezas que minavam a construção de consenso para um tratado internacional que estabelece mecanismos de financiamento e de incentivo a ações voltadas à redução de desmatamento.

Nesse contexto, no início dos anos 2000, buscando-se “salvar” o protocolo de Quioto (que ainda não havia entrado em vigor) para o tema da redução de desmatamento, uma parceria entre pesquisadores brasileiros e americanos gerou o histórico ensaio “Tropical Deforestation and The Kyoto Protocol”²⁹. Tal documento, de autoria de Carlos Nobre, Daniel Nepstad, Lisa Curran, Stephan Schwartzman, Paulo Moutinho e Márcio Santilli, foi considerado, por muitos, como o documento “fundante” do que viria a ser chamado de RED (e posteriormente REDD+), apesar de não haver citação do nome especificamente. O referido estudo propunha a inclusão, no Protocolo de Kyoto, de uma “Redução Compensada de Emissões”, enfrentando questões relevantes como critérios para o estabelecimento de “linha de base”, “vazamento”, “adicionalidade” e “permanência”. O conceito partia da “ideia de incluir na contabilidade das emissões de gases de efeito estufa aquelas que são evitadas pela redução do desmatamento e a degradação florestal” (IPAM, 18 mai. 2018), com a criação de meios para remunerar esses esforços.

Na COP 7, realizada entre o final de 2001 e início de 2002, foi alcançado um “pacote” de acordos para regulamentação detalhada de implementação do Protocolo de Quioto – sem, contudo, que consensos sobre compensação de reduções de

²⁷ Nível de referência, no contexto dos mecanismos de precificação de carbono, refere-se a uma linha de base ou ponto de referência que permite uma comparação entre as emissões atuais e futuras, servindo como padrão de medição para a quantidade de reduções de emissões de gases de efeito estufa promovidas por iniciativas, programáticas ou de projeto.

²⁸ O Monitoramento, o Reporte e a Verificação (MRV), ações executadas por terceiros, são elementos centrais para garantir transparência e credibilidade quanto à declaração de geradores de unidades de redução de emissões. É fundamental para o funcionamento do ecossistema que objetiva a retribuição financeira por esforços de redução de emissões.

²⁹ Disponível em <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/p1d00006.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

emissões fossem alcançados. Havia uma concentração de esforços na questão do MDL (reflorestamento e aflorestamento), de forma que o tema da redução de emissões por desmatamento não era popular nas negociações de clima – e estava, na verdade, travando o processo de negociação da implementação de Quioto em outras áreas (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 42).

Dessa forma, as discussões de políticas públicas focadas no plantio de florestas como sumidouros, para compensação do excesso de emissões, acabavam ignorando o papel fundamental das florestas naturais tropicais para o sistema climático global (Moutinho; Schwartzman; Santilli; Rodrigues, p. 28). Os esforços técnicos, científicos e econômicos favoreciam o plantio de árvores, mas não criavam alternativas econômicas para manutenção das florestas tropicais.

Havia, em tais circunstâncias, inúmeras divergências de interesses entre países desenvolvidos com e sem grandes extensões florestais; e desses com os países em desenvolvimento. As principais, mas não somente, giravam em torno da possibilidade de se creditar pelo “estoque” de carbono, inclusive de áreas que não estavam em risco de desflorestamento, sob o argumento de que as florestas continuamente capturariam CO₂, funcionando como sumidouros de carbono (*carbon sinks*). O contra-argumento era que esses créditos não representariam efetivas reduções de emissões (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 42), em um contexto de disputas insuperáveis naquele momento.

Em 2004 foi criada uma coalização de formuladores de políticas públicas composta por acadêmicos, pessoas do setor privado e membros de ONGs interessados em debater e viabilizar incentivos ao desmatamento evitado – um grupo com participação de pessoas relevantes, como os acadêmicos Joseph Stiglitz e Jeffrey Sachs. Essa rede se encontrava regularmente na Universidade de Columbia, em Nova Iorque, oportunidade em que consolidaram as críticas das falhas do MDL em endereçar a proteção de florestas naturais (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 42). Isso, no entanto, não impediu que, em 2005, houvesse o fracasso da inclusão de incentivos à redução de desmatamento no Protocolo de Quioto, que entrara em vigor sem esse tipo de mecanismo.

Naquelas circunstâncias, vozes importantes e relevantes do terceiro setor, inclusive os autores do artigo “Tropical Deforestation and The Kyoto Protocol”, alertavam sobre a perda de oportunidade para o Brasil e os riscos da inexistência de mecanismos financeiros para proteção das florestas tropicais:

Exatamente onde o Brasil poderia fazer uma contribuição substancial para a mitigação das mudanças climáticas, por meio da conservação de florestas nativas ou redução do desmatamento ou incêndios, o acesso aos recursos através do MDL ou qualquer outro mecanismo do Protocolo de Kyoto é negado, uma vez que atualmente não há uma disposição específica ou incentivo financeiro que comprometeria os países tropicais a participarem dos esforços de Quioto por meio da conservação florestal.

[...]

Portanto, o Protocolo de Quioto deve desenvolver outros mecanismos mais apropriados que o MDL para lidar com os perfis de emissões dos países em desenvolvimento, que enfrentam desmatamento tropical em larga escala (Moutinho; Schwartzman; Santilli; Rodrigues, 2005, p. 28) (tradução própria).

Ainda naquele ano de 2005, após o início da vigência do Protocolo de Quioto, realizou-se, em novembro/dezembro, a COP 11, em Montreal, no Canadá. No processo de debates, os negociadores brasileiros (e de outros países em desenvolvimento) continuavam a se opor à criação de mecanismos de mercado para incentivar a redução de desmatamento. Nesse contexto, coube à Papua-Nova Guiné e à Costa Rica submeterem a primeira proposta oficial de um mecanismo de Redução de Emissões por Desmatamento³⁰ – RED (como “pagamento por resultados”³¹), em nome da Coalização das Nações de Florestas Tropicais (*Coalition of Rainforest Nations* – CRfN), organização que havia sido gestada na já citada Universidade de Columbia, pelas mãos de Kevin Conrad e Federica Bietta, em 2003 (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 42).

A premissa básica do RED, naquele momento, era de que a perda de florestas, que representava cerca de 17% das emissões mundiais, ofereceria uma oportunidade de acordo entre os governos dos países. A criação de incentivos econômicos substanciais por parte dos países desenvolvidos compensaria aqueles

³⁰ “[...] durante a COP-11, em Montreal, Canadá (2005), a chamada “Coalition of Rainforest Nations” ou “Coalizão de Nações Tropicais”, liderados por Papua Nova Guiné e Costa Rica, apresentou uma proposta similar que tem por objetivo discutir formas de incentivar economicamente a redução do desmatamento nos países em desenvolvimento, detentores de florestas tropicais (Pinto et al, 2009). O argumento colocado é que os países tropicais são responsáveis por estabilizar o clima por meio de suas florestas e, assim, os custos para mantê-las devem ser divididos por todos. Esta iniciativa fez com que, oficialmente, o assunto REDD fosse incluído na pauta de negociações internacionais. Um ano depois, na COP-12, em Nairobi, Nigéria (2006), o governo brasileiro anunciou publicamente uma proposta para tratar da questão do desmatamento, também muito parecida com as anteriores, só que sem considerar o mecanismo de mercado de créditos de carbono e sim as doações voluntárias”, conforme narra o Instituto de Pesquisa da Ambiental da Amazônia (IPAM, 18 mai. 2018).

³¹ “Pagamento por Resultados”, que é “uma abordagem baseada em desempenho, com pagamentos realizados apenas após a comprovação dos resultados, também era muito atraente para a maioria das fontes de financiamento” Angelsen e McNeil (2012, p. 34) (tradução própria). Esse tema será mais profundamente abordado no Capítulo 4.

em desenvolvimento por reduções mensuradas de desmatamento. Isso seria convergente com as antigas demandas desses países para compensação pelo custo de oportunidade em se conservar as florestas naturais, em detrimento de sua conversão para outros tipos de uso mais lucrativos (McDermott, 2014, p. 16) (mas ainda com resistência pela questão do princípio da soberania). A redução do desmatamento teria o potencial de mitigar significativamente as emissões, e a um menor custo:

Assim, a redução da desflorestação tropical pode colocar o mundo no caminho para um futuro 0,15°C a 0,82°C mais frio do que seria, com o mesmo custo a médio prazo. Do mesmo modo, as reduções de emissões de baixo custo das florestas tropicais poderiam ser utilizadas para ajudar a atingir os objetivos climáticos de forma mais barata. Por exemplo, atingir a meta de 2°C custaria 28% menos entre 2016 e 2030 se a redução do desmatamento tropical fosse incluída no portfólio global de soluções climáticas, em vez de ser relegada a segundo plano. Cumprir uma meta de 3°C seria 30% mais barato (Seymour; Busch, 2016, p. 141-142).

O objetivo último da UNFCCC, como expresso no seu Artigo 2, é a estabilização de GHGs na atmosfera, em níveis que previnam interferências antropogênicas no sistema climático. Esse, inicialmente, também era um dos principais objetivos do RED (posteriormente REDD+) (Angelsen; McNeil, 2012, p. 42). Dessa maneira, em sua abordagem inicial, o RED teria um excelente custo-benefício para combater as mudanças climáticas. Além disso, foram percebidos “co-benefícios” associados por meio do mesmo financiamento climático para redução do desmatamento, como redução da pobreza, conservação da biodiversidade e o próprio desenvolvimento sustentável (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 42) – este último representando o conceito de REDD+ (detalhado mais à frente).

Ainda sem solução (devido à imensa complexidade do tema), mas com aqueles objetivos, a COP11, de 2005, decidiu pela promoção, nos encontros seguintes, de dois *workshops* com experts para o debate e identificação dos aspectos políticos e técnicos relevantes sobre o tema – o que ocorreu nos anos de 2006, em Roma (Itália), e 2007, em Cairns (Australia) (Pistorius, 2012, p. 640). O documento técnico sobre as propostas para regulação já do REDD+³², colocado em discussão na reunião de Cairns, em evento preparatório para a COP13, de Bali (Indonésia) em 2007, recebeu manifestação oficial do Brasil, nos seguintes termos:

³² *Reducing Emissions from Deforestation in Developing Countries*. FCCC/SBSTA/2006/L.25, disponível em <https://unfccc.int/resource/docs/2006/sbsta/eng/l25.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

O arranjo proposto e os esforços relacionados empreendidos pelos países em desenvolvimento para reduzir as emissões provenientes do desmatamento em seus territórios só podem ser caracterizados como voluntários e, portanto, não podem gerar obrigações futuras, metas, objetivos ou prazos. O Brasil não pretende sugerir ou apoiar a implementação de um regime obrigatório a esse respeito (SBSTA, 2007, p. 22) (tradução própria).

No ano de 2007 o Brasil ainda mantinha o posicionamento de refutar qualquer tentativa de se estabelecer um acordo internacional obrigatório com determinasse metas, objetivos ou prazos para redução de emissões por desmatamento e por degradação florestal. O país apresentava como alternativa o estabelecimento de “incentivos”, por meio de fundos. Estes viabilizariam recursos financeiros adicionais e transferência de tecnologia (mecanismos de não-mercado), como meios de melhoria da capacidade endógena do Brasil lidar com a questão (SBSTA, 2007, p. 22). Em outros termos, evidencia-se a manutenção inflexível dos princípios da soberania, da não-intervenção e das responsabilidades comuns, porém diferenciadas – todos presentes desde antes da Rio 92, e ainda determinantes da então postura internacional do Brasil sobre o tema.

A COP de Bali acabou por se caracterizar pela forte presença de organizações não governamentais (ONGs) e de grupos indígenas nas negociações, pautando maior relevância nas questões de direitos sociais e enriquecendo o debate. As ONGs buscaram, e conseguiram, um lugar à mesa nas discussões globais sobre RED, influenciando a pauta de diversas maneiras. A principal delas ficou conhecida como “salvaguardas socioambientais” (Angelsen; McNeil, 2012, p. 39). Além, os países afetados principalmente pela degradação da floresta (e não do desmatamento), como o Congo, também se integraram ao debate, trazendo a demanda para que o RED fosse expandido para endereçar também a degradação, vindo-se a convencer os demais países da viabilidade tecnológica da quantificação dessa variável (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 43).

De fato, nos debates internacionais, aqueles interesses foram levados em consideração e integrados às negociações, em busca de apoio para a formulação de um acordo global. Assim, o escopo que se desenhara para Bali já incluía a degradação florestal, o que ocorreu principalmente por pressão da *Central African Forest Commission* (Angelsen; McNeil, 2012, p. 38).

Dessa maneira, o que era RED, com um D (de desmatamento), foi agregando objetivos, como redução da Degradação florestal (o segundo “D”), conforme

mencionado acima³³. Incluiu também a proteção de direitos dos indígenas, a melhoria na governança, além de se ocupar da agenda agricultura-clima. Dessa forma, de um único objetivo, migrou-se para uma estratégia multi-metas (Angelsen; McNeil, 2012, p. 42). Nesse sentido, como consequência, a linguagem corrente mudou de RED para REDD, com tal mudança conceitual oficialmente adotada na COP 14, da Polônia, em 2008 (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 43).

Posteriormente, acordos estenderam o conceito para incluir países com baixo histórico de desmatamento ou baixa cobertura florestal e que estivessem comprometidos com aumento de florestas, com o manejo florestal sustentável e/ou com a conservação de coberturas florestais (McDermott, 2014, p. 16). Isso resultou na integração de todos esses elementos, com o acréscimo do “+” ao conceito, chegando-se finalmente ao acrônimo REDD+.

Porém, abundante oposição a tal desenho do modelo REDD+ começou a emergir. O Brasil continuava cético com o modelo, tanto pela questão da soberania como pelo receio de que a iniciativa retirasse obrigações de mitigação dos países desenvolvidos (Angelsen; McNeil, 2012, p. 35). Também havia o argumento de que isso poderia promover a privatização e mercantilização dos recursos naturais, de forma que o pagamento por serviços ambientais representaria o “capitalismo na floresta”, o que daria o “poder às elites” de definir os direitos sobre o carbono e a repartição dos benefícios correspondentes (Angelsen; McNeil, 2012, p. 43).

Outro ponto resultava em objeções de países como China, Brasil e outros sul-americanos: o papel dos mercados. Estes opunham-se à possibilidade de países ou empresas transacionarem parte de suas metas de redução de emissões por meio de “créditos de carbono”. Estas negociações permitiriam a aquisição do equivalente dessas reduções a um preço que tornariam os créditos lucrativos. Isso, segundo os críticos, tratava-se de soluções tecnocráticas inaceitáveis (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 43). Todas essas controvérsias estiveram presentes desde o início das

³³ Sobre o tema e a diferenciação entre “desmatamento” e “degradação”: “São necessários dois tipos de medição para estimar as emissões de GEE decorrentes do desmatamento: a taxa de mudança na cobertura florestal (ou “taxa de desmatamento”) e a quantidade de carbono armazenado na floresta (ou “estoque de carbono”). As atividades florestais que liberam GEE podem ser divididas em duas categorias. O desmatamento é o corte raso e, muitas vezes, a queima de paisagens florestais inteiras. A degradação inclui extração seletiva de madeira, desbaste, queima e outras perturbações que não removem completamente o dossel da floresta, mas que, ainda assim, reduzem a capacidade de armazenamento de carbono das áreas florestais”, conforme Asner (2024, p. 4) (tradução própria).

negociações para um acordo global de REDD+. Porém, preocupações com eventual centralização da governança em uma autoridade estatal e o possível aumento de corrupção também emergiram (McDermott, 2014, p. 16).

Em Bali, ainda no ano de 2007, diante de tantos desafios, as partes propuseram um Plano de Ação (*Bali Action Plan*³⁴), com objetivo, dentre outros, de se alcançar um acordo sobre incentivos para redução de emissões por desmatamento em países em desenvolvimento. Isso se daria por meio da promoção de ações de mitigação com abordagem de mercado (*market-based approach*). Os debates foram estendendo-se pelos anos seguintes, diante das grandes divergências de posição entre os negociadores. Dessa forma, caminhava-se à COP15, em Copenhague, com inúmeros pontos em desacordo.

Com o objetivo de destravar a pauta, em abril de 2009, o então Príncipe Charles promoveu um encontro com 21 líderes mundiais visando ao destravamento da agenda. O grupo de trabalho *Interim Finance for REDD+*, ou IWG-IFR 2009, foi criado para dar uma resposta direta à necessidade de financiar o mecanismo “até que o mercado tomasse conta” da pauta (Angelsen; McNeil, 2012, p. 46).

Dessa maneira, o REDD+ transitou de ideia de um sistema de pagamento por redução de desmatamento, feito pelo norte para o sul global, para uma proposta de responsabilidades compartilhadas (Angelsen; McNeil, 2012, p. 47), tendo como ideia central, a partir daí, a implementação de um mecanismo de compensação internacional a países que tivessem sucesso em reduzir suas emissões no setor florestal (Pistorius, 2012, p. 638).

Uma primeira aproximação do REDD+ foi oficialmente acordada na COP16, realizada em Cancún, no México em 2010, de forma a prever, de maneira explícita, o “apoio adequado e previsível, incluindo recursos financeiros e suporte técnico e tecnológico às Partes dos países em desenvolvimento”. Isso reforçou a necessidade da aplicação dos princípios de mensurabilidade. Assim, previu-se que o REDD+ deveria ser decorrente de “pagamento por resultado”, uma compensação financeira baseada em “unidades de carbono”. Essas unidades deveriam comprovadamente estar estocadas na floresta (ou não emitidas à atmosfera), cujo resultado deveria ser

³⁴ Disponível em https://unfccc.int/files/meetings/cop_13/application/pdf/cop_bali_action.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

comparado com uma linha de base referencial crível (McDermott, 2014, p. 16). Em outros termos, estabeleceram-se as premissas de um mercado de fluxo e de estoque de carbono florestal (ainda que, virtualmente somente ocorreria pagamento pela redução de emissões – portanto, fluxo).

Dessa maneira, pela primeira vez um acordo internacional previa um compromisso compartilhado onde poderiam participar todas as partes que confirmassem, por meio de medidas quantificadas e verificadas, a efetiva ocorrência da redução de desmatamento. Por outro lado, “reduziu-se, assim, o foco das negociações internacionais sobre florestas a um único elemento monetizado: o carbono” (McDermott, 2014, p. 16).

O financiamento climático baseado na redução de emissões exigiu mecanismos de Medição, Reporte e Verificação (MRV) robustos, medida que passou a ser central para implementação de iniciativas de REDD+, exigindo o aperfeiçoamento de questões técnicas, como a determinação dos níveis de referência de emissões (ou linha de base) (Pistorius, 2012, p. 641).

Aqueles desafios – sobre os quais pairavam inúmeras controvérsias – incluíam questões básicas, como a previsão da quantidade de floresta perdida sem a intervenção dos incentivos financeiros por meio do REDD+ (uma análise contrafactual), em relação ao cálculo de quanto do desmatamento fora evitado pela iniciativa. Para o Acordo de Cancún, essas estimativas formariam as bases para o estabelecimento de níveis de referência dos países na mensuração dos resultados de REDD+ (McDermott, 2014, p. 16).

Com o avanço de todos esses elementos, o “carbono” passou a se constituir uma *commodity* quantificável, podendo ser transacionado em mercados de redução de emissões. Para geração de “unidades de redução de emissão” transacionáveis, calcula-se a diferença entre as emissões efetivas e a linha de base histórica do “*business as usual*”, ou seja, da projeção do que teria ocorrido se não houvesse a intervenção do REDD+. Dessa *commodity* emergem duas características: a) as emissões devem ser mensuradas, reportadas e verificadas (MRV); b) o cálculo dos resultados de reduções de emissões deve ser estabelecido tendo por referência a linha de base (nível de referência), de forma a permitir a mensuração do impacto nas emissões como resultado das ações de REDD+ do provedor do serviço ambiental (Angelsen; McNeil, 2012, p. 44).

O resultado da negociação de REDD+ foi uma solução de compromisso entre

diversas ideologias, com uma abrangência (ou mesmo imprecisão conceitual) tal que permitisse inúmeras possíveis abordagens (de mercado e não-mercado). Tal fato pode ser considerado como uma de suas fortalezas (Angelsen; McNeil, 2012, p. 33)³⁵, mas que ainda exigiria enormes esforços para sua concretização.

Essa miscelânea de interesses e ideias foi alimentada por diversos grupos ideológicos. Rocio Hiraldo e Thomas M. Tanner esquematizaram essa matriz, sobre a qual a negociação internacional ocorreu, em quatro grupos principais: os liberais do mercado (florestas e crescimento econômico); os institucionalistas (florestas e governança); os bioambientalistas (o valor ecológico da floresta); e os “verdes” sociais (florestas e direitos) (Hiraldo; Tanner, 2011, p. 11–14).

Todas essas variáveis ideológicas acabaram contidas no desenho do REDD+, de maneira que o mecanismo tanto busca o crescimento econômico por meio dos mercados quanto procura aliar a melhoria de sua governança com a preservação dos ecossistemas florestais e a proteção de direitos indígenas e povos tradicionais. O resultado pode ser compreendido como a síntese dos choques entre aquelas visões de mundo (Angelsen; McNeil, 2012, p. 38).

Verifica-se, portanto, que de 2004 a 2011, do ponto de vista discursivo-institucional, a análise do desenvolvimento do REDD+ envolveu uma espiral ascendente, com a progressiva inclusão de novos atores, novos conceitos e novas ideias (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 45). Ao longo do tempo novos atores foram auxiliando a reformatação das ideias originais, de maneira que a síntese era, em seguida, institucionalizada, em uma dinâmica de interação entre o discurso e a institucionalização. Naquele momento, o acordo a que se chegou foi alcançado principalmente porque: a) havia um entusiasmo com o progresso na redução das diferenças de posição negocial entre os países em desenvolvimento no tema de florestas; b) o debate sobre REDD+ tinha cruzado a ponte entre países do norte-sul, de forma que, pela primeira vez, as florestas ingressavam na agenda climática; c) os progressos incentivaram países doadores a prover recursos financeiros para as iniciativas pioneiras (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 46).

³⁵ Por outro lado, conforme será visto no Capítulo 4, essas imprecisões levam a conflitos conceituais que interferem na qualidade do debate científico e político, prejudicando a qualidade do debate no espaço público e criando barreiras significativas nos processos de regulação do mercado de carbono.

No período de 2009³⁶ a 2011, grande atenção foi dada à questão social e de benefícios ambientais. Dessa forma, houve a promoção sem precedentes das regras de salvaguardas e repartição de benefícios negociados no âmbito da UNFCCC, destacadamente nas COP15, COP16 E COP17 (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 46). De fato,

[...] na COP17, em Durban, na África do Sul, os países começaram a traduzir na prática os compromissos de Cancún. A primeira conclusão foi que o período 2013-2020 não estava perdido. Não seria um acordo legalmente vinculante que fechasse o hiato global entre o que se emite e o que é preciso emitir para esse período, o que colocava a meta de 2°C perigosamente longe. Afinal, o IPCC dissera em 2007 que as emissões do mundo teriam de chegar ao pico por volta de 2020 e começar a cair rapidamente depois disso para que se tivesse alguma chance de estabilizar o clima. Porém, as chamadas partes da Convenção (os países) resolveram criar um plano de trabalho para explorar ações para fechar a lacuna de emissões no período pré-2020 (Prolo; Angelo; Cárcamo; Herschmann; Santos; Sette, 2023, p. 26–27).

Assim, quatro aspectos anteriores de institucionalização permitiram os avanços para o mecanismo: a) arranjos financeiros bilaterais e multilaterais já financiavam atividades preparatórias de REDD+ em países em desenvolvimento, tais como o *Forest Carbon Partnership Facility* (FCPF³⁷) e o Programa de REDD+ da ONU (UN-REDD³⁸), ambos criados em 2008, e o *REDD Early Movers*, promovido pela Alemanha; b) a base da arquitetura dos arranjos financeiros já tinha sido lançada, a exemplo do *Forest Investment Program* (FIP³⁹, vinculado ao Fundo Estratégico do Clima – SCF); c) muitas pessoas envolvidas no desenho desses arranjos de REDD+ também participaram das negociações de REDD+ no âmbito da UNFCCC; d) foram incluídos importantes *insights* trazidos “da ponta” pelos governos nacionais e regionais, confirmando que havia urgência em endereçar temas sobre

³⁶ Destacam Prolo, Angelo, Cárcamo, Herschmann, A. Santos e Sette (2023, p. 25) que, “em 2009, o mundo chegou à COP-15 na gélida Copenhague, na Dinamarca, numa maré de otimismo climático jamais vista antes. A crise econômica mundial tinha um ano de vida, pouco tempo para que seus impactos de médio e longo prazo tivessem sido absorvidos pelo sistema político. O preço do petróleo disparou em 2008, tornando as energias renováveis competitivas. O mundo vinha embalado pelo IPCC e pelo sucesso de Bali. O clima ocupava as manchetes dos jornais, os anúncios de televisão e a boca das celebridades, de Daryl Hannah e Leonardo Di Caprio ao “governador” da Califórnia, Arnold Schwarzenegger”. O Acre começou a se destacar no tema de REDD+ nesse contexto, com a apresentação do seu “projeto de REDD” e a constituição de uma aliança com o Estado da Califórnia, com assinatura de um “memorando de entendimento” (MoU). Verificar notícia, de 2010, em: <https://agencia.ac.gov.br/acre-e-califnia-querem-falar-a-mesma-lngua-quando-o-assunto-crdito-de-carbono/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁷ Cf. <https://www.forestcarbonpartnership.org/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁸ Cf. <https://www.un-redd.org/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁹ Cf. <https://climatefundsupdate.org/the-funds/forest-investment-program/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

questões sociais e de governança (Besten; Arts; Verkooijen, 2014, p. 46). Percebeu-se, enfim, que a inclusão das florestas em um mercado de carbono seria essencial ao cumprimento do Acordo de Paris⁴⁰.

De fato, as florestas tropicais oferecem inúmeras fontes de redução de emissões a baixo custo, em relação a outros setores. Segundo Seymour e Busch (2016), com a implementação de pagamentos por resultados em países em desenvolvimento, as reduções de emissões por desmatamento poderiam custar menos de um quarto do que as reduções equivalentes no setor industrial europeu ou norte americano, por exemplo. “Se os países florestais implementassem políticas restritivas com partilha de benefícios dos pagamentos internacionais de carbono, as reduções de emissões poderiam ser ainda maiores” (Seymour; Busch, 2016, p. 144) (tradução própria).

Todos esses elementos evidenciam a importância da implementação do REDD+ em todos os níveis – internacional, nacional e regional. Para se alcançar os objetivos traçados naquele processo evolutivo, os mecanismos de precificação do carbono (inclusive um eventual mercado voluntário de carbono) devem prover incentivos ao setor privado e aos estados, na governança do seu território. Dessa forma, o gerenciamento adequado dos *drivers* de desmatamento deve garantir aos investidores e adquirentes de créditos efetivas e reais reduções de emissões, com créditos robustos e com integridade ambiental e social (NICFI, 2023a).

É nesse contexto que, concomitantemente aos ciclos de debates internacionais, inúmeros países e estados subnacionais dialogavam sobre a preparação para o novo mecanismo. Conforme era visto a seguir, essa construção ficou conhecida como REDD+ Jurisdicional (na escala de um país ou estado) – inclusive no Brasil e, destacadamente, no Estado do Acre, em razão da criação de um sistema próprio.

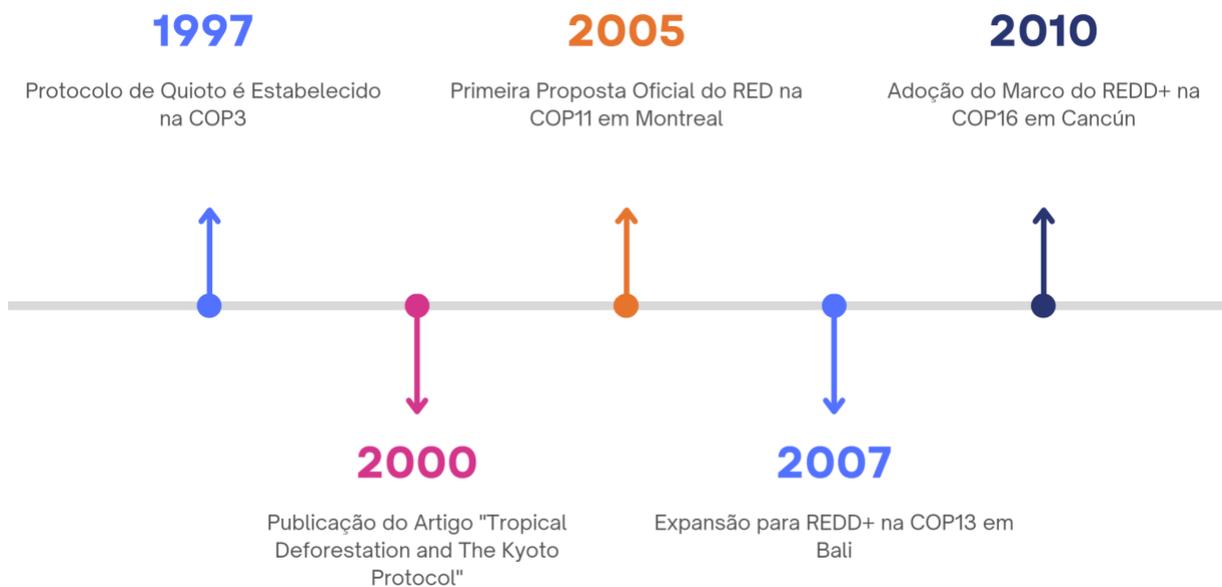
1.3 Pioneiros do REDD+: estados subnacionais e os sistemas jurisdicionais

Como visto, após a aprovação do Protocolo de Quioto não havia resolução

⁴⁰ As classificações, conceitos, procedimentos e características dos mecanismos de mitigação de emissões previstas no Acordo de Paris serão apresentadas no Capítulo 4.

para os meios de se proporcionar incentivos à redução do desmatamento (*avoided deforestation*) no âmbito do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Ainda que houvesse um compromisso entre os países, era necessário um novo mecanismo que endereçasse o desmatamento de larga escala em países tropicais (Moutinho; Schwartzman; Santilli; Rodrigues, 2005, p. 28).

Figura 3 – Cronologia REDD+.



Fonte: Produção própria

Muitos pontos fundamentais (científicos e metodológicos) para constituição efetiva do REDD+ já estavam equacionados na COP 16 de Cancun, em 2010 (Figura 2). Assim, as negociações entre os estados-nacionais no âmbito da ONU deram um passo relevante naquele encontro. Pela primeira vez no âmbito internacional, houve o reconhecimento oficial do REDD+, com a criação das bases de financiamento e de atos preparatórios para “ações iniciais” (REDD+ *Readiness*). Em Cancún também foram estabelecidos critérios de salvaguardas sociais e ambientais (conhecidos como “Salvaguardas de Cancún”) e de métodos de medição, relato e verificação (MRV). Não foi possível, contudo, alcançar em 2010 (e até 2015) qualquer acordo obrigatório de metas de redução pelos países.

Adicionalmente, sobretudo os países de grande extensão, mostravam lentidão

para criar as políticas e os programas necessários para o gerenciamento efetivo dos principais indutores de desmatamento e mudar a realidade “na ponta”. Governos nacionais de países extensos como o Brasil estão, na verdade, em uma posição distante do dia a dia dos produtores e das comunidades que podem efetivamente implementar ações de REDD+, o que torna difícil ações nacionais que alterem a dinâmica econômica na floresta (Stickler; Duchelle; Nepstad; Ardila, p. 147).

Assim, na falta de acordos internacionais e regulações nacionais, e ainda antes do estabelecimento dos primeiros sistemas jurisdicionais, proliferaram inúmeros projetos de carbono florestal em propriedades privadas. Estes, ainda hoje sofrem de problemas crônicos do ponto de vista da integridade ambiental, seja por falta de escala, por “vazamento” do desmatamento evitado, ou ainda por sérios questionamentos metodológicos quanto à metodologia de “*standards*” adotados por essas iniciativas privadas⁴¹. Os estados subnacionais (ou departamentos e regiões, a depender do país) passaram, portanto, a assumir uma liderança prática no tema do REDD+.

Em verdade, a abordagem jurisdicional (que considera todo um território administrativo) passou a se apresentar como alternativa mais segura, um meio de superar as limitações típicas de uma abordagem de projeto. De outra forma, este nunca teria escala suficiente para, de fato, resultar em diferenças substantivas e relevantes quanto às emissões de desmatamento em nível global, ao mesmo tempo em que permitia superar a paralisia no nível nacional. Também se reconheceu que as políticas e os programas, nos vários níveis de governo, seriam fundamentais para uma abordagem de proteção das florestas e do clima (Boyd; Stickler; Duchelle; Seymour; Nepstad; Bahar; Rodriguez-Ward, 2018, p. 2). Em síntese, reconheceu-se que, sendo dos governos o poder e a autoridade para estabelecer e manter políticas e ações de longo prazo para enfrentar as causas fundamentais do desmatamento (NICFI, 2023a) sua inclusão no processo de construção dos mecanismos deveria ocorrer.

⁴¹ Matéria investigativa do jornal britânico “The Guardian”, de 12 de fevereiro de 2023, destacou que mais de 90% dos projetos privados de carbono superestimaram sua geração de créditos de carbono, colocando em xeque a reputação da principal organização mantenedora de *standards* privados do mundo, a Verra, anteriormente conhecida com VCS (The Guardian, 2023). Esse contexto levou a uma crise reputacional do *Standard*. O tema será abordado mais detalhadamente no Capítulo 4.

Por outro lado, conforme será visto, essas vantagens potencialmente promovidas pela abordagem jurisdicional têm como pré-requisito o estabelecimento de um arcabouço legal claro, corpo administrativo bem treinado, compromisso político do governador e alianças com apoiadores financeiros das atividades de preparação metodológica (alto custo de *readiness*). Essa complexidade e alto custo político podem tornar a iniciativa, em muitos casos, uma estratégia política e financeiramente inviável, pois os riscos são tomados exclusivamente pelos estados. Além disso, há dificuldades de governança, desalinhamento entre os níveis de governo e críticas legítimas quanto à centralização estatal do processo. Julgamentos ainda quanto à eficácia dos mercados e a potencial criação de fluxos econômicos clientelistas são feitos, gerando dependência de grupos específicos, como será posteriormente detalhado.

De toda sorte, na década de 2010, mesmo com a falta de metas obrigatórias em nível internacional e da vagarosidade dos estados-nação, os estados subnacionais passaram a ser os protagonistas do REDD+. A abordagem tradicional *top down* (de cima pra baixo), característica no âmbito da UNFCCC, compartilhou o protagonismo com uma arquitetura mais plural e fragmentada, marcada por esforços multinível de governança, do tipo *bottom up* (de baixo para cima). Em vez de se esperar um acordo internacional sobre clima, portanto, estados subnacionais, departamentos e províncias começaram a se mover rapidamente para construir programas de REDD+ de alta qualidade. Dessa forma, buscavam aproveitar as oportunidades para monetizar iniciativas de desenvolvimento econômico que mantinham a floresta em pé (Nepstad, 2012, p. 101).

Assim, um tecido de interconexões entre atores privados e públicos foi formando-se em torno da abordagem jurisdicional. Elinor Ostrom chamou tal fenômeno de “sistemas policêntricos”, permitindo que múltiplas escalas menores passassem a atuar conjuntamente na governança de mudanças globais. Desta maneira, iniciativas subnacionais já não estavam mais sujeitas a ligações hierárquicas verticais, passando a participar de estruturas heterogêneas e horizontais (às vezes desafiando pactos federativos)⁴². Vários canais e formas de

⁴² Uma evidência desse processo foi a criação, em 2008, da Força Tarefa de Governadores para Clima e Florestas (Governor’s Climate & Forests Task Force - GCF), em processo liderado pelo então

coordenação contribuíram para a construção de acordos sobre mudança do clima em escala subnacional, inclusive com objetivo de influenciar as demais escalas de políticas públicas⁴³ (Jørgensen; Jogesh; Mishra, 2015, p. 236).

Dessa maneira, cientistas e ONGs desenvolveram uma imensa rede de relações e conhecimentos para disponibilização, a partir dos estados subnacionais, de meios para promoção de iniciativas que pudessem promover e incentivar resultados em escalas regionais. Além disso, buscavam, eventualmente, influenciar níveis superiores de governança. Tomou-se a precaução de se promover um modelo que permitisse, posteriormente, a “compatibilidade” do jurisdicional subnacional (e dos projetos) com futuras iniciativas nacionais e internacionais. Tal ação ficou conhecida como uma abordagem aninhada (*nested approach*), viabilizando-se uma base coerente de estados e projetos para a posterior implementação do REDD+ nos níveis nacionais e internacional (Pistorius, 2012, p. 642).

No Brasil, em especial, tendo em vista a longa, histórica e reiterada hesitação do governo federal em escolher sobre “se” ou “como” suportar os mecanismos de REDD+; e considerando o compromisso de estados da Amazônia em aproveitar as oportunidades que surgiam foram estabelecidas parcerias para melhor compreensão do tema – buscou-se a internalização de conhecimento e realização de trabalhos conjuntos voltados à implementação de iniciativas reais de REDD+, principalmente com apoios internacionais. Alguns Estados, inclusive, implantaram suas iniciativas jurisdicionais à revelia do governo central e, em certos momentos, até mesmo em conflito com a posição oficial brasileira no âmbito da UNFCCC (Gueiros; Jodoin; Le Sève; Mason; Nassiry, 2023, p. 4).

Isso somente foi possível porque, no sistema federativo brasileiro há um

governador da Califórnia, Arnold Schwarzenegger, em parceria com governadores do Brasil (inclusive o estado do Acre) e da Indonésia. Posteriormente, com adesão de estados/departamentos/províncias do México, Peru, Equador, Colômbia, Bolívia, Nigéria, Costa do Marfim e Espanha, formando hoje uma rede de 43 estados-membros subnacionais. Ver mais informações em <https://www.gcftf.org/>. Acesso em: 30 ago. 2024. Destacam-se nessa iniciativa as lideranças do professor de direito na Universidade da Califórnia, William Boyd (<https://law.ucla.edu/faculty/faculty-profiles/william-boyd>); e a antropóloga Collen Scanlan Lyons, pesquisadora da Universidade do Colorado, em Boulder (<https://www.colorado.edu/envs/colleen-scanlan-lyons>).

⁴³ Exemplo prático desse processo é o fato de que o Código Florestal Brasileiro, uma lei federal de 2012, ao trazer o primeiro regramento nacional sobre REDD+, em seu art. 41, §1º, reproduz, *ipsis litteris*, o art. 1º da Lei Estadual do Acre nº 2.308, de 2010 (<https://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>). Acesso em: 30 ago. 2024.

substantial espaço de atuação normativa dos Estados sobre clima e florestas. Isso se deve ao modelo de repartição constitucional de competências, que prevê a responsabilidade normativa compartilhada sobre o tema ambiental. Além, no final da década de 2000, havia coalizões favoráveis ao meio ambiente no nível subnacional brasileiro, com afiliações partidárias favoráveis ao tema entre os governos estaduais (Gueiros; Jodoin; Le Sève; Mason; Nassiry, 2023, p. 2), o que permitiu avanços notáveis nesse nível de governo, como será visto no Capítulo 2.

Todo esse processo, que de formas semelhantes ocorreram ao redor do globo, demonstrou que os governos subnacionais já não eram meros observadores das políticas internacionais de clima. Sua situação passou a ser de atuação influente no processo, com posterior reconhecimento oficial no âmbito da UNFCCC⁴⁴. Com *status* de contribuintes das atividades de mitigação climática (vide Acordo de Paris, item 2 do art. 7º)⁴⁵, os governos subnacionais passaram a formar o segundo maior grupo nas delegações nas COPs (Jørgensen; Jogesh; Mishra, 2015, p. 236).

1.3.1 Virtudes e Limitações da Abordagem Jurisdicional em Nível Subnacional

Como mencionado anteriormente, no contexto do REDD+, “abordagem jurisdicional” é aquela que considerada toda uma “jurisdição”⁴⁶, assemelhando-se à anteriormente conhecida “abordagem de paisagem” (*landscape approach*) – portanto, de característica territorial e holística. Há ainda a diferença fundamental de que a abordagem jurisdicional se refere a um “território político” inteiro (todo um país ou estado). Portanto, pode-se dizer que a “abordagem jurisdicional” constitui-se em

⁴⁴ As negociações sobre REDD+ na UNFCCC focam no nível internacional e nacional, mas permitem creditação no nível subnacional, conforme Nepstad (2012, p. 32).

⁴⁵ “2. **As Partes reconhecem** que a adaptação é um **desafio** global enfrentado por todos, com **dimensões locais, subnacionais, nacionais, regionais** e internacionais, e um componente fundamental da resposta global de longo prazo, para a qual também contribui, à mudança do clima, com vistas a proteger as populações, os meios de subsistência e os ecossistemas, levando em conta as necessidades urgentes e imediatas daquelas Partes dos países em desenvolvimento particularmente vulneráveis aos efeitos negativos da mudança do clima” [grifos nossos].

⁴⁶ O termo “jurisdicional”, no contexto do REDD+, é um anglicismo que assume um conceito diferente do conceito jurídico corrente no Brasil para o termo. Enquanto no Brasil o termo “jurisdicional” se refere, em regra, ao poder do estado de “dizer o direito” (função do Poder Judiciário), no REDD+ “jurisdicional” refere-se uma abordagem que considera todo um território administrativo, que pode ser um país, um estado, um departamento ou até mesmo um município – tem sentido, portanto, de “escala territorial”.

um mecanismo abrangente, liderada por um governo, desenhada e aplicada com uma visão ampla de todo o território político respectivo (Boyd; Stickler; Duchelle; Seymour; Nepstad; Bahar; Rodriguez-Ward, 2018, p. 2).

Considerando tratar-se de um tema em permanente construção coletiva, o próprio conceito de “abordagem jurisdicional” é fluido. A heterogeneidade da governança, da cultura e de fatores biofísicos de cada jurisdição dificulta o seu desenvolvimento conceitual, criando desafios inclusive para avaliação retrospectiva (Hovani *et al*, citados por Chervier; Piketty; Reed, 2020).

De toda forma, o foco territorial holístico, nuclear ao conceito de REDD+ Jurisdicional, por evidência lógica, favorece o alinhamento estratégico entre programas e políticas públicas do estado promotente. Isso significa a participação dos governos como líderes da estratégia de desenvolvimento, de forma a se colocar as questões sociais e ambientais no centro dos esforços de uma agenda integrada, intersetorial. Assim, todo o território de uma “jurisdição” é considerado (Stickler; Duchelle; Nepstad; Ardila, p. 147).

Além disso, a abordagem jurisdicional garante maior escala de redução de desmatamento (que a abordagem de projetos). Os estados amazônicos brasileiros, por exemplo, reduziram, de 2006 a 2020 (em relação à linha de base histórica de 1996-2005) a massiva quantidade de, aproximadamente, sete gigatoneladas de carbono equivalente (7 GtCO_{2e}) (Nepstad, 2012, p. 106). Reitera-se que a redução de desmatamento se trata de iniciativa com excelente custo-efetivo no abate de emissões. Isso é observado pela oferta de custo até nove vezes menor em relação ao plantio de novas árvores. Estas, por sua vez, precisam de uma área proporcionalmente cinquenta vezes maior para alcançar os mesmos resultados de mitigação de emissões em relação à manutenção das florestas de pé (WEF, 2022, p. 4). Além disso, não estão aí incluídos os co-benefícios associados à proteção da biodiversidade.

A promessa de efetividade dessa abordagem jurisdicional, além da escala e do custo-benefício, baseia-se também nos potenciais benefícios do uso das estruturas de estado para institucionalizar regras de uso da terra. A jurisdição pode direcionar incentivos e regras normativas em direção à mobilização de recursos para promoção de um desenvolvimento de baixas emissões. Isso torna possível uma ação local que passa a gerenciar, de forma economicamente viável, as principais causas do desmatamento (Chervier; Piketty; Reed, 2020, p. 2), ainda que também

tenha limitações, conforme descrito mais à frente.

Nesse contexto, a “teoria da mudança em rede” (um referencial do movimento pelo REDD+) parte do princípio de que os atores jurisdicionais são fundamentais nos esforços globais de mudança do clima e proteção de florestas. De fato, é nesse nível que grande parte dos esforços de mitigação e adaptação acontecem.

Estados e províncias estariam, assim, mais conectados com as realidades locais, com os usuários de terra e com os investimentos necessários, podendo, portanto, fazer melhor e mais eficiente uso de recursos provenientes do REDD+. Além disso, essas iniciativas jurisdicionais teriam mais oportunidade de consolidar e alinhar interesses dos diversos atores sociais (governo, empresas e comunidades) e outros setores, o que viabilizaria a experimentação e inovação nas políticas públicas (UNDP, 2020, p. 3).

Em outros termos, segundo Boyd *et al* (2018), estados e províncias se apresentariam como líderes vocacionados do processo, ao funcionarem como laboratórios de experimentação e aprendizado na área climática. Com efeito, a abordagem jurisdicional encorajaria esses atores a gerar novas formas de pensar as políticas de desenvolvimento sustentável, em uma escala adequada e multinível de gestão das florestas, de governança de território e de combate à mudança de clima. Isso ocorreria em detrimento de simplesmente serem executores de políticas construídas nacional ou internacionalmente (Boyd; Stickler; Duchelle; Seymour; Nepstad; Bahar; Rodriguez-Ward, 2018, p. 4).

Dessa maneira, complementam Stickler *et al*, ao contrário de iniciativas isoladas, a abordagem jurisdicional promoveria o alinhamento entre as iniciativas de REDD+, as cadeias produtivas sustentáveis e as políticas públicas de enfrentamento de questões que interligam o desmatamento, a segurança alimentar e a vida rural. Nesse sistema descentralizado, os governos subnacionais, tendo poder legislativo regional, se mostram bem-posicionados para se comunicar adequadamente com produtores e comunidades (Stickler; Duchelle; Nepstad; Ardila, p. 149).

Conforme destaca o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2022, p. 26), a abordagem jurisdicional – nacional ou subnacional – permite criar modelos de negócios para florestas que incentivem os governos a tomar decisões que somente eles podem fazer, por terem a competência legal para tal. Ao mesmo tempo, promove importantes ganhos agregados, como proteção e restauração da biodiversidade e salvaguardas para comunidades tradicionais e indígenas, por meio

de estruturas participativas. O citado Fórum sustenta, ainda, que a geração de créditos de carbono possui outras vantagens, tais como:

- promove inclusão e engajamento de um amplo espectro de atores no território da jurisdição;
- permite o alinhamento do *framework* de contabilidade negociado no âmbito do Acordo de Paris;
- reduz o risco de ameaças à integridade ambiental e social;
- cria oportunidades de colaboração público-privada, influenciando na redução de desmatamento em cadeias produtivas;
- promove condições para que as empresas alcancem seus objetivos de net-zero, destacadamente em relação às emissões residuais que estão fora de seu controle.
- e o mais importante, o REDD+ jurisdicional garante resultados em larga escala, rapidamente (WEF, 2022, p. 26) (tradução nossa).

Com tais características, programas subnacionais oferecem uma amplitude territorial potencialmente mais gerenciável do que iniciativas nacionais, principalmente em países de grande extensão (como o Brasil), ao mesmo tempo em que mantém a larga escala desejável nesse tipo de iniciativa (em contraste com projetos privados). Em estudo de Fishbein e Lee (2015), questionários apontaram que a “escala gerenciável” é um benefício fundamental da abordagem jurisdicional subnacional. Muitos países têm intenção de criar programas nacionais, mas não possuem recursos suficientes para implementação nessa escala tão grande. O estudo reforça, também, a concepção de que, no nível jurisdicional subnacional, a inovação é mais facilmente testada, bem como há uma melhor compreensão dos prós e contras da iniciativa. O que serve, inclusive, como “prova de conceito” para eventual implementação nacional (Fishbein; Lee, 2015, p. 12).

Essa percepção de que os estados subnacionais são propícios à inovação não é algo novo e data pelo menos desde a década de 1920. Estudos de diversos autores apontam que instituições subnacionais podem ser pioneiros na implementação de políticas públicas. Esse posicionamento baseia-se no fato de que cada jurisdição pode experimentar políticas públicas de formas diferentes e, posteriormente, servirem de referência a outros estados ou países. Haveria assim uma “difusão de inovações” tanto na direção horizontal ou quanto na vertical. Nesse contexto, os Estados veem a política climática não somente do ponto de vista ambiental, mas como um meio de alavancar recursos e outros co-benefícios associados (Jørgensen; Jogesh; Mishra, 2015, p. 237).

Além disso, os estados subnacionais podem não estar preparados para endereçar sozinhos o desafio das mudanças climáticas, mas podem propor e implementar ideias-chaves transformativas que sejam, posteriormente, adotadas em

maior escala (Jørgensen; Jogesh; Mishra, 2015, p. 237). Todavia, o resultado possível está longe de ser uma certeza. Na verdade, para aproveitar aquelas características, as jurisdições precisam ter a capacidade e promover um enorme esforço econômico e político. Assim, podem estabelecer um novo conjunto de políticas públicas, instituições e capacidades que permitam equacionar a forma com que as florestas são manejadas e como os benefícios são repartidos. Por tal razão, o processo de preparação para o REDD+ exige esforços de servidores públicos empreendedores e bem-preparados, que aproveitam as oportunidades para construir políticas públicas efetivamente transformadoras (Gueiros; Jodoin; Le Sève; Mason; Nassiry, 2023, p. 2–3). Isso, entretanto, não é a regra nesse nível de governo em países em desenvolvimento.

Assim é destacada a importância daqueles atores domésticos e suas ações estratégicas locais de análise da governança climática e do federalismo em países em desenvolvimento. Isso se deve à sua possibilidade de atuação como intermediários de desenvolvimento de políticas públicas em âmbito transnacional e interno. Constituem-se, dessa forma, como elementos chave para promoção e adoção de políticas públicas ambientais inovadoras (Steinberg, citado por Gueiros; Jodoin; Le Sève; Mason; Nassiry, 2023, p. 9).

Além do esforço público, deve haver a capacidade de envolver as partes interessadas relevantes, em diversos setores e níveis – uma estratégia *multistakeholder*, difícil de implementar. Tal tarefa é necessária como um “aprendizado social” na formulação de regras da abordagem jurisdicional, que devem ser compatíveis com os interesses legítimos dos envolvidos (Chervier; Piketty; Reed, 2020, p. 4). Por isso, há um consenso quanto à importância do envolvimento de vários atores no desenho de sistemas jurisdicionais, sendo um elemento que aparece em todas as seções de “lições aprendidas” dos relatórios de reporte desse tipo de iniciativa (UNDP, 2020, p. 9).

Outros elementos se mostram importantes para uma eficiente e eficaz construção de sistemas jurisdicionais, como, por exemplo, a integração no processo de múltiplas fontes de conhecimento (amplas parcerias), de forma a agregar referências (teóricas e práticas) adequadas para a descoberta crítica e balanceada dos reais problemas a serem enfrentados (Chervier; Piketty; Reed, 2020, p. 6).

Portanto, o processo de desenvolvimento dos sistemas jurisdicionais se caracteriza pela emergência e pela articulação de dois elementos de sucesso muito

bem definidos: a colaboração e o aprendizado social. Estes, estabelecidos como base de arranjos participativos de gestão dos recursos naturais da jurisdição que pretende desenvolver o REDD+ (Chervier; Piketty; Reed, 2020, p. 7).

De fato, a implementação de REDD+ Jurisdicional, a exemplo do Estado do Acre (conforme detalhado no Capítulo 2), foi alimentada por uma intrincada rede de relações políticas e econômicas de cada localidade com movimentos e organizações transnacionais de conhecimento, ciência e financeira. Conforme destaca Bernstein e Cashore (citados por Gueiros; Jodoin; Le Sève; Mason; Nassiry, 2023, p. 3), desde pelo menos 2007, um grupo diverso e eclético de instituições multilaterais, agências de cooperação, ONGs e corporações estabeleceram potentes redes que contribuíram com conhecimento, financiamento e assistência técnica para dar suporte à operacionalização do REDD+ por todo o Sul Global. Essa rede ainda atua nas políticas de REDD por meio da influência em normas internacionais, estruturação de mercados e acesso direto aos formuladores domésticos de políticas públicas (Gueiros; Jodoin; Le Sève; Mason; Nassiry, 2023, p. 3).

Há evidências que essas redes transnacionais influenciaram as políticas públicas inovadoras no nível dos estados subnacionais no Brasil. Estes colocaram em prática tais conhecimentos pela formulação de legislação, tendo em vista o já citado modelo relativamente descentralizado de repartição de competências estabelecido na Constituição da República. Tal modelo permite aos estados federados legislarem sobre questões ambientais, com autonomia suficiente para permitir que promovessem a agenda de REDD+.

Conseqüentemente, a despeito das redes de influência que deram origem às abordagens jurisdicionais reais, verificou-se que os melhores resultados dessas iniciativas dependem de sua integração formal em políticas de estado e formalizadas em leis, pois se tornam mais difíceis de serem revertidas. Conforme ressaltam as Nações Unidas (2020), nos estados onde as estratégias de REDD+ estão previstas em leis e regulamentos, estabelece-se um “framework” preparado para receber recursos e agir na ponta. Já nos estados em que as normas não estão estabelecidas, permanece a dúvida sobre se terão essa capacidade sem o apoio financeiro de parceiros da sociedade civil. Isso se dá, uma vez que os servidores empreendedores nas jurisdições e os secretários de meio ambiente possuem inúmeras prioridades concorrentes, além de pressões de ordem eleitorais (UNDP, 2020, p. 10).

Seja qual for o modelo do arcabouço legal constituído, alguns elementos normativos são essenciais. Dentre eles, destacam-se a clara delegação de autoridade a uma entidade governamental específica para monitorar, reportar e verificar as emissões; garantir a participação social; realizar registro e rastreamento de créditos REDD+ e definir critérios de revisão e performance. É preciso que a estrutura legal esteja compatível com as regras nacionais, inclusive quanto à propriedade, incidência de tributos e o direito de os estados fazerem acordos nacionais e internacionais. Além, deve estar bem estabelecida a divisão de competências entre os níveis nacional e estaduais no que se refere à contabilidade e ao MRV (medir, reportar, verificar), assim como a alocação das reduções de emissões entre os níveis federativos de governo (Nepstad, 2012, p. 50–51).

Ainda que evidentes os inúmeros benefícios da abordagem jurisdicional, e considerando toda a complexidade que se pode inferir diante dos elementos descritos acima, também há um reconhecimento de que o REDD+ Jurisdicional impõe relevantes desafios. Estes se dão principalmente no que se refere à eventuais limitações na capacidade de governança no nível subnacional, que regularmente têm problemas de acesso a recurso, equipes limitadas e disputa por orçamentos restritos, comprimidos por demandas de outras áreas, além de desafios de ordem político-eleitoral. Há também dificuldade em se gerir imensas áreas, com estruturas legais e governamentais com dificuldade em enfrentar madeireiros, mineradores e outros exploradores de recursos naturais (Nepstad, 2012, p. 34). Invasões de terras e pressão de cadeias de produção tradicional (agrícola e pecuária), destacadamente na Amazônia brasileira, também estão presentes.

Efetivamente, nessas condições, coordenar a gestão de múltiplo uso do território, com diversos atores (produtores pequenos e grandes, comunidades tradicionais e povos indígenas), torna programas jurisdicionais complexos. Ao mesmo tempo, as capacidades instaladas para execução local são limitadas, mesmo em países mais estruturados como Brasil e México. O potencial desalinhamento com o governo nacional torna-se também um risco para investidores, ainda que algumas jurisdições, como o Acre e San Martín, acabassem desenvolvendo legislações mais completas e antecipadas de REDD+ que o poder central, criando algumas tensões entre programas jurisdicionais subnacionais e nacionais. Esses problemas de alinhamento podem impactar, por exemplo, o controle das finanças e da contabilidade ambiental de pagamentos por resultados, podendo ocorrer uma

desestruturação das iniciativas locais devido à ocorrência de eventual normatização nacional (Fishbein; Lee, 2015, p. 14–15).

Além desses elementos, *The Nature Conservancy* (TNC) destaca a dificuldade de se identificar o efetivo impacto das iniciativas jurisdicionais de REDD+, inclusive a análise caso os resultados tenham sido melhores que dos estados sem programas jurisdicionais. Avaliações de impacto têm identificado potencial dificuldade de se alcançar resultados em nível jurisdicional se houver falha no engajamento de importante stakeholders ou por inconsistência nas políticas públicas que dão suporte à iniciativa (Chervier; Piketty; Reed, 2020).

Há críticas também no sentido de que as iniciativas jurisdicionais tutelem interesses de comunidades tradicionais e indígenas, principalmente. Tal fato ocorre por se colocar o Estado no centro da gestão, avocando para si o papel de intermediário da repartição de benefícios. Isso representaria um retrocesso quanto aos direitos de autogovernança alcançados por esses grupos em seus territórios, fruto de lutas históricas.

De acordo com *Greenleaf* (2017), isso poderia criar uma relação de “clientelismo” com atores sociais, em uma tênue linha entre o que seria a execução de “políticas democráticas” e a concentração de poderes no estado. Consequentemente, haveria o enfraquecimento da autonomia da sociedade civil. Além disso, há a questão de que a distribuição de benefícios pode ser influenciada por grupos mais bem organizados em associações e outras organizações. Assim, o sistema jurisdicional estaria baseado em inclusão política e não em reconhecimento de efetivos direitos das pessoas e grupos sobre o carbono. Em outros termos, seria uma cidadania baseada em benefícios:

Ser um cidadão-beneficiário negociando uma relação mais próxima e dependente do estado pode parecer bastante diferente de ser um cidadão articulador de direitos, reivindicando direitos inalienáveis e mais universais. Tal dependência pode funcionar através de padrões desgastados de políticas clientelistas (Greenleaf, 2017, p. 210, 2017, p. 23) (tradução própria).

Apesar das vantagens e do reconhecido avanço, a abordagem jurisdicional continua a enfrentar diversos desafios conceituais, políticos, metodológicos, financeiros e institucionais. Ainda falta o alcance de consenso amplo sobre o que exatamente representa na prática esse modelo, e o que constituem os critérios que identifiquem o real alcance do sucesso dessas iniciativas. Assim, seria importante, para analisar o efetivo progresso das Jurisdições, ter-se maior clareza sobre os

diferentes modelos jurisdicionais na prática, e sua relação com ações de REDD+, bem como sua interseção com políticas públicas de apoio a cadeias sustentáveis (Boyd; Stickler; Duchelle; Seymour; Nepstad; Bahar; Rodriguez-Ward, 2018, p. 7).

Além disso, há argumentos apresentados por grupos radicalmente contrários a qualquer existência de um “mercado de carbono” como solução para o problema das mudanças climáticas⁴⁷. Um deles é a Aliança Global contra o REDD+, conhecida pelo termo “*No-Redd*”. O argumento básico é que haveria questões técnicas “insolúveis”, tais como a efetiva comprovação de adicionalidade, vazamento, permanência, verificabilidade, imposição da lei e validação – além de argumentar-se sobre pressões e violência contra grupos indígenas. Assim, além de alegarem “fraudes” nas iniciativas⁴⁸ (destacadamente em projetos privados, mas não somente), manifestam-se contrários ao REDD+ com o argumento de que seria falsa a premissa subjacente à iniciativa. Neste sentido, o livre mercado poderia resolver melhor a crise das mudanças climáticas, mesmo aquelas causadas pelo próprio livre mercado. Portanto, seria absurdo, por aquele argumento, que incentivos econômicos pudessem parar a “poluição” de melhor forma do que outras alternativas, como a própria redução do consumo, ou outras restrições legislativas e aumento de impostos (Marks, 2024).

No outro lado do espectro ideológico, de caráter economicamente liberal, amplo estudo do Fórum Econômico Mundial (WEF, 2022, p. 5) também descreve diversos tipos de risco envolvidos em programas de larga escala de mitigação climática, do tipo REDD+ jurisdicional, com destaques dos seguintes questionamentos e potenciais riscos em relação a:

- Adicionalidade (*additionality*): as reduções de emissões podem realmente ser atribuídas a um programa em particular, ou seria alcançado de qualquer forma?

⁴⁷ “Estes grupos opuseram-se ao SISA por muitas razões, incluindo a sua opinião de que era uma forma de capitalismo imperialista que permitia que as áreas industrializadas continuassem a poluir enquanto criminalizavam os meios de subsistência das populações da floresta”, destaca A. E. Greenleaf (2017, p. 168).

⁴⁸ Há, de fato, riscos na implantação de iniciativas de REDD+, principalmente no que se refere à efetiva comprovação das reduções, e o risco de duplo uso dos créditos. Por outro lado, muitas críticas não consideram as diferenças entre os diversos mecanismos de incentivos à mitigação climática, não distinguindo, por exemplo: entre projetos privados e programas com abordagem jurisdicional; mercado voluntário ou regulado; pagamento por resultados ou mecanismos internacionais no âmbito da UNFCCC etc. Este tema será explorado no Capítulo 4.

- Vazamento (*leakage*): o programa não estaria apenas deslocando a degradação e desflorestamento para outro lugar, ocorrendo práticas ilegais em outro lugar?

- Permanência (*permanence*): os resultados do programa são permanentes ou as reduções de emissões são passíveis de reversão futura?

- Dupla contagem (*double-counting*): como garantir que as reduções do programa não foram decorrentes de outro programa?

- Quantificação e verificação: qual a qualidade do cálculo de redução de emissões e como é feita a verificação desse cálculo?

- Salvaguardas sociais: os direitos das comunidades tradicionais e indígenas são respeitados, e há repartição equitativa entre os beneficiários da iniciativa?

O Fórum Econômico Mundial destaca, ainda, que os créditos de carbono nem sempre têm a melhor das reputações. Isso em parte porque o mercado voluntário é ainda um espaço sem regulação e com pouca transparência (tema que será explorado no Capítulo 4). Assim, no lado dos provedores de créditos, uma necessidade evidente é demonstrar-se a “integridade” dos seus créditos, de forma a explicitar que suas iniciativas entregam remoções reais de emissões e preservam direitos. Por outro lado, afirma o estudo, tendo em vista que a qualidade dos créditos está no topo das prioridades nos *standards* de programas de REDD+ jurisdicionais, iniciativas que já contam com mais de uma década de experiência (como é o caso do Estado do Acre), têm o *potencial* de efetivamente gerar créditos de alta integridade. Assim, entregam benefícios autênticos, suportados por relatórios e verificações robustos (WEF, 2022, p. 18).

Desta maneira, não há dúvidas de que qualquer sistema jurisdicional de REDD+, subnacional ou nacional, deve lidar com as variáveis descritas e os problemas indicados acima. Isso para construção de ativos de alta integridade ambiental e social, sob pena de se construir um mercado com fundações frágeis, que ruiria por seu próprio peso determinado por eventuais inconsistências e debilidade técnica, científica e política. O Estado do Acre tomou a decisão de investir esforços nessa direção, criando, em 2010, o primeiro sistema jurisdicional de REDD+. O contexto e os processos relacionados são o tema do próximo Capítulo.

2 SISTEMA DE INCENTIVO A SERVIÇOS AMBIENTAIS DO ESTADO DO ACRE

2.1 Antecedentes do SISA: por que o Acre?

É relevante, neste ponto, uma apresentação de antecedentes históricos do Estado que sejam centrais e relacionados ao tema da tese, para melhor compreensão da região que criou o primeiro sistema jurisdicional de REDD+, principalmente em razão de, como um território periférico, ser uma região pouco conhecida, mesmo no Brasil (simbolizado pela difundida anedota “o Acre existe?”).

Em suas raízes históricas, será visto que toda uma geração de expoentes dos movimentos sociais amazônicos esteve vinculada ao Acre. Juntamente com amplos movimentos políticos locais e nacionais, uma grande malha de interrelações pessoais e institucionais internacionais – em especial com cientistas, academia e ONGs – influenciou o que se conhece como ambientalismo florestal em todos esses níveis. A convergência desses grupos no estado do Acre oferece um interessante contexto que explica, em grande parte, as razões do pioneirismo do Estado sobre o tema. Conforme sintetizado a seguir, com uma brevíssima história do látex para, posteriormente, evidenciar o papel do movimento seringueiro e a relação com o ambientalismo internacional no desenvolvimento e implantação do SISA.

2.1.1 A Influência do Látex na Formação do Estado do Acre

Em 1820 um navio mercante aportou em Boston, EUA, com algumas botas de borracha brasileiras como carga, identificada por comerciantes locais como uma oportunidade de negócio. Com um pedido de 500 pares para a “próxima viagem”, o *boom* da borracha teria início – o que representaria um enorme fluxo de recursos para o país. Concomitantemente, custaria milhares de vidas, levantaria uma casa de opera de milhões de dólares no meio da selva amazônica, resultaria em dezenas de milhares de pessoas reduzidas à escravidão e causaria a perda de quase um terço do território boliviano (Tambs, 1966, p. 254) (região que se tornaria, posteriormente, o Estado brasileiro do Acre).

Esse território “invadido” por brasileiros atrás de riqueza foi colonizado predominantemente por nordestinos (especialmente oriundos do Ceará), tendo sua colonização caracterizada, grandemente, por dois “ciclos da borracha”, sendo uma

no terceiro quarto do Século XIX e início do Séc. XX, e outra durante a II Guerra Mundial, como esforço de guerra na produção de borracha aos Aliados.

O primeiro ciclo, em especial na primeira década do Séc. XX, era caracterizado pela dominação, pelo Brasil, do mercado mundial de borracha, por deter virtual monopólio do produto. Assim, naquele período o látex emergiu como a segunda maior pauta de exportação nacional, chegando a representar cerca de 40% do comércio brasileiro com o exterior (Costa, 2003, p. 260). Rivalizando em peso econômico com o café na pauta exportadora da época, o comércio do látex permitiu um grande e destacado crescimento econômico de Manaus e Belém, centros urbanos que serviam como entrepostos comerciais. Grande parte do látex transacionado advinha do território do Acre.

A região era visitada, então, por legiões de industriais, oficiais consulares para comércio, servidores de governos, exploradores e viajantes, que passaram a descrever os eventos do florescente comércio da borracha na Amazônia (Coomes; Barham, 1994, p. 233). Na década de 1910, havia uma massiva geração de riqueza na região, resultando em dramático aumento do PIB per capita de cerca de 49 dólares em 1840, para 323 dólares no pico do boom da borracha. A região passou a ter um nível de renda média maior que a maioria dos países da América Latina (Coomes; Barham, 1994, p. 243), ainda que, como será visto à frente, com alta concentração dos recursos e à custa da exploração de mão de obra.

A título de exemplo, destaca-se que um único seringalista do Acre, Avelino de Medeiros Chaves (aos 34 anos), no seringal Guanabara, produzira 190 toneladas de borracha em um ano. À época, o seringalista amealhou recursos equivalentes a 3.600 quilos de ouro, o que lhe permitiu, entre outras coisas, adquirir um jornal em Paris e encomendar, na Escócia, um navio com quatorze camarotes de primeira classe, instalações sanitárias e um grande salão de refeições, inclusive com mesas de mármore, ventiladores e um piano automático, dentre outras comodidades de luxo (Loureiro, 2004, p. 93–94). Não era o único.

Tamanha concentração de riqueza resultou numa divisão extraordinária de classes, com enormes contingentes de pessoas vivendo em regimes de

semiescravidão, em sistemas de aviamento⁴⁹. Ao mesmo tempo se fortaleciam, econômica e politicamente, os chamados “coronéis de barranco”, nos dizeres de Cláudio de Araújo Lima em seu célebre livro homônimo. Formou-se um regime de “privilégios legalizados” e “desigualdades legitimadas” – uma forma de exclusão ao estilo “coronelismo”, em uma aliança entre o poder público e o poder privado local para viabilização e manutenção desse sistema (Schmink, 2011, p. 143-144).

Toda essa riqueza chamara a atenção de investidores, comerciantes e seringalistas, disputando o controle da região que não pertencia ao Brasil até 1903, e que ganhara importância com a valorização da borracha no mercado internacional. Anteriormente ao Tratado de Petrópolis, os seringalistas brasileiros ingressaram em território estrangeiro, levando à reação das autoridades bolivianas, que passaram a cobrar impostos da borracha extraída da região por brasileiros. O Governo central daquele país assinara, também, um contrato internacional de concessão gomífera na região, formalizado com a empresa americana *Bolivian Syndicate* a exploração comercial da borracha. O contexto resultou no fato de que os “primeiros acreanos⁵⁰” tiveram que lutar contra forças regulares bolivianas, levando à constituição de grupos paramilitares brasileiros organizados para a conquista de território.

Nessas circunstâncias, em 1899, o diplomata espanhol Luis Galvez Rodríguez de Arias – formado em direito em Sevilha e então radicado no Brasil – liderou a reação contra o que se via como ameaça aos brasileiros. Apoiado por seringalistas e comerciantes de Manaus, conseguiu recursos e um pequeno exército fornecido pelo então governador do Amazonas, Ramalho Júnior (interessado na

⁴⁹ O seringueiro era submetido pelo seringalista ao sistema de “aviamento” – um mecanismo exploratório envolvendo a concessão de crédito e limitação de abastecimento. O seringueiro consumia mercadorias no “barracão” e pagava com a borracha produzida – quase sempre ficando permanentemente em dívida e impedido de sair de sua “colocação”. Isso resultava em um opressor e eficiente meio de controle social e econômico, na forma de servidão por dívida, destacadamente porque o seringueiro não poderia deixar os seringais sem a quitação da dívida, com potencial uso de força por parte do seringalista.

⁵⁰ Historicamente, a palavra fora sempre coloquialmente escrita com a vogal “e”, portanto, com a grafia “acreano”. O Novo Acordo Ortográfico da Academia Brasileira de Letras (ABL), contudo, reforçou a regra de determinação dos gentílicos, que estabelece que lugares terminados com “e” átono leva à utilização do sufixo “-iano”, ou seja, a palavra formalmente correta é “acriano”. Contudo, o termo “acreano” faz parte da cultura local, a tal ponto que, quando da entrada definitiva em vigor da reforma ortográfica em 2016, o Estado estabeleceu, por meio da Lei nº 3.148, de 27 de julho de 2016, a determinação do uso do gentílico “acreano” como o oficial na Administração Pública, termo que passou a “integrar o conjunto de símbolos do estado” (cf. <https://www.legis.ac.gov.br/detalhar/2280>, Acesso em: 30 ago. 2024.). Em respeito à autoidentidade acreana, adota-se aqui o termo local em detrimento da orientação da ABL.

receita pública, que se multiplicara por dez na região). No dia 14 de julho daquele ano, em Puerto Alonso (depois de Porto Acre), Galvez declarou a independência do Acre como república constituída, criando uma bandeira e selo oficial (Figura 3). Fundou também um exército e o corpo de bombeiros, chegando a realizar despachos diplomáticos a outros países solicitando reconhecimento. O espanhol comandou a República por cerca de seis meses, até sofrer um “golpe de estado” e, em seguida, ser expulso e extraditado pelo governo brasileiro, que buscava evitar um confronto direto com a Bolívia. Ficou conhecido como “Galvez, o Imperador do Acre”.

Figura 5 – Réplicas de Selos do Estado Independente do Acre de 1899.



Fonte: Filatelia Halibunani (2024).

Posteriormente, em um movimento distinto, destacam-se as iniciativas militares de libertação do Acre liderado pelo gaúcho Plácido de Castro entre 1902-1903. A chamada “Revolução Acreana”⁵¹, também buscava a tomada dos territórios

⁵¹ “Ainda era madrugada de 6 de agosto de 1902. A guarnição boliviana dormia na cidade de Xapuri, que décadas depois, já como cidade brasileira, se tornaria famosa por causa do sindicalista Chico Mendes. Um pequeno grupo de 33 seringueiros brasileiros, armados com rifles, desembarcou de suas canoas. Subiram o barranco íngreme do Rio Acre e tomaram posição em pontos estratégicos, divididos em três grupos. Os bolivianos estavam exaustos. Haviam comemorado na véspera a data nacional de seu país, com muito, muito álcool. O militar brasileiro Plácido de Castro, que comandava os seringueiros, seguiu em silêncio até a grande casa de madeira onde funcionava a Intendência do

bolivianos ocupados por brasileiros e constituía-se como defesa da propriedade privada dos seringalistas e disputa pelo monopólio da cobrança de impostas pelo governo do Amazonas (Carneiro, 2015, p. 88–90). Após dois anos de conflitos e batalhas entre o exército informal liderado por Castro e o exército boliviano, o governo brasileiro, pelas mãos do Barão do Rio Branco, interveio com destacamento de militares para a região. Paralisado o conflito e promovido esforços diplomáticos, alcançou-se o Tratado de Petrópolis (assinado em 17 de novembro de 1903), que incorporou o atual estado do Acre ao Brasil.

O país pagou à Bolívia 2 milhões de libras esterlinas [...] e indenizou o poderoso Bolivian Syndicate com 110 mil libras [...] por causa da rescisão de contrato de arrendamento que havia sido firmada com o governo boliviano. Também cedeu terras no Amazonas e se comprometeu a construir a Estrada de Ferro Madeira-Mamoré para escoar a produção boliviana pelo Rio Amazonas. No princípio de 1904, o Acre se tornou o primeiro Território Federal da história brasileira (Machado, 2013).

De acordo com Antônio Loureiro, citado por Carneiro (2015, p. 30), nos anos seguintes, apesar da riqueza gerada no *boom* da borracha, a região não se desenvolveu economicamente. O lucro do capital investido, principalmente estrangeiro, era remetido “para além da região gomífera”, representando uma espoliação decorrente basicamente de três fatores citados pelo autor: a) tributação de 25% pelo estado, com pouco retorno público, pois investidos em obras de discutível valor social, sem planejamento e com incidência de atos de corrupção; b) lucro retido pelas Casas Exportadoras; c) intervenção de especuladores, que investiam seus lucros principalmente fora da região e no desenvolvimento de empresas plantadoras na Ásia (Carneiro, 2015, p. 30).

Em especial, as casas aviadoras se submetiam aos interesses do capital financeiro de bancos estrangeiros, sobretudo as casas exportadoras sediadas em Belém e em Manaus, “que em sua maioria eram administradas por estrangeiros” (Carneiro, 2015, p. 45). Isso resultou em envio de grande parte do faturamento do setor ao exterior. Enquanto isso, a situação dos trabalhadores na floresta era deplorável.

De acordo com Euclides da Cunha, que navegara pela região (em missão

país vizinho. Dios Fuentes, o intendente e maior autoridade do local, despertou de um salto e, pensando tratar-se de um compatriota, ainda com sono, avisou:

— Es temprano para la fiesta. Castro retrucou:

— Não é festa, senhor intendente. É revolução”, conforme narrado por Altino Machado (2013).

oficial conjunta Brasil/Peru de reconhecimento de fronteiras⁵²), registrando as condições econômicas e sociais que encontrava, a situação dos imigrantes nordestinos extratores da borracha era extremamente precária:

Foi o que sucedeu em grande parte do Acre. As turmas povoadoras que para lá seguiam, sem o exame prévio dos que as formavam e nas mais deploráveis condições de transporte, deparavam, além de tudo isso, com um estado social que ainda mais lhes engravescia a instabilidade e a fraqueza. Aguardava-as e ainda as aguarda, bem que numa escala menor, a mais imperfeita organização do trabalho que ainda engenhou o egoísmo humano. Repitamos: o sertanejo emigrante realiza, ali, uma anomalia sobre a qual nunca é demasiado insistir: é o homem que trabalha para escravizar-se (Da Cunha, 2000, p. 152).

Malgradamente, seguiu-se, à pujança do início do século XX, uma enorme e profunda derrocada econômica, como consequência da “pirataria” de semente da *hevea brasiliensis* pelos ingleses em direção à Malásia, onde se instalaram grandes e eficientes plantações que se expandiram e tomaram o mercado do látex. Em poucos anos, o desespero espalhou-se pela Amazônia (e pelo Acre em especial), com redução drástica da produção e de comércio, em razão da incapacidade de a Amazônia competir com as novas florestas plantadas de látex no Oriente, mais produtivas e baratas.

Haveria, ainda, um segundo capítulo. Quarenta anos depois, os seringueiros do Acre voltariam aos holofotes do mundo, desta vez como “soldados da borracha”⁵³

⁵² Em 1905, Euclides da Cunha, já conhecido pela sua obra “Os Sertões” e membro da Academia Brasileira de Letras, foi enviado pelo Barão do Rio Branco à região do hoje Estado do Acre com objetivo de solucionar disputas territoriais com o Peru (com a Bolívia havia-se encontrado solução por meio do Tratado de Petrópolis, em 1903), em uma missão conjunta entre os países para identificação dos limites da posse brasileira (aplicação do princípio *uti possidetis*). Em uma longa, impiedosa e épica viagem pelos confins da Amazônia, Euclides a descreveu como um “deserto verde”, destacando a hostilidade da floresta tropical, que de início lhe parecia uma sequência imutável das mesmas coisas, mas que, com o tempo, acabou identificando a sua exuberância e diversidade biológica. Denunciando o sistema de exploração humana característico na região, conclamou por leis trabalhistas que protegessem os trabalhadores, ao mesmo tempo em que escrevia linhas de um ambientalismo inovador para o seu tempo. Euclides pretendia escrever a obra “Um Paraíso Perdido”, que seria seu “segundo livro vingador”. Acabou falecendo prematuramente, assassinado em 1909, deixando referida obra inacabada. Todavia, considerando a excelência de seus escritos amazônicos para o livro, ainda hoje seus textos são relevantes para compreensão histórica da região. A obra parcial pode ser livremente lida pelo link <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/1038/573595.pdf>, acesso em: 30 ago. 2024. Documentário sobre a viagem de Euclides da Cunha ao Acre pode ser assistido em <https://youtu.be/mU19q8hamx0?si=1Lx1gKe-3vgAogb8>, Acesso em: 30 ago. 2024.

⁵³ Durante a Segunda Guerra Mundial, o fornecimento de borracha da Ásia ao ocidente foi interrompido, devido à ação japonesa na região. Brasil e Estados Unidos, então, firmaram acordo para fornecimento do material, que era essencial para produção de equipamentos de guerra. Homens, principalmente vindos do Ceará, foram “recrutados” para incursão e exploração do Látex de seringueiras nativas da Floresta Amazônica, como um “esforço de guerra”, razão pela qual passaram

“alistados” principalmente no Ceará, para garantir o suprimento de borracha natural aos Aliados, como esforço na II Guerra Mundial (Schmink, 2011, p. 144), diante do bloqueio naval nos oceanos Pacífico e Índico. Ao final da Guerra, as rotas orientais foram reestabelecidas, sem que o governo brasileiro – repetindo o abandono do primeiro ciclo da borracha – tivesse uma estratégia de proteção das populações viventes das florestas, que dali já não conseguiram mais sair.

Dessa forma, em ambas as situações, uma grande quantidade de pessoas, levadas para as florestas acreanas pelo “patrão”, que os havia trazido do Nordeste com promessas de riqueza fácil, ficaram relegados à própria sorte e sem alternativas de retorno, seja pelo sistema de aviamento, seja pela logística mortal da região àquela época. Assim, uma grande maioria ali permaneceu pelas décadas seguintes, como espólios humanos⁵⁴ dos “ciclos da borracha”, esquecidos em remotas áreas do “deserto verde”, de certa forma “escondidos” na floresta, o grande “deserto verde” como descrita a Floresta Amazônica por Euclides da Cunha.

2.1.2 “Paulistas” e a Nova Fronteira Agrícola

Já na década de 1970, por meio da política do governo militar brasileiro de “ocupar para não entregar” a Amazônia, houve grande incentivo à distribuição de

a ser conhecidos como “soldados da borracha”. Conferir o documentário “Soldados da Borracha”, de Wolney Oliveira, cujo trailer pode ser visto em <https://youtu.be/ui7rTwi3t90?si=YFyxJF59L3loe0S9&t=57>, Acesso em: 30 ago. 2024.

⁵⁴ Referindo-se às condições precárias dos seringueiros esquecidos do primeiro ciclo da borracha, Euclides da Cunha escreveu um potente e crítico texto intitulado “Judas-Ashverus”. O texto cria uma intersecção entre Judas, o traidor de Cristo, e Ashverus o “judeu errante”. Como pano de fundo, o ritual da malhação do judas nos seringais. Constitui-se em um dos mais relevantes textos literários e histórico sobre a época, cuja parte inicial é transcrita a seguir: “No Sábado de Aleluia os seringueiros do Alto-Purus desforram-se de seus dias tristes. É um desafogo. Ante a concepção rudimentar da vida santificam-se-lhes, nesse dia, todas as maldades. Acreditam numa sanção litúrgica aos máximos deslizes. Nas alturas, o bom Deus, sob o encanto da vinda do filho ressurreto e despeado das insídias humanas, sorri, complacentemente, à alegria feroz que arrebeta cá embaixo. E os seringueiros vingam-se, ruidosamente, dos seus dias tristes. Não tiveram missas solenes, nem procissões luxuosas, nem lava-pés tocantes, nem prédicas comovidas. Toda a Semana Santa correu-lhes na mesmice torturante daquela existência imóvel, feita de idênticos dias de penúrias, os meios jejuns permanentes, de tristezas e de pesares, que lhes parecem uma interminável Sexta-feira da Paixão, a estirar-se, angustiosamente, indefinida, pelo ano todo afora [...]”. Texto completo em <https://euclidesite.com.br/obras-de-euclides/a-margem-da-historia/judas-ahsverus/>, Acesso em: 30 ago. 2024. Assistir dramatização deste excerto, na voz de Carlos Vereza, contida no filme-documentário “Epopéia Euclideacreana”, no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=mU19q8hamx0&t=1678s>, Acesso em: 30 ago. 2024.

terras em toda região vinculada à “abertura” de novas fronteiras agrícolas. O Estado do Acre foi grandemente impactado do ponto de vista social, considerando que as florestas, ocultamente habitadas, passaram a ser entregues aos “paulistas” (referência aos fazendeiros que recebiam terra na região, não importando sua efetiva origem), com o compromisso de promoção de abertura de novas áreas agrícolas. Na verdade, como visto, as florestas acreanas eram historicamente habitadas há décadas pelos seringueiros remanescentes em suas “colônias”⁵⁵, explorando suas “colocações” desde os ciclos iniciais da borracha, além de dezenas de comunidades e povos indígenas⁵⁶. De acordo com Forero, contudo, aquele novel processo de colonização

trouxe a deterioração das condições sociais, políticas, econômicas e culturais dos agentes – seringueiros, índios e ribeirinhos – da região, desvalorizando o tradicional sistema de produção extrativista, o que acarretou uma forte luta pela posse da terra, que posteriormente foi materializada na forma de pressão social – ação coletiva – sobre as políticas públicas de terras, culminando, à época, com a criação dos projetos de reforma agrária. Os sindicatos rurais constituíram-se no principal grupo de interesse em defesa dos interesses trabalhistas rurais, que vinham deteriorando-se, bem como em defesa do velho sistema extrativista de produção (Forero, 2017, p. 71–72).

Portanto, aquela nova política de colonização do governo militar (entre os anos 1970 e 1980), que atraiu pessoas principalmente do “Sul” (mas não somente) para a Amazônia, desejosos por grandes extensões de terra para pecuária ou especulação, resultou em novo processo de concentração de terras e de conflitos com os posseiros da região, moradores da floresta, levando a confrontações e mortes. Naquele período, os seringueiros começaram a se organizar para defender seu “modo de vida”, auxiliados principalmente pela Igreja Católica e pela Confederação dos Trabalhadores na Agricultura – CONTAG. Dessa forma, mostraram força e impacto por meio dos “empates”⁵⁷ – uma estratégia não violenta

⁵⁵ “Colônia”, nesse contexto, refere-se a uma área detida por uma família de seringueiros, em geral autorizado por um “patrão”, proprietário da terra, que concedia o direito de uso e exploração de um conjunto de “estradas de seringa”, em troca de uma parcela da produção de borracha.

⁵⁶ Os moradores tradicionais da floresta já apresentavam uma longa história de sobrevivência. Primeiramente contra um endividamento generalizado depois do colapso da economia da borracha, e depois pelo abandono do governo, como descrito. Estes grupos desenvolveram estratégias econômicas diversificadas, com cultivo de subsistência, e venda de borracha residual e de castanha-do-brasil (Keck, 1995, p. 412).

⁵⁷ Os empates eram uma forma de resistência pacífica coletiva, organizada pelos seringueiros e suas famílias, formando barreiras humanas (em geral, com mulheres e crianças à frente) para bloquear o avanço de tratores dos fazendeiros responsáveis pela “abertura” das áreas para pecuária e

de paralização do avanço do desmatamento e da invasão por fazendeiros e grileiros que pretendiam transformar as posses tradicionais em campos para gado e agricultura (Keck, 1995, p. 412). Esse movimento social – inicialmente organizado em torno do direito à terra e direitos trabalhistas – ao se aliar com movimentos ambientalistas, resultaria em um exitoso plano político nas décadas seguintes, como será visto no tópico a seguir.

2.1.3 Relação dos Movimentos Seringueiro e Ambiental Internacional

No final da década de 1970, início dos anos 1980, novos atores chegavam ao Acre, com abordagens complementares ao movimento seringueiro, promovendo iniciativas para além da defesa de interesses de classe. Os seringueiros, organizados em sindicatos e com apoio da Igreja Católica e de organizações do terceiro setor, criaram o movimento social mais inovador entre o crescente número de mobilizações emergentes na Amazônia na época, em resposta às iniciativas “modernizadoras” do governo militar (Schmink, 2011, p. 149).

A antropóloga Mary Allegretti, que à época realizava sua dissertação de mestrado em antropologia sobre os seringueiros no Acre, juntamente com outras pessoas, contribuiu decisivamente para criação no Estado do chamado “projeto seringueiro”, constituído por uma cooperativa, por treinamentos para monitores de saúde e por uma iniciativa de alfabetização de seringueiros baseado em suas experiências cotidianas, seguindo princípios de Paulo Freire. O projeto foi capitaneado pelo Sindicato dos Trabalhadores de Xapuri, cujo presidente eleito em 1981 foi o então pouco conhecido Chico Mendes⁵⁸, que também era vereador na

agricultura, argumentando com os trabalhadores das fazendas sobre a importância da floresta para seus modos de vida. Os empates auxiliaram a simbolizar a resistência dos povos tradicionais, atraindo atenção internacional para o direito dos seringueiros e populações tradicionais da Amazônia. Marina M. Silva (2008, p. 4) conceitua o termo como “forma de luta típica do movimento dos seringueiros, na qual homens, mulheres e crianças postavam-se diante das árvores prestes a serem derrubadas, impedindo a ação dos tratores e motosserras”. O documentário “Empate”, de Sérgio de Carvalho, de 2018, explora o tema. O diretor fala sobre o filme Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=JgxcZDboEWw>. Acesso em: 30 ago. 2024. Uma produção anterior, do ideasbrasil, também fala sobre o tema. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SwCzA-UruHo>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁵⁸ Chico Mendes, nascido em Xapuri (AC), é reconhecido por sua defesa da floresta e das comunidades tradicionais que nela vivem, tendo seu trabalho reconhecido mundialmente, inclusive

cidade. O projeto fora financiado pela Oxfam⁵⁹, cujo representante regional, Tony Gross⁶⁰, como Alegretti, também estava na região fazendo sua dissertação sobre os seringueiros (Keck, 1995, p. 414).

Essa fase de organização dos seringueiros no Acre coincidiu com outro processo que ocorria em Washington, o qual resultaria em alterações fundamentais na história de ambos os lados. Em 1983 formara-se uma rede de ativistas ambientais que buscavam articular uma estratégia global sobre questões ambientais. O trabalho iniciou-se com o mapeamento das condições ambientais relacionadas ao financiamento promovido por bancos multilaterais de desenvolvimento (em especial

por meio do Prêmio Global 500 da ONU, em 1987. Ele foi assassinado em sua casa em Xapuri, no dia 22 de dezembro de 1988, pela ação de fazendeiros que se opunham à sua atuação como sindicalista e defensor do meio ambiente. Sua morte teve repercussão mundial e colocou em evidência a causa da proteção Amazônia. Mais informações em: <https://sites.usp.br/portallatinoamericano/espanol-mendes-chico>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁵⁹ Oxfam (contração *Oxford Committee for Famine Relief*) é uma organização criada na Grã-Bretanha, durante a Segunda Grande Guerra, em 1942, voltada à proteção de comunidades em situações emergenciais. Com o término da Guerra, expandiu suas atividades para o exterior, trabalhando, hoje, em mais de 70 países. Conferir em: <https://www.oxfam.org/en>. Acesso em: 30 ago 2024.

⁶⁰ Tony Gross se tornaria, no Governo Binho Marques, em 2007, um “Assessor Especial” do Estado do Acre, participando, inclusive, dos seminários científicos para criação do SISA, em 2009 (na oportunidade, com uma histórica reunião contando com Tony Gross, Paulo Moutinho, Stephen Schwartzman, Daniel Nepstad, Ludovino Lopes, dentre outros expoentes do REDD+ em nível internacional. Em entrevista ao Jornalista Elson Martins em 2003, assim se manifestou sobre o “governo da floresta”: “[pergunta] Ou seja, o Acre está criando um novo argumento para os que planejam o desenvolvimento na Amazônia? [resposta] O mais importante é que vislumbra um novo modo de pensar, nesse momento, para a reversão da pobreza, da fome no Brasil. Existem meios de reverter a exclusão social, a pobreza, a fome sem necessidade de grandes migrações ou pregações urbanas de que a vida rural é uma coisa arcaica que não tem futuro. Economistas até hoje pregam isso. Participei de uma conferência nos Estados Unidos onde um economista mor do sistema dizia que o modelo para o mundo é o da Malásia, onde a população migra para a área urbana. Mas a Malásia identificou atividades econômicas de tecnologia de ponta e criou um projeto em cima da urbanização e de apoio da indústria automobilística e de semicondutores. E aparentemente deu certo. Mas imaginar a repetição dessa lógica em escala global para todos os países do mundo que estão precisando superar essa questão de pobreza e de fome, é meio apocalíptico. Eu acho que as populações rurais devem encontrar meios de não precisar migrar para a cidade. E o Acre é muito importante para isso. Lembro-me que no início desse processo eu estive uns dias na colocação do Raimundo Barros e quando estava indo embora, ele me falou que por eu ter passado um tempo com eles, conhecia a vida dos seringueiros e o problema que estavam enfrentando, mas que também conhecia o lado positivo da vida do seringal. E disse que queriam continuar vivendo no seringal, mas com acesso a vida moderna. E ele estava articulando isso já no início dos anos 80. [pergunta] É nessa direção que caminha o Governo da Floresta. O modelo é correto, então? [resposta] As alternativas em políticas públicas adotadas agora no Acre servem não somente para os países da América Latina ou os que vivem em florestas tropicais, mas podem extrapolar as regiões e o meio de floresta porque os princípios são universais. As comunidades por mais humildes que sejam na ótica da academia, dos dirigentes governamentais, têm sua capacidade de discernimento, de identificar quais são as opções mais válidas para sua comunidade. É preciso proporcionar às comunidades os instrumentos para que elas possam potencializar as opções que possuem e conseguem identificar”, conforme Martins (2003).

o Banco Mundial). Fizeram parte deste início Barbara Bramble⁶¹, Bruce Rich⁶² e Brent Blackwelder⁶³, posteriormente acompanhados de Stephen Schwartzman⁶⁴, um antropólogo que havia acabado de finalizar sua dissertação sobre os indígenas brasileiros Krenakore, na região do norte do Mato Grosso, Sul do Pará (Keck, 1995, p. 415). “Steve”, como ficaria conhecido no Acre, seria fundamental para a projeção de Chico Mendes para o mundo e, nas décadas seguintes, para a efetiva criação do REDD+ em âmbito internacional, bem como no Estado do Acre⁶⁵, e ainda relevante com seus trabalhos na função de diretor sênior do políticas públicas para florestas tropicais, do *Environmental Defense Fund* (EDF)⁶⁶.

Nesse contexto é que ambientalistas estrangeiros e o movimento finalmente se encontraram, estabelecendo um relacionamento que preencheu lacunas políticas importantes nas duas pontas. Os seringueiros haviam conseguido sucessos moderados, então formando novas cooperativas e projetos de ajuda mútua. Porém, não tinham a projeção e a capacidade permanente de enfrentar forças poderosas, nacionais e internacionais, que viriam a decidir o futuro de região. Já os ambientalistas, por sua vez, estavam fazendo um uso criativo de canais políticos institucionais para exigir proteção de direitos indígenas e critérios ambientais mais rígidos para financiamentos de grandes projetos. Entre esses dois universos havia uma rede internacional difusa, composta primordialmente de antropólogos e

⁶¹ Barbara Bramble é, em 2024, vice-presidente para Conservação Internacional e Estratégias Corporativas na *National Wildlife Federation* – NWF. Mais informações em: <https://www.linkedin.com/in/barbara-bramble-989947a/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁶² Bruce Rich é advogado e escritor sobre questões ambientais em países em desenvolvimento. Em seus escritos, faz críticas contundentes quanto à efetividade do REDD+. Mais informações em: <https://brucemrich.com/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁶³ Brent Blackwelder foi fundador do *Environmental Policy Center* (EPC), posteriormente fundido com a organização *Friends of The Earth*, onde Brent foi presidente de 1994 a 2009, quando se aposentou. Brent prestou testemunhos no Congresso americano mais de cem vezes, conforme Bravender (2023). Faleceu em novembro de 2023. A Amigos da Terra Internacional é hoje uma rede internacional de organizações ambientais com capítulos em 73 países. A “Amigos da Terra – Amazônia Brasileira” é uma organização distinta, não vinculada à organização internacional.

⁶⁴ Publicação no endereço <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/04D00070.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024. O documento ilustra a ligação entre Chico Mendes as organizações *Environmental Defense Fund* – EDF, onde Stephan Schwartzman é Diretor, e a WDF, onde Barbara Bramble é vice-presidente.

⁶⁵ Como será visto mais à frente, Steve Schwartzman, ao lado de Daniel Nepstad e Paulo Moutinho, teriam grande importância no desenho científico do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre, inclusive com participação direta e pessoal no desenho do SISA.

⁶⁶ Conferir em <https://www.edf.org/people/steve-schwartzman>. Acesso em: 30 ago. 2024.

representantes de desenvolvimento (Keck, 1995, p. 415).

Destaca-se, naquela quadra histórica⁶⁷, que a antropóloga Mary Allegretti, acompanhada de Tony Gross, da Oxfam, buscando apoio internacional para os seringueiros, encontraram-se com Schwartzman e outros ambientalistas em maio de 1985 em Washington, oportunidade em que ficaria evidente o potencial benefício de uma aliança entre os grupos (Sen, 2000, p. 340)⁶⁸. Allegretti e Gross voltariam ao Brasil, apresentando a Chico Mendes e aos seringueiros as possibilidades que se abririam ao aliarem as suas demandas ao apelo à preservação da floresta amazônica⁶⁹.

Embora a ligação entre questões ambientais e sociais não fosse uma ideia nova, o caso Chico Mendes ligou-as de uma forma nova, transformando as lutas nacionais sobre justiça social, sobre o tipo de desenvolvimento que deveria ter lugar, em preocupações globais. Evocou uma concepção de desenvolvimento sustentável que não só considerava as necessidades humanas básicas, mas também defendia os direitos de populações específicas a definirem as suas necessidades e a formularem alternativas de desenvolvimento. A tradução de velhas questões para uma nova linguagem e um novo enquadramento implicou uma redefinição das questões em jogo, dos círculos eleitorais afetados e das estratégias disponíveis e apropriadas para afetar essas questões. Foi um processo altamente político (Keck, 1995, p. 418) (tradução própria).

De fato, no primeiro encontro nacional dos seringueiros (que criou o Conselho Nacional dos Seringueiros – CNS), ocorrido em Brasília em outubro de 1985, os Seringueiros incorporaram demandas de proteção das comunidades tradicionais para aprovação da pavimentação da BR-364, entre Porto Velho (Rondônia) e Rio Branco (Acre), no que ficou conhecido como PMACI (Projeto de Proteção de Meio Ambiente e das Comunidades Indígenas). De acordo com a proposta do plano, seriam criadas “reservas extrativistas” (ou de “desenvolvimento sustentável”⁷⁰) de

⁶⁷ Essa remissão histórica é necessária pela importância que essas relações iniciais tiveram na interligação do Estado do Acre com redes internacionais que, na década de 2000, participariam da construção do REDD+ em nível internacional e, também, na criação do SISA.

⁶⁸ “Assim se formou, em 1985-86, aquela que foi talvez uma das primeiras alianças civis transnacionais no movimento ambientalista – uma união de entidades civis do Norte e do Sul que combinaram as suas forças para uma visão comum, baseada numa mutualidade de interesses”, destaca Sen (2000, p. 340) (tradução própria).

⁶⁹ Há uma famosa frase dita por Chico Mendes que ilustra bem esse processo do “local para o global”, destacada no museu com seu nome na cidade de Xapuri, Acre: “No começo pensei que estivesse lutando para salvar seringueiras, depois pensei que estava lutando para salvar a Floresta Amazônica. Agora, percebo que estou lutando pela humanidade”, conforme transcrito por Cerioni (2019).

⁷⁰ No processo de construção da Lei havia uma “disputa” terminológica entre os movimentos de comunidades tradicionais e representantes do Estado do Acre e do Estado do Amazonas quanto ao

domínio público. Estas áreas garantiriam um território aos seringueiros, reconhecendo-se o papel dessas comunidades na proteção ambiental. A proposta também tinha estratégias para tornar a produção de borracha economicamente viável e, ao mesmo tempo, diversificar a base econômica e uma estrutura social para os que vivessem em tais reservas⁷¹. Stephan Schwartzman, então presente no encontro, levou consigo a proposta de volta para Washington, trabalhando em uma campanha para se incluir as demandas dos seringueiros no contrato de financiamento da estrada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID (Keck, 1995, p. 416).

Dois anos depois, já em março de 1987, o *Environmental Defense Fund* e a *National Wildlife Federation* levaram Chico Mendes a Washington para falar com membros do Congresso Americano e do Banco Mundial sobre o tema, com participação do brasileiro e de Schwartzman no Encontro Anual do BID em Miami. Em julho de daquele ano Chico Mendes viria a receber a premiação “Global 500”, concedido pelo Programa Ambiental das Nações Unidas (UNEP), sendo apresentado a ativistas, organizações ambientais e diversas figuras públicas americanas comprometidas com a proteção ambiental.

Chico Mendes revelou-se detentor de uma extraordinária capacidade de sintetizar questões e apresentá-las em termos simples e inesquecíveis. Essa capacidade transfixou não apenas os banqueiros multilaterais a quem ele se dirigiu em reuniões nos Estados Unidos - e que passaram a ver as questões que ele discutia como tendo uma nova legitimidade -, mas também transformou a campanha que até então era conduzida pelos ambientalistas americanos. Como Schwartzman observou, o que tinha sido uma campanha "ambiental" baseada em fatos, projeções e preocupações de pessoas de fora, passou a ser muito mais uma campanha social, organizada em torno da vida das pessoas e das suas percepções (Sen, 2000, p. 341).

nome a ser dado às Unidades de Uso Sustentável em que houvesse comunidades tradicionais. Isso explica a existência tanto das “reservas extrativistas” no Acre quanto das “reservas de desenvolvimento sustentável” no Amazonas, justificando a existência dessas duas categorias como distintas na Lei nº 9.985, de 2000, ainda que possuam, praticamente, a mesma redação (arts. 18 e 20, respectivamente). Conferir textos legais correspondentes em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁷¹ “No Acre, o sonho de um modelo de desenvolvimento de base florestal data desde 1987, com a criação da Fundação de Tecnologia do Estado do Acre [Funtac], uma organização quase governamental que tem liderado os esforços de ciência e tecnologia em alguns setores”, afirma Schmink (2011, p. 151). Destaca-se, nesse contexto, o engenheiro florestal Gilberto Siqueira, que viria, posteriormente, a ser Secretário de Estado e um dos maiores promovedores das políticas de desenvolvimento sustentável no governo Jorge Viana. Responsável ainda pela coordenação do I Programa de Desenvolvimento Sustentável do Acre, financiado pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), no início dos anos 2000.

O movimento seringueiro, representado por Chico, até então pouco conhecido pela opinião pública brasileira, havia atraído a atenção internacional (Keck, 1995, p. 416) e fortalecido a luta de muitos. Em uma improvável confluência de eventos, os esquecidos habitantes da floresta surgem no cenário internacional, tornando-se subitamente ícones da preservação ambiental. A proposta dos seringueiros de unir conservação da biodiversidade com proteção de territórios de povos tradicionais em forma de reserva extrativista tornou-se um modelo de preservação emulado em muitos outros lugares (Schmink, 2011, p. 141). Conforme Almeida (2004), com base no vocabulário teórico de Jean-Paul Sartre,

Ginu, Macedo e Chico Mendes agiram em um horizonte do possível, que se alargou na conjuntura de transformação da sociedade dos seringueiros, constituindo a um só tempo a destruição acelerada das condições de vida anteriores e os meios para resistir à proletarianização forçada. Ao fazer esse uso historicamente criativo de uma conjuntura de transição, eles afirmaram para si um futuro que não havia sido planejado. Definiram-se “para si” de forma a explodir os limites do que estavam condenados a ser “em si” (Almeida, 2004, p. 16).

A morte de Chico Mendes⁷² em 1989, assassinado por detentores de terras na região de Xapuri, atraiu a atenção mundial em um momento em que as questões ambientais planetárias se apresentavam crescentemente importantes na agenda internacional. Esse contexto violento acabou por criar, por outro lado, as condições para o fortalecimento e a criação de novas alianças entre ONGs ambientais e os seringueiros. Isso traduziu para o mundo, em condições politicamente mais fortes, as dificuldades e situações adversas enfrentadas na arena local, onde o balanceamento de poderes era desfavorável às comunidades tradicionais. A potência dessa metáfora se fiava na apresentação de uma face humana verdadeira e concreta para uma causa até então ainda muito abstrata de “desenvolvimento sustentável” (Keck, 1995, p. 420).

De fato, na mesma época, com a divulgação nos Estados Unidos de dados alarmantes da escala do desmatamento na Amazônia, o Brasil passou a ser um caso de discussão sobre os problemas ambientais no “terceiro mundo”. O assassinato de Chico Mendes parecia confirmar um senso geral quanto à “irresponsabilidade” ambiental do país. Assim, a Amazônia, até então objeto de

⁷² O documentário “Genésio – Um Pássaro sem Rumo: a única testemunha do assassinato de Chico Mendes”, Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=vGO_CZNavRA&t=6s. Acesso em: 30 ago. 2024, permite conhecer um pouco mais sobre as circunstâncias da morte de Chico Mendes.

preocupação principalmente de uma pouco conhecida rede de antropólogos, cientistas e ambientalistas, tornou-se uma causa visível e popular. Inúmeros livros e especiais de televisão foram produzidos, levando políticos americanos e de outros países a buscarem associar sua imagem a causa. Nesse contexto singular, carente de heróis, Chico Mendes tornara-se um mártir ecológico (Keck, 1995, p. 417), junto a seus companheiros do movimento seringueiro.

É corrente o pensamento quanto à existência de uma força incontestada dos “poderes hegemônicos” em controlar as populações e territórios às “margens do sistema mundial”. Esses grupos possuem pouca ou nenhuma possibilidade de promoverem real mudança política para os atores locais da história, inclusive pela “escravização da própria linguagem pelas gramáticas hegemônicas de ‘desenvolvimento sustentável’”. Entretanto, como visto acima, é de se reconhecer que, excepcionalmente, pode haver caminhos imprevisíveis de construção de novos fatos em nível local que não foram previstos nos esquemas antecipados (Almeida, 2004, p. 16).

Os seringueiros e outros povos tradicionais marginalizados da Amazônia, apesar de oprimidos, não se apresentaram passivos na construção de suas histórias. Articulando-se com outros movimentos e construções simbólicas, aumentaram sua capacidade de interferência na política e economia locais e, em uma cadeia de eventos, também nacionais e internacionais⁷³.

Raimundo Mendes (conhecido como Raimundão), primo de Chico Mendes e líder sindical em Xapuri, em entrevista à Folha de São Paulo, em agosto de 2024, em uma análise retrospectiva, assim se referiu ao período:

Achavam que com a morte de Chico íamos parar, mas avançamos extraordinariamente [...] A luta que construímos com Chico nos libertou da escravidão, do domínio do patrão e da violência do latifúndio perverso. Ele sonhava que um dia os caboclos e caboclas fossem considerados iguais aos da cidade. Hoje temos escola, geladeira, televisão e nossos filhos vão à faculdade. Temos a barriga cheia. Avançamos extraordinariamente (Caseff, 2 ago. 2024).

⁷³ “Os seringueiros amazônicos eram invisíveis no cenário nacional nos anos de 1970. Começaram a se articular como um movimento agrário no início dos anos de 1980, e na década seguinte conseguiram reconhecimento nacional, obtendo a implantação das primeiras reservas extrativas após o assassinato de Chico Mendes. Assim, em vinte anos, os camponeses da floresta passaram da invisibilidade à posição de paradigma de desenvolvimento sustentável com participação popular”, ressalta Almeida (2004, p. 1).

Como consequência daquele movimento, a primeira “reserva extrativista” do Brasil foi estabelecida nos inícios dos anos 1990 no Estado do Acre e intitulada “RESEX Chico Mendes”⁷⁴, por meio do Decreto Federal nº 99.144/1990⁷⁵. Tal fato configurou-se como o começo de uma nova, longa e exitosa trajetória política fundada no movimento seringueiro. Apoiados por um quadro crescente de aliados, nas décadas seguintes foram eleitos no Acre representantes políticos compromissados com novas formas de “desenvolvimento baseado na floresta”. O surgimento do “governo da floresta”, como o movimento acabou conhecido, forneceu suporte e poder ao conhecimento tradicional e à história dos povos da floresta (Schmink, 2011, p. 142). Conforme Almeida,

a “ecologização” de movimentos sociais no mundo inteiro na década de 1980 foi, em certo sentido, resultado de processos estruturais amplos. Mas por que esse processo eclodiu justamente no Acre? Ou melhor, por que a conjuntura foi utilizada nesse pequeno estado, e ali deu origem às primeiras terras coletivamente apropriadas por populações da floresta? É nesse espaço de subdeterminação que tem lugar a margem de liberdade que amplia o horizonte do possível e que se materializou nas trajetórias de Chico Ginu, Antônio Macedo e Chico Mendes (Almeida, 2004, p. 17).

No entorno de Chico Mendes⁷⁶, e do movimento que liderava, também havia diversas outras lideranças, sobre as quais valem menção, em razão de suas projeções políticas nas décadas seguintes, tanto em nível local quanto nacional.

Marina Silva, por exemplo, foi eleita vereadora (em chapa com Chico Mendes). Posteriormente, eleita deputada estadual e, em 1994, Senadora pelo Estado do Acre. Entre 2003 e 2008 foi ministra de meio ambiente, cargo ao qual retornou em 2023. Nos anos de 2010, 2014 (quando alcançou 22 milhões de votos) e em 2018 foi candidata a presidente da república, sendo reconhecida como um

⁷⁴ Com áreas nos Municípios de Xapuri, Rio Branco, Brasiléia e Assis Brasil, no Estado do Acre, a Reserva Extrativista Chico Mendes possui aproximadamente 930 mil hectares. Dados básicos sobre a reserva disponíveis em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/resex-chico-mendes>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁷⁵ Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d99144.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁷⁶ De acordo com Marina Silva, tiveram então destaque no entorno de Chico Mendes: Arnóbio Marques – o Binho, depois governador do Acre; o engenheiro Gumercindo Clóvis Garcia, que o assessorava; o engenheiro Jorge Viana, da Fundação de Tecnologia do Acre (FUNTAC) e depois prefeito de Rio Branco, governador do Estado, Senador e presidente da ApexBrasil; o jornalista Antonio Alves, formulador de reflexões ecológicas e políticas. Também tinham relação com Chico Mendes: Mary Allegretti, Fernando Gabeira, Stephan Schwartzman, Fábio Feldmann, Alfredo Sirkys, Carlos Minc (M. Silva [2008, p. 2]) e, é claro, a própria Marina Silva, dentre outros.

destaque no movimento ambiental global.

Arnóbio Marques (Binho), coordenador do já citado “Projeto Seringueiro”, trabalhando com Mary Allegretti em Xapuri no início da década de 1980. Foi apoiado por Marina Silva e eleito governador do Estado Acre entre 2006 e 2010. No governo de Binho foi editada a Lei Estadual nº 2.308, de 2010, que criou o Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre (SISA).

Jorge Viana, engenheiro florestal, foi prefeito de Rio Branco entre 1993 e 1997; eleito governador do Estado por dois mandatos, entre 1999 e 2005. Posteriormente senador da república, aonde foi vice-presidente do Senado e relator do Código Florestal Brasileiro de 2012. Em 2023 assumiu a função de presidente da Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos – ApexBrasil. Tião Viana, irmão de Jorge Viana, foi eleito senador de 1996 a 2010 (onde chegou a ser vice-presidente), e governador do Estado também por dois mandatos, de 2011 a 2018. Neste período, o Estado do Acre consolidou o SISA e assinou o primeiro contrato de financiamento com base em programa de REDD+ jurisdicional com o Governo Alemão, por meio do seu banco de desenvolvimento, KFW (o que será detalhado mais frente).

Em relação à destaques de pessoas de fora do Acre, mas que, de alguma forma, se entrelaçaram nesse processo que tinha o Acre por referência, mencionam-se Alfredo Sirkis (depois deputado federal), Carlos Minc (posteriormente Ministro do Meio Ambiente) e Fernando Gabeira (deputado federal com vários mandatos) (Figura 4)⁷⁷. Evidenciou-se, dessa forma, a criação de um potente tecido político que espriaria seus efeitos nacionalmente e, em grande medida, determinaria os rumos da proteção ambiental no Brasil nos últimos trinta anos⁷⁸.

⁷⁷ Foto histórica desses personagens com Chico Mendes. Disponível em: <http://www.abi.org.br/wp-content/uploads/2020/07/IMG-20200710-WA0053-1.jpg>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁷⁸ Há o destaque circunstancial, aqui, para políticos que tiveram projeção sobre o tema. De toda forma, ressalta-se a importância, para a construção do SISA, dos atores populares e participantes da sociedade civil organizada representativos de produtores familiares, extrativistas, indígenas, seringueiros e demais povos da floresta (uma maioria anônima), que criam a tensão social e política necessária para o estabelecimento de políticas de redução das desigualdades e melhoria de qualidade de vida dos pequenos produtores, populações tradicionais e indígenas.

Figura 7 – Encontro de Chico Mendes no Rio de Janeiro com Carlos Minc, Alfredo Sirkis, Fernando Gabeira, Macsuara, Betinho e Lucio Mauro.



Fonte: ABI.

Mary Allegretti assim se posiciona hoje, em revisão histórica desse movimento⁷⁹ e das lições aprendidas:

Muitas pessoas me perguntam: como vocês conseguiram, durante a ditadura, criar uma política como essa, e que lição traz para o momento que vivemos? Durante a ditadura, a gente criou uma política muito boa e neste momento eu acho que a lição principal que eu vejo é a importância das políticas públicas, a importância do Estado, e a importância de aliar as políticas à sociedade e à academia, à ciência, ao conhecimento. Eu sinto que vem nascendo um sentimento novo onde desta consciência de clima da sociedade, das forças sociais, as políticas públicas e a informação, a qualificação da informação. A experiência das reservas extrativistas, o legado do Chico é isso. É uma combinação entre sociedade, o conhecimento técnico-acadêmico, a força política. Isso foi muito pioneiro, mas é este o modelo, na força da sociedade com aquela capacidade de você saber, por exemplo, as implicações das mudanças climáticas (Allegretti, 2022).

Esse contexto demonstra a força simbólica⁸⁰ que o caso do Acre exerceu,

⁷⁹ Ao lado do movimento trabalhista e ambiental, havia também grupos correlatos, formados no torno da luta cultural. Um exemplo foi a criação do subversivo tabloide de resistência “O Varadouro”, no final da década de 1970, que poderia ser considerado o “Pasquim” acreano. A publicação buscava dar visibilidade aos graves conflitos sociais, econômicos e da luta pela terra estabelecida pelos “povos da floresta”. O fundador do jornal foi Élon Martins, que fora também correspondente para Amazônia. Teve como parceiro o jornalista Silvio Martinello. A iniciativa estava, ainda, ligada aos movimentos eclesiais de base da Igreja Católica, e era parcialmente financiado pelo arcebispo de Rio Branco, Dom Moacyr Grechi, conforme Varadouro (2024). Conhecer essa história em: <https://ovaradouro.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁸⁰ “Por que é que a história de Acre teve o tipo de ressonância que teve junto de populações cujos mundos de vida eram tão distantes dos protagonistas? Snow e Benford sugerem que a ressonância de uma determinada forma de enquadrar questões e eventos depende, entre outras coisas, de sua adequação ao sistema de crenças e ao mundo da vida experiencial do público-alvo. À primeira vista,

apresentando-se como uma metáfora que converge preocupações de justiça social e de proteção ambiental a partir de experiências e valores locais. Estes se “universalizam” ao influenciar a percepção de atores mundiais sobre a necessidade de preservação das florestas e dos povos que nelas vivem. Assim, em uma junção entre “sociedade, conhecimento técnico-acadêmico e força política”, consolidam-se em políticas públicas. Por outro lado, deve-se reconhecer a especificidade do caso. Apesar da força que as ligações internacionais representam em movimentos desta natureza, elas não foram um substituto para o desenvolvimento de estruturas políticas locais, sempre necessárias para que o poder abstrato do discurso universal represente efetivas mudanças na qualidade de vida da população interessada (Keck, 1995, p. 421). Estas estruturas locais, portanto, são as fundações duradouras de políticas públicas de desenvolvimento sustentável.

O citado processo de criação de uma cultura local específica, e o movimento político e social delineado neste tópico, e subjacente à criação do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre, é o tema do próximo tópico.

2.1.4 “Florestania” e a Valorização do Ativo Ambiental Florestal

Quanto ao poder das metáforas mencionado no tópico anterior, destaca-se que, juntamente com a consolidação dos movimentos dos seringueiros e a formação de novas lideranças políticas, desenvolveu-se no estado o conceito político-filosófico de “Florestania”⁸¹. Este termo, desenvolvido como conexão entre “cidadania” e

o caso do Acre pareceria um candidato improvável à atenção. O papel dos seringueiros como guardiões da floresta falava de alguns valores importantes dentro do sistema de crenças dos simpatizantes do norte, mas não os mais centrais. No entanto, o assassinato de Chico Mendes uniu uma história sobre manejo com outra sobre direitos. O seu apelo combinado foi muito mais poderoso, especialmente nos EUA, onde a linguagem dos direitos tem tradicionalmente um grande peso. Snow e Benford também sugerem que a capacidade de um enquadramento para fazer a ponte entre diferentes mundos da vida depende da sua credibilidade, da sua comensurabilidade experiencial e da sua fidelidade narrativa. Esta última é definida como a adequação às ‘histórias, mitos e contos populares que fazem parte da herança cultural de uma pessoa e que, portanto, funcionam para informar eventos e experiências no presente imediato’. Neste aspecto, a história dos seringueiros torna-se uma versão moderna de um vasto repertório popular ocidental em que as pessoas pobres da floresta enfrentam intrusos poderosos e os derrotam contra probabilidades impossíveis”, explica Keck (1995, p. 419).

⁸¹ Tido por muitos como criador do conceito de “Florestania”, Toinho Alves assim explica o termo: “Foi assim, numa brincadeira, que a palavra apareceu, na metade da última década de 90 do século XX. Havíamos passado quinze anos andando pela floresta, acompanhando a luta de índios e

floresta, cria uma relação coletiva e compartilhada de direitos e obrigações em relação à floresta (como sujeita de direito), concretizado por políticas públicas e ação social. Expressaria o objetivo do Acre em desenhar, a partir de sua identidade cultural única, um modelo aperfeiçoado de economia de extração florestal para promoção do desenvolvimento do Estado.

A ambição embutida no conceito de florestania foi, portanto, uma fonte complexa de articulação e resistência identitária para um projeto de vida de comunidades seringueiras. Com efeito, emergindo como uma “fronteira socioambiental” da Amazônia, o termo representa aspirações de ética, transparência, participação, resgate e orgulho de símbolos culturais acreanos, conservação da floresta e desenvolvimento sustentável. Com toda essa abrangência e imprecisão, a “florestania” significou um compromisso de combate à desigualdade e injustiça social – não somente para atendimento de necessidades materiais, mas também para promoção de acesso à saúde, moradia, emprego e participação política (Schmink, 2011, p. 142).

A década de 2000 no Acre caracterizou-se pela construção dessa proposta inovadora pelo “Governo da Floresta” (Figura 5). Dessa forma, constituiu-se como laboratório de uma ambiciosa política de desenvolvimento sustentável, com ações de apoio destacadamente nas cadeias produtivas da borracha, castanha do Brasil e madeira. O desenvolvimento de estratégias de longo prazo para proteção florestal, com o estabelecimento de novas regulamentações, instituições e infraestrutura, também foram incluídos, estimulando-se o associativismo e a capacidade empreendedora no Estado. Pretendia-se nada menos que – pela primeira vez – criar-se um modelo articulado de desenvolvimento sustentável em nível

seringueiros, trabalhando em organizações não-governamentais com projetos de saúde, educação, cooperativas etc. [...] Mas o que é, afinal, essa tal Florestania? ‘A cidadania na floresta’ - costuma ser a resposta simples e apressada. É isso, sim, mas é algo mais. Além de um conjunto de relações sociais, direitos, deveres, leis e conquistas, a florestania é um sentimento que pode ser expresso da seguinte forma: a floresta não nos pertence, nós é que pertencemos a ela. Esse sentimento nos induz a estabelecer não apenas um novo pacto social, mas um novo pacto natural baseado no equilíbrio de nossas ações e relações no ambiente em que vivemos. É um sentimento orientador para nossas escolhas econômicas, políticas e sociais – e por isso inclui a cidadania – mas orienta também nossas escolhas ambientais e culturais – e por isso a transcende. [...] O que queremos dizer com Florestania é, enfim, o nosso desejo de entrar no futuro carregando nossa alma amazônica. Não é um conceito universal, é só um incentivo para que os povos do litoral criem sua “litorania” e os do deserto a sua “desertania”. Que cada povo encontre em seu ambiente, sua história, sua cultura, a maneira como deseja fazer parte da humanidade e realizar sua natureza – externa e íntima”, conforme Alves (2010).

“jurisdicional”, com objetivos ecológicos, econômicos, políticos e culturais interligados (Schmink, 2011, p. 150).

Figura 9 – Logomarca "Governo da Floresta" - Governo Jorge Viana (1999 - 2006).



Fonte: Disponível em: <https://seeklogo.com/vector-logo/2818/acre>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Os dois mandatos do Governador Jorge Viana, entre 1999 e 2006, foram marcados por uma primeira geração de políticas públicas para “valorização da floresta em pé”. Com uma estratégia inicial de estruturação administrativa interna por parte do Estado, no começo dos anos 2000 criaram-se as condições para apresentar-se ao Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID uma proposta de financiamento do “modelo de desenvolvimento sustentável”. Este foco de um “Governo da Floresta” na formatação acreana estava, portanto, em uma na economia florestal.

Como parte desta estratégia, o Estado do Acre celebrou em 2002 um acordo de empréstimo internacional junto ao BID para implantação do “I Programa de Desenvolvimento Sustentável do Acre - PDSA”⁸² (US\$ 64,8 milhões do BID e US\$ 43,2 milhões de contrapartida). O objetivo geral era promover o aumento da participação do setor florestal e agroflorestal na economia, com redução do desmatamento, além da modernização da gestão ambiental do Estado.

De fato, nas duas décadas seguintes, nos governos da chamada “Frente Popular” (governos progressistas no estado, de 1999 a 2018), uma plataforma de políticas públicas sustentáveis foi criada. Baseada primeiramente no programa

⁸² Disponível em: <https://www.iadb.org/pt-br/noticias/bid-aprova-us648-milhoes-para-o-brasil-para-desenvolvimento-sustentavel-do-acre>. Acesso em: 30 ago. 2024.

estadual de zoneamento ecológico, econômico e social do uso da terra (ZEE), a plataforma estabelece zonas territoriais de acordo com as suas características físicas e de ocupação (tais como as de consolidação agrícola, de reservas naturais, de florestas de produção, de reservas extrativistas, de territórios indígenas e de assentamentos agrícolas).

Complementarmente, promoveu-se um conjunto de políticas públicas de fomento a cadeias produtivas sustentáveis, como subsídio para a produção de borracha natural, aumentando a viabilidade econômica das comunidades rurais tradicionais. Fomentou-se, ainda, a criação de instalações de processamento e indústrias para agregação de valor a produtos florestais, tais como fábrica de processamento de madeira manejada, cooperativa de processamento de castanha do Brasil, fábrica de preservativos de borracha natural, além de promoção de cadeias de produção de proteínas menos terra-intensivas (que o gado), como do peixe, do suíno e do frango⁸³. No período, o Acre alcançou um dos mais altos níveis de certificação de madeira do mundo, com 60% de sua produção de madeira certificada pelo Forest Stewardship Council (FSC) (Nepstad, 2012, p. 67-68).

Ao lado de outros financiamentos que se seguiram, como os promovidos pelo Banco Mundial, BNDES e Caixa, houve a implantação desse amplo “Programa de Desenvolvimento Sustentável”. Além disso, as informações fornecidas pelo primeiro ZEE do estado auxiliaram a criar as condições políticas, econômicas, científicas e administrativas para um passo adiante na estratégia de transição econômica do Acre. Isso permitiu ainda a criação de uma segunda geração de políticas públicas, marcada pela inovação e inserção econômica de cadeias produtivas.

Firmemente ancorada em um modelo de desenvolvimento neoliberal, a florestania, com sua ênfase na comercialização de produtos florestais, reforçou a identidade histórica dos seringueiros e a transformou em um projeto de modernização orientado para as oportunidades do mercado nacional e global. Com ênfase nos direitos individuais e nos mecanismos de mercado, a florestania promoveu o orgulho do lugar e o sentimento de pertencimento. Englobando modelos

⁸³ Dentre as políticas de fomento pelo estado a cadeias produtivas sustentáveis, houve sucesso nos setores de castanha (cooperativa), madeira (manejo), suíno e frango, e falhas nas iniciativas públicas de industrialização do látex, da madeira e do peixe.

de cidadania neoliberais e participativos, a florestania serviu efetivamente para gerir as diferenças sociais e despolitizar as lutas dos movimentos sociais, absorvendo as organizações de base e os líderes como participantes ativos no projeto (Schmink, 2011, p. 154) (tradução própria).

Por outro lado, considerando-se a região economicamente periférica em que o Acre se encontra, sem capital de risco disponível para investimentos produtivos, com baixos níveis de escolaridade, longe dos centros consumidores e com poucas vantagens competitivas, ficam evidentes as poucas alternativas reais para o desenvolvimento do Estado. Nesse contexto, a geração de recursos por meio da redução de desmatamento se tornaria uma alternativa, pois a relação entre custo de “produção” e o valor do ativo da redução da emissão de um tCO₂e de REDD+ no Acre é, potencialmente, inferior ao custo da redução de emissões em outros setores de outras regiões e países, o que tornaria o carbono de REDD+ possuidor de vantagem competitiva e uma alternativa econômica.

Ademais, em uma abordagem jurisdicional, talvez pela primeira vez um ciclo econômico pudesse efetivamente permitir que recursos econômicos se instalassem no estado. Assim, com melhora na qualidade de vida principalmente dos habitantes da floresta, estabeleceu-se uma forma de reparação histórica aos descendentes dos brasileiros abandonados pelo Estado brasileiro nos primeiro e segundo ciclos da borracha, bem como aos povos indígenas da região – um desafio autoimposto ainda não realizado.

É nesse contexto histórico que o Estado do Acre iniciou em 2008 os debates de um “projeto de carbono”, o qual se desenvolveria posteriormente como um “Sistema Estadual de Incentivo a Serviços Ambientais”, criado por lei em 2010. Neste período, Binho Marques era governador do Estado do Acre (após oito anos de governo Jorge Viana) e Marina Silva, Ministra de Meio Ambiente do Brasil.

Este passo, representara o ápice de um grande salto, originado no movimento trabalhista dos seringais de Xapuri e que, articulando-se com movimentos ambientalistas internacionais, criou as condições políticas e culturais para que o Acre se estabelecesse como o gerador do primeiro sistema jurisdicional de REDD+.

2.2 Acre: Histórico do Primeiro Sistema REDD+ Jurisdicional

Como visto no Capítulo 1, desde o início dos anos 2000 havia um movimento

internacional para inclusão da proteção das florestas tropicais (redução de desmatamento) no escopo do Protocolo de Quioto. A partir de 2005, com a finalização das negociações e a efetiva *exclusão* de mecanismo financeiro para custear a redução de emissões por perda florestal no âmbito da UNFCCC (que seria o caminho “de cima para baixo”), iniciou-se o processo de construção acadêmica e política do mecanismo que viria a ser o REDD+. Esquema formulado, desenhado e promovido “de baixo para cima”, com estados subnacionais buscando criar seus “sistemas”, na ausência de instrumentos nacionais e internacionais⁸⁴.

Neste contexto fora da estrutura tradicional de negociação internacional, iniciativas de financiamento climático foram promovidas. Estas buscavam viabilizar jurídica e economicamente programas e projetos de redução incentivada de desmatamento, a partir de políticas públicas *principalmente* em nível regional – de estados, províncias e departamentos – descrito a seguir.

2.2.1 O Início e suas Limitações

Em 2006, o Brasil criara a “Lei de Gestão de Florestas Públicas” (Lei Federal nº 11.284⁸⁵), com objetivo de promover o setor florestal e o uso sustentável dos recursos naturais e conservação da biodiversidade. O foco estava no incentivo ao manejo sustentável em florestas públicas mediante concessões florestais – uma política tipicamente advinda de grupos de governança florestal e não de clima. Entretanto, considerando a ausência ainda de consenso técnico-científico sobre a questão do REDD+ (somada ao fato de que a agenda de florestas corria em “trilho” separado da questão de mudança do clima, conforme descrito no Capítulo 1), o inciso VI do § 1º do art. 16 da referida lei proibiu a exploração econômica de créditos

⁸⁴ Conforme destacado por Daniel Nepstad *et al* à época: “Nos anos e meses anteriores à Conferência das Partes, que ocorreu em dezembro de 2009, em Copenhague, ainda havia esperança e um sentimento de otimismo em relação a um acordo global que estabelecesse a arquitetura e a forma de financiamento que propiciassem uma redução na emissão de gases do efeito estufa à atmosfera. Esta esperança diminuiu, mas agora existe uma percepção crescente de que as soluções para as mudanças climáticas estão emergindo a partir de soluções locais em comunidades, cidades, estados e nações que escolhem fazer sua parte para deter as mudanças climáticas” (Nepstad; Alencar; Mendoza; Soares Filho; Moutinho; Stabile; McGrath; Mazer; Pereira; A. Azevedo; Stickler; S. Souza; Castro e Stella, 2012, p. 8).

⁸⁵ Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

de carbono em concessões de florestas públicas (Brasil, 2009a), como se transcreve a seguir:

Art. 16. A concessão florestal confere ao concessionário somente os direitos expressamente previstos no contrato de concessão.

§ 1º **É vedada a outorga** de qualquer dos seguintes direitos no âmbito da concessão florestal:

[...]

VI - **comercialização de créditos** decorrentes da emissão evitada de **carbono** em florestas naturais⁸⁶ [grifos nossos].

Ainda que tenha sido prevista para *negar* a possibilidade de comercialização de créditos de carbono por desmatamento evitado *em concessões* de florestas públicas, o supratranscrito dispositivo acabou sendo a primeira previsão legal a reconhecer a existência desse tipo de ativo no sistema jurídico nacional. Isso, por considerar que não excluía (por interpretação *a contrario sensu*) a possibilidade de sua transação por outros instrumentos jurídicos futuros (que não a concessão florestal)⁸⁷.

Por meio do Decreto nº 6.527, 1º de agosto de 2008, o Governo Federal criou, na sequência, o Fundo Amazônia, gerido pelo Banco Nacional de Desenvolvimento, destinado a receber doações⁸⁸ para proteção do bioma amazônico. Pelas regras do mecanismo, após a doação ao Fundo, o Banco se compromete em emitir diplomas nominais e intransferíveis em reconhecimento à contribuição dos doadores, porém sem a possibilidade de geração de “créditos de carbono”. Neste sentido, a utilização daquelas unidades representativas de redução de emissões em contabilidades ambientais de outros países não é permitida.

Concomitantemente, entre 2006 e 2007, o Estado do Amazonas, no âmbito de implantação de sua iniciativa “Zona Franca Verde”, começou o desenvolvimento de uma estratégia de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e de políticas sobre

⁸⁶ Essa previsão seria, posteriormente, revogada pela Medida Provisória nº 1.151, de 2022, convertido na Lei 14.590, de 2023. Conferir em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/111284.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁸⁷ Alterações à Lei de Floresta Públicas, em especial aquelas contidas na Lei nº 14.590, de 24 de maio de 2024 (conversão da Medida Provisória nº 1.151, de 2022), hoje permitem a inclusão da comercialização de “certificados representativos de créditos de carbono e serviços ambientais associados” nos editais e contratos atuais de concessão de florestas públicas. Conferir texto consolidado em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Lei/L14590.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁸⁸ Até o ano de 2021, o Fundo recebera doações da Noruega (93,8%), da Alemanha (5,7%) e da Petrobrás (0,5%), em um montante total de cerca de quatro bilhões de reais, conforme National Geographic Brasil (2023).

mudança do clima. À época, em viagem de uma comitiva do então governador Eduardo Braga e equipe à Costa Rica, recebidos pelo então Ministro de Meio Ambiente daquele país, Carlos Manuel Rodrigues, tiveram contato com a experiência pioneira de pagamento por serviços ambientais costa-riquenho⁸⁹. A influência de tal PSA pode ser verificada na construção, pelo Amazonas, de um então inovador projeto de lei estadual sobre mudança do clima, aprovado em 2007 (FAS, 2021, p. 6). O movimento contou com a coordenação de Virgílio Viana⁹⁰, à época Secretário Estadual de Meio Ambiente daquele Estado.

O Amazonas iniciara no Brasil, portanto, o processo *botton up* (de baixo para cima) de construção de mecanismos de financiamento climático com base referencial no carbono florestal, por meio da Lei nº 3.135⁹¹, de 5 de junho de 2007 (Amazonas, 2007). Esta lei estabeleceu sua “Política sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável”. O Capítulo VIII da referida lei estadual previa a possibilidade⁹² de “Alienação de Reduções de Emissões e Créditos Certificados de Carbono”, com autorização para o Estado do Amazonas a transacionar créditos de sua titularidade por meio de “projetos ou atividades” no âmbito da UNFCCC. Permitia, inclusive, operações no âmbito do Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE) e em outros mercados nacionais e internacionais.

⁸⁹ A experiência da Costa Rica incluía a utilização do *Fondo Nacional de Financiamiento Forestal* (Fonafifo), alimentado com recursos na ordem de 3,5% dos impostos incidentes sobre combustíveis fósseis, além de recursos de financiamento do Banco Mundial e outros contratos de venda de créditos de carbono por reflorestamento e aflorestamento, elegíveis no âmbito do Protocolo de Kyoto, conforme Pagiola (2008, p. 713).

⁹⁰ Virgílio Viana é engenheiro florestal, PhD em Biologia Evolutiva por Harvard. Em 2024, é o superintendente geral da FAS. Mais sobre Virgílio Viana, disponível em: <https://fas-amazonia.org/blog-virgilio-viana/sobre-o-autor/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁹¹ Disponível em: https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2007/7590/7590_texto_integral.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁹² Art. 24. Fica o Estado do Amazonas autorizado a alienar reduções de emissões e créditos de carbono, dos quais seja beneficiário ou titular, desde que devidamente reconhecidos ou certificados, decorrentes: I - da emissão evitada de carbono em florestas naturais e reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas para uso alternativo do solo nos termos do inciso VI do artigo 16 da Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006; II - de projetos ou atividades de reduções de emissões de gases de efeito estufa, no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima; III - de outros mecanismos e regimes de mercado de redução de emissões de gases de efeito estufa. Parágrafo único. Os créditos referidos neste artigo poderão ser alienados no Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE), ou em outros mercados nacionais ou internacionais que respeitem a legislação nacional e internacional em vigor.

A Lei do Amazonas de 2007 criara, assim, “Programas” vinculados à questão de pagamento por serviços ambientais - dentre eles dois que são relevantes para o contexto deste trabalho: o “Bolsa Floresta”, com o objetivo de instituir o pagamento por serviços e produtos ambientais às comunidades tradicionais (típico mecanismo de não-mercado); e o “Programa Estadual de Monitoramento Ambiental”, que teria por objetivo, dentre outros, estabelecer as bases de “futuros mercados de redução de emissões líquidas de gases de efeito estufa e de redução de emissões de desmatamento” (art. 5º, III).

Na prática, o Amazonas focou os esforços em sua iniciativa de PSA por meio do “Bolsa Floresta”, com a mobilização de recursos do Banco Bradesco e do Fundo Amazônia na ordem de 20 milhões de reais. Esse recurso, mantido em um Fundo do tipo *Endowment*, é voltado para pagamento por serviços ambientais prestados em unidades de conservação – porém sem avançar na questão dos créditos de carbono e no mercado.

Foi criada, ainda, a Fundação Amazônia Sustentável (FAS) em dezembro de 2007, a qual seria responsável, destacadamente, pelo pagamento do Bolsa Floresta, voltado a comunidades tradicionais em terras públicas. A abordagem considerava intervenções em Unidades de Conservação em modalidade de “projetos e atividades” (não considerando todo o território do Estado, nem todas as categorias fundiárias, e sem medição de redução de emissões), caracterizando-se como mecanismo de PSA.

Não obstante à importância do passo dado pelo Amazonas naquele contexto, o outro Programa previsto na lei – voltado a créditos de carbono – não fora adequadamente estruturado em termos de governança, estabelecimento de linha de base, requisitos científicos, participação social, “vazamento”⁹³, *buffer*, reversibilidade e monitoramento (medição, reporte e verificação – MRV). Assim, não se viabilizou o efetivo acesso a mecanismos financeiros e de mercado para “créditos de carbono”

⁹³ Vazamento, ou “deslocamento”, no âmbito do REDD+, é o fenômeno de transferência de processos de desmatamento para áreas adjacentes ao território submetido à proteção pelo projeto/programa de carbono. Abordagens de projeto são mais sujeitas à essa transferência da pressão de desmatamento para propriedades no entorno da área objeto de proteção, devido à sua pequena escala (em relação ao território do estado/país).

do Estado do Amazonas na vigência daquela legislação⁹⁴.

Tendo em vista a ausência de endereçamento de questões fundamentais a uma “abordagem de paisagem” que considerasse todo o território da “jurisdição” – ainda que tenha sido um passo relevante nessa direção – a abordagem de “projetos e atividades” da iniciativa do Amazonas não se configurara em 2007 como uma efetiva iniciativa de REDD+ jurisdicional. Tal proposição somente seria consolidada na iniciativa do Acre, com o SISA, em 2010. Assim,

Embora o SISA não seja a primeira iniciativa subnacional de REDD+ no Brasil, ele é o primeiro programa jurisdicional de REDD+ em nível estadual e é considerado um dos programas mais avançados desse tipo no mundo. O SISA cria uma estrutura institucional para REDD+ no nível estadual, que busca mitigar problemas de vazamento, incentivos perversos e altos custos de transação (Duchelle; Greenleaf; Mello; Gebara; Melo, 2014) (tradução própria).

2.2.2 Acre na Vanguarda: o processo de criação do SISA

No ano de 2007, com a posse de Arnóbio Marques (o Binho) como governador, o Estado do Acre iniciou a consolidação e ampliação de políticas públicas de desenvolvimento sustentável (

Figura 11). A coordenação e liderança eram do então Secretário de Meio Ambiente, Eufnan Amaral⁹⁵ e do Chefe da Divisão técnica da Secretaria, Eugênio Pantoja⁹⁶. Assim, sob o “guarda-chuva” do “Programa de Valorização do Ativo

⁹⁴ Para superação dessas lacunas, a Lei nº 3.135 de 2007, foi revogada pelo Amazonas por meio da nova Lei nº 4.266, de 1º de dezembro de 2015 (Disponível em: https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2015/8720/8720_texto_integral.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024), grandemente influenciada pelo modelo jurídico de REDD+ jurisdicional adotado pela [Lei nº 2.308, de 2010](#), do Estado do Acre.

⁹⁵ Eufnan Ferreira do Amaral é graduado em agronomia pela Ufac, com mestrado e doutorado na mesma área pela Universidade de Viçosa, Minas Gerais. Vindo da academia, e com a experiência do trabalho realizado antes na primeira versão do Zoneamento Ecológico Econômico do Acre – ZEE, Amaral, como Secretário de Meio Ambiente de 2007 a 2010, mobilizou os principais atores mundiais em termos científicos para criação do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre, contando com inúmeras parcerias locais, nacionais e internacionais, conforme será ainda detalhado. Eufnan foi, ainda, Diretor-Presidente do Instituto de Mudanças Climáticas do Acre (IMC-AC) entre 2011 e 2013 e Chefe-Geral da Embrapa Acre de 2013 a 2021. Membro da Academia Brasileira de Ciência Agrônoma (ABCA), empossado em outubro de 2024. Mais sobre Eufnan Amaral em: <http://lattes.cnpq.br/6968623829750832>. Acesso em: 30 ago. 2024.

⁹⁶ Eugênio Pantoja era, até início de 2024, Diretor de Políticas Públicas e Desenvolvimento Territorial no Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM), posteriormente assumindo a função de gerente sênior de Performance Social da empresa Hydro (setor de alumínio). Formado em Direito pela Universidade Federal do Pará, tem seu foco de trabalho no desenvolvimento sustentável e

Ambiental Florestal”, o Estado foi direcionando para uma nova economia sustentável e, conseqüentemente, para a redução do desmatamento, uma vez que seu principal objetivo era valorizar a “floresta em pé” e a implementação da adesão remunerada à recuperação de passivos ambientais no estado (Acre, 2008b).

Figura 11 – Cronologia SISA.



Fonte: Produção Própria.

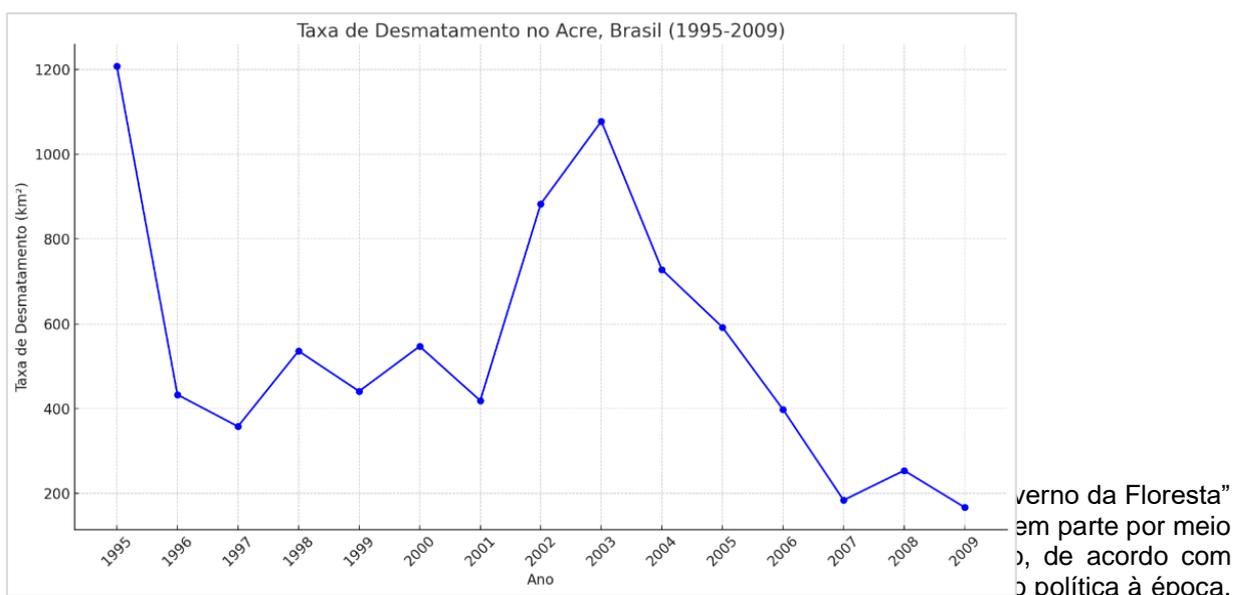
Percebeu-se a insuficiência, para efeito de políticas de longo prazo, da redução do desmatamento baseadas unicamente em instrumentos de comando e controle. Dessa forma, havia a demanda da concepção e implantação de mecanismos inovadores, a exemplo de instrumentos econômicos para a conservação de florestas tropicais. Isso permitiria criar novos fluxos financeiros, envolvendo a participação do setor corporativo através de mecanismos de mercado

desenvolvimento territorial. Pantoja tem trabalhado em diversos estados brasileiros, incluindo Acre, Maranhão, Pará e Mato Grosso, colaborando com entidades como a Agência Alemã de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (GIZ), o IBAMA, o Sebrae, a GeoPlus FBDS, o governo do Acre, e a Conservação Internacional Brasil (onde foi diretor de desenvolvimento territorial da Conservação Internacional), dentre outros. Mais sobre Eugênio Pantoja em: https://ipam.org.br/post_diretoria/eugenio-pantoja/. Acesso em: 30 ago. 2024.

e invertendo a lógica dos agentes do desmatamento com compensações financeiras atribuídas a conservação de florestas (Meneses Filho, 2008).

O contexto era propício. O desafio autodeterminado pelo Acre de criar uma economia florestal exigiria enormes recursos e financiamentos junto a bancos de desenvolvimento já mostravam seus limites, devido ao teto de capacidade do estado em assumir dívidas⁹⁷. Era necessária uma alternativa para o financiamento das políticas públicas de desenvolvimento sustentável. Ao mesmo tempo, como se vê no gráfico a seguir (Figura 12), as políticas públicas já existentes estavam de fato produzindo efeito⁹⁸, com significativa redução das taxas de desmatamento para níveis históricos mais baixos⁹⁹ – o que tornava a alternativa do REDD um caminho bastante promissor.

Figura 12 – Taxa de Desmatamento no Acre (1995-2009).



tendo em vista o aumento de endividamento do estado.

⁹⁸ De acordo com A. E. Greenleaf (2017, p. 85), as razões para o declínio do desmatamento no Acre nesse período é objeto de disputa. Servidores federais se posicionaram no sentido de que tal redução seria consequência do declínio em toda a Amazônia, citando-se intervenções federais e outros fatores (pendentes de estudo). Ainda de acordo com Greenleaf, o certo é que, de toda forma, estava claro que o governo do Acre priorizava a proteção da floresta desde o final da década de 1990 (A. E. Greenleaf, 2017, p. 85).

⁹⁹ De 2003 a 2007 o PIB do Acre havia crescido cerca de 44% (uma vez e meia a média nacional), ao mesmo tempo em que o desmatamento havia declinado mais de 70%. De acordo com o Environmental Defense Fund (EDF, [2024], p. 2), um conjunto de políticas públicas integradas de monitoramento, aplicação da lei, planejamento de uso da terra e programas de desenvolvimento sustentável (destacadamente metas de redução de desmatamento) foram críticas para coordenar crescimento econômico e redução de desmatamento.

Fonte: Prodes-Inpe. Produção própria.

Nesse contexto, em 2008¹⁰⁰ foi estabelecida, entre o Estado do Acre e a GTZ (Cooperação Alemã, hoje GIZ¹⁰¹), uma parceira¹⁰² para realização de consultoria para análise do potencial de um mecanismo de redução de emissões de desmatamento (REDD) no Estado do Acre. Tal mecanismo seria voltado para o mercado voluntário de carbono (e outros potenciais mecanismos de financiamento). O relatório final da consultoria contratada para realizar uma primeira aproximação do tema entendeu que um Programa de REDD ou RED poderia “trazer benefícios econômicos e sociais para a sociedade acreana, assim como ambientais e climáticos para a sociedade brasileira e global” (Meneses Filho, 2008). O relatório faz ainda as seguintes recomendações de ações a serem implementadas:

1. Criação de um plano de ação detalhado, para mapeamento das etapas, estimar custos e definir prazos;
2. Captação recursos para desenho do programa de REDD.
3. Conhecimento de iniciativas existentes para adaptação ao contexto do Acre.
4. Criação de uma governança específica para aumentar a credibilidade e eficiência do programa.
5. Alocação de recursos da ordem de US\$ 120 milhões a US\$ 150 milhões para implementação dos primeiros resultados (Meneses Filho, 2008).

Esse primeiro documento, todavia, ainda não estabelecia necessariamente uma abordagem para todo o território do Estado. A referência estava no estabelecimento de políticas públicas em “áreas prioritárias”, correspondentes a “zonas” de maior risco de desmatamento identificadas no Zoneamento Ecológico

¹⁰⁰ Concomitantemente, o Governo Federal colocava em consulta pública o “Plano Nacional sobre Mudança do Clima”, elaborado no âmbito do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima e de seu Grupo Executivo, lançado pelo presidente Lula na COP 14 (Meneses Filho, 2008) na Polônia, no final de 2008.

¹⁰¹ Conferir mais sobre a Cooperação Alemã em: <https://www.giz.de/en/worldwide/12055.html>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹⁰² “Organizações transnacionais importantes – como a Corporação Alemã para a Cooperação Internacional (GIZ) e o Fundo Mundial para a Natureza (WWF) – influenciaram o processo político por meio de via de acesso direto, fornecendo financiamento e assistência técnica para desenhar o programa do Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais (SISA). Esses atores contrataram uma consultoria jurídica para o estado, bem como financiaram a troca de conhecimentos com especialistas e entre jurisdições que já tinham um programa de REDD+. A hesitação do governo federal sobre se ou como implementar REDD+ no Brasil e sua negligência em relação ao remoto estado do Acre criaram uma janela de oportunidade em nível estadual e levaram o governo a buscar ativamente parceiros transnacionais e locais que pudessem apoiar sua política jurisdicional”, contextualizam Gueiros, Jodoin, Le Sève, Mason e Nassiry (2023, p. 5) (tradução própria).

Econômico, ainda em uma visão de projetos. “A Zona 1 de consolidação de sistemas de produção sustentáveis que define as áreas de maior expansão da agropecuária e conseqüentemente do desmatamento” seria a “mais adequada para implementação de um mecanismo de PSA para desmatamento evitado” (Meneses Filho, 2008). Neste sentido buscava-se integrar todas as propriedades contidas naquela zona, inclusive propriedades privadas.

A proposição inicial do Estado do Acre previa, portanto, o estabelecimento de um “meio termo” entre uma abordagem de “projeto” e uma abordagem “jurisdicional” (o que seria superado posteriormente, na versão final do SISA, de 2010, que estabeleceu uma abordagem “jurisdicional”, com possibilidade de “aninhamento”¹⁰³ de projetos privados).

Com base naquela primeira aproximação de 2008, e tendo em vista o encaminhamento de que a proposição deveria passar ainda por um consistente escrutínio técnico, jurídico, científico e político – diante da complexidade do tema – estabeleceram-se as bases do que passou a ser chamado no governo estadual de “Plano Redd”. Essa iniciativa, nos dois anos seguintes, estaria focada na organização legal e de governança para captação de recursos oriundos do mercado voluntário de carbono, voltados para incentivos econômicos ao desenvolvimento sustentável e à redução do desmatamento (Maldonado, Monica de Los Rios; Meneses Filho; Salles; Brito, 2009).

Tendo em vista aqueles desafios de construção completa do Sistema Estadual de REDD+ – e como solução ínterim – criou-se, por meio de lei, um “laboratório” prático de pagamento por serviços ambientais no estado. O “Programa Estadual de Certificação de Unidades Produtivas Familiares do Estado do Acre”, conforme contido na Lei nº 2.025, de 2008 (Acre, 2008a)¹⁰⁴, foi o ponto de partida. O objetivo era estabelecer um processo de “certificação socioambiental” de propriedades do estado, com foco em propriedades rurais familiares. Conseqüência de a maior parte do desmatamento do Estado concentrar-se apenas em áreas de

¹⁰³ Conforme a Forest Trends, em Pacheco, K. Santos e Cárdenas (2022, p. 2), o aninhamento significa a integração de vários projetos de REDD+ à iniciativa de REDD+ jurisdicional na escala de uma região, como um Estado subnacional, o que aumenta a integridade dos créditos e evita a dupla contagem.

¹⁰⁴ Texto completo da Lei Estadual nº 2.025, de 20 de outubro de 2008. Disponível em: <http://legis.ac.gov.br/detalhar/3537>. Acesso em: 30 ago. 2024.

até três hectares – decorrentes de atividades produtivas ocorridas em pequenas propriedades, principalmente pecuária (Acre, 2010a, p. 161). Seria um “ensaio” para o desenvolvimento do sistema de REDD+ que o sucederia.

A referida lei explicitamente previa como objetivos do Programa a mitigação e a adaptação às mudanças climáticas e redução de emissões de gases de efeito estufa¹⁰⁵. Por meio do programa, os produtores rurais familiares que aderissem ao processo de “certificação” da propriedade poderiam ter benefícios em políticas públicas. Tais benefícios incluíam acesso prioritário a serviços do governo, acesso privilegiado a financiamentos e, destacadamente, a um “bônus” financeiro, que se constituiria como um pagamento anual por serviços ambientais e incentivo a adoção de práticas produtivas sustentáveis, com eliminação gradual do uso do fogo¹⁰⁶.

Durante a vigência, o programa, que era estruturado em fases¹⁰⁷ (

Figura 13), previa a concessão de “selos” de qualidade ambiental da propriedade, correspondentes a compromissos cada vez mais elevados de proteção assumidos pelas unidades produtivas que aderissem, voluntariamente, à iniciativa estatal. Foi um processo de aprendizado para algo mais sofisticado que viria depois – o SISA.

Assim, o Estado do Acre no início de 2009, por meio da Secretaria de Meio Ambiente do Estado, colocava em ação a força-tarefa “Plano Redd”. Ao mesmo

¹⁰⁵ O art. 2º, I, da Lei do programa de certificação fazia o uso do termo “gases poluentes” para se referir a “gases de efeito estufa” (GHG), demonstrando, em 2007/2008, a imaturidade das equipes envolvidas quanto ao uso correto de nomenclaturas na área, o que somente viria a ocorrer com a lei do SISA, em razão principalmente do aprendizado das equipes do governo estadual na interação com cientistas nacionais e internacionais, conforme será detalhado mais à frente.

¹⁰⁶ Para o Acre, a referência inicial de pagamento por serviços ambientais foi o Proambiente, do governo federal, onde também eram implementadas práticas ambientalmente sustentáveis de recuperação de áreas degradadas, conservação de florestas e gestão do uso do fogo na agricultura e na pecuária Acre (2008b, p. 32). O Proambiente remonta aos anos 90, no Pará, decorrente da exigência de movimentos sociais, como o “grito da terra” e “grito do campo”, iniciativa que se irradiou por toda a Amazônia, com a criação do “Grito da Terra Brasil”, conforme Hirata (2006, p. 15). O modelo final do Proambiente, de 2003, focou-se na remuneração direta pelos serviços ambientais por meio de um fundo de apoio, ainda de acordo com Hirata (2006, p. 17). A ausência de marcos jurídico-institucionais, falta de articulação entre os ministérios, falta de mecanismos operacionais e legais e falta de escala foram determinantes para o insucesso do programa federal, conforme destacou também, conforme Hirata (2006, p. 17).

¹⁰⁷ Lei Estadual nº 2.025, de 2008: “Art. 5º O Programa de Certificação das Unidades Produtivas do Estado do Acre é estruturado em quatro fases: I - termo de adesão ao programa, com duração de doze meses; II - certificação básica, com duração de vinte e quatro meses; III - certificação intermediária, com duração de vinte e quatro meses; e IV - certificação plena, com duração de quarenta e oito meses.

tempo era executado o Programa de Certificação, que buscava gerar aprendizado sobre gestão de política de pagamento por serviços ambientais. Dessa forma, ofereciam-se os meios para que o grupo, comprometido unicamente com o tema, organizasse as bases do SISA.

Figura 13 – Quadro de Etapas do Programa de Certificação de Unidades Produtivas Familiares – Lei Estadual nº 2.025, de 2008.

		Certificação Básica 2 anos	Certificação Intermediária 2 anos	Certificação Plena 4 anos
<i>Indicadores Ambientais</i>	RL	entre 0% e 20%	21% a 50%	Acima de 50%
	APP	de 20% a menos de 50% em fase de regeneração	de 50% a menos de 80% em fase de regeneração	80% em fase de regeneração
<i>Indicadores Produtivos Sustentáveis</i>	Uso do fogo	Queima em área sem floresta	Queima intercalada	Sem queima
	Nível de degradação agrícola	de 30 a 50% de áreas degradadas	de 15% a menos de 30% de áreas degradadas	Não possui áreas degradadas
	Práticas sustentáveis	Aprovação e início do Plano de Certificação Apresentação da CAR junto ao IMAC	Executa 30% do Plano de Certificação ou desenvolve pelo menos três práticas sustentáveis de produção	Executa 70% do Plano de Certificação ou desenvolve três ou mais práticas sustentáveis de produção
<i>Indicador social</i>	Organização coletiva	Filiado a uma associação ou participando de fórum de discussão.	Participação em algum fórum de discussão há pelo menos 01 ano	Filiado a uma associação ou fórum de discussão e de qualquer programa ou Plano de Desenvolvimento Comunitário - PDC

Fonte: (Stanton, 2014, p. 216).

Em fevereiro daquele ano foi criado pela Força Tarefa um novo documento intitulado “Plano de Ação para Desenvolvimento do Plano de Redução de Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal”. Nele, as premissas, elementos e etapas do desenvolvimento da nova política pública de serviços ambientais foram estabelecidas de forma mais detalhada (Maldonado, Monica de Los Rios; Meneses Filho; Salles; Brito, 2009, p. 1).

Na fase de elaboração, entre 2009 e 2010, estabeleceu-se uma governança provisória em três níveis: uma equipe técnica permanente e dedicação em tempo integral; uma coordenação política, com reuniões quinzenais; e um comitê estratégico de supervisão, com reuniões mensais. Foram organizados, ainda, um

“comitê científico” e um “comitê de mercado”, para orientar sobre questões com temas específicos. Estabeleceram-se as competências de cada “nível de governança”, além de todos os passos (inclusive os científicos, para determinação de linha de base), objetivando a viabilização do novo instrumento econômico de desenvolvimento sustentável. Promoveu-se, assim, uma complexa rede de atividades compostas por “18 ações” e “73 produtos para geração de informações” necessárias à estruturação do plano (Maldonado, Monica de Los Rios; Meneses Filho; Salles; Brito, 2009).

Efetivamente, na pauta do REDD, o ano de 2009 no Acre foi marcado por um longo processo de preparação técnico-científica para criação das condições de monitoramento do desmatamento. A saber: quantificação do estoque de carbono e estabelecimento da linha de base e de metas de redução de emissões – base para tomada de decisões sobre o novo mecanismo.

Ao mesmo tempo, foi o ano em que a metodologia para o desenvolvimento do “Plano Redd” foi estabelecida, tendo-se decidido que deveriam ser consultados “todos os setores da sociedade”. Os atores envolvidos foram divididos em cinco grupos: técnico-científico; beneficiários; mercado; político; e internacional, compostos pelo meio acadêmico e ONGs internacionais (Acre, 2012, p. 14).

O período efetivo de consultas públicas ocorreu entre agosto de 2009 e abril de 2010, seguido de dois meses para análise do resultado das consultas e posterior submissão aos Conselhos Estaduais participativos da área (Acre, 2012, p. 16). Foram enviadas cartas-convite a 120 pessoas vinculadas a 72 organizações nacionais e internacionais, realizadas 5 reuniões com 40 pessoas de organizações locais, 3 oficinas de 3 dias reunindo 80 beneficiários. Além disso, realizado um seminário técnico-científico envolvendo 7 secretários de estado 32 pessoas de 10 organizações da sociedade civil nacionais e internacionais. Foram realizadas consultas no Acre com 23 pessoas de 15 ONGs e 8 cientistas do Acre; em nível nacional, foram ouvidas 37 pessoas de 14 ONGs nacionais, 8 Governos Estaduais, 2 Cooperações Internacionais e 2 empresas; em nível internacional foram consultadas 60 pessoas de 15 ONGs, 8 governos nacionais, 10 pesquisadores e 10 empresas do mercado de carbono (Acre, 2012, p. 18).

Esses dados foram destacados aqui – ainda que de uma forma um pouco exaustiva – justamente para evidenciar o que se constituiu como a característica mais marcante e significativa de construção do SISA e sua lei: um enorme esforço

local, nacional e internacional para estruturação do primeiro sistema de REDD jurisdicional. Este processo contou, como visto, com intervenção de secretarias estaduais, institutos de pesquisa, universidades, ONGs, fundações, cooperativas, associações industriais e agrícolas, bancos e entidades de desenvolvimento rural. Essa metodologia e esse processo são uma das “lições aprendidas” que o SISA legou.

Figura 14 – Reunião 1-3/3/2010. Escola da Floresta. À direita: Stephen Schwartzman e Tony Gross; à esquerda: Daniel Nepstad.



Fonte: Arquivo pessoal de Eufan Amaral.

Para a questão específica do REDD+ Jurisdicional, houve diversas participações e reuniões da área científica e técnica muito importantes com os principais potenciais beneficiários locais, como Federação dos Trabalhadores da Agricultura do Acre (Fetacre), Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS) e Central Única dos Trabalhadores (CUT). Contudo, a que possui o caráter simbólico de maior envergadura do ponto de vista histórico foi o seminário ocorrido entre os dias 1º e 3 de março de 2010 na “Escola da Floresta”. Uma instituição rural profissionalizante estadual a cerca de 17 km de Rio Branco, localizado em posição remota e sem sinal de celulares e outras distrações. O aspecto simbólico decorre, principalmente, pelo fato de que as decisões tomadas nesses dias determinaram, em certa medida, o conteúdo da aplicação prática de REDD+ Jurisdicional que vigora até hoje, tendo em vista que o modelo do Acre serviu de referência a outros estados. Outro elemento simbólico é a presença dos atores que ali estavam.

Encontravam-se naquele evento de três dias alguns dos “fundadores” do REDD+, a exemplo de Daniel Nepstad (então no Ipam, hoje no *Earth Innovation*

Institute - EII), Stephan Schwartzman (EDF) e Paulo Moutinho (Ipam) – além de inúmeros outros expoentes do tema, como o advogado português Ludovino Lopes, André Lima (então no Ipam, hoje Secretário Extraordinário de Controle de Desmatamento do Ministério do Meio Ambiente), Mauro Armelim (WWF), Anthony Anderson (WWF), Plínio Ribeiro (Biofílica), Virgílio Gibon (FGV), Frederico Machado (IUCN), Alberto “Dande” Tavares (então no WWF), Beto Borges (*Forest Trends*), Osvaldo Martini (Ipam) e Roberto Smeraldi (Amigos da Terra) – além do histórico e já citado Tony Gross, que servia naquele momento como “assessor especial” do governo do Acre¹⁰⁸ (Acre, 2012, p. 54) (Figura 14).

Na referida reunião foram estabelecidos três grupos para discussão e tomada de decisão sobre aspectos fulcrais do “Plano Redd” estadual: um grupo responsável pela área jurídica; um grupo sobre estoque de carbono e linha de base; e um grupo sobre áreas prioritárias e metodologia.

Dentre as discussões, foram debatidos temas como a necessidade de se pagar aos produtores o “custo de oportunidade” pela substituição de atividades degradantes por preservação da floresta; critérios para estabelecimento da linha de base robusta, conservadora e confiável; sistema crível de MRV (medição, reporte e verificação); divisão de recursos com projetos privados e governo federal; criação de “buffer” para viabilizar a compensação para eventuais reversões (aumento futuro de desmatamento acima da linha de base) e identificação de governança necessária (com a separação de atividades de monitoramento; de autoridade científica; de participação social; e de mercado).

Dessa forma, estruturou-se uma base de credibilidade (institucional, científica e metodológica), endereçando questões jurídicas e técnicas para geração de ativos ambientais que pudessem alcançar o mercado, com um padrão que respeitasse o estado da arte no setor. Dessa forma, os ativos gerados pelo sistema se tornariam credíveis, de maneira a viabilizar a sua transação com países e empresas

¹⁰⁸ Completam a lista de presentes nas reuniões daqueles primeiros dias de março os seguintes profissionais: Luis Piva (GTZ); Thais Felipelli (Biofílica); Magaly Oliveira (WWF); Sonaira Silva (Ipam); Magna Santos (GTZ); Monica de Los Rios (SEMA); Eufraan Amaral (SEMA); Mauricio Meira (Geoconsult); Falberni Costa (Embrapa); Elsa Mendonça (Ipam); Judson Valentim (Embrapa); Willian Flores (UFAC); Fabio Morales (Gaep/UFAC); Beatriz Saldanha (SEMA); Marcos Rocha (SEMA); Luiz Mesquita (SISMAT); Luis Meneses Filho (SEMA/GTZ); Lucio Carmo (SEMA) Edson Araújo (SEMA); Marilda Rios (SEF/AC); Rodrigo Fernandes das Neves (PGE/AC). Acre (2012, p. 54).

investidoras e/ou doadores. Além, buscaram-se identificar os anseios e necessidades dos potenciais “beneficiários” do Programa, sugerindo-se a criação de *locus* específico de participação da sociedade civil organizada. As organizações de base popular também incluídas, tendo em vista a necessidade de se alcançar uma legitimidade política e social da política que se propunha.

Esse conjunto de propostas, desenhadas a muitas mãos, permitiu que o estado estruturasse o sistema a partir do debate sobre “problemas” que surgiam ao transpor o REDD de uma escala de projeto (único existente à época), para a escala de estado. O mérito dos líderes do processo no estado foi agregar a maior quantidade de conhecimento científico, de participação popular e de orientação dos *experts* nacionais e internacionais, identificando os “*gaps*” existentes. Na sequência, criando matrizes de alternativas para enfrentar cada uma das barreiras – e não partindo de soluções pré-concebidas.

Para cada obstáculo que um programa “jurisdicional” poderia enfrentar (indicado pelos especialistas e sociedade civil), propostas de alternativas eram colocadas à mesa¹⁰⁹. Por exemplo:

- Tendo em vista que membros do mercado indicavam a necessidade de estabilidade da política de REDD+, deveria ser criada uma institucionalidade duradoura e independente (não somente um “departamento” de uma secretaria);

- Em razão do risco de “vazamento” do desmatamento, a contabilidade das reduções de emissões deveria considerar todo o território do estado (não somente das “áreas prioritárias”, que era a aposta inicial da Secretaria de Estado);

- Considerando a existência de unidades de conservação federais, o estado deveria reservar uma parcela significativa das reduções (50%?) para negociação futura na divisão dos ativos, tendo em vista a então inexistência de regramento nacional;

- Considerando o risco de “reversão” (retorno futuro do desmatamento), o programa deveria manter um “*buffer*” (10%, 20%?), para cobrir esses possíveis eventos;

- Identificação das “tarefas” necessárias para criação do mercado, com

¹⁰⁹ O autor desta tese encontrava-se na respectiva reunião, e parte das informações contidas nos parágrafos a seguir são descrições em primeira pessoa.

criação respectiva de instituições e governança do sistema, com a separação organizacional das atividades de monitoramento;

- de autoridade científica;
- de participação social; e
- de acesso a mercado (será apresentada uma seção específica sobre a governança do SISA mais à frente).

Assim, desde sua concepção, o SISA caracterizou-se por certo “conservadorismo” metodológico-institucional, com objetivo principal reduzir os riscos internos e externos. Isso como resultado do potencial crescimento de oferta no mercado e necessidade de garantia de credibilidade e capacidade de monitoramento e entrega de resultados. O desafio geral era, portanto, mitigar riscos e aumentar oportunidades (Tavares; Jezek; Medeiros; Kanoppa; Brandão; Mello; Souza; Hutchison, 2018, p. 32).

Dessa sorte, a coleta de sugestões de todos os públicos (nos encontros presenciais, *online* ou por *e-mail*) foi, posteriormente, consolidada em uma matriz de “recomendações”, “considerações” e “sugestões da equipe de consulta”, que foram compartilhados e deliberados pela equipe de governo. Isso tudo depois trabalhado em conjunto com a equipe jurídica para elaboração do projeto de lei (Acre, 2012, p. 57).

Assim, além da metodologia participativa e de se estruturar os debates a partir dos “problemas”, outra lição importante deixada pelo processo de construção do SISA foi o acompanhamento dos juristas envolvidos (públicos e contratados). Incluídos desde as primeiras concepções técnicas até a exploração conceitual e científica da proposta elaborada pelo Estado, o paradigma de consultores que analisam somente a “legalidade” *a posteriori* foi quebrado.

Portanto, o Acre fora capaz, com seu histórico de ativismo e lideranças ambientais, de estabelecer os processos para iniciar políticas públicas inovadoras sobre sustentabilidade e proteção florestal (Fishbein; Lee, 2015, p. 17). O “Governo da Floresta” (e sua continuidade) atraía grandes talentos de dentro e de fora do Acre. Brasileiros e estrangeiros interessados na proteção da floresta amazônica instalaram-se no Estado para trabalhar com os movimentos sociais e com o governo local.

Devido ao movimento seringueiro, a ênfase do estado na proteção da floresta e a expansão da estrutura administrativa do estado na área florestal/ambiental, o

“Acre se tornou um centro para o ambientalismo e para experimentos em políticas ambientais” (Greenleaf, 2017, p. 87–88).

Uma característica da abordagem jurisdicional promovida no Estado do Acre é que, nele, o REDD+ não foi idealizado apenas como uma forma de acesso a recursos financeiros, mas uma peça de política pública. Este instrumento liga-se a muitos outros esforços para reduzir desmatamento e aumentar o crescimento econômico – o que é, muitas vezes, chamado de “economia verde”, “desenvolvimento de baixo carbono” ou ainda “economia florestal” – conectando-se, portanto, a outras políticas públicas *“by design”*. O SISA representaria, assim, a “cereja no bolo”, ou o “cimento” que mantém juntos os tijolos da casa construída, representando, portanto, um passo relevante em direção à construção de uma economia baseada na floresta (Greenleaf, 2017, p. 33). Por outro lado, modelo que, na década de 2020, viria a ser questionado quanto à sua efetividade econômica (mas não social e ambiental).

O Estado, portanto, adotou uma abordagem de REDD+ *“fully-integrated”* (totalmente integrado), no dizer de Daniel Nepstad, envolvendo “projetar e construir um programa jurisdicional abrangente de REDD+ desde o início, em vez de começar com uma coleção de projetos e atividades piloto”. Isso exigiu grande capacidade institucional e forte compromisso político (Nepstad, 2012, p. 35).

Denota-se, assim, que o SISA surgiu de um amplo e eclético processo de consulta¹¹⁰, contando ao final com mais de 300 recomendações/sugestões, cujas ideias foram organizadas para a elaboração do rascunho do projeto de Lei do SISA, o qual foi apresentado e ajustado em reuniões setoriais nos Conselhos (Acre, 2012, p. 10). Estes, por sua vez, determinaram o aperfeiçoamento do Programa Redd com a criação de um “sistema” (que incluísse não somente carbono, mas também outros serviços ambientais como “água”, “sociobiodiversidade”, “solo”, etc.) (Figura 15).

O processo de consulta, contudo, não escapa de críticas, sob o argumento de que qualquer consulta à sociedade sempre pode ser falha (porque a

¹¹⁰ É de se registrar como nota negativa no processo de consulta a baixa participação dos municípios do Estado do Acre. Apesar de indiretamente participarem por meio dos Conselhos Estaduais, e por meio do “conselho tripartite” então em funcionamento (União, Estado e Municípios), a prática indicou pouca integração do SISA com as políticas municipais. Aparentemente, esse fato foi fruto tanto da característica particular de centralização do Estado quanto da pouca proatividade dos municípios. Independentemente das razões, destaca-se essa limitação na construção do Sistema.

representatividade dos participantes pode ser questionada). Também porque os processos de consulta seriam, ao cabo, mera estratégia neoliberal para continuidade de uma dominação econômica. Nesse sentido fala Furtado:

Essa crítica encontra fundamentos no debate teórico sobre a participação e o papel de grandes organizações conservacionistas na manutenção do *status quo*, onde argumenta Miraftab (2009), por exemplo, a participação, através da inclusão, torna-se um instrumento de dominação. Neste sentido, o capitalismo neoliberal vem se utilizando das relações com a sociedade civil, para garantir estabilidade nas relações Estado e Sociedade. O neoliberalismo é entendido aqui, não como um projeto econômico, mas como um conjunto de políticas, ideologias, valores e racionalidades. Por ser um projeto ideológico, o capitalismo neoliberal, depende de legitimação e da percepção por parte da sociedade, de que existe inclusão (Furtado, 2015, p. 227).

De toda forma, na prática, com suas fortalezas e fraquezas, em metáfora, evidencia-se que as “peças de lego” constitutivas de um “sistema jurisdicional” já estavam postas ao momento da estruturação do SISA. Peças essas construídas pela academia, cientistas e sociedade ao longo da década de 2000, mas ainda não aplicada em conjunto em nenhum lugar.

Figura 15 – Reprodução de *slide* de *power point*, contido em apresentação pública do SISA pelo IMC, sob o título “Parceiros” na Construção do SISA.



Fonte: (Medeiros, 2015).

O potencial mérito do Estado do Acre fora, portanto, consolidar esses avanços em uma estrutura articulada – sistêmica e juridicamente consistente e socialmente legitimada – aproveitando a sua competência constitucional concorrente legislativa em matéria de meio ambiente. O Acre montara o seu “brinquedo” com base nas peças existentes, mas que agora serviria de referência a outros estados brasileiros e ao redor do mundo.

Assim, com base nas decisões técnicas, científicas e políticas, os advogados participantes converteram as decisões do grupo de consulta em modelos jurídicos inovadores e inéditos (em conjunto). Fora estruturada uma minuta de lei que, submetida a diversas consultas e reuniões de aperfeiçoamento com o “Coletivo de Conselhos”¹¹¹, finalmente conseguia aprovação pela sociedade organizada em reunião ocorrida no dia 27 de agosto de 2010 (Amaral, 2010) – dando gênese ao projeto de lei do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais – SISA.

Apesar da ampla consulta realizada, há, por outro lado, questionamentos quanto à participação de organizações ambientalistas internacionais, sob o argumento de que seriam meros agentes de consolidação de estruturas neoliberais, agindo com base em supostas “falsidades” e “cinismo”. De acordo com Furtado,

a produção da economia verde se daria em um contexto de contenção da crítica e da captura e “tradução” do potencial transformador do ambientalismo de oposição, onde organizações ambientalistas, uma vez

¹¹¹ Vale destaque a questão da criação do conceito do “coletivo de conselhos”, uma iniciativa criativa do Estado que unificava os três conselhos da área de desenvolvimento sustentável existentes à época, considerando a sobreposição de participantes entre eles e a oportunidade de reunir todos os seus membros em uma só Assembleia. Os três conselhos agregavam cerca de quarenta instituições: Conselho Estadual de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia (criado pela [Lei nº 1.022, de 1992](#)); Conselho Florestal Estadual (criado pela [Lei nº 1.426, de 2001](#)); e o Conselho Estadual de Desenvolvimento Rural e Florestal Sustentável (criado pelo Decreto nº 5.507, de 2010). A [Lei nº 2.308, de 2010](#), que criou o SISA, formalizou, em seu artigo 11, a existência legal deste “coletivo”, inclusive prevendo suas competências: “Art. 11. Os Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, Ciência e Tecnologia, de Florestas e de Desenvolvimento Rural Sustentável poderão constituir um colegiado – coletivo de conselhos, para realização de deliberações conjuntas sobre os assuntos de suas competências e, em especial, para efeito desta lei: I - indicar para nomeação, destituição ou substituição os membros da sociedade civil integrantes da Comissão Estadual de Validação e Acompanhamento; II - realizar análise dos relatórios anuais das atividades da Comissão Estadual de Validação e Acompanhamento a ele apresentados; III - requisitar informações e documentos vinculados ao planejamento, gestão e execução dos programas, subprogramas e projetos vinculados ao SISA; e IV - decidir pela ampliação do número de membros da Comissão Estadual de Validação e Acompanhamento, devendo, todavia, manter-se a paridade entre a sociedade civil e o poder público”.

representantes da resistência, se tornam parte deste novo projeto de acumulação capitalista baseado na criação e comercialização de novas commodities ambientais. Estas organizações representariam uma consciência falsa esclarecida; esclarecida no sentido de que sabem da “falsidade” das suas ações e o interesse particular que defendem, mas continuam ligados a ela. (Furtado, 2015, p. 230)

É onde predomina a participação de grandes ONGs como *Forests Trends* e *WWF* (como também *The Nature Conservancy* (TNC), *Conservation International* (CI), além de outras), pois as mesmas são mais bem posicionadas que outras organizações, tem relações políticas mais consolidadas e visões enraizadas no modo de produção de conhecimento socialmente dominante. (Furtado, 2015, p. 229).

De toda sorte, após a finalização do processo consultivo junto aos Conselhos e sociedade civil organizada, e a partir dos *inputs* trazidos por eles, a última versão revisada do projeto de lei foi apresentada à Assembleia Legislativa do Estado do Acre (Aleac) em outubro de 2010, sob a coordenação política de Fabio Vaz de Lima. O Então Secretário de Estado de Meio Ambiente do Estado do Acre, Eufran Amaral, em sessão pública de apresentação naquela Casa, discorreu sobre o processo participativo de construção do Projeto de Lei do SISA. Fazendo-o para um plenário da Assembleia Legislativa do Estado lotado e com a presença de todos os deputados estaduais daquela legislatura¹¹² diz:

Esses conselheiros se reúnem no que nós chamamos um colegiado desses três conselhos. E aqui, nesses conselhos estão representados todos os segmentos da sociedade não indígenas, pecuaristas, pequenos produtores, familiares, extrativistas, empresários. E ali se discute consensos. E esse projeto de lei representa um consenso na sociedade acreana em relação ao uso dos recursos naturais. [...]

E essa é uma construção eminentemente participativa. O que a gente está fazendo aqui hoje, entregando para essa Casa Legislativa, é um projeto que foi construído a várias mãos. Todas as secretarias de Desenvolvimento Sustentável, a Procuradoria-Geral do Estado, que aqui está para tirar as dúvidas específicas. Discutir sempre a questão do arcabouço legal, instituições brasileiras e internacionais que eu não vou nomear todos, aqui tem algumas delas. Os três conselhos permitiram com que o projeto fosse paulatinamente sendo engrandecido, incorporado, ganhando consistência, mas com passos fortes e passos seguros (Amaral, 2010).

Foi com essa dinâmica participativa que em 15 de dezembro de 2010 aprovou-se na Aleac, por unanimidade, o texto que veio a se constituir a Lei Estadual nº 2.308, de 2010¹¹³ (Acre, 2010b). Criou-se, assim, o Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais – SISA, o primeiro Sistema Jurisdicional de REDD+ do

¹¹² Vídeo da Sessão Legislativa referida, Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CRp0CZiG2hQ&t=770s>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹¹³ Lei Estadual nº 2.308, de 22 de outubro de 2010. Disponível em: <http://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>. Acesso em: 30 ago. 2024.

mundo. Como um pioneiro global, o SISA enfrentou, na sequência, grandes desafios e teve que inovar em cada passo de seu desenvolvimento (Duchelle; Greenleaf; Mello; Gebara; Melo, 2014). A estrutura da lei, suas originalidades legislativas e desdobramentos práticos serão objeto do próximo tópico deste estudo.

2.3 O SISA Torna-se Lei

No ano anterior à aprovação da Lei do Sisa, o Brasil havia estabelecido a Lei da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (Brasil, 2009b)¹¹⁴. O foco era criar estratégias nacionais para atividades de adaptação e mitigação, que deveriam ser “executadas sob a responsabilidade dos entes políticos [logo, União e Estados]”, conforme seu art. 3º. Tinha ainda como uma de suas diretrizes o “estímulo e o apoio dos governos federal, estadual, distrital e municipal” (art. 5º, V).

Ao mesmo tempo houve a previsão, em seu art. 9º, da criação do “Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões”, regrado pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e operacionalizado em bolsa de valores, onde se daria a “negociação de títulos mobiliários representativos de emissões de gases de efeito estufa evitadas”. Finalmente havia uma previsão legal de transação de ativos referentes à “redução de emissões”, porém voltada para ativos vinculados ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este, ligado ao protocolo de Quioto, ainda sem um regramento específico para florestas. Não havia qualquer estrutura de governança, procedimentos e conceituação para o funcionamento do mercado de ativos do tipo REDD+.

Como já mencionado, em 2010, o Estado do Acre, exercendo a competência concorrente em matéria ambiental¹¹⁵, criara a lei do SISA¹¹⁶. Esta estabelece definições, instrumentos e governança para promoção da gestão de serviços e produtos ecossistêmicos no estado, possuindo a seguinte estrutura:

LEI Nº 2.308, DE 22 DE OUTUBRO DE 2010

¹¹⁴ Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹¹⁵ Posteriormente, neste estudo, a questão da repartição constitucional de competências para criação de leis e implantação de políticas públicas sobre mudanças climáticas no Brasil será aprofundada.

¹¹⁶ Disponível em: <http://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>. Acesso em: 30 ago. 2024.

CAPÍTULO I - DO SISTEMA ESTADUAL DE INCENTIVOS A SERVIÇOS AMBIENTAIS - SISA
 SEÇÃO I - Princípios do SISA
 SEÇÃO II - Definições
 SEÇÃO III - Dos provedores de serviços ambientais do SISA
 SEÇÃO IV - Dos beneficiários do SISA
 SEÇÃO V - Dos instrumentos do SISA
 Subseção I - Instrumentos de participação, gestão, controle e registro
 Subseção II - Instrumento de execução
 Subseção III - Instrumentos de planejamento
 Subseção IV - Instrumentos econômicos e financeiros
 Subseção V - Dos instrumentos tributários e incentivos fiscais
 CAPÍTULO II - DO PROGRAMA DE INCENTIVO A SERVIÇOS AMBIENTAIS - CARBONO
 SEÇÃO I - Objetivos do Programa ISA Carbono
 SEÇÃO II - Da contabilidade e dos períodos de compromisso do Programa ISA Carbono
 SEÇÃO III - Do registro dos créditos preliminares
 SEÇÃO IV - Da avaliação independente e periódica [...] ¹¹⁷
 CAPÍTULO IX - Dos Inventários Estaduais
 CAPÍTULO X - Disposições Finais

A seguir, serão descritas e analisadas as partes mais relevantes da lei, destacando-se as principais contribuições trazidas pela então novel legislação ao processo de criação e consolidação do REDD+ jurisdicional, em especial os princípios, instrumentos e a governança escolhida para o Sistema Estadual.

2.3.1 Lei do SISA como Sistema

Os debates técnico-científicos no estado entre cientistas, ONGs e parceiros entre 2009 e 2010 (Figura 11) estavam focados na possível criação de um programa estadual de carbono florestal. Foram desenhando-se processos e governanças que respondessem à demanda de mercado, à legitimidade social e a critérios da ciência.

Todavia, no processo de consulta, destacadamente nos diálogos ocorridos no âmbito do “coletivo de conselhos”, a interação pública do projeto e a participação de mais de quarenta instituições levou a um caminho de política pública com uma abordagem mais complexa e holística que a pensada pelo governo. Para além de um “programa de REDD”, dever-se-ia incluir outros potenciais serviços e produtos ambientais, de forma a se desenvolver um “Sistema” de “Incentivos”. Este sistema deveria aproveitar os procedimentos e instituições criadas para o carbono a outros

¹¹⁷ Os Capítulos III a VIII são constituídos de artigos genéricos, para construção futura de programas específicos para diferentes serviços ambientais.

potenciais serviços ambientais (ainda que, desde a edição da Lei do SISA, seu programa de REDD+ continuasse como a principal oportunidade de financiamento climático).

Aquela proposição de “sistema de incentivos” foi destacada na apresentação do projeto de lei à Assembleia do Estado, em 2010, pelo então Secretário de Meio Ambiente, Eufran Amaral:

Carbono é [o] que todo mundo está falando, o mundo está falando. Mas o que é que se discutiu? Se nós podemos ir além... Podemos estabelecer um programa específico de carbono, criar um sistema, estabelecer um programa de carbono. Nós podemos já deixar criado vários programas, já pensando ainda mais no futuro. Então nós estamos falando aqui de sequestro, estoque, fluxo de carbono. Nós estamos falando de regulação do clima. Estamos falando em conservação e melhoria do solo. Então, se eu melho o meu sistema de manejo, como o secretário Fábio Vaz aqui colocou, se eu diminuo a quantidade de tempo de gado em pastagem, eu diminuí a possibilidade de ter emissões. Então eu diminuo os impactos da minha propriedade com relação as mudanças climáticas globais. Conservação de água e recursos hídricos. Quer dizer, a água é um bem que hoje a cada ano está ficando escasso [...] Biodiversidade [...] beleza cênica e até valorização cultural do conhecimento tradicional [...] (Amaral, 2010).

Figura 16 – Cronologia Implantação SISA



Fonte: Produção Própria

De fato, o artigo 1º da lei do SISA reflete a pretensão exposta pela sociedade em relação à expansão dos produtos e serviços ecossistêmicos de deveriam fazer parte do que, daí para frente, seria um “Sistema” e não apenas um programa setorial. Dessa forma, envolveria uma robusta estrutura de governança para diversos

serviços e produtos:

Art. 1º Fica criado o Sistema Estadual de Incentivos a Serviços Ambientais - SISA, com o objetivo de fomentar a manutenção e a ampliação da oferta dos seguintes serviços e produtos ecossistêmicos:

- I - o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono [REDD+];
- II - a conservação da beleza cênica natural;
- III - a conservação da sociobiodiversidade;
- IV - a conservação das águas e dos serviços hídricos;
- V - a regulação do clima;
- VI - a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico; e
- VII - a conservação e o melhoramento do solo (Acre, 2010b).

Como se vê acima, além do crédito de carbono REDD+ (descrito no inciso I, o qual traz seu conceito, mas não o seu nome) incluiu-se a possibilidade de geração de ativos ligados à beleza cênica, sociobiodiversidade, água, regulação do clima, conhecimento tradicional e proteção do solo, ampliando-se, como já dito, o escopo original da iniciativa. Além, restou definido que seria um sistema de “incentivos”, pois se reconhecia que o REDD+ deveria ir além do “pagamento por serviços ambientais”, envolvendo um conjunto maior de políticas públicas (Angelsen; McNeil, 2012, p. 43).

A questão, afinal, não deveria ser apenas sobre carbono e sobre criar um mercado. “Incentivos”, nesse sentido, passaram a ser um ponto central do Sistema. Isso porque as iniciativas públicas deveriam ser um instrumento para endereçar questões econômicas, sociais e ambientais de longo prazo. Por meio da proposição de um modelo alternativo de desenvolvimento para a Amazônia, gerar uma abordagem diferente do padrão dominante do setorial “pagamento por serviços ambientais”.

Assim, pretendeu-se utilizar instrumentos econômicos lastreados no mercado de carbono para remuneração dos provedores de serviços ambientais. Estes, associados à pretensão de modificação da dinâmica econômica do estado, com proposta de mudança do eixo das cadeias produtivas. Tudo isso “em articulação com a concessão de incentivos fiscais, creditícios, administrativos, assistência técnica, manejo sustentável e regularização fundiária e ambiental” (das Neves, 2010, p. 97–98).

A força simbólica desse conceito “sistêmico” – que busca ver a floresta em suas variadas manifestações (olhar a floresta, e não só a árvore) – pode ser

observada na influência na negociação e aprovação do novo Código Florestal de 2012¹¹⁸ (Brasil, 2012), representado pelo fato de que o inc. I do art. 41¹¹⁹ daquela lei reproduz o conteúdo do art. 1º da lei do SISA (transcrito anteriormente):

Art. 41. [...]

I - pagamento ou incentivo a serviços ambientais como retribuição, monetária ou não, às atividades de conservação e melhoria dos ecossistemas e que gerem serviços ambientais, tais como, isolada ou cumulativamente:

- a) o sequestro, a conservação, a manutenção e o aumento do estoque e a diminuição do fluxo de carbono;
- b) a conservação da beleza cênica natural;
- c) a conservação da biodiversidade;
- d) a conservação das águas e dos serviços hídricos;
- e) a regulação do clima;
- f) a valorização cultural e do conhecimento tradicional ecossistêmico;
- g) a conservação e o melhoramento do solo;
- h) a manutenção de Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de uso restrito.

Complementarmente, o § 5º do art. 41 do Código Florestal previu também que o programa nacional de serviços ambientais deveria “integrar os sistemas em âmbito nacional e estadual, objetivando a criação de um mercado de serviços ambientais” (Brasil, 2012). Tal fato demonstra a “força gravitacional” tecno-política decorrente da iniciativa acreana.

Além do processo participativo já descrito, a equipe envolvida na estruturação do SISA utilizara um longo e completo debate para construção dos princípios contidos na lei. Tal debate recaía no âmbito da iniciativa “Princípios e Critérios Socioambientais de REDD+”¹²⁰, fruto de uma decisão tomada durante o “Seminário Katoomba”, realizado em Cuiabá em abril de 2009. Na oportunidade, foi formado um “Comitê de Elaboração” de um documento conjunto, composto por diversas instituições – Conselho Nacional dos Seringueiros (CNS), Confederação Nacional dos Trabalhadores da Agricultura (Contag), Coordenação das Organizações Indígenas da Amazônia Brasileira (Coiab), Rede dos Povos da Floresta, Confederação Nacional da Agricultura (CNA), além de ONGs como Instituto

¹¹⁸ Na Comissão de Meio Ambiente (CMA) do Senado, última Casa a analisar o PL do Código Florestal, o senador Jorge Viana (PT-AC) foi o relator da matéria.

¹¹⁹ Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹²⁰ Disponível em: https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/PC_redd_imaflora_julho2010.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

Sociambiental (ISA), Greenpeace, WWF, Ipam, Funbio, TNC, FAZ, dentre outros¹²¹ – com a facilitação promovida pelo Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola (Imaflora).

Em descrição retrospectiva, destaca-se a construção do documento entre abril de 2009 e julho de 2010, com a elaboração de uma versão inicial. Esta foi submetida a 150 dias de consulta pública e, posteriormente, registrando-se as contribuições oriundas de reuniões regionais na Amazônia. Representantes de comunidades tradicionais, indígenas e diferentes setores impactados puderam colaborar. Elaborou-se ao final, uma versão que consolidava “princípios” (Imaflora, 2010, p. 3), que serviram de referência a inúmeras diretrizes estabelecidas na lei, destacando-se incisos do art. 2º da lei do SISA (Acre, 2010b):

- respeito aos conhecimentos e direitos dos povos indígenas, populações tradicionais e extrativistas, bem como aos direitos humanos reconhecidos e assumidos pelo Estado brasileiro perante a Organização das Nações Unidas e demais compromissos internacionais.
- justiça e equidade na repartição dos benefícios econômicos e sociais oriundos dos produtos e serviços vinculados aos programas associados a esta lei;
- transparência, eficiência e efetividade na administração dos recursos financeiros, com participação social na formulação, gestão, monitoramento, avaliação e revisão do sistema e seus programas.
- fomento da cooperação nacional e internacional, tendo por objetivo a interoperabilidade e o reconhecimento das atividades, das ações, dos serviços, dos produtos e dos créditos resultantes dos programas do SISA¹²².

Além dos princípios, por ter caráter pioneiro, a lei precisou trazer a definição e conceituação de termos básicos na área em seu art. 3º. Uma taxonomia que viabilizasse uma classificação sistemática e que permitisse adequada aplicação e interpretação posterior da norma, cujos termos, em sua maioria, eram pouco conhecidos ou com conceitos disputados. Algumas das definições mais relevantes são as seguintes:

- MQVRT: sistema que se baseia em conceitos nacional e internacionalmente reconhecidos e que assegurem a capacidade de medição, quantificação e verificação - MQV, agregados ao registro e à transparência dos ativos ambientais – MQVRT;

¹²¹ Também participaram do Comitê: Biofílica, Grupo de Produtores Florestais Certificados da Amazônia (PFCA), Instituto Centro e Vida (ICV), Instituto Socioambiental (ISA), Fundação Avina, Centro Mundial de Agrofloresta (ICRAF) e Conservação Internacional (CI)

¹²² Interessa a este estudo, em especial, a previsão de fomento à cooperação para promoção de interoperabilidade e reconhecimento dos ativos gerados no SISA, de forma que se possa vislumbrar usos instrumentais do blockchain com essas finalidades – o que será posteriormente explorado.

- Registro: sistema físico ou eletrônico de cadastro e contabilização dos programas, subprogramas, planos de ação, projetos, serviços ambientais e produtos ecossistêmicos objetivando a criação de um ambiente de transparência, credibilidade, rastreabilidade e interoperabilidade para o SISA;

- REDD+: a redução de emissões de gases de efeito estufa oriundos de desmatamento e degradação, ao fluxo de carbono, ao manejo florestal sustentável e à conservação, manutenção e aumento dos estoques de carbono florestal. Neste ponto, especial importância para o objeto deste estudo é o conceito de “Registro” contido na legislação. Em tal termo, previu-se a possibilidade de estabelecimento de um “sistema eletrônico de contabilização” dos ativos previstos na norma. Este sistema deveria proporcionar um “ambiente de transparência, credibilidade, rastreabilidade e interoperabilidade para o SISA” – o que dialoga, essencialmente, com características técnicas intrínsecas ao blockchain. Dentre elas estão imutabilidade, segurança e transparência, conforme será visto posteriormente no Capítulo 4.

Na sequência, a lei criou, em seus arts. 4º e 5º, uma “ficção jurídica” no estabelecimento do conceito do que seriam “provedores de serviços ambientais” e, posteriormente, o que seriam “beneficiários do SISA”. Para efeito da lei, são provedores de serviços ambientais “aqueles que promovam ações legítimas de preservação, conservação, recuperação e uso sustentável de recursos naturais”. Mas somente seriam beneficiários do SISA os que fossem “integrados” às iniciativas e aprovados nos termos da lei estadual, com cumprimento dos “requisitos neles previstos” (Acre, 2010b).

Esses dois conceitos buscaram estabelecer um modelo sobre quem, e como, poderia se integrar ao Sistema, seja pela via da iniciativa programática jurisdicional, seja pela iniciativa de projetos privados (a serem “aninhados” ao SISA). Nesse sentido, a lei quis que os benefícios econômicos se destinassem a quem, efetivamente, poderia comprovar ações orientadas à redução do desmatamento e proteção florestal. Isso significa que nem todo detentor de área florestal ou de outros serviços ambientais seria provedor (necessária efetiva ação); e nem todo provedor seria beneficiário (deve estar acoplado ao sistema) (das Neves, 2010, p. 89-90).

Essa abordagem decorre do fato de que os criadores do Sistema viam a questão da propriedade como um potencial obstáculo para efetividade da iniciativa, representando um problema social subjacente que não deveria ser extrapolado para o mercado de carbono. A causa seria a potencial exclusão de produtores rurais

pobres que somente têm acesso efetivo à posse ou usufruto coletivo, considerando o histórico e enorme déficit de regularização fundiária na Amazônia, e no Acre em especial.

Fora dado, portanto, um passo radical de rejeitar uma abordagem unicamente centrada nos direitos da terra quanto ao estabelecimento de quem seriam os beneficiários do sistema jurisdicional. “Essa abordagem deslocou o proprietário de terra como sujeito central da governança rural por outro diferente: o ‘beneficiário’, concebido como o próprio destinatário da receita de carbono” (Greenleaf, 2017, p. 107-108).

Por outro lado, por *design*, o SISA desde o início valida a existência de projetos privados explicitamente previstos em diversos pontos da legislação, em especial no art. 16, II. Tais projetos são vistos como um dos “instrumentos de planejamento do SISA” – ainda que se exija que tenham que se registrar para serem “reconhecidos como integrantes do SISA”, conforme art. 17. Assim, construiu-se um sistema híbrido, que não inviabiliza iniciativas vinculadas à propriedade e exercidas por meio de projetos da iniciativa privada, ao mesmo tempo em que promovia a abordagem no nível do estado. A lei do SISA, portanto, prevê a possibilidade de registrar e contabilizar aquelas iniciativas privadas, integrando-as ao Sistema ao estilo “boneca russa”, onde depois o Estado se acoplaria contabilmente a eventual sistema nacional.

Do ponto de vista da contabilidade ambiental, portanto, o projeto privado estaria contido no jurisdicional, o qual fica contido no nacional e, por fim, reportado em nível internacional no âmbito do Acordo de Paris. Mantida compatibilidade metodológica, estaria garantida, assim, a regra de ouro da contabilidade do carbono – ausência de dupla contagem.

Pela descrição acima, verifica-se que o SISA utiliza mecanismos neoliberais, como mercado de carbono, para promover um potencialmente contraditório estado de bem-estar social. Na verdade, parte do sucesso do SISA deveu-se justamente a alguns aspectos antimercado em pontos-chave do Sistema, com objetivo de redistribuição de riqueza patrocinada pelo governo – o que algumas políticas neoliberais buscam minar. Em outras palavras, citando-se Hecht, “a monetização do carbono possibilitou uma expansão da redistribuição estatal em uma espécie de ‘keynesianismo tropical’” (Greenleaf, 2017, p. 15) (Hecht, 2012, p. 5) (tradução própria).

A circunstância acima descrita explica muitas críticas direcionadas ao SISA, promovidas à direita e à esquerda do espectro ideológico e político: para uns, uma intromissão indevida à iniciativa privada e com excesso de estado, o que limitaria o potencial econômico e a liberdade para empreender – e, portanto, não sendo um liberalismo econômico, constituiria um passo atrás; para outros, uma mercantilização da natureza, uma derrota diante das forças capitalistas, o que representaria uma violação de princípios e uma incapacidade de mudar as regras impostas pela globalização, servindo apenas para o “*greenwashing*”¹²³ de grandes corporações, em detrimento das populações tradicionais¹²⁴. Para os dois extremos, portanto, o SISA é um erro¹²⁵.

¹²³ *Greenwashing*, que se refere à “lavagem verde” (aos moldes de lavagem de dinheiro), foi cunhado pelo ambientalista Jay Westervelt, na década de 1980. Refere-se à divulgação de ações ambientais que não se sustentam na prática, “na tentativa de apresentar ao público uma reputação ambientalmente responsável, buscando preservar e expandir seus mercados”, sem que isso corresponda a efetivos ganhos ambientais, de acordo com descrição trazida por Deloitte Brazil (2024).

¹²⁴ Nesse sentido: “À esquerda, um grupo relativamente pequeno de acadêmicos, ONGs, sindicatos e grupos indígenas se opunham ativamente às políticas ambientais do estado, alegando que estas avançavam interesses capitalistas disfarçados de verde (por exemplo, Conselho Indigenista Missionário, 2012). Como um desses críticos explicou a seus alunos universitários, essas políticas transformaram o Acre em uma ‘floresta para homens, para homens sem floresta’. A frase resumiu e situou historicamente a crítica maior. Foi um jogo com o slogan de propaganda da ditadura, usado para encorajar os pobres sem-terra do nordeste e do sul do Brasil a se mudarem para a Amazônia, retratando-a como ‘uma terra sem povo para um povo sem-terra’. A Amazônia estava sendo novamente falsamente anunciada, implicou o professor, desta vez como uma floresta para aqueles sem ela. Através do SISA, poluidores, principalmente do Norte Global industrializado, poderiam pagar aos amazônicos para não desmatarem, em vez de mudarem seu próprio comportamento [...]. O professor e outros críticos do governo argumentaram que seringueiros, povos indígenas e produtores rurais eram prejudicados por essa estratégia”, conforme A. E. Greenleaf (2017, p. 88) (tradução própria).

¹²⁵ Em um contexto de problemas de projetos privados submetidos a questionamentos metodológicos e acusados de grilagem de terras no Amazonas, o Ministério Público Federal, especificamente a Procuradoria da República naquele estado, em 8 de agosto de 2024, por meio da Recomendação Legal nº 01/24, recomendaram, às autoridades estaduais e municipais do Estado do Amazonas, além de “todos os atores públicos ou privados que atual no mercado de crédito de carbono / REDD+ com utilização de territórios indígenas e comunidades tradicionais”, a suspensão de “todas as operações, contratos e tratativas em andamento no tema crédito de carbono”, enquanto (dentre outras coisas): “1. não demonstrada a eficácia concreta da mitigação dos impactos climáticos via compensação de créditos carbono / REDD+, por meio de estudos científicos idôneos e internacionalmente reconhecidos” (Ministério Público Federal (2024, p. 13) - uma decisão potencialmente prejudicial às comunidades que se pretende defender. A complexidade do tema e a justificada dificuldade de autoridades (judiciais, executivas e legislativas) em compreender o ecossistema do mercado de carbono, pode resultar em tomadas de decisões genéricas e, muitas vezes, incorretas e voluntaristas, diante do desconhecido ou não compreendido. Dessa maneira, evidencia-se a importância das propostas tipológicas e de classificação apresentadas no Capítulo 4 deste estudo, que pode auxiliar os tomadores de decisão em optar entre caminhos de maneira informada (e, portanto, potencialmente com melhor qualidade) sobre recomendações, decisões judiciais, políticas públicas e legislações.

Uma terceira visão possível, entre moderados, é que o SISA estabeleceu os meios para criar um “adaptador” entre mecanismos do neoliberalismo – e a proposição de eficiência econômica deles decorrentes – para criar processos e estruturas de repartição de benefícios com grupos historicamente vulneráveis e marginalizados. Enquanto o mercado somente vê o “fluxo de carbono” (redução de desmatamento), o Estado do Acre pretendeu extrapolar para ver a floresta como um todo, com seus co-benefícios. Isso como recompensa pelos esforços pretéritos e compromissos futuros (estoque e fluxo), de proteção de direitos de comunidades tradicionais e povos indígenas. Em outros termos:

Essas características demonstram a necessidade de se alinhar as ações e normas locais com os princípios internacionalmente estabelecidos, bem como com a legislação nacional, para que, ao mesmo tempo, **se financie com base nas regras de fluxo e invista com base nas regras de estoque e fluxo**. Pretende-se, desta forma, regulamentar duas realidades com dinâmicas bastante distintas: **uma esfera estritamente financeira**, que segue regras de mercado, de **natureza privada e essencialmente capitalista, representada pelo mercado de carbono**; e **uma esfera primordialmente pública**, cujas políticas seguem padrões de **consenso político, essencialmente social, representada por políticas públicas** debatidas com a sociedade (das Neves, 2010, p. 96) (grifos nossos).

Além disso, deve ser destacado que, além da construção de uma abordagem “jurisdicional” quanto aos serviços ambientais, é importante ressaltar que o SISA também viabiliza a existência de projetos privados (chamados na lei de “projetos especiais”). Assim, os que não têm pretensão de acessar recursos econômicos diretamente do SISA, têm seu direito de “empreender” e exercer plenamente seus direitos de propriedade. Isso, entretanto, tem por consequência a inviabilidade de receber recursos captados pela jurisdição (por não ser beneficiário), e a obrigação de aninhar-se contabilmente ao sistema, cumprindo regras de salvaguarda, compatibilidade metodológica e os limites de alocação das unidades de carbono registráveis, nos termos do regulamento – conforme previsto no art. 25 da respectiva lei estadual (Acre, 2010b).

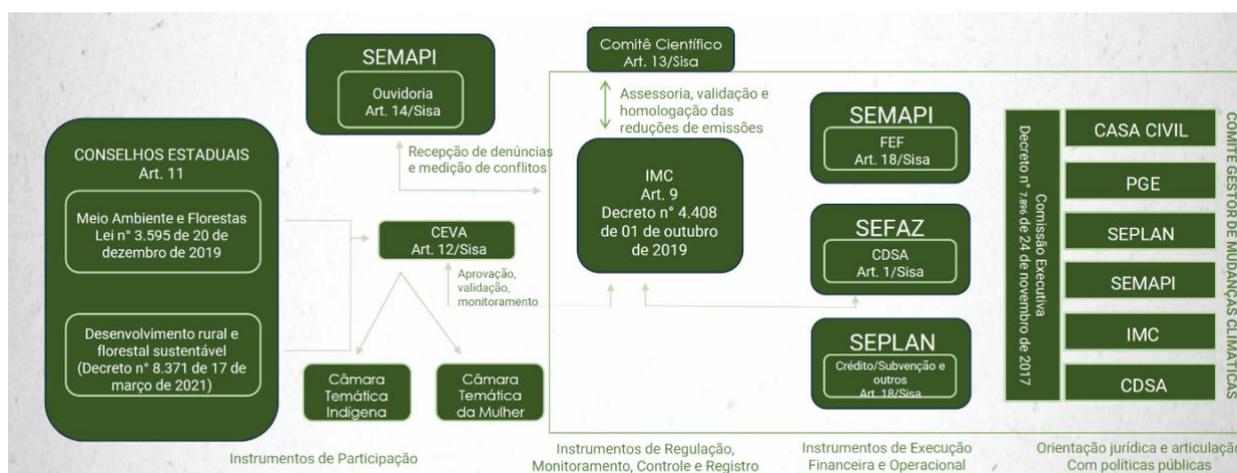
Aquela concepção “híbrida” (jurisdicional, com projetos “aninhados”) tem por contexto o fato curioso de que nos lugares – como a Amazônia brasileira – que nunca tiveram exatamente um estado de bem-estar social para ser desmantelado, recebessem a expansão de programas e planejamento governamentais. Dessa forma, o neoliberalismo às vezes significou justamente o desenvolvimento sustentável, como ocorreu no Acre. Tais evidências sugerem que lógicas e políticas aparentemente neoliberais podem, eventualmente, ser usadas para fins de

implantação de políticas públicas de natureza progressista (Greenleaf, 2017, p. 15-16).

2.3.2 Governança e Institucionalidade no SISA

Como dito anteriormente, a construção do SISA se deu a partir de “problemas” que surgem quando se pretende criar um mercado ambiental: quais desafios superar para tornar uma declaração de redução de emissões críveis para compradores e legítimos para provedores? A lei do SISA pretendeu criar “instrumentos” que pudessem ser os meios para gerenciar os riscos setoriais, uma governança que respondesse, efetivamente, às necessidades de construção de um mercado credível.

Figura 18 – Arranjo Institucional do SISA



Fonte: apresentação *power point* do Estado do Acre (2023).

Aquele processo envolveu responder quem “regula”, como garantir “participação e transparência”, quem “executa” a política, como alcançar reconhecimento “científico” e como “acompanhar e auditar” o sistema, dentre outros elementos essenciais para credibilidade da iniciativa – sem o qual a pretensão de monetizar os ativos criados não teria êxito (Figura 12).

A primeira instituição criada, referenciada inicialmente como “Instituto de Regulação, Controle e Registro” (renomeado posteriormente como Instituto de

Mudanças Climáticas – IMC), é o *locus* regulador do sistema¹²⁶. Sob sua competência, dentre outras, estão as atividades de homologação e validação de metodologias, realização do registro de ativos e cadastro de iniciativas, expedição de certificados jurisdicionais de redução de emissões (créditos de carbono) e realização de inventário das emissões gases de efeito estufa no estado, dentre outras atribuições.

Nesse sentido, as atividades atribuídas ao IMC são o coração do Sistema pelo lado público e, por isso, fora criada esta instituição com função exclusiva e independência administrativa. Portanto, não somente um departamento em uma secretaria de estado já existente – considerando a necessidade de perenidade e credibilidade da atividade regulatória, metodológica e de participação social. Com natureza jurídica autárquica, o IMC tem a função de executar, de forma descentralizada, as atividades típicas de Estado entregues ao seu encargo (das Neves, 2010, p. 91). Além de promover a transparência e participação dos *stakeholders* e a garantia de salvaguardas do sistema.

O principal meio de participação e de transparência do Sistema é a chamada Comissão Estadual de Validação e Acompanhamento (CEVA), vinculada administrativamente ao IMC e, politicamente, ao “Coletivo de Conselhos”¹²⁷. A CEVA é constituída de oito membros, com composição paritária entre a sociedade civil organizada e o poder público, sendo atribuição do Coletivo escolher e substituir os membros da sociedade na Comissão. A ceva tem atribuições legais consultivas,

¹²⁶ De acordo com o art. 7º da Lei 2.308, de 2010, em Acre (2010b), são competências do IMC: estabelecer normas complementares do SISA; aprovar, após manifestação do Comitê Científico, nos termos do regulamento, as metodologias de projetos e planos de ação apresentadas pela Agência de Desenvolvimento de Serviços Ambientais ou pelos proponentes de projetos especiais; aprovar, após manifestação do Comitê Científico, nos termos do regulamento, as metodologias de projetos e planos de ação apresentadas pela Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais do Estado do Acre – CDSA ou pelos proponentes de projetos especiais; homologar metodologias pré-existentes para desenvolvimento de planos de ação e de projetos; autorizar e/ou efetuar o pré registro e o registro dos planos de ação e projetos; autorizar e/ou expedir os certificados de emissões reduzidas de gases de efeito estufa, regulamentar e realizar o respectivo registro; efetuar o controle e o monitoramento da redução de emissões de gases de efeito estufa, bem como do cumprimento das metas e objetivos estabelecidos em cada plano de ação ou projeto pré-registrado; autorizar e/ou efetuar a emissão, regulamentação e registro de outros serviços e produtos ecossistêmicos, nos termos desta lei; validar metodologias de registro e certificação; credenciar empresas para operar projetos no âmbito do SISA, na forma do regulamento; outras definidas em regulamento.

¹²⁷ Relembrando que o “Coletivo de Conselhos” foi uma inovação trazida pela lei do SISA, reunindo e unificando, para efeito do Sistema, os conselhos participativos da área ambiental do estado.

executivas e deliberativas, conforme descrito abaixo¹²⁸.

a) Consultiva: garantir a transparência e o controle social do sistema; opinar sobre termo de referência e seus requisitos, para contratação de auditoria externa independente.

b) Executiva: elaborar e apresentar relatórios anuais de suas atividades ao Coletivo de Conselhos; analisar os resultados da auditoria e recomendar aperfeiçoamentos do sistema; requisitar informações e documentos sobre o SISA.

c) Deliberativa: analisar e aprovar propostas de normas do SISA, apresentadas pelo IMC.

A constituição da CEVA é de natureza paritária multisetorial e escolhida por eleição entre todos as instituições não-governamentais participantes do Coletivo de Conselhos. Nela, demonstra-se a importância dada pelos criadores do sistema quanto à necessidade de legitimação social dos resultados nele construídos, expressando que a credibilidade de qualquer sistema jurisdicional exige a adequada gestão das salvaguardas e proteção de direitos, com participação e transparência. Itens necessários para o cumprimento da diretriz de equidade na repartição dos benefícios derivados de serviços ambientais, em especial do carbono.

A CEVA é, nesse sentido, componente essencial na estrutura de governança do SISA, pois é por meio dela que os canais de comunicação da sociedade permanecem abertos para influenciar, continuamente, o direcionamento do Sistema, respondendo, dinamicamente, a novos contextos e demandas. Ceva é uma parte celebrada e enfatizada em descrições e avaliações internas e externas como uma prova da centralidade dos processos participativos no SISA (Greenleaf, 2017, p. 164–165).

Por outro lado, há críticas quanto à capilaridade das instituições escolhidas pelo Coletivo de Conselho, com referências sobre a potencial falta de *feedback* para as bases dos grupos representados – e quanto à própria representatividade dos escolhidos. Além, considerando a histórica intensa participação de ONGs nas composições do Conselho – o que as permite participar diretamente da governança – acaba por significar, nas palavras de Greenleaf, que o tipo de sociedade civil,

¹²⁸ Conferir § 1º do art. 12 da Lei do SISA. Disponível em: <http://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>. Acre (2010b).

imaginada na teoria democrática, poderia ter sua independência minada ao engendrar relações próximas às elites dentro e fora do Estado (Greenleaf, 2017, p. 21-22).

De toda forma, com tempo e o aprendizado prático, parcerias efetivamente auxiliaram na melhoria dos fluxos e dos padrões para aperfeiçoar o processo participativo e o conteúdo e procedimento para garantia de salvaguardas socioambientais. Entre as primeiras iniciativas do processo participativo, está a construção de um manual¹²⁹ de monitoramento do cumprimento de salvaguardas e REDD+ para o SISA. Nele estão referências de padrões como o REDD+ SES¹³⁰ (sendo a primeira no Brasil a adotar tal padrão) e os Princípios Socioambientais para REDD+ na Amazônia, liderada pela rede GTA – Grupo de Trabalho Amazônico, além das referências das Salvaguardas de Cancún. Foram, então, estabelecidos princípios, critérios e indicadores para monitoramento do processo participativo. Novos espaços participativos temáticos acompanharam o processo, com o estabelecimento de um Grupo de Trabalho sobre Gênero (GT Mulher) e um Grupo de Trabalho Indígena (GT Indígena), ambos vinculados à Ceva.

Ao lado, promoveu-se o aperfeiçoamento da Ouvidoria do SISA, prevista no art. 14 de sua lei de criação, a qual tem por competência receber¹³¹ sugestões, reclamações e denúncias sobre eventuais atos ilegais, irregulares, abusivos, arbitrários ou desonestos no âmbito do Sistema. A ouvidoria deve ainda acompanhar tais denúncias e sugerir recomendações para adoção de medidas, bem como mediar conflitos entre os diversos atores dos SISA.

É uma lição aprendida, portanto, o fato de que o monitoramento, a

¹²⁹

Disponível

em:

https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/521b9f64930b5_Manual_SISA_Final.pdf . Acesso em: 30 ago. 2024.

¹³⁰ *REDD+ Social & Environmental Standards* foi desenvolvido como um padrão voluntário internacional, construído por processo participativo, tendo por secretariado a Cooperative for Assistance and Relief Everywhere – Care (<https://www.care.org/pt/>) Acesso em: 30 ago. 2024, e a Climate, Community & Biodiversity Alliance – CCBA (<https://www.climate-standards.org/>). Acesso em: 30 ago. 2024.

¹³¹ O Estado do Acre indica que sugestões, reclamações e denúncias no âmbito do SISA podem ser feitas pelos canais descritos em <https://imc.ac.gov.br/ouvidoria-do-sistema-estadual-de-incentivos-a-servicos-ambientais-SISA/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

transparência¹³² e a divulgação de informações cruciais do Sistema são condições de sucesso de iniciativas jurisdicionais. Toma-se em especial informações sobre o cumprimento das salvaguardas socioambientais, pois é elemento que contribui para o envolvimento dos atores sociais e o comprometimento de grande parte dos beneficiários. Portanto, há recomendação que haja uma comunicação efetiva para engajamento de gestores, técnicos e beneficiários em relação ao propósito, a origem e o destino de recursos e as responsabilidades assumidas (Tavares; Jezek; Medeiros; Kanoppa; Brandão; Mello; Souza; Hutchison, 2018, p. 36).

Da mesma forma, do ponto de vista da credibilidade como valor central de qualquer iniciativa séria no mercado de carbono, identificou-se a necessidade premente de respaldo científico quanto à validade das metodologias e mensurações feitas pelo Estado. Uma vez que, enquanto não houvesse uma *Standard* internacional para REDD+ Jurisdicional, o próprio Estado teria que fazer seu MRV (monitoramento, reporte e verificação). Parte dessa questão está em processo de superação, com o avanço do padrão ART-TREES¹³³, o mais robusto *standard* para REDD+ jurisdicional disponível internacionalmente. Este modelo é ratificado e validado pelo *The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market* (ICVCM)¹³⁴ – adotado pelo Estado do Acre e por outros estados amazônicos.

Tendo em vista a ausência de um *standard* disponível à época da edição da Lei do SISA em 2010, criou-se o chamado “Comitê Científico”, órgão vinculado ao IMC e “composto por personalidades de renome nacional e internacional de diversas áreas das ciências humanas, sociais, exatas e biológicas”, nomeadas por decreto com a finalidade de “opinar sobre questões técnicas, científicas, jurídicas e metodológicas relativas ao SISA”¹³⁵, conforme art. 13 da Lei Estadual nº 2.308, de 2010. Buscou-se assim, promover a norma governança que permitisse que o

¹³² Todas as atas de reunião da Ceva, de 2011 a 2024, podem ser acessadas no endereço <https://drive.google.com/drive/folders/1gwZX-2BywwGhpy5ex4Nu6B4qNGPqax2G>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹³³ Conferir em: <https://www.artredd.org/trees/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹³⁴ O ICVCM, que é um órgão de governança independente, liderado por diversos *stakeholders* do setor. Valida os *Standards* de certificação, bem como estabelece princípios a serem seguidos, desenvolvendo e aplicando uma referência metodológica global para créditos de carbono de alta qualidade. Conferir mais em: <https://icvcm.org/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹³⁵ As Resoluções e Atas de Reuniões do Comitê Científico podem ser acessadas pelo endereço: <https://drive.google.com/drive/folders/1c5hyNt6sollKuSO-AjEQo7uKvWfIJXtp>. Acesso em: 30 ago. 2024.

conhecimento científico se estabelecesse como elemento crítico para o sucesso do Sistema e para o reconhecimento das atividades do estado no âmbito nacional e internacional (das Neves, 2010, p. 93).

Dentre os membros participantes daquele fundamental Comitê Científico, figuram ou figuraram expoentes da ciência climática, tais como, dentre outros: Luiz Gylvan Meira Filho, astrofísico, que foi presidente da Agência Espacial Brasileira de 1994 a 2000, ex-vice-presidente do IPCC e ex-copresidente do *Science Working Group* do IPCC, além de ter participado do grupo que negociou o Protocolo de Quioto e na equipe que criou o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)¹³⁶; Carlos Afonso Nobre, PhD em meteorologia pelo MIT, renomado pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa), tendo sido presidente, entre 2006 e 2008, do *International Advisory Group* do Programa de Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG-7) e membro do *High Level Scientific Advisory Panel on Global Sustainability* do Secretário Geral da ONU, dentre outros inúmeros papéis nacionais e internacionais na ciência sobre florestas e mudanças climáticas; além de outros destaques da área, como o já citado cientista pioneiro do REDD+, Daniel Nepstad, dentre outros (Figura 13 e Figura 14). Carlos Nobre, em entrevista a Fabrina Furtado,

afirmou que “o papel do comitê é apenas validar o método do *carbon accounting*, de quanto se deixou de desmatar, quanto representou de emissões evitadas e inclui cientistas de alto nível”. O mesmo, de acordo com Nobre, “tem neutralidade para avaliar os números”. Sobre o SISA, o climatólogo respondeu que “é uma boa ideia, inovadora, a primeira experiência à nível do estado, trata do valor da floresta como armazenamento de carbono e outros” (entrevista em 04 de maio, 2015) (Furtado, 2015, p. 211).

Figura 19 – 1ª Reunião do Comitê Científico do SISA



Fonte: Arquivo Pessoal Eufran Amaral.

¹³⁶ Conferir em <http://ica.usp.br/people/luiz-gylvan-meira-filho-1>. Acesso em 24 mar 2024.

Figura 21 – 2ª Reunião do Comitê Científico do SISA



Fonte: Arquivo Pessoal Eufan Amaral.

O Comitê Científico continua tendo papel central e essencial no Sistema, tendo sido especialmente importante nos anos iniciais do SISA, diante da falta (como dito anteriormente) de consolidação de um padrão internacional (*standard*) específico para abordagem jurisdicional àquela época¹³⁷. A ocorrência de tal “*gap*” exigiu que o Estado do Acre desenvolvesse um conjunto de procedimentos de medição e monitoramento de desmatamento. Isso ocorreu por meio de um centro de geoprocessamento, e garantia de salvaguardas socioambientais, constituindo o *Acre Carbon Standard*. Os dados de monitoramento gerados no Estado eram posteriormente analisados e validados pelo Comitê Científico – como mencionado por Carlos Nobre – que atestava a robustez e veracidade dos dados de “*carbon accounting*” e gerava uma “Resolução de Conformidade”. Isso permitia ao IMC promover a *Issuance* (emissão) de título de reconhecimento da quantidade correspondente de redução de emissões certificadas, em toneladas de carbono equivalente (tCo2e).

Esses “créditos de carbono” foram, posteriormente, registrados na maior plataforma internacional de registro (Markit, hoje S&P Global Markit), acompanhados de documentos comprobatório das efetivas reduções e de salvaguardas garantidas. Cada tCO2e de redução passou a receber um número serial – constituindo-se, então, efetivamente, em “um” “crédito de carbono” cada. Isso posteriormente permitiria a transação desse ativo como “pagamento por resultado” ou no “mercado

¹³⁷ O Estado do Acre trabalhou em parceria com a *Verified Carbon Standard* (VCS), atual Verra, na construção e implantação do *Jurisdictional and Nested REDD+ framework* (JNR), mas nenhuma jurisdição, inclusive o Acre, finalizou a certificação por tal padrão.

voluntário”, conforme será visto e mais bem detalhado no Capítulo 4.

Dentre os vários modelos legais possíveis para que o Estado do Acre passasse a realizar transações de mercado com créditos de carbono, o que se mostrou mais adequado juridicamente foi a criação de uma sociedade de economia mista. Trata-se de uma sociedade anônima de natureza jurídica privada com controle acionário do Estado, o qual passaria ser responsável pela exploração econômica do referido ativo.

Essa abordagem jurídica foi adotada em razão do previsto no art. 173 da Constituição da República, o qual estabelece que ao Estado não seja permitida a exploração econômica direta, salvo por imperativo de segurança nacional ou por relevante interesse público, nos termos da lei. A lei federal editada, por sua vez, determina que o Estado somente atue no mercado por meio de empresa pública ou de sociedade de economia mista e de suas subsidiárias, conforme dispõe o art. 2º da Lei Federal nº 13.303¹³⁸, de 2016, que regulamenta o citado art. 173 da CF:

Art. 2º A exploração de atividade econômica pelo Estado será exercida por meio de empresa pública, de sociedade de economia mista e de suas subsidiárias.

§ 1º A constituição de empresa pública ou de sociedade de economia mista dependerá de prévia autorização legal que indique, de forma clara, relevante interesse coletivo ou imperativo de segurança nacional, nos termos do caput do art. 173 da Constituição Federal.

[...] (Brasil, 2016) [grifos nossos]

Esse contexto normativo, portanto, determina uma obrigatoriedade de se estruturar atividades de mercado do Estado por meio da Administração Indireta. No caso do Acre, utilizando-se da Companhia de Desenvolvimento Sustentável do Estado do Acre – CDSA¹³⁹, prevista no art. 15 da Lei do SISA, de nº 2.308, de 2010, a qual autorizou a sua criação e estabeleceu as seguintes competências:

Art. 15. Fica o poder público estadual autorizado a criar a Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais do Estado do Acre, sob a forma de sociedade anônima de economia mista, com prazo de duração indeterminado, sede e foro na cidade de Rio Branco, a ser supervisionada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA e com a finalidade de: (Redação dada pela Lei Complementar nº 300, de 09/07/2015)

I - desenvolver estratégias voltadas à captação de recursos financeiros e investimentos nos programas, subprogramas e planos de ação;

II - captar recursos financeiros oriundos de fontes públicas, privadas ou multilaterais, sob a forma de doações e/ou investimentos;

¹³⁸ Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13303.htm. Acesso 30 Ago 2024.

¹³⁹ Conheça a Companhia em <https://cdsabusiness.com.br/>, acesso 30 Ago 2024.

- III - criar os planos de ação e projetos a eles relacionados;
- IV - assessorar a concepção e execução de projetos especiais de serviços ambientais, por expressa solicitação dos potenciais proponentes;
- V - executar programas, subprogramas, planos de ação e projetos;
- VI - estabelecer parcerias para a criação e execução de subprogramas, planos de ação e projetos de serviços ambientais;
- VII - gerir e alienar, na medida de suas competências, os ativos e créditos resultantes dos serviços e produtos ecossistêmicos oriundos dos programas, subprogramas, planos e projetos; e
- VIII - outras previstas em regulamento ou estabelecidas no ato de criação da agência.
- VIII - outras previstas em regulamento ou estabelecidas no ato de criação da Companhia. (Redação dada pela Lei nº 2.850, de 14/01/2014) (Acre, 2010b) [grifo nosso].

Além de poder gerir e alienar os créditos do Estado, oriundos do programa de carbono do SISA (o ISA Carbono) – conforme inc. VII acima destacado – e a depender das condições de mercado e exigências de negócios específicos, a CDSA também pode utilizar-se da internalização dos referidos créditos como ativos próprios, nos termos da Lei Estadual nº 2.728, de 21 de agosto de 2013¹⁴⁰, que assim prevê:

Art. 1º Fica o Poder Executivo autorizado a transferir reduções certificadas de emissões de dióxido de carbono de titularidade do Estado para a sociedade de economia mista denominada Companhia Agência de Desenvolvimento de Serviços Ambientais do Estado do Acre S/A, para fins de integralização e/ou aumento do capital social, no equivalente a até cem milhões de toneladas (Acre, 2013).

Na prática, esse repasse de ativos à CDSA é precedido de uma avaliação de mercado do valor que se pretende transferir (na primeira vez foi feito pela FGV). O valor correspondente ingressa na contabilidade do Estado e, após essas providências, uma integralização é feita pelo Estado na empresa. Esta recebe as ações correspondentes e, conseqüentemente, um aumento de capital social do Estado na CDSA, que passa a ter um patrimônio próprio dos créditos de carbono. Então, os créditos podem ser comercializados no mercado em nome da CDSA.

A CDSA também pode criar empresas subsidiárias e participar da constituição acionária de empresas e/ou fundos privados de caráter estratégicos. Essa participação pode ser majoritária ou minoritária, dependendo de decisão da assembleia geral de acionistas ou do Conselho de Administração, conforme estabelece o art. 15A da lei do SISA, na forma da Lei nº 2.850, de 2014.

A Lei do SISA permite, ainda, de acordo com seu art. 18, a utilização de

¹⁴⁰ Disponível em: <https://legis.ac.gov.br/detalhar/3075>. Acesso 30 Ago 2024.

fundos públicos como instrumentos econômicos e financeiros do Sistema. Dentre eles fundos estaduais (inclusive com permissão de aplicação desses recursos em fundos de investimentos regulados pela CVM) e fundos públicos nacionais (como o Fundo Amazônia). Além de acordos bilaterais ou multilaterais sobre o clima; doações de entidades nacionais e internacionais, públicas ou privadas; contratos de gestão e convênios; investimentos privados diretos, dentre outros instrumentos de mercado.

O art. 39 da Lei do SISA deixa explícito, também, que o Estado fica autorizado, por si ou por meio de sua administração indireta, a alienar créditos de serviços ambientais e produtos ecossistêmicos vinculados à sua titularidade, No entanto, devem ser devidamente reconhecidos ou certificados, vinculados ao ISA Carbono ou reconhecidos no âmbito da UNFCCC. A Lei prevê, ainda, a possibilidade de utilização de outros “mecanismos e regimes de mercado de comercialização de créditos”, inclusive utilizando-se da Bola de Valores, Mercadoria e de Futuros e entidades administradoras de mercado de balcão organizado (autorizados pela CVM). Além destes, possibilita o acesso ao Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE) ou em “outros mercados nacionais ou internacionais que respeitem a legislação nacional e internacional em vigor” (Acre, 2010b).

Contextualmente, em 2010 os Estados da Califórnia (EUA), Acre (Brasil) e Chiapas (México) assinaram um memorando de entendimento (MOU) para criação de um “*REDD Offset Working Group – ROW*”¹⁴¹, com os seguintes objetivos: 1) estabelecimento de mecanismos institucionais necessários para a Califórnia reconhecer os *offsets* internacionais baseados em REDD; 2) indicar os requisitos para o programa jurisdicionais de REDD alcançarem os níveis de *compliance* exigidos pelo ETS da Califórnia; e 3) definir quais as bases de performance de redução de emissões do setor florestal deveriam ser estabelecidos (Lopes; Nepstad; Broekhoff; Asner; Passero; Riggs; Vidal; Janson-Smith; Brunnelo; Boyd, 2012, p. 2)¹⁴².

¹⁴¹ Relatório final de recomendações do grupo de trabalho ROW encontra-se disponível em <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/cap-and-trade/sectorbasedoffsets/row-final-recommendations.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹⁴² Conforme descrevem Gueiros, Jodoin, Le Sève, Mason e Nassiry (2023, p. 5), “empreendedores de políticas públicas, incluindo o secretário de meio ambiente do Acre, ONGs e o próprio governador, aproveitaram o impulso internacional das discussões sobre REDD+ da UNFCCC a partir de 2007 e as negociações com a Califórnia, para colocar uma política jurisdicional na agenda do estado. O governo

Em 2012, o primeiro financiamento efetivamente alavancado pelo SISA foi o acesso ao Programa Global REDD *Early Movers* (REM). Uma iniciativa do Governo alemão baseada em pagamento por resultados e posteriormente apoiado pelo governo Britânico. O programa, “tem por objetivo apoiar e premiar países ou entes subnacionais que assumiram iniciativas pioneiras de REDD+, e comprovaram resultados de conservação de suas florestas” (Acre, 2022, p. 1). O Estado assinou, naquele ano, um contrato do REM com o Banco de Desenvolvimento Alemão KfW, na quantia de 25 milhões de Euros, com uma segunda fase contratada em 2015 no valor de 30 milhões de Euros, em um total de 55 milhões de euros, a título de pagamento por resultados (cerca de R\$ 300 milhões de reais) (Acre, 2024)¹⁴³.

Os contratos obrigavam o KfW a não revender os créditos de carbono que comprava, mas sim a “aposentá-los”. Em outras palavras, o banco não estava comprando os créditos para compensar a sua poluição, a fim de cumprir os compromissos assumidos no âmbito do *cap-and-trade* da União Europeia. A sua compra também não foi especulativa, procurando revender os créditos nesse ou noutro mercado de carbono. Em vez disso, foi de apoio, parte de um programa para apoiar os “pioneiros” em REDD (Greenleaf, 2017, p. 152) (tradução própria).

O Estado do Acre encontra-se negociando, ainda, um contrato de compra e venda de reduções de emissões certificadas (crédito de carbono) com a LEAF *Coalition*¹⁴⁴, uma parceria público-privada formada por participantes corporativos, como Amazon, BlackRock, Nestlé, airbnb, Unilever, Walmart, Volkswagen, Bayern, dentre outros. Além, há participantes soberanos, como a Noruega, o Reino Unido, os EUA e, mais recentemente, a Coreia do Sul. A iniciativa, na prática, se dá por meio da representante legal da Coalização, a *Emergent*¹⁴⁵, uma organização sem fins lucrativos que funciona como mecanismo jurídico de transação do LEAF (mais informações no Capítulo 4).

Na COP 28 de Dubai, em dezembro de 2023, as partes anunciaram que o Acre se tornara o primeiro estado brasileiro a assinar uma carta de intenção de negociação de um contrato de compra e venda de créditos. O suprimento potencial é

esperava financiar o SISA usando uma variedade de mecanismos financeiros, incluindo créditos de carbono e pagamentos baseados em resultados. A relação do Estado com a Califórnia foi um importante incentivo para a adoção da política. Representava uma perspectiva credível de que o Acre poderia eventualmente compensar as emissões da Califórnia” (tradução própria).

¹⁴³ Conferir dados sobre o programa em <https://programarem.ac.gov.br/programa-rem-acre/>. Acesso 30 Ago 2024.

¹⁴⁴ Conferir <https://www.leafcoalition.org/pt/home/>. Acesso 30 Ago 2024.

¹⁴⁵ Conferir <https://emergentclimate.com/>. Acesso 30 Ago 2024.

de cerca de 10 milhões de toneladas de redução de emissões (Emergent, 2023, p. 1), em um potencial negócio da ordem de até meio bilhão de reais (cujas negociações encontra-se ainda em andamento, no momento da finalização desse estudo. Há, também, negociações avançadas da Coalizão LEAF com o Estado do Pará).

O cenário acima exposto demonstra o grande e diversificado leque de opções¹⁴⁶ de atuação do SISA e sua governança na monetização do Sistema (tanto mercado quanto pagamento por resultado) trazido pelo legislador. Isso se justificava diante do fato de que as formas exatas pelas quais os recursos fluiriam para esse tipo de iniciativa ainda eram incertos à época (2010-2013), considerando que a iniciativa acreana fora a primeira abordagem jurisdicional, conforma já destacado.

Essa estrutura legal, com seus princípios e conceitos, bem como a criação de instrumentos participativos, regulatórios, científicos, econômicos e financeiros inovadores, permitiu que o Estado do Acre estivesse na ponta de lança desse processo. Possibilitou ainda sua participação na estruturação de mecanismos de financiamento climático para geração de uma economia de baixas emissões de carbono e alta integridade ambiental e social. Esta estrutura, ainda na década de 2020, tornou-se uma das pioneiras do mundo sobre o tema.

O contexto institucional e de governança acima descrito não é infalível, mas mostrou-se resiliente. A transição de governo de 2018/2019 impôs grandes desafios para o sistema, com uma mudança de eixo político no Estado. Tal fato levou a uma reforma administrativa de início de governo, resultando em alteração da lei de estrutura institucional do Estado. Como consequência, houve a extinção do Instituto de Mudanças Climáticas, elemento central da governança climática no estado e centro regulador do SISA, como já descrito.

¹⁴⁶ “Mais recentemente, os principais desenvolvimentos internacionais no financiamento jurisdicional de REDD+ levaram a uma maior ação dos Estados brasileiros, como a decisão tomada pela Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO), em 2020, de aceitar créditos de carbono jurisdicionais de REDD+ em seu Esquema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional (CORSIA); o compromisso da Coalizão para a Redução das Emissões através da Aceleração do Financiamento Florestal (LEAF), em 2021, de mobilizar um bilhão de dólares para iniciativas jurisdicionais destinadas a travar a desflorestação; e as decisões tomadas na Conferência das Partes (COP) 26 e 27 para apoiar o desenvolvimento de soluções baseadas no mercado ao abrigo do artigo 6 [do Acordo de Paris]. O compromisso da Coligação LEAF tem sido particularmente influente: oito estados da Amazônia apresentaram propostas em 2021 para iniciar o processo de qualificação para receber fundos do regime”, destacam Gueiros, Jodoin, Le Sève, Mason e Nassiry (2023, p. 2) (tradução própria).

Entretanto, com a edição de nova lei, e a consequente repriminção da lei anterior, promoveu-se a reinstalação legal do IMC. Consequência da pressão da sociedade civil participante das estruturas coletivas no SISA, bem como da resiliência de empreendedores públicos, inclusive por meio diálogos promovidos por financiadores alemães e britânicos e a ciência pelo novo governo de que o programa REM/KfW possuía milhões de reais bloqueados por falha no sistema de governança. Dessa forma, tais recursos poderiam ser utilizados para financiar políticas ambientais e de desenvolvimento sustentável no Estado. Nesse sentido,

em alguns casos, foram necessários recursos significativos para renovar o interesse e a propriedade do governo, embora esses esforços tenham sido facilitados por fortes estruturas institucionais existentes. No Acre, um dos pioneiros de REDD+ e membro fundador do GCFTF, a mudança de governo representou um afastamento potencial da década anterior de ação ambiental. No entanto, com as instituições de REDD+ em funcionamento (o Instituto de Mudanças Climáticas – IMC e o CDSA – órgão responsável pelos serviços ambientais), a tarefa política de ajudar o novo governador a reconhecer os benefícios do REDD+ para o desenvolvimento econômico foi apoiada pelo quadro jurídico e político existente (UNDP, 2020, p. 10) (tradução própria).

A governança do SISA mostrou resiliência, e o novo governo passou a ratificar e apoiar politicamente as iniciativas do sistema. Assim, ao longo de todo esse processo de uma década e meia, o Estado reiterou sua forte presença como fonte de subsistência para populações rurais e florestais. “O SISA dotou o Estado de forma, caráter e poder. Esse programa governamental, aparentemente neoliberal, reformulou o Estado acreano como provedor de assistência social, expandindo e remodelando seu poder” (Greenleaf, 2017, p. 150) (tradução própria).

A manutenção desse movimento público na próxima década exige uma nova camada de inovação sobre o trabalho feito há mais de uma década: uma inovação que dê escala, encontre novas fontes de financiamento, diminua custos e permita mais transparência e liquidez no mercado de carbono. Uma tecnologia inovadora surgiu nesse período, uma do tipo seminal, fundamental, que tem o potencial de oferecer confiabilidade necessária nesse contexto. É o que se verá no Capítulo a seguir.

3 COMPREENENDO A TECNOLOGIA BLOCKCHAIN

3.1 Blockchain: o protocolo da confiança

O Blockchain, um dos objetos de estudo neste trabalho, é uma tecnologia com grande potencial de impacto sobre um tema de fundamental importância para o mundo moderno: a questão da “confiança”. Assim, antes de se detalhar o conceito e funcionamento técnico da tecnologia Blockchain – como condição teórica necessária à pesquisa –, pretende-se tratar inicialmente sobre a importância e o papel da confiança na economia e nas relações jurídicas, de forma a se dar contexto, propósito, significado e relevância quanto ao debate acadêmico proposto.

3.1.1 Por que a “Confiança” Importa? A Economia e o “terceiro confiável”

Há um senso comum sobre a questão de “confiança”, coloquialmente relacionando-se à fé que se tem na previsão e na esperança de um comportamento futuro positivo de uma pessoa ou instituição. Conforme destaca Ketzer, “confiança é uma necessidade humana. Os homens só são capazes de sobreviver em sociedade, e a sociedade só pode manter-se, na medida em que se estabeleça uma relação de confiança entre as pessoas que a constituem” (Ketzer, 2016, p. 498–499) (tradução própria).

A confiança se entrelaça na dinâmica de inúmeras relações humanas, inclusive, e especialmente, nas transações econômicas das sociedades complexas e heterogêneas contemporâneas. Para J.S. Mill, citado por Knack (2001), “a vantagem para a humanidade de ser capaz de confiar uns nos outros penetra em cada fenda e canto da vida humana: o aspecto econômico é talvez a menor parte disso, ainda que mesmo esta seja incalculável” (Knack, 2001, p. 33) (tradução própria).

De fato, a economia globalizada somente se tornou possível na prática em razão da construção de enormes redes de confiança, de forma a se criar meios estáveis e razoavelmente previsíveis para estabelecimento de transações econômicas. As bases foram lançadas há centenas de anos: no Século XIV, mercadores e banqueiros Italianos começaram a utilizar o sistema de contabilidade de dupla entrada, que é o registro da correlação de créditos e débitos (entradas e saídas). Esse método, tornado possível pela adoção de numerais arábicos, oferecia

aos mercadores uma ferramenta *confiável* de registro de transações, ao mesmo tempo em que tornou os banqueiros intermediários poderosos no sistema internacional de pagamentos (Casey; Vigna, 2018). De fato,

por milhares de anos, remontando à Babilônia de Hamurabi, os livros-razão têm sido a base da civilização. Isso ocorre porque as trocas de valor nas quais a sociedade se fundamenta exigem que confiemos nas alegações uns dos outros sobre o que possuímos, o que nos é devido e o que devemos. Para alcançar essa confiança, precisamos de um sistema comum para registrar nossas transações, um sistema que dá definição e ordem à própria sociedade (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria).

A consolidação de um sistema seguro e confiável para essa tarefa no mercantilismo emergente ocorreu no final do Século XV, quando Luca Pacioli, um monge franciscano e matemático, codificou essas práticas em um manual de contabilidade, onde o registro de “dupla entrada”. Para ele, tratava-se de um mecanismo não somente fruto de um cálculo matemático, mas estabelecido como uma obrigação moral.

Nessa perspectiva, os mercadores e banqueiros deveriam manter um equilíbrio entre entradas e saídas – um débito correspondente a um crédito; um passivo a um ativo - como condição de respeitabilidade e credibilidade. Nos séculos seguintes, um livro contábil limpo passou a ser sinal de honestidade, permitindo aos banqueiros se tornarem intermediários confiáveis para a circulação de dinheiro. Esse fato histórico, baseado na confiança estabelecida nesse “terceiro confiável”, permitiu o surgimento da Renascença e pavimentou a uma explosão capitalista que viria a mudar o mundo nos séculos seguintes (Casey; Vigna, 2018).

Em evento simbólico para a economia contemporânea, três séculos depois, conforme descrito por Werbach (2018, p. 1), em 1792, vinte e quatro corretores de títulos do governo e ações de empresas de *Wall Street*, conhecidos entre eles e vizinhos na ilha de Manhattan, embaixo de uma árvore de “*buttonwood*”, assinaram o documento fundante do que viria a se tornar a Bolsa de Nova Iorque (NYSE) e, assim o fazendo, transformaram o mundo dos negócios. O objetivo inicial era simplesmente estabelecer relações que permitissem suplantarem intermediários que manipulavam preços dos títulos e ações.

Entretanto, hoje em dia, a DTCC – *Depository Trust & Clearing Corporation*, uma das empresas fruto do “acordo de *buttonwood*” – e que cuida da custódia e liquidação das transações do mercado americano – processa negócios na ordem de 2,5 *quatrilhões* de dólares anualmente (DTCC, 2024). O que denota, de forma

inconteste, a importância, o impacto e o poder desses “terceiros confiáveis” no funcionamento da economia mundial globalizada.

A história de como passamos das fundações da Bolsa de Valores de Nova Iorque (NYSE), no século XVIII, para o sistema financeiro global contemporâneo pode ser contada de muitas formas. Utilizo-a aqui para ilustrar uma história ainda maior. **O que uniu os primeiros corretores da bolsa foi a mesma força que levou a DTCC a deter praticamente todas as ações transacionadas nos Estados Unidos.** [...] É um **fator crítico frequentemente subestimado** no destino das nações e das relações humanas. **É simultaneamente o objetivo do sistema jurídico e o que assume o lugar onde a lei termina. É a confiança.**

A confiança é a Buttonwood da sociedade: as suas raízes são profundas e os seus ramos estendem-se por todo o lado. É invisível e difícil de identificar. No entanto, **a dinâmica da confiança** - as suas arquiteturas - **influenciam praticamente todos os aspectos do mundo que vemos à nossa volta** (Werbach, 2018, p. 1) (grifos nossos) (tradução própria).

Nesse contexto, como a confiança se enquadra nas relações econômicas e como pode influenciá-las? Isso ocorre, basicamente, por dois caminhos diferentes: um microeconômico e outro macropolítico. No nível micro, proximidade pessoal e confiança podem reduzir os custos de transação, fazer cumprir-se contratos e facilitar créditos a investidores; no nível macro, a coesão social que subjaz à confiança pode fortalecer a democracia e a Administração, além de aumentar a qualidade das políticas públicas (Knack, 2001, p. 1). Assim, a confiança, seja por dissuasão ou por benevolência, de fato facilita ações coletivas mutualmente benéficas e reduz custos de transação na economia (Knack, 2001, p. 10).

Especificamente quanto aos custos de transação – que são os recursos dispendidos para negociar, organizar e supervisionar acordos e transações – destaca-se a teoria consolidada por Oliver Williamson. O ganhador do prêmio Nobel de economia em 2009 demonstra que pessoas produzem e realizam trocas em mercados, empresas ou governos a depender dos “custos de transação” relativos a cada instituição, tornando essencial às instituições gerenciarem adequadamente seus livros contábeis (Berg; Davidson; Potts, 2017).

Essas questões explicam grande parte das razões pelas quais os terceiros confiáveis continuam relevantes: os negócios dependem do nível de confiança e o nível de confiança impacta no custo de transação, influenciando quando e como as transações ocorrerão. Desse modo fica evidente a importância do “problema da confiança”, questão central nas economias contemporâneas.

Uma forma de enfrentar o referido “problema da confiança” é reduzir a assimetria de informações entre partes, diminuindo-se a desconfiança quanto às possíveis “ações ocultas” da outra parte. Isso, todavia, acaba por resultar em custos

que oneram a relação – os custos de transação – a ponto de, em circunstâncias complexas de transação, levar até mesmo à inviabilidade econômica do negócio. É por essa razão, e nesse contexto, portanto, que a figura de “terceiros confiáveis” se fortalece. Ao centralizar informações relevantes e seguras em escala (portanto de forma mais barata e eficiente), o “terceiro confiável” oferece-se para reduzir, por ato próprio, a assimetria de informações relevantes para as partes (Pimenta, 2020, p. 213). Nesse sentido,

A grande vantagem do *terceiro confiável* está no fato de que opera *em escala*. Os custos que ele tem para reduzir a assimetria de informações relevantes entre os contratantes é bem menor do que se cada contratante fosse fazê-lo sozinho, com seus próprios meios e recursos. Para um banco, operadora de cartão de crédito, corretora ou bolsa de valores, é muito mais barato e rápido identificar e prevenir as possíveis intenções ou ações ocultas dos contratantes que atuem naquele setor, pois o faz de forma especializada, reiterada e constante, o que reduz o custo por verificação realizada. É o que se denomina “economia de escala”. Além disso, os custos da existência e operações destes chamados *terceiros confiáveis* são diluídos, direta ou indiretamente, por todos os usuários de seus serviços, impactando menos para cada contratante (Pimenta, 2020, p. 214).

De fato, considerando que, no último século, as transações econômicas foram ocorrendo em sistemas sociais cada vez mais heterogêneos (portanto, mais impessoais e dependentes de intermediários), houve a necessidade de maiores esforços em se criar métodos e processos para que se mantivesse a confiança nas relações econômicas. Assim, ao longo do Séc. XX, nasceram exigências cada vez maiores de solidez para empresas atuarem na bolsa de valores, assim como investimento em avaliações mais robustas de tomadores de empréstimo, incluindo questão de garantias etc. Nesse sentido, as transações passaram a ser realizadas cada vez mais baseadas em *instituições formais*, e cada vez menos na confiança pessoal. Esse movimento se consolidou com o surgimento de padronização contábil e estabelecimento de associações profissionais, além de legislações específicas sobre “valores mobiliários” (*securities*). Dessa forma, buscou-se fortalecer a confiança nas relações econômicas por meio da regulação e supervisão desses terceiros confiáveis (Knack, 2001, p. 9). Entretanto,

a ação destes *terceiros confiáveis* não extingue o *problema da confiança*, mas, apenas, desloca seu foco. Deixa de ser relevante crer na índole do outro contratante, mas passa a ser fundamental, para todos que ali atuem, a credibilidade do *terceiro confiável* que funcione naquela transação, seja a bolsa de valores, o banco ou a sociedade corretora. Constata-se, assim, uma característica comum a todos estes *terceiros confiáveis*: eles atuam como “centralizadores da confiança” naquele mercado, concentrando, em suas operações, a crença de todos os contratantes daquele setor, quanto ao cumprimento futuro das obrigações contratadas entre eles (Pimenta, 2020, p. 215).

Realmente, considerando a complexidade das sociedades contemporâneas, diante da dificuldade em se conhecer a outra parte de um contrato específico, e muito menos ainda de determinar se vão agir com integridade na reação, passa-se a depender dessas terceiras partes para manter registros das transações – e esses intermediários colhem grande parte do valor gerado na economia (Tapscott; Tapscott, 2016, p. 26–27). Por outro lado, se não houver meios de garantir a confiança entre partes, a inovação é desencorajada, pois os empreendedores teriam que investir cada vez mais tempo monitorando parceiros, empregados e fornecedores, tendo menos tempo para criar inovação em produtos e processos (Knack, 2001, p. 2).

Em síntese, em um mundo de sociedades complexas e impessoais, que é cada vez mais interconectado, a questão confiança – em geral estabelecida por terceiros confiáveis – é fundamental para o crescimento econômico e social. As instituições e intermediários dessa “confiança”, seja sobre transação de bens e serviços ou sobre dados e informações¹⁴⁷, passam a agir como “porteiros” (*gatekeepers*) do desenvolvimento contemporâneo, tendo enorme importância econômica e poder sobre os usuários de seus serviços. Nesse sentido,

Permitimos que gestores centralizados de confiança, como bancos, bolsas de valores e outros intermediários financeiros, se tornassem indispensáveis, e isso os transformou de intermediários em *gatekeepers*. Eles cobram taxas e restringem o acesso, criando fricção, restringindo a inovação e fortalecendo seu domínio de mercado (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria).

A confiança, portanto, é algo mais complexo do que aparenta inicialmente e, para entender o potencial e os riscos da utilização do blockchain nesse contexto, deve-se iniciar examinando o conceito de “*trust*” e suas manifestações no mundo contemporâneo (Werbach, 2018, p. 20).

Ainda que seja questão central na economia e no direito, o termo “confiança”, por ser tão utilizado no dia a dia e, portanto, comum na linguagem informal, esconde

¹⁴⁷ Em termos da circulação e curadoria de informações no ambiente da Internet, destaque-se que a necessidade de confiança, “o seu custo e a dependência de intermediários para o fornecer é uma das razões pelas quais gigantes como o Google, o Facebook e a Amazon transformam economias de escala e vantagens de efeito de rede em monopólios de fato. Estes gigantes são, na verdade, guardiões de registros centralizados, construindo vastos registros de ‘transações’ naquela que é, indiscutivelmente, a ‘moeda’ mais importante do mundo: os nossos dados digitais. Ao controlarem esses registros, controlam-nos”, nas palavras de Casey e Vigna (2018) (tradução própria).

em si inúmeros sentidos derivados. Estes surgem nas diferentes circunstâncias em que o termo é utilizado, sem que se percebam as nuances e significados distintos – e juridicamente relevantes no contexto do estudo sobre blockchain. É o que se verá a seguir.

3.1.2 O Que é, Afinal, “Confiança”? O caminho até o blockchain

No contexto em que confiança se apresenta com o grau de importância na sociedade e na economia contemporânea descrito acima, entender o significado próprio do termo “confiança” (referente ao termo “*trust*”, na língua inglesa), e suas variantes, é essencial e necessário. Isso, inclusive para se identificar as nuances do termo quando utilizado no contexto da tecnologia blockchain, que tem a pretensão de mudar fundamentalmente o papel da confiança na sociedade.

Nem sempre uma relação jurídica ou econômica depende da confiança no conceito de “*trust*” para ocorrer. De fato, a depender do contexto, o que se chama coloquialmente de “confiar”, na realidade está ligado a institutos correlatos à confiança, mas com variáveis significantes fundamentalmente distintas.

Assim, conforme relembram Becker; Bodó, a noção de confiança (*trust*) é de significado fundamental. Grande literatura já fora escrita sobre o tema por expoentes como Fukuyama¹⁴⁸, Gambetta¹⁴⁹, Giddens¹⁵⁰ e Luhmann¹⁵¹ e outros. Isso, todavia, pode levar a uma confusão conceitual quando a questão da confiança é trazida para o contexto das tecnologias digitais (Becker; Bodó, 2021, p. 2), pois elas envolvem novas formas de transação. Com o surgimento de novos sistemas e especialistas, com a exclusão de algumas e inclusão de outras camadas de relações, o resultado é

¹⁴⁸ Francis Fukuyama, cientista político, explora o tema em sua obra “*Trust: The Social Virtues and the Creation of Prosperity*”, definindo confiança como um “capital social”, essencial para o funcionamento de sociedades e economias complexas.

¹⁴⁹ Diego Gambetta, sociólogo, trata do tema da “confiança” inclusive em “situações extremas”, destacadamente em seu livro “*The Sicilian Mafia: The Business of Private Protection*”.

¹⁵⁰ Anthony Giddens, sociólogo britânico, permeia diversas obras com a questão da confiança e sua relação com a modernidade, debatendo sobre a importância da confiança para equilíbrio social; conferir, dentre outras, as suas obras “As Consequências da Modernidade” e “Modernidade Reflexiva”, esta última escrita em parceria com Ulrich Beck e Scott Lash.

¹⁵¹ Renomado sociólogo alemão, Niklas Luhmann discute detalhadamente o tema da confiança em seu livro “*Trust and Power*”, colocando a questão da confiança como elemento fundamental para reduzir a complexidade das interações sociais, sendo a confiança, assim, um meio que facilitaria a sociedade funcionar de formas mais complexas.

a necessidade de uma reinterpretação, ou interpretação aplicada ao novo contexto, das teorias já existentes.

Além desse desafio, há também o fato de que palavras estabelecidas na literatura acadêmica em língua inglesa para o tema, como *trust*, *confidence* e *rely* - e suas variantes, como *reliance*, *trustworthiness*, *reliability*, *distrust*, *trustless*, *trustworthy* – são, em geral, traduzidas para o português utilizando-se somente a palavra “confiar” (ou termos derivados, tais como confiança, desconfiança, confiável etc.). Mesmo que, no inglês, tais termos possuam diferenças fundamentais de significados. Esse uso difundido de uma única palavra em português – “confiança” – para expressar significados originalmente distintos, dificulta a compreensão teórica do tema, de forma que uma melhor conceituação dos termos, em língua portuguesa, se mostra necessária.

Qual a importância desta distinção conceitual para a presente pesquisa? Na verdade, em geral o blockchain é apontado justamente como uma eventual solução alternativa para o “problema da confiança”, por meio da desintermediação segura e transparente baseada em banco de dados distribuído criptografado. Como será detalhado posteriormente, no âmbito do blockchain, a definição sobre o que é essa “confiança” que se pretende revolucionar é tarefa Central.

A referida tecnologia, aliás, é comumente descrita como um “protocolo da confiança” (*the trust protocol*¹⁵²) ou uma “máquina da confiança” (*trust machine*¹⁵³), ou ainda como uma plataforma em que não é necessário confiar em outra parte para realizar uma transação (portanto, *trustless*)¹⁵⁴. Assim, definir-se qual problema o blockchain de fato pode resolver, ou, em outras palavras, de qual “confiança” se está a falar, é academicamente relevante.

¹⁵² Como descrito pela Revista Forbes em matéria contida no endereço <https://www.forbes.com/councils/forbestechcouncil/2024/07/08/the-trust-protocol-how-blockchain-is-redefining-security-and-transparency-in-business/>, acesso em 3 Set 2024.

¹⁵³ Como no título do Documentário sobre blockchain, do diretor Alex Winter (2018), intitulado “Trust Machine: the story of blockchain”. Disponível em <https://tv.apple.com/us/movie/trust-machine-the-story-of-blockchain/umc.cmc.cm4uhib7kfs16ryopo3d1fnf>, acesso em 3 Set 2024.

¹⁵⁴ Destacam Becker e Bodó (2021, p. 4): “como consequência, a tecnologia assume um papel importante na discussão pública e acadêmica atual sobre confiança e tecnologias distribuídas: alguns a veem como uma ‘máquina de criar confiança’ (Berkeley, 2015), como redutora do custo da confiança (Shahaab et al., 2020) ou como um facilitador de novos modos de confiança baseados em tecnologia — ‘confiança sem confiança’ (por exemplo, Werbach, 2018a, 2018b; Hoffmann, 2015) ou ‘confiança distribuída’ (Botsman, 2017) — que podem ter um impacto revolucionário na coordenação social mesmo fora do âmbito dos sistemas distribuídos” (tradução própria).

Aliás, essas discussões acadêmicas sobre conceito de “confiança” no contexto blockchain ocorrem também em inúmeras outras áreas de conhecimento – como ciência da computação, economia, direito e ciências sociais. Em geral, elas se deparam com duas controvérsias centrais: primeiramente, cuida-se da questão *conceitual* sobre a que realmente o termo “confiança” se refere, de forma a endereçar a questão epistêmica da confiança; a segunda controvérsia refere-se à questão *substantiva*, ou seja, sobre como o blockchain e a confiança estão relacionados na prática. Assim, busca-se a resposta sobre o impacto da tecnologia nas relações que exigem um terceiro confiável, indagando-se se aumenta a confiança, diminui a confiança, torna a confiança obsoleta ou representa uma mudança na natureza da confiança (Becker; Bodó, 2021, p. 4).

Em termos conceituais, no dizer de Filippi *et al*, confiança é uma relação em que uma parte (o “confiante”, ou *trustor*) decide voluntariamente, em uma condição de risco e incerteza, depender de outra parte (o “confiado”, ou *trustee*) para cumprir uma determinada tarefa. Tal fato, baseando-se na crença de que a tarefa será cumprida pelo confiado no seu interesse (do confiante) – de forma que o “confiante” fica, em certa medida, em posição vulnerável em relação ao “confiado” (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 3). Complementarmente, para a Iniciativa Cripto Europeia (EUCI¹⁵⁵),

A confiança pode ser mais bem compreendida como um atributo relacional entre um ator social e outros atores (confiança interpessoal), atores e instituições (confiança institucional ou sistêmica), e instituições e atores (confiantes) (confiança como expectativas compartilhadas), onde os quadros institucionais definem a natureza e a força das relações de confiança entre diferentes atores (European Crypto Initiative, 2024) (tradução própria).

Nesse sentido, conforme sustenta Hawley (2014), confiança pressupõe uma expectativa tanto em relação à competência quanto à disposição do confiado em agir conforme o interesse do confiante: “quando você confia a mim cuidar do seu filho, você considera que eu sou tanto capaz de cuidar de uma criança, quanto que eu vou exercer essa capacidade conforme o necessário (Hawley, 2014, p. 1)

¹⁵⁵ A *European Crypto Initiative* (EUCI) é uma organização sem fins lucrativos com sede em Bruxelas, atuando como um corpo de *advocacy* que objetiva influenciar a regulamentação da UE sobre blockchain, pretendendo que elas sejam abertas, *permissionless* e descentralizadas (*permissionless* refere-se a plataformas que não exigem autorização de uma autoridade central para que os usuários participem ou interajam com o sistema).

(tradução própria). O pesquisador de comportamento organizacional Roger Mayer, citado por Werbach (2018, p. 25), após pesquisar conceitos de confiança em diversas disciplinas, propôs uma definição integrativa do termo:

[Confiança é] a disposição de uma parte em se tornar vulnerável às ações de outra parte com base na expectativa de que a outra realizará uma ação específica importante para o confiante, independentemente da capacidade de monitorar ou controlar essa outra parte Werbach (2018, p. 25) (tradução própria).

Em outros termos, dizem Becker e Bodó (2021, p. 2), confiança é “o instrumento com o qual o confiante gerencia as contingências relacionadas a confiar que o confiado aja competentemente, no interesse do confiante em determinados contextos concretos” (tradução própria). Dessa forma, pode-se dizer que a

confiança tem três pré-requisitos. Primeiro, depende das atitudes e crenças do confiante. Segundo, é um fator da [con]fiabilidade [*trustworthiness*] (percebida) do confiado: suas ações passadas, reputação, qualidades verificáveis objetivamente ou baseadas na fé para ser competente, benevolente e manter integridade (Mayer et al., 1995). Terceiro, ambos os lados estão inseridos em ambientes institucionais mais amplos, que criam conhecimento compartilhado, um entendimento compartilhado das regras gerais do jogo e específicas do contexto (Shapiro, 1987; Zucker, 1985), e que podem fornecer garantias estruturais sobre o comportamento do confiado para o confiante. Estas últimas incluem instrumentos legais, como leis (Balkin, 2016; Hall, 2002), contratos (Foorman, 1997), órgãos governamentais regulatórios e de supervisão, códigos de conduta profissional, governança e garantia de qualidade, ou funções baseadas no mercado, como seguros contra riscos (Becker; Bodó, 2021, p. 2–3) (tradução própria)

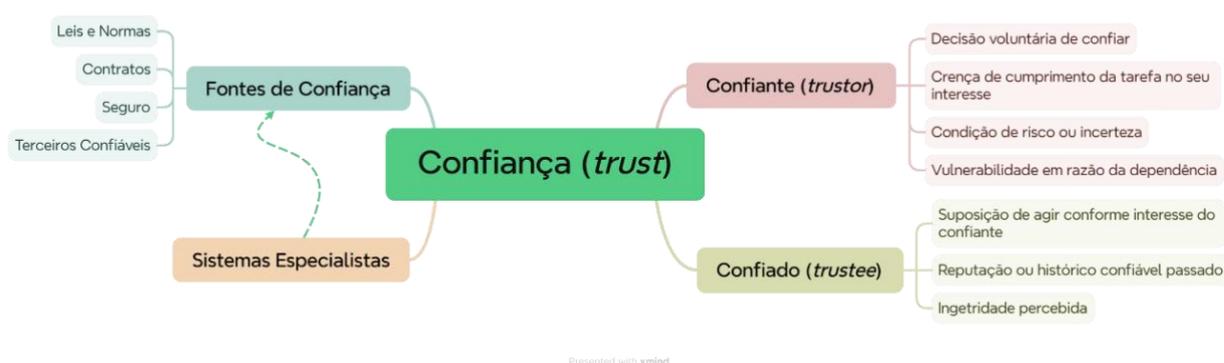
Em síntese, e colocado de outra forma, são elementos destas proposições conceituais sobre “confiança”: primeiro, o ato de confiar é voluntário, portanto dependente de uma percepção subjetiva de quem confia em relação à pessoa confiada; segundo, deve haver algum risco no ato, pois a confiança decorre de uma expectativa de que o confiado irá agir, em situação de incerteza, no interesse do confiante; terceiro, a confiança pressupõe algum grau de vulnerabilidade de quem confia, afinal, em uma situação em que não há riscos, não há verdadeiramente um “ato de confiança”, porque desnecessário; quarto, a confiança pode ser estabelecida por meio de instrumentos jurídicos e econômicos (contrato, lei, seguro)¹⁵⁶.

Portanto, antes de se entrar em uma relação de confiança, a pessoa confiante sempre toma uma decisão em relação a duas alternativas possíveis: uma que

¹⁵⁶ Nestes casos, em certas circunstâncias, podendo passar a se constituir, conforme argumentaremos a seguir, um ato de confiabilidade (*confidence*), e não de confiança (*trust*) propriamente dita.

envolve confiar no outro (e, portanto, introduzindo um elemento de vulnerabilidade e risco); e outra posição – muito mais segura – de adotar um baixo grau de confiança em relação ao outro e agir conforme essa perspectiva (e, portanto, reduzindo o risco), ou simplesmente não confiar (evitando de todo o risco) (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 3) (Figura 15).

Figura 23 – Mapa mental do conceito de "Confiança".



Fonte: produção própria

Mas se confiança envolve a (*cons*) ciência de certo “risco” – e não confiar significa evitar vulnerabilidades – por que então as pessoas confiam em intermediários? Assim se age por economia de recursos (físicos, de tempo, dinheiro etc.), ao se delegar, a terceiras partes, a execução de uma tarefa; ou por redução do nível de envolvimento direto necessário para garantir que uma tarefa seja cumprida, e com esperado grau de performance melhor (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 3). Leis, contratos, seguros, terceiros confiáveis e sistemas especialistas criam um contexto jurídico/institucional que permite eficiência econômica, viabilizando, por exemplo, que

bens e serviços possam ser fornecidos em troca de uma promessa de pagamento futuro. Credores emprestam dinheiro a devedores com a promessa de futura restituição. Gerentes contratam funcionários para realizar tarefas que são difíceis de monitorar ou medir. Investidores confiam em garantias por parte de empresas (e governos) de que eles não expropriarão esses ativos. Da mesma forma, poupadores confiam em bancos (e governos). De acordo com Arrow (1972, p. 357), "praticamente toda transação comercial contém em si um elemento de confiança, certamente qualquer transação conduzida ao longo de um período de tempo. Pode-se argumentar plausivelmente que grande parte do atraso econômico no mundo pode ser explicada pela falta de confiança mútua" (Knack, 2001, p. 1–2) (tradução própria).

A tecnologia Blockchain pode ser vista, nesse contexto, como um exemplo de

potencial alteração estrutural dessas fontes de confiança – e, assim, fundamentalmente impactante para a economia – ao se apresentar como representante da transição de uma forma pessoal de confiança, mediada por intermediários humanos, para um sistema em que os intermediários são baseados em uma tecnologia (Becker; Bodó, 2021, p. 6).

3.1.2.1 Confiança (*trust*) e Confiabilidade (*confidence*): um interlúdio

Antes de se demonstrar como e porque a tecnologia blockchain pode impactar as relações de confiança (e suas consequências), deve-se salientar uma diferenciação crucial, destacada por Filippi *et al* (especialmente importante para este estudo), sobre a (in)correção da ideia amplamente difundida de que sistemas baseados em blockchain seriam “*trustless*” ou “*trust-free*” (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 8). Na verdade, tais sistemas se ancoram, dizem os autores, em uma autoridade de intermediação baseada na “confiabilidade” (*confidence*) da tecnologia, e, em outra medida, na “confiança” (*trust*) nos atores sociotécnicos que desenvolvem e mediam esses algoritmos (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 8).

Assim, a diferenciação conceitual de *confiabilidade* (*confidence*) e de *confiança* (*trust*), se mostra necessária para, como já dito, identificar como, e em que medida, a tecnologia blockchain de fato tem o potencial de impactar as relações jurídicas, sociais e econômicas contemporâneas. Nesse sentido, os autores supracitados explicam que

Trust [confiança] e *confidence* [confiabilidade] são dois conceitos significativos e interrelacionados que descrevem e explicam o funcionamento das relações interpessoais e instituições na sociedade. Embora os conceitos de confiança e confiabilidade às vezes se sobreponham, [...] Será mostrado que a confiança é um fenômeno multifacetado que possui diferentes significados igualmente legítimos, mas que a confiabilidade denota um fenômeno mais preciso e distinto (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 2) (tradução própria).

Como visto anteriormente, *confiança* pressupõe uma relação entre partes onde há crença em um comportamento alinhado com uma expectativa positiva, em condições de vulnerabilidade do confiante, que assume certos riscos, na expectativa de um comportamento positivo de terceiro. Confiabilidade, por sua vez, não pressupõe uma percepção de risco, mas uma atividade vocacionada pela expectativa de “segurança”. Ao contrário da *confiança* (*trust*), *confiabilidade* (*confidence*) não exige que o indivíduo se coloque em posição vulnerável

(necessariamente e *a priori*), porque não opera sua decisão em “condições de incerteza”, mas de expectativa relativamente previsível de um resultado futuro altamente provável. Portanto, quando utilizado para descrever uma relação com pessoas, instituições ou sistemas, o “estado de confiabilidade” (*confidence*) ocorre com um senso de previsibilidade, com significativa redução do sentimento de risco que ocorreria ao entrar em tal relacionamento (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 4).

Confiabilidade, nesse contexto, não envolveria vulnerabilidade pessoal, pois “emerge de uma experiência ou evidência estatística de como o sistema opera – o que Simmel chama de ‘conhecimento indutivo fraco’” (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 4) (tradução própria).

Assim, em oposição à confiança [*trust*], que envolve julgamento individual, a confiabilidade [*confidence*] reflete um estado de espírito particular – ou seja, não se “decide” ser confiante, mas sim “se é” confiante de que um evento ocorrerá de uma maneira específica (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 4) (tradução própria).

Vale ressaltar que a confiabilidade, em última análise, também depende de algum grau de confiança ou confiabilidade em relação a outros atores e instituições de sistemas de nível mais alto. Conforme argumentado por Giddens (1990), a confiabilidade em situações diárias somente subsiste em razão da confiança que se deposita em uma variedade de “sistemas especialistas” (como sistema legal, conselhos profissionais e comunidades científicas). Nesses sistemas se acreditam oferecer “garantias” necessárias em questões nas quais não se tem habilidade para a verificação exaustivamente por si próprio (Giddens, 1990, p. 21).

No aspecto conceitual, Mannan *et al* propõem afastar-se a definição do blockchain daquelas abordagens de confiança, de forma a focar no que de fato a tecnologia traz à mesa: blockchain é uma “máquina de confiabilidade”. Isso, no sentido de aumentar a confiança de que na operação de um determinado sistema, e apenas indiretamente, por consequência, reduz-se a necessidade de confiança naquele sistema (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 11).

Assim, a confiabilidade é vista como uma característica dos sistemas blockchain, assegurando que eles funcionem de forma previsível e imutável, portanto sem a necessidade de um “salto de fé” (*leap of faith*, no dizer de Mannan *et al*) ou confiança emocional ou interpessoal que o termo “confiança” poderia implicar. Em outras palavras, a confiabilidade da tecnologia não está relacionada diretamente com a “confiança” em alguém (indivíduo ou instituição), mas na ciência da robustez e

“confiabilidade” do sistema em si. Isso, devido às suas características técnicas (criptografia e registro distribuído) que garantem transparência e imutabilidade, de forma a se ter a segurança de que as operações serão executadas conforme programado, sem interferência ou erro. “Esse é o motivo pelo qual, por exemplo, um entusiasta em um encontro de Bitcoin em Londres no final de 2014 me explicou: ‘Eu não acredito em políticos – mas acredito em matemática’” (Brekke, 2019, p. 73). De forma geral, a confiança em qualquer sistema blockchain decorre de

uma combinação de múltiplos elementos. Primeiramente, há confiança na rigorosidade matemática do algoritmo de *hash*¹⁵⁷, especialmente no que diz respeito aos primitivos criptográficos que constituem a base fundamental de um blockchain (por exemplo, criptografia de chave pública-privada, funções de *hash* etc.). A matemática não requer confiança, na medida em que pode ser provado que funciona de uma maneira particular. Isso leva a um nível muito alto de previsibilidade, uma vez que as regras do protocolo são garantidas pelo *design* tecnológico do protocolo blockchain (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 6) (tradução própria).

Entretanto, a tecnologia blockchain, que está por trás da criação do Bitcoin, surgiu consolidada em 2009 justamente na esteira de uma ampla “crise da confiança”, ainda não superada, decorrente da crise financeira de 2008. Desde então, as medidas de confiabilidade no governo e na mídia estiveram em baixas históricas; notícias e ecossistemas de informação não são confiáveis; preocupações sobre privacidade, segurança e vigilância de governos e empresas dominam o debate acadêmico sobre tecnologia (Werbach, 2018, p. 4). Nesse contexto de crise, que “máquina da confiança” é essa, que se apresentou como uma nave para uma suposta nova era de privacidade e veracidade?

3.2 Que Máquina é Essa?

Como visto anteriormente, a questão da confiança é primordial para o funcionamento da economia, sendo certo que, por toda a história moderna, a criação de mecanismos institucionais (terceiros confiáveis) e jurídicos (normas, contratos etc.) teve papel central na eficiência e na eficácia da produção de bens e serviços e das trocas comerciais.

¹⁵⁷ *Hash*, como será visto mais à frente, é um processo criptográfico utilizado para converter dados em uma representação não incompreensível diretamente, utilizados para garantir a integridade da informação. Seu mecanismo de funcionamento será detalhado.

De forma clara, portanto, evidencia-se que uma tecnologia que tem a pretensão de se fazer substituir aos intermediários – bancos, governos etc. – ao supostamente reduzir o custo da confiança por meio de uma abordagem contábil radical e descentralizada baseada em algoritmos, avoca-se o potencial de criar uma nova forma de estruturar as organizações econômicas (Casey; Vigna, 2018). Nesse sentido, conforme Snowden *et al*, se alguém quiser saber qual problema o blockchain resolve – como dito anteriormente – uma palavra é “confiança”:

Imagine um banco de dados antigo onde qualquer entrada pode ser alterada apenas digitando-se por cima e clicando em salvar. Agora imagine que essa entrada guarda o saldo da sua conta bancária. Se alguém pode simplesmente mudar arbitrariamente seu saldo para zero, isso é meio ruim, certo? [...] O ponto é que sempre que um sistema permite que alguém mude o histórico com um toque de tecla, você não tem escolha a não ser confiar em um grande número de pessoas para serem tanto perfeitamente boas quanto competentes, e a humanidade não tem um ótimo histórico nisso. Blockchains são um esforço para criar um histórico que não possa ser manipulado (Snowden; Wortham; Doctorow; Rushkoff; Cyril; Coleman; Angwin, 2018, p. 118) (tradução própria).

De acordo com Werbach, o potencial é enorme:

O blockchain poderia ajudar instituições financeiras a liquidar transações de ações, cadeias de suprimentos globais a garantir a segurança alimentar; governos locais a manter o registro de quem possui quais direitos sobre propriedades imobiliárias; editoras a entregar anúncios *online* para usuários; concessionárias de energia a monitorar sensores de energia dispersos e comprar energia de operadores de *microgrid*; imigrantes a enviar dinheiro para seus familiares no mundo em desenvolvimento, provedores de saúde a acessar registros médicos e organizações de ajuda a rastrear distribuições (Werbach, 2018, p. 5) (tradução própria).

Mas como, efetivamente, essa promessa de uma genial criação da “máquina de confiança” poderia ser cumprida? Depois de tanto se escrever sobre a confiança, o que, de fato, é a tecnologia blockchain, para que ela seja considerada como uma potencial revolução em termos de mediação da confiança? De onde e como surgiu essa tecnologia? Houve um momento e um contexto cultural, político e econômico únicos, cujos elementos técnicos e históricos deram origem ao blockchain, conforme será narrado a seguir.

3.2.1 Blockchain, a Gênese: *Cypherpunks*, crise de 2008 e o surgimento do Bitcoin

3.2.1.1 *Permission to Engage*: cypherpunks escrevem o código

Era o dia 12 de julho de 2007, subúrbio de Bagdá, Iraque. O sol brilhava forte

sobre as ruas semidesertas da cidade invadida pelos americanos. Dois helicópteros militares apache dos Estados Unidos monitoram transeuntes em torno de uma praça¹⁵⁸. Duas pessoas, carregando objetos com alças ao ombro, são identificadas como ameaças. Outros indivíduos se aproximam. “*Have five to six individual with AK-47s*”¹⁵⁹, diz um piloto, que pede autorização para atirar – “*Request permission to engage*”¹⁶⁰. Após reposicionamento do helicóptero, de forma a se ter uma visão aberta e livre de construções em relação ao grupo que conversava na calçada, a equipe militar de solo retorna a autorização para agir: “*You’re clear*”; “*All right, firing*”; “*Light ‘em all up. Come on, Fire*”; “*Keep Shooting, keep shooting!*”¹⁶¹. Após a poeira abaixar, inúmeros corpos jaziam ao chão.

Figura 25 – Cronologia Cypherpunk



Fonte: Produção própria.

Agora é dia 5 de abril de 2010, cerca de três anos depois (Figura 16). No *US*

¹⁵⁸ Vídeo completo, de 13 minutos e 29 segundos, disponível em <https://en.wikipedia.org/wiki/File:CollateralMurder.ogv>. Acesso em: 30 ago. 2024.

¹⁵⁹ “Tenho cinco a seis indivíduos com AK-47s” (tradução própria). AK47 é um fuzil de assalto criado por Mikhail Kalashnikov, com em milícias na região.

¹⁶⁰ “Solicito permissão para atirar” (tradução própria).

¹⁶¹ “Você está autorizado”; “tudo bem, atirando”; “Acerte todos eles. Vamos, atire”; “Continue atirando, continue atirando!” (tradução própria).

National Press Club de Washington (DC), uma organização sem fins lucrativos divulgava o vídeo narrado acima, intitulado “*Collateral Murder*” (homicídio colateral). O *Wikileaks*, então pouco conhecido do público em geral, “vazara” (*leaked*) inúmeras informações militares sigilosas, dentre elas aquele vídeo do ataque no Iraque¹⁶², que fora gravado pelas câmeras das próprias aeronaves militares envolvidas (um informante militar havia repassado os documentos). Dentre os mortos, havia dois repórteres da agência Reuters.

Collateral Murder ganhou enorme poder simbólico sobre arbitrariedade em guerra. Com uma estética própria e repercussões políticas relevantes, serve como representação e retrato sangrento da crise na democracia, da transparência e do poder dos estados contemporâneos em guerra (Christensen, 2014, p. 2597).

O líder da organização Wikileaks, Julian Assange, sofreria pesadamente as consequências daquele ato de “rebeldia” contra o “sistema”¹⁶³, contra o poder consolidado e o abuso de poder. Assange, que criara aquela “agência de notícias” libertária anos antes, fazia parte, na verdade, de um amplo e já consolidado movimento anterior da subcultura Cypherpunk.

Aquele grupo se constituía ainda na década de 1990 quando o matemático e programador Eric Hughes, juntamente com Timoty May e John Gilmore, articulava as bases de uma cultura criptoanarquista em São Francisco, na Califórnia. Seu desenvolvimento se daria nos primórdios da Internet, em seus fóruns e “*mailing lists*”¹⁶⁴, inspirado nos trabalhos pioneiros da criptografia formulados por Whitfield Diffie e Martin Hellman, ainda na década de 1970 (Cypherpunk Times, 2024).

¹⁶² Outras informações militares secretas sobre operações no Afeganistão e Iraque tiveram imensa repercussão. Os dados haviam sido repassados ao Wikileaks por Chelsea Manning, uma militar transgênero dos Estados Unidos, que posteriormente também fora processada e presa. O evento ficou conhecido como “*Cablegate*”.

¹⁶³ Conforme noticiado no New York Times em 25 de junho de 2024, Julian Assange entabulou um acordo com autoridades americanas, assumindo a culpa por conspiração para obter e divulgar ilegalmente informações confidenciais, o que permitiu sua liberação. Após permanecer 12 anos recluso em Londres, a maior parte do tempo refugiado na embaixada do Equador e parte em uma prisão britânica, buscando evitar sua extradição, primeiramente para Suécia, e posteriormente para os Estados Unidos – Cave (25 jun. 2024).

¹⁶⁴ Exemplo dos diálogos e debates dos coletivos *cypherpunk* pode ser visto em <https://mailing-list-archive.cryptoanarchy.wiki/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

O termo “*Cypherpunk*”¹⁶⁵, cunhado então por Hughes, é uma Mistura de “*cypher*” (cripto) e “*punk*”, capturando assim essência do movimento como uma rebelião do indivíduo em relação às normas convencionais: a parte “*cypher*” do termo destaca a correlação com a segurança criptográfica nas comunicações, enquanto o “*punk*” sinaliza uma disposição pela rebelião das massas¹⁶⁶. Mais que um termo técnico, *Cypherpunk* (ou criptopunk) simboliza a assunção de um compromisso na utilização da criptografia para dar poder aos indivíduos contra autoridades centralizadas, criando-se um futuro focado na privacidade. Isso refletiria a rebelião de espírito daquele movimento, que buscava desafiar os poderes e estruturas tradicionais (Cypherpunk Times, 2024).

Em 1993, Hughes escreveria o documento considerado como um dos marcos do movimento, intitulado “*A Cypherpunk’s Manifesto*”. Nele, Hughes defende o direito fundamental à criptografia, que à época (como agora) passava por questionamentos e era objeto de intervenção quanto à sua regulamentação (e eventualmente proibição), diante do receio de perda de poder e anseio por controle por parte do Estado. Hughes dissera então que

Cypherpunks deploram as regulamentações sobre criptografia, pois a criptografia é fundamentalmente um ato privado. O ato de criptografar, de fato, retira informações do domínio público. Mesmo as leis contra a criptografia alcançam apenas até as fronteiras de uma nação e o braço de sua violência. A criptografia se espalhará inevitavelmente por todo o globo, e com ela os sistemas de transações anônimas que ela torna possível (Hughes, 1993) (tradução própria).

Assim, um *Cypherpunk* seria um indivíduo que defende o uso da criptografia e métodos similares para alcançar uma mudança política e social (Assange, 2012). O movimento se baseava, portanto, em um antigo desejo de liberdade em relação aos governos e às grandes corporações, constituído como valor da contracultura típica do Vale do Silício desde a década de 1960 (e que, em outras áreas, refletiu na busca por direitos civis e de minorias, por exemplo). O pequeno, mas sofisticado,

¹⁶⁵ O movimento “*Cypher*” *Punk* não se confunde com o movimento “*Cyber*” *Punk*, ainda que estejam, em certa medida, correlacionados. O movimento *Cypher* foca sua atuação na privacidade de comunicação baseada em criptografia.

¹⁶⁶ Nesse contexto, como falado por Roberto Aguiar, “todas as outras concepções de justiça que estejam em conflito com a ideia dominante terão um sabor de contestação, uma dimensão de subversão, pois elas serão a antiordem, a esperança e a bandeira daqueles grupos que foram vencidos e esmagados pelos detentores de uma dominação, uma vez que, para haver poder, é necessário que existam os obedientes, seja pela convicção, seja pela força, seja pela alienação, seja pelo engano” (Aguiar, 2020).

movimento *Cypherpunk* passou a desenvolver propostas técnicas dessa visão de mundo, como uma maneira de viabilizar a comunicação entre indivíduos sem interferências dos estados-nação (Werbach, 2018, p. 30).

Porém, além de toda a potência de uma tecnologia para que impacte a sociedade, sua efetividade e disseminação dependem de um contexto que lhe dê condições econômicas, políticas e culturais para florescer e escalar – e de certa forma foi exatamente isso que ocorreu com o blockchain. A última década do Século XX parecia, para muitos, como o “Fim da História”¹⁶⁷. Seria um momento histórico de consolidação de um modelo político/econômico/social vencedor, representada pela democracia liberal como forma final de governo e destino da evolução política humana. No novo milênio, contudo, a realidade fora muito mais rica que o futuro previsto na teoria de Fukuyama.

Por um lado, de fato, a primeira década do Século XXI se desenrolava – economicamente – de forma exuberante; em 2008 a economia mundial, globalizada, sofisticava seus instrumentos financeiros, gerando recordes de crescimento, investimentos e lucros. A finança moderna, ganhando complexidade, navegou nas ondas da desregulamentação para “alavancar”, por meio de sofisticados instrumentos, o potencial de ativos financeiros sólidos (como casas, por exemplo), transformando-os em obrigações hipotecárias “colateralizadas”, “voando pelas telas dos operadores de derivativos em todo o mundo com seus motores de negociação algorítmica” (Werbach, 2018, p. 34–35) (tradução própria). Por outro lado, organizados em arranjos de securitização cada vez mais complexos,

Esse processo desaguou na crise financeira de 2008. O que parecia, para os investidores, banqueiros e reguladores mais brilhantes do mundo, estruturas à prova de falhas, desmoronou quase da noite para o dia. Certamente houve abusos, e empresas que deveriam ter sido punidas mais severamente por seu papel nesses abusos (Werbach, 2018, p. 34–35) (tradução própria).

Não era, como muitos perceberam rapidamente, um problema pontual. Não ocorrera uma crise de credibilidade apenas em alguns bancos e banqueiros que não eram confiáveis, mas a própria essência das finanças modernas não podia mais ser confiável. Os instrumentos financeiros derivativos, largamente utilizados por décadas, haviam gerado um gigantesco desastre – “e, [nesse contexto] mais uma

167 Conferir: Fukuyama, Francis. *O Fim da História e o Último Homem*. Ed. Rocco, 2015.

vez, o tema central era a confiança” (Werbach, 2018, p. 34–35) (tradução própria).

A crise financeira mostrou, assim, os limites de todas as arquiteturas de confiança estabelecidas. As relações P2P não puderam escalar para atender às demandas modernas. Os intermediários permitiram a desmaterialização, mas eventualmente criaram organizações de serviços financeiros grandes demais para falir e incentivadas a correr riscos que não compreendiam totalmente. E o Leviatã por trás das interações privadas se mostrou alternadamente impotente e parte do problema. O cenário estava preparado para uma nova abordagem (Werbach, 2018, p. 39).

É nesse contexto da crise financeira, e com o surgimento simbólico do caso específico do Wikileaks descrito no início deste tópico, que se criaram as condições para projeção de um debate mais amplo – e, portanto, não restrito unicamente à subcultura “cypher” – sobre o papel de novas tecnologias na questão da confiança na economia e na política. Por conseguinte, no papel das grandes corporações financeiras como instrumentos econômicos e de governos como reguladores (Brekke, 2019).

Foi assim que, no dia 1º de novembro de 2009, no auge da crise econômica, uma pessoa (ou grupo de pessoas) com o pseudônimo de Satoshi Nakamoto, publicou o documento intitulado “*Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System*”. O documento apresentava uma proposta de uso prático da tecnologia de cadeia de blocos (daí “*block*” “*chain*”) como um meio seguro de pagamento *online*, sem intermediários – o chamado “Bitcoin”. Esse meio de pagamento seria “uma versão puramente *peer-to-peer* de dinheiro eletrônico o qual permitiria que pagamentos *online* fossem enviados diretamente de uma parte para outra sem passar por uma instituição financeira” (Nakamoto, p. 1). Conforme Tapscott,

Esse protocolo estabeleceu um conjunto de regras – na forma de computação distribuída – que garantiu a integridade dos dados trocados entre esses bilhões de dispositivos sem passar por um terceiro confiável. Esse ato aparentemente sutil desencadeou uma faísca que excitou, aterrorizou ou, de outra forma, capturou a imaginação do mundo da computação e se espalhou como fogo selvagem por empresas, governos, defensores da privacidade, ativistas de desenvolvimento social, teóricos da mídia e jornalistas, para citar alguns, em todos os lugares (Tapscott; Tapscott, 2016, p. 22) (tradução própria).

Conforme destaca Brekke, juntamente com o Bitcoin, emergiu como uma tendência mais ampla uma ênfase nos princípios da cultura Criptopunk, mais especificamente em soluções tecnológicas para o problema do poder. Agora não mais apenas como resistência a um governo em particular, mas como uma

proposição em si mesma: redes tecnológicas poderiam ser independentes não somente de controle do governo, mas também da corrupção humana em geral¹⁶⁸, pois ofereceriam o substrato de uma rede neutra para formação de comunidades descentralizadas (Brekke, 2019).

A tecnologia blockchain, que é a tecnologia por trás do Bitcoin, em termos gerais, é um “livro-razão” eletrônico, um registro imutável de dados e, portanto, uma lista de transações que, em princípio, podem representar praticamente qualquer coisa (Casey; Vigna, 2018). Assim, ao menos em tese, o blockchain surgira como uma potencial solução para a erosão da confiança nas instituições e nos intermediários em inúmeras áreas, alegadamente por permitir eliminar a necessidade de confiança entre as partes – em razão da confiabilidade da própria tecnologia. A promessa da tecnologia e suas aplicações é a de que os usuários podem ter, eles próprios, a autoridade sobre uma tecnologia que eles têm a confiança de ser imutável, em vez de se submeter a instituições potencialmente não confiáveis (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 1).

A ideia inicial dos desenvolvedores de Bitcoin e do blockchain era estabelecer uma governança neutra e “incorrupível”, que colocasse as autoridades em cheque. Contudo o que ocorreu, em certa medida, é que as cripto propostas acabaram por se disseminar de uma forma que não só se imporia a privacidade e a transparência em relação às autoridades, mas a soluções que podem promover a sua substituição por completo, conforme Brekke (2019, p. 73).

O Bitcoin havia dado o pontapé inicial¹⁶⁹ para a “Era Blockchain”. Entretanto,

¹⁶⁸ Por outro lado, anteriormente, nos fóruns de debates de 2008, Satoshi já teria alertado: “Vocês não encontrarão uma solução para problemas políticos na criptografia”; De acordo com D. Tapscott e A. Tapscott (2016, p. 238–239), “eles teriam que procurar em outro lugar uma solução para o grande governo. Satoshi via seu experimento como um ganho em um novo território de liberdade, não uma revolução total. Onde os governos haviam conseguido decapitar redes controladas centralmente como o Napster, redes puramente *peer-to-peer* como o Tor conseguiram persistir. Será que a rede blockchain do Bitcoin conseguiria manter-se contra poderosas autoridades centrais?” (tradução própria).

¹⁶⁹ Conforme lembra Werbach (2018, p. 41), na verdade foi David Chaum quem conceituara uma primeira moeda digital, ainda em 1982, precedendo o Bitcoin, portanto, em 25 anos. Antes do Bitcoin, vários sistemas de dinheiro digital foram teorizados e executados, sendo destaques na década de 1990 o Digicash, o E-Gold e a Liberty Reserve. Porém nenhum teve sucesso em grande escala, além de sofrerem restrições regulatórias, destacadamente após o “11 de setembro” (o que era favorecido pela centralização do processamento daquelas iniciativas), com a vedação de “moedas anônimas”. Nesse período, contudo, o movimento Cypherpunk continuava a evoluir a tecnologia. O grande diferencial do Bitcoin fora a utilização de redes descentralizadas, aproveitando a possibilidade

o Bitcoin representaria apenas uma “volta na esquina” do espaço-conceito relevante do potencial da tecnologia. “O termo comum que abrange a família maior de abordagens é ‘registro distribuído’” (Werbach, 2018, p. 53) (tradução própria). É o que se verá no próximo tópico.

3.3 Conceitos Fundamentais do Blockchain

Primeiramente, é importante destacar que Bitcoin é blockchain, mas blockchain não é Bitcoin. Na verdade, a tecnologia de registro distribuído – representada por cadeias de blocos de informações criptografadas (o blockchain) – pode ser utilizada de inúmeras formas, praticamente para qualquer tipo de informação que exija um registro imutável. Por exemplo, nas finanças, imóveis, veículos, rastreabilidade de cadeias de produção e dinheiro – dentre inúmeros outros fins. Bitcoin, portanto, como uma criptomoeda, apresenta-se como *um* dos usos (e o primeiro amplamente utilizado), para uma tecnologia fascinante que o suporta, mas de forma alguma representa todo o potencial.

O fascínio da tecnologia blockchain reside justamente no potencial de um algoritmo em chegar a um “consenso” por meio de uma rede descentralizada, sem a necessidade de se reportar a uma autoridade externa. Dessa forma, a tecnologia tem sido amplamente divulgada como uma solução para os problemas de “confiança”, “autoridade” e “consenso” (Brekke, 2019, p. 1). O processo tecnológico sobre como a tecnologia pode cumprir essa tarefa é o objeto dos tópicos a seguir.

3.3.1 O Código da Confiabilidade: como a tecnologia funciona

Eu tenho uma maneira de descrever o que é blockchain. Imagine que você quer dizer "Eu te amo" para uma garota, mas só diz isso a ela, sem testemunhas. Isso é um sistema centralizado, pois se você quiser negar, ninguém pode confirmar. Se você disser "Eu te amo" com um amigo como testemunha, isso é um sistema centralizado com backup. Para negar, você

tecnológica da existência de sistemas distribuídos, registros criptografados e mecanismos de validação coletiva, todas evoluções que vinham sendo construídas nos anos anteriores. D. Tapscott e A. Tapscott (2016, p. 21) também fazem referência ao pioneirismo da iniciativa Digicash, citando um associado de Chaum, Nick Szabo, que escreveu o texto “O Protocolo de Deus” (*The God Protocol*), onde ele descreve um protocolo tecnológico que chama de “Deus”, e que funcionaria como uma terceira parte a consolidar informação das partes de uma transação.

precisa convencer seu amigo a mentir também. Se você disser "Eu te amo" com várias testemunhas aleatórias, isso é o blockchain. Você não pode negar, pois várias pessoas ouviram e podem confirmar (Lu, 2018) (tradução própria).

O que torna a tecnologia blockchain especial como meio de registro de informação (um tipo de livro-razão) é o fato de que, em vez de ser resguardada sua integridade por uma instituição centralizada – um terceiro confiável, como um banco, governo ou um cartório – ela armazena a mesma informação em múltiplas cópias existentes em inúmeros computadores que formam uma rede criptografada descentralizada. Dessa maneira, nenhum dos participantes, por si só, controla o conteúdo da informação armazenada, ao mesmo tempo em que se garante, pela criptografia, que nenhuma alteração será realizada sem validação dos parceiros de rede, a partir de critérios determinados no código. Qualquer um dos computadores pode fazer uma alteração no registro (livro-razão), mas apenas seguindo as regras pré-definidas por um “protocolo de consenso”, que é um algoritmo matemático que exige que a maioria dos outros computadores na rede concorde com a alteração (Casey; Vigna, 2018). Assim,

uma vez que um consenso gerado por esse algoritmo tenha sido alcançado, todos os computadores na rede atualizam suas cópias do livro-razão simultaneamente. Se algum deles tentar adicionar uma entrada ao livro-razão sem esse consenso, ou mudar uma entrada retroativamente, o resto da rede automaticamente rejeita a entrada como inválida (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria).

O gênero para esse tipo de livro-razão, como um banco de dados descentralizado, é a Tecnologia de Registro Distribuído, conhecida, em sua sigla em língua inglesa, como DLT (*Distributed Ledger Technology*¹⁷⁰). Como espécie desse gênero DLT encontra-se o blockchain propriamente dito; na verdade, conforme Marke; Mehling; Corrêa (2022, p. 4), blockchain se tornou a “palavra da moda”, ofuscando o termo genérico DLT. Nesse sentido, assim como aqueles autores, para efeito deste estudo, DLT e blockchain são utilizados de forma intercambiáveis. Caminhando para sua conceituação, DLT (Blockchain) pode ser definida, no dizer de Maik Lange *et al*, como

um livro-razão distribuído, baseado em transações, cronológico, imutável e sincronizado, compartilhado em uma rede ponto a ponto. Em um blockchain,

¹⁷⁰ São, também, tecnologias de registro distribuído (DLT), além do blockchain, as tecnologias “*the tangle*” e “*hashgraph*”, dentre outras, que não serão detalhadas por estarem fora do escopo do trabalho.

as transações são armazenadas em conjuntos de transações interligados, referidos como blocos. Eles executam e registram transações individuais usando algoritmos de consenso e as agrupam em conjuntos de transações usando técnicas criptográficas (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 4) (tradução própria).

O blockchain, portanto, é uma tecnologia para armazenamento de dados e realização de contabilidade, que permite uma gestão *descentralizada* dos dados entre participantes de uma rede (os chamados *nodes*) – portanto independente de intermediários centrais. O livro-razão digital decorrente é concebido como uma “cadeia de blocos” com um carimbo de data/hora, ligados criptograficamente por ordem cronológica e, portanto, imutável e segura. Isso porque – como se explicará tecnicamente mais a frente – a alteração de um bloco altera retroativamente todos os blocos subsequentes, o que não permite passar pelo “mecanismo de consenso” da rede. Tal processo impede que um nó malicioso da rede altere o histórico de transações (World Bank, 2022a, p. 7). Em outros termos, nessas redes blockchain,

as transações são agrupadas em blocos de um certo tamanho que são encadeados juntos (daí "blockchain" [cadeia de blocos]) por fechaduras criptográficas, elas mesmas um produto do algoritmo de consenso. Isso produz um registro compartilhado e imutável da "verdade", que, se as coisas foram configuradas corretamente, não podem ser adulteradas (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria).

A sequência a seguir apresentada ilustra o funcionamento do blockchain (Figura 27), quando algum participante da rede pretende registrar uma transação, por exemplo, na transferência de titularidade de um ativo econômico registrado no livro-razão digital descentralizado¹⁷¹:

- 1) a transação é requisitada à rede;
- 2) a solicitação da transação é transmitida para a rede;
- 3) os “nós” ou “pontos” (*nodes/peers*) da rede verificam se o pedido de transação cumpre as regras pré-determinadas pelo algoritmo, validando a transação;
- 4) uma vez que a transação é validada por um número pré-determinado de

¹⁷¹ Especificamente para o Bitcoin, primeira aplicação amplamente difundida de uma plataforma blockchain, que utiliza consenso por “*proof-of-work*” (os mecanismos de consenso serão apresentados posteriormente), Nakamoto (p. 3) descreve a seguinte sequência: “*The steps to run the network are as follows: 1) New transactions are broadcast to all nodes. 2) Each node collects new transactions into a block. 3) Each node works on finding a difficult proof-of-work for its block. 4) When a node finds a proof-of-work, it broadcasts the block to all nodes. 5) Nodes accept the block only if all transactions in it are valid and not already spent. 6) Nodes express their acceptance of the block by working on creating the next block in the chain, using the hash of the accepted block as the previous hash*”.

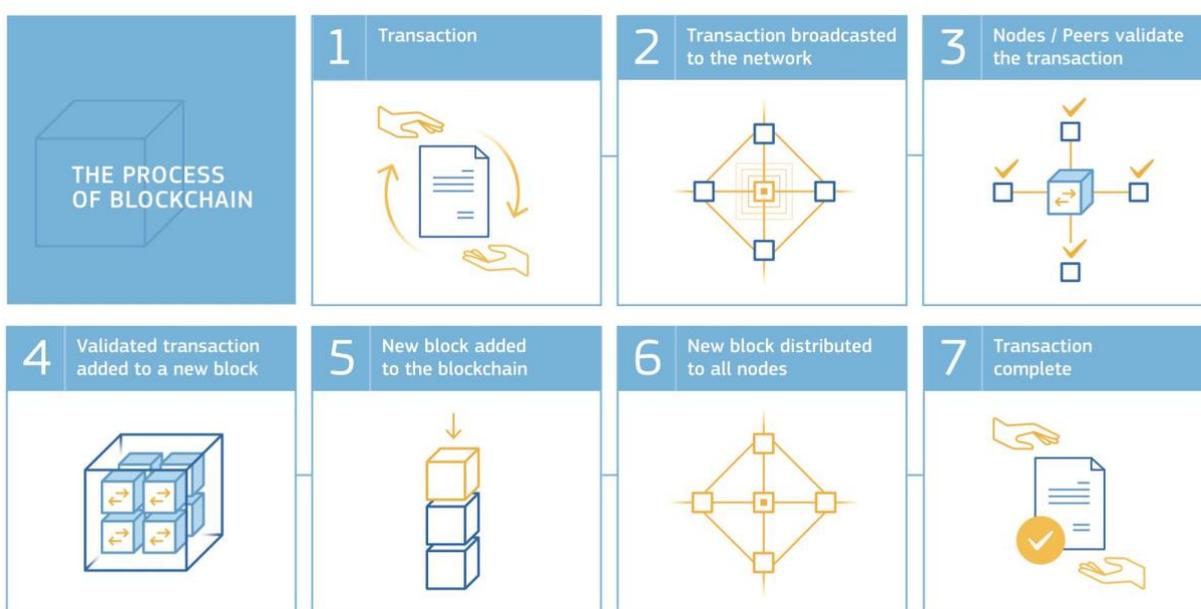
participantes e,

5) a informação é adicionada como um novo “bloco” no banco de dados distribuído, o qual é criptografado e adicionado à cadeia de blocos de informações já existentes;

6) o “bloco” é distribuído para todos os nós (*nodes*) da rede, onde é registrada criptograficamente em uma cadeia de dados; e

7) a transação é completada e todos os *nodes* são atualizados com as novas informações, que contêm um *hash* que garante a sua integridade.

Figura 27 – Como Funciona o Blockchain.



Fonte: European Union (2019, p. 14).

Nesse sentido, o passo 4, de validação da transação na plataforma blockchain, representa, agora em termos técnicos, que essa tecnologia funciona pegando os dados do novo bloco pretendido (o novo elo da cadeia). Este é marcado com uma representação matemática de um equivalente fotográfico do bloco anterior – ou seja, acrescido da nova informação e de um carimbo de data/hora, de forma a se estabelecer uma ordem cronológica. Todos esses dados são juntados em um *hash*, que comprova que o referido bloco cumpriu as regras e se qualifica para adição na cadeia de blocos já existente (Snowden; Wortham; Doctorow; Rushkoff; Cyril; Coleman; Angwin, 2018, p. 121).

Cada novo bloco adicionado à cadeia é identificado e validado pelo seu *hash*, que foi produzido a partir de dados que intencionalmente incluem o

hash do bloco anterior. Essa cadeia ininterrupta remonta até o primeiro bloco, o que lhe dá o nome (Snowden; Wortham; Doctorow; Rushkoff; Cyril; Coleman; Angwin, 2018, p. 121) (tradução própria)

Dessa maneira, verifica-se que os sistemas blockchain possuem dois componentes centrais que caracterizam seu funcionamento pioneiro na descentralização da confiança: a criptografia e a função *hashing*. Para que haja garantia de que a nova informação do bloco seja imutável, estas duas tecnologias trabalham em conjunto, de forma que haja confiabilidade de que os dados não foram maliciosamente alterados em qualquer dos passos de funcionamento (McMullen; de Filippi, 2018, p. 7). Para melhor esclarecimento, aquelas chamadas “funções de *hashing*”

são algoritmos que aceitam qualquer dado de qualquer tamanho como entrada e, em seguida, geram uma *string* de comprimento fixo como saída. As funções de *hashing* são determinísticas: executar a mesma função de *hashing* em uma entrada específica sempre gerará a mesma saída. Se mesmo um único *bit* da entrada for alterado, a saída será completamente diferente. Por exemplo, fornecer a *string* “Hello world” como entrada para uma função de *hashing* comum (MD5) sempre gerará um valor de *hash* de “3e25960a79dbc69b674cd4ec67a72c62”; mas se fizermos o “h” minúsculo em vez de maiúsculo (“hello world”), o *hash* de saída será totalmente diferente: “5eb63bbbe01eed093cb22bb8f5acdc3” (McMullen; de Filippi, 2018, p. 7) (tradução própria).

Com esse funcionamento técnico, os valores de *hash* têm por características: a geração de “valores” de “tamanho fixo” (cujo efetivo tamanho depende de qual algoritmo for utilizado); é *determinístico* (uma mesma entrada sempre resulta em uma mesma saída); é *único* (qualquer mudança na entrada, mesmo pequena, resulta em um valor de *hash* totalmente diferente – o que é chamado de efeito “avalanche”); e é *irreversível*, no sentido de que não há como se saber o conteúdo da entrada somente com o valor de *hash*. “Essa propriedade faz da função de *hashing* um poderoso instrumento de verificação de integridade de dados” (McMullen; de Filippi, 2018, p. 8) (tradução própria), o que a torna um potente instrumento de armazenamento e transmissão segura e imutável de informações.

Ao se integrar as características da função de *hashing* (a qual cria uma “impressão digital” dos dados) com técnicas criptográficas destinadas a proteger a confidencialidade desses dados (de forma que, sem uma “chave” correta, é ilegível a terceiros), constrói-se uma plataforma tecnológica de alta confiabilidade (*confidence*). Isso permite ter segurança de que uma determinada transação chegará a um determinado resultado esperado, sem a intervenção de terceiras partes, de maneira que, dentre outras coisas, os custos de transação fiquem

significativamente reduzidos.

De acordo com Marke; Mehling; Corrêa (2022, p. 5–6), há inúmeros atributos do blockchain que o indicam como uma plataforma robusta para realização segura de transações (inclusive de créditos de carbono, como será mais a frente explicitado), dentre eles (1) unicidade, (2) validação, (3) consenso, (4) imutabilidade e (5) garantia de autenticidade:

Unicidade (*uniqueness*): herdado da função *hashing*, é representada pela produção de uma *string*¹⁷² de saída única para um determinado dado de entrada específico. No Bitcoin, por exemplo, utiliza-se *hash* de 256 bits como assinatura. Esse identificador único funciona como um “número de série” específico para cada peça de informação.

Validação (*validity*): todas as transações de um sistema blockchain são verificadas por validadores em uma rede de “mineradores”, que conferem a conformidade com as regras da rede (como não conter informações maliciosas, ocorrência de duplo gasto [*double spend*], etc) e validam a legitimidade dessas transações para construção de um novo bloco. Essa validação, como será visto, pode ser feita pela resolução de um quebra-cabeça criptográfico ou por outros meios. Dessa maneira, a inteligência coletiva é capaz de determinar se uma atualização proposta na rede é válida.

Consenso: o blockchain utiliza-se de um “algoritmo de consenso” para aprovar e registrar transações, o que envolve concordar sobre as ordens em que os dados são agregados nos nós da rede. Havendo conflito de cópias, prevalece como verdade a versão votada pela maioria da rede. Juntando-se o algoritmo de consenso com a função de *hashing*, o resultado é um sistema imutável e resiliente a ataques cibernéticos, que se torna mais forte quanto maior a rede e maior a quantidade de transações. Essa segurança alcançada decorre de que um ataque hacker teria que comprometer a maioria dos nós, e não apenas um único ponto de falha (como seria em um sistema centralizado). Tal tarefa, em grandes redes, significaria a

¹⁷² Uma *string* pode representar um software, uma foto, uma palavra etc. Um exemplo de *string* é “7f83b1657ff1fc53b92dc18148a1d65dfc2d4b1fa3d677284addd200126d9069” que, em um algoritmo SHA-256, representa a frase “Hello, World!”. Conferir em <https://md5calc.com/hash/sha256/Hello+World%21> (Acesso em: 30 ago. 2024), onde é possível testar outros *inputs*.

necessidade de um poder computacional gigantesco e, potencialmente, economicamente inviável.

Imutabilidade: sistemas tradicionais de registro mantêm uma única cópia centralizada de transações e contas (contando com meros *backups*), enquanto o blockchain distribui aquelas informações por toda a rede, formando um banco de dados consensualmente distribuído e sincronizados em inúmeros locais. Dessa maneira, adulterar os dados ou cometer fraude é virtualmente impossível, considerando a enorme redundância.

Autenticidade (*authentication*) garantida: um blockchain associa cada ação no sistema a uma “chave privada” que identifica, irrevogavelmente, um único e específico usuário – sem que haja uma “chave mestra” ou “senha de administrador” que possa sobrescrever os dados registrados na rede. A garantia da autenticidade da identidade do detentor da informação ou do ativo, financeiro ou não, permite a criação de contratos inteligentes (*smart contracts*). Esse atributo permite, por exemplo, que um comprador e um vendedor de crédito de carbono possam registrar um contrato (incluindo preços e quantidades) com uma condição futura estabelecida por uma fonte externa – um “oráculo”¹⁷³ (*oracle*). O oráculo é uma parte (pessoa) ou uma ou uma fonte de dados confiáveis (por exemplo, dados públicos de desmatamento) designada para esse papel, e que funciona como “fonte de verdade” para esse contrato inteligente. Dessa maneira, o contrato pode ser liquidado de forma automática ao se identificar, de forma segura, o cumprimento de determinadas condições¹⁷⁴ (e, portanto, reduzindo custos de transação).

Assim como o manual de contabilidade de “dupla-entrada” de Luca Pacioli permitiu o surgimento do capitalismo e do estado-nação, esse novo “livro-razão” digital de transação econômicas tem características de uma tecnologia fundante¹⁷⁵.

¹⁷³ O aperfeiçoamento destes oráculos – que também podem estar registrados em outras redes de blockchain – é um ponto importante de aperfeiçoamento para a concretização da “revolução do blockchain”, pois permitem que contratos digitais “incompletos” tenham acesso ao “mundo real”, de forma que se tornem suficientemente completos para serem escritos algoritmicamente e executados em uma rede blockchain, conforme destacam Berg, Davidson e Potts (2017).

¹⁷⁴ Conforme Barrera e Hurder (2020, p. 17), “o blockchain, juntamente com contratos inteligentes, permite que os participantes se comprometam com ações e resultados futuros usando código para executá-los. Isso reduz o risco de uma das partes voltar atrás em um acordo anterior e também reduz o custo de execução desses acordos” (tradução própria).

¹⁷⁵ “O blockchain parece ser o que os estudiosos da inovação chamam de tecnologia de uso geral (GPT), capaz de influenciar muitos setores da economia simultaneamente. Assim como tecnologias

Tal sistema pode ser programado para registrar praticamente qualquer coisa que tenha valor ou importância para a humanidade, como certidões de nascimento, títulos de propriedade, diplomas, contas bancárias, dados de saúde, seguros, votação, procedência de alimentos e qualquer outra coisa que se possa expressar em uma codificação (Tapscott; Tapscott, 2016, p. 23). Isso para alguns poderia representar a liberdade em relação ao poder centralizador de corporações e governos (Werbach, 2018, p. 3), de forma que o blockchain,

por meio de *smart contracts* [contratos inteligentes], reduz os custos de informação e os custos de transação associados a muitos contratos incompletos, expandindo assim a escala e o escopo das atividades econômicas que podem ser realizadas. Ele permite que os mercados operem onde antes apenas grandes empresas poderiam atuar e possibilita que negócios e mercados operem onde antes apenas o governo poderia atuar (Berg; Davidson; Potts, 2017) (tradução própria).

Conforme Casey; Vigna (2018), com tais atributos e características, esses ativos digitais podem ter propriedades de “se isso, então aquilo”¹⁷⁶. Em outras palavras, podem, por exemplo, se constituir em ativo ou um dinheiro “programável”, de forma que com essa tecnologia

os computadores de um transportador e de um exportador, por exemplo, poderiam automatizar a transferência de propriedade de mercadorias assim que o software descentralizado que ambos usam enviar um sinal de que um pagamento em moeda digital – ou um compromisso criptograficamente inquebrável de pagar – fosse feito. Nenhuma das partes necessariamente confia na outra, mas ainda assim podem realizar essa transferência automática sem depender de um terceiro (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria).

Para esse sistema criptográfico de transações funcionar de forma segura, utiliza-se uma técnica com uma chave pública e uma chave privada, que funcionam de forma articulada e são conhecidas como criptográfica assimétrica. “O desenvolvimento da criptografia de chave pública é a maior e talvez a única revolução na história inteira da criptografia” (Stallings, 2015, p. 199):

Os algoritmos assimétricos contam com uma chave para encriptação e uma chave diferente, porém relacionada, para a decriptação. Eles têm a seguinte característica importante: é computacionalmente inviável determinar a chave de decriptação dado apenas o conhecimento do algoritmo de criptografia e da chave de encriptação (Stallings, 2015, p. 201).

de uso geral anteriores, como a máquina a vapor, a eletricidade, as ferrovias e a Internet, o blockchain pode ter muitos efeitos colaterais além de suas aplicações diretas”, diz Werbach (2018, p. 72) (tradução própria).

¹⁷⁶ “*If this than that*” é um conceito que representa a capacidade de um sistema, produto ou serviço de automatizar seus passos, utilizando relações de causa e efeito.

De acordo com Stallings (2015, p. 201), uma estrutura de encriptação de chave pública possui cinco elementos:

- Texto claro: a informação de entrada (*input*) no esquema criptográfico deve possuir dados legíveis;
- Algoritmo de encriptação: processo computacional que realiza inúmeras transformações nos dados de entrada.
- Chaves pública e privada: chaves escolhidas de forma que, sendo uma usada para encriptação, a outra possui a capacidade de decifração. As transformações exatas executadas pelo algoritmo de encriptação dependem da chave pública ou privada que é fornecida como entrada.
- Texto cifrado (criptografado): essa é a mensagem embaralhada produzida como saída. Ela depende do texto claro e da chave. Para determinada mensagem, duas chaves diferentes produzirão dois textos cifrados diferentes.
- Algoritmo de decifração: aceita o texto cifrado e a chave correspondente e produz o texto claro original.

Figura 28 – Encriptação de Chave Pública:

ENCRIPÇÃO DE CHAVE PÚBLICA
<p><i>Necessário para funcionar:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Um algoritmo é usado para encriptação, e um relacionado, para decifração com um par de chaves, uma para encriptação e outra para decifração. 2. O emissor e o receptor precisam ter, cada um, uma chave do par (não a mesma). <p><i>Necessário para a segurança:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Uma das duas chaves precisa permanecer secreta. 2. Deverá ser impossível, ou pelo menos impraticável, decifrar uma mensagem se uma das chaves for mantida secreta. 3. O conhecimento do algoritmo mais uma das chaves mais amostras do texto cifrado precisam ser insuficientes para determinar a outra chave.

Fonte: Adaptado de (Stallings, 2015, p. 203).

Por meio desta técnica, todos os participantes de uma rede têm acesso às chaves públicas. Já as chaves privadas devem ser mantidas em sigilo, sob pena de comprometimento do acesso à informação, de forma que nunca devem ser reveladas ou distribuídas (Figura 28). “Desde que a chave privada de um usuário

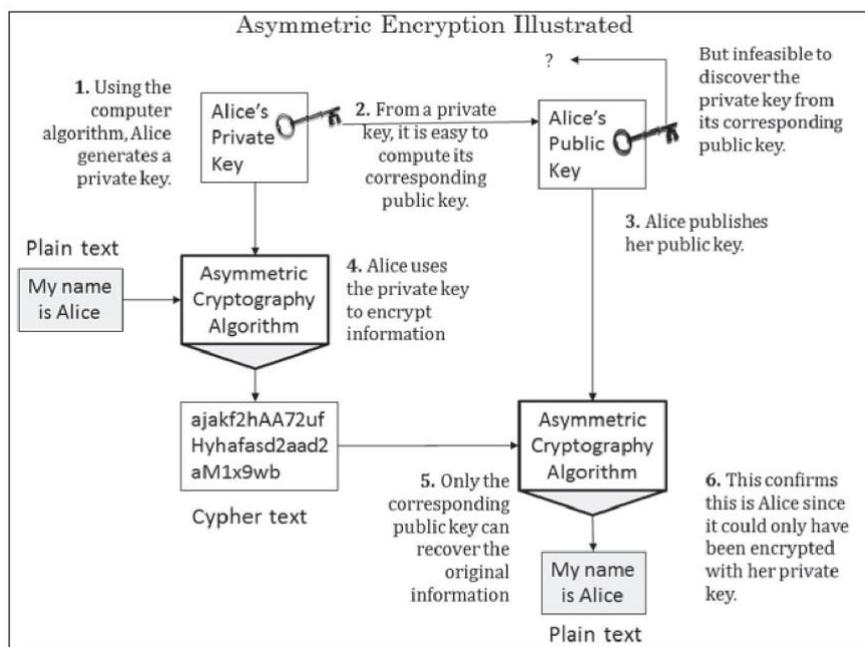
permaneça protegida e secreta, a comunicação que chega está protegida” (Stallings, 2015, p. 202).

Em outros termos (Figura 29):

Se a chave privada do usuário A for usada para criptografar um dado, somente a chave pública do usuário A descriptografará os dados, indicando que o usuário A (ou alguém com acesso à chave privada do usuário A) fez a criptografia.

Se a chave privada for usada para assinar uma mensagem, a chave pública desse par deverá ser usada para validar a assinatura. Por exemplo, se Alice quiser enviar uma mensagem assinada digitalmente a alguém, ela assinará a mensagem com sua chave privada e a outra pessoa poderá verificar sua assinatura usando sua chave pública. Como, presumivelmente, apenas Alice tem acesso à chave privada, o fato de que a assinatura pode ser verificada com a chave pública de Alice indica que Alice criou a assinatura (Microsoft, 2023).

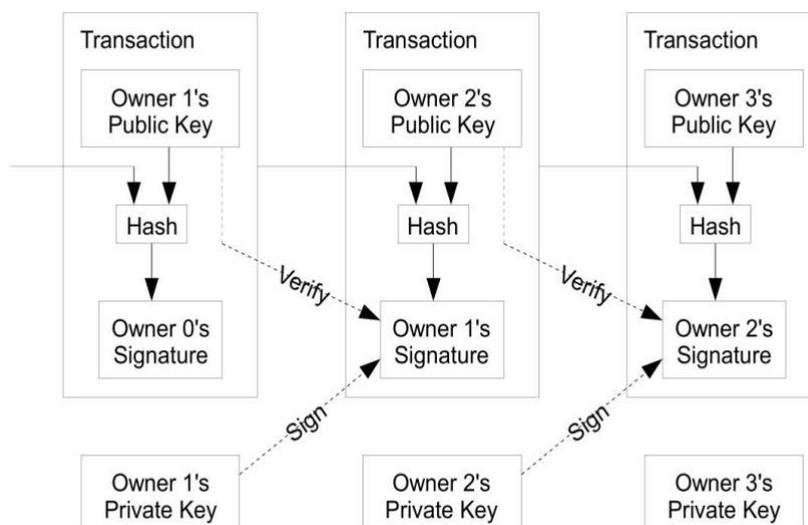
Figura 29 – Ilustração da Encriptação Assimétrica.



Fonte: (Champagne, 2014, p. 12).

Portanto, na prática, no caso do Bitcoin, cada transferência de uma “moeda” (outras plataformas podem representar outros ativos) é feita por meio de uma assinatura digital de um *hash* de uma transação prévia, acrescida da chave pública do próximo proprietário, adicionando-se esses dados no bloco final da cadeia (Nakamoto, p. 2). A representação gráfica do evento foi assim apresentada por Satoshi em seu *paper* fundante (Figura 30):

Figura 30 – Cadeia de assinaturas.



Fonte: (Nakamoto, p. 2).

No pacote tecnológico, portanto, além da encriptação assimétrica, com chaves públicas e privadas, unem-se as já citadas funções de *hash* e o banco de dados descentralizados *peer-to-peer* para constituir uma plataforma de cadeia de blocos de informações seguras e transparentes – o *block chain*. Mas não esse pacote todo, pois ainda seria necessário criar incentivos econômicos para que participantes ingressassem e permanecessem na rede, realizando o “trabalho de validação”, o que se alcançou pela aplicação de princípios de “criptoeconomia”.

As primeiras tentativas de se criar “dinheiro digital”, entretanto, haviam sucumbido ao poder regulatório, pois, ao centralizarem o processo de validação das transações, a rede poderia ser controlada ou obstada facilmente. Isso porque havia um ponto único onde, uma vez pressionado, resultava na tomada da plataforma. Assim, outro ponto fundamental da nova plataforma de confiança fora a estratégia da descentralização.

A descentralização significava, portanto, que não havia um elemento único a ser confiado, o que resultava em uma desintermediação de terceiras partes, bem como na inexistência de alguém ou alguma coisa que pudesse ser alvo direto de uma autoridade com capacidade de desativar o sistema. Dessa forma, a descentralização “implicava em um sistema resistente à censura e resiliente a interrupções por ter múltiplas ou nenhuma autoridade, de modo que o sistema não seria vulnerável a nenhuma autoridade específica” (Brekke, 2019, p. 120).

Igualmente, por meio da descentralização há a desnecessidade de ceder poder a terceiros, pois a “verdade compartilhada” não pode ser exercida por uma autoridade exclusiva, considerando que todos têm uma cópia do livro-razão, mas nenhum participante pode reclamar para si o direito de dar a última palavra. A autoridade passa a residir, assim, no algoritmo de consenso, que não depende de uma entidade centralizada, mas emerge como uma propriedade da rede como um todo (Werbach, 2018, p. 80). Assim, a promessa do blockchain é que, solucionando a questão da descentralização da confiança e do consenso

a necessidade de qualquer mediação externa desaparece, sendo substituída por uma rede *peer-to-peer trustless*. Mediação externa refere-se a qualquer pessoa, instituição ou autoridade, seja em engenharia de rede, política, direito, finanças ou economia: uma rede descentralizada substituiria a autoridade, na qual um algoritmo de consenso resolveria quaisquer disputas incompatíveis e garantiria consenso na rede; o código substituiria a lei e seria executado imediatamente e exatamente como escrito; a criptografia garantiria a autenticidade dos registros e organizaria o consenso; as transações ocorreriam diretamente entre os nós, contornando a necessidade de instituições financeiras e seu controle; e a criação de dinheiro seria determinada e executada por um protocolo imutável, em vez de um governo (Brekke, 2019, p. 1) (tradução própria).

Por outro lado, em um sistema blockchain, essas características de descentralização – e conseqüentemente de resistência à censura e à adulteração – que contribui para a confiança (no sentido de *confidence*) na rede, exigem que se coloque um certo nível de confiança (no sentido de *trust*) em um conjunto de atores humanos. Estes operam tanto dentro quanto fora do Sistema (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 7), conforme se detalhará no próximo tópico.

Assim, alega Brekke, o pacote de criptografia, descentralização e incentivos econômicos que formam o blockchain como uma “máquina da verdade” não pode ser considerada “neutra” e “objetiva, uma vez que o próprio protocolo é uma forma de intermediação. Portanto, essa “mediação” não pode ser vista apenas como uma barreira ou custo desnecessários, que precisam de desintermediação, pois importa como as coisas são resolvidas nesse processo” (Brekke, 2019, p. 218). Por isso, a governança, o tipo de protocolo utilizado e o método de consenso são elementos essenciais para a confiabilidade no funcionamento de um sistema blockchain. É o que se verá a seguir.

3.3.2 Consenso e Governança: blockchain também é política (e direito, e economia...)

Como visto anteriormente, no Bitcoin de Nakamoto, o “mecanismo consenso” escolhido foi o “*proof-of-work*”, baseado na capacidade computacional de membros da rede em resolver uma “charada” criptográfica. Isso rende ainda hoje inúmeras críticas quanto à imensa quantidade de energia para o funcionamento de “fazendas” de computadores “mineradores” de Bitcoins, ávidos pelas recompensas rendidas aos vencedores das equações criptográfica. O que demonstra a importância das decisões tecnológicas quando da criação de cada rede blockchain, porque isso determinará seu futuro.

Dessa maneira, também importam, quando do *design* ou da análise de sistemas blockchain, as escolhas quanto ao tipo de rede (pública ou privada) – se a participação é livre ou exige permissão de entrada; os mecanismos de consenso – se a validação de blocos é determinada por critério de capacidade de computação ou reputação na rede (*proof of work* ou *proof of stake*); e, finalmente, quanto a governança por trás das decisões sobre eventuais ajustes no protocolo. Todas essas características dão a medida da confiabilidade (*confidence*) de uma plataforma, e o quanto é exigido de confiança (*trust*) nos diversos atores envolvidos. Esse contexto é o tema dos tópicos a seguir.

3.3.2.1 Público ou Privado: o espírito sobrevive?

O primeiro ponto técnico de análise sobre uma perspectiva holística em relação à tecnologia é a quase religiosa disputa entre blockchains públicos (*permissionless*; não permissionado) e os blockchain privados (*permissioned*, permissionado; cujo ingresso exige autorização; privado; consorciado).

Os defensores das redes públicas, como Bitcoin e Ethereum, afirmam que redes permissionadas, ao criar um grupo que autoriza novos entrantes, acabam por se transformar em meros bancos de dados, uma vez que se tem que confiar (*trust*) em terceiros. O que tornaria essa rede apenas parte do “*status quo*” e não representaria uma mudança estrutural, pois resultaria apenas em ganhos incrementais em relação aos bancos de dados centralizados. Na verdade, argumenta-se que, o consórcio que controla o acesso em *ledgers* permissionados na realidade aumentaria seus poderes (Werbach, 2018, p. 61):

Alguns do lado da rede pública do argumento sustentam que redes permissionadas não deveriam nem fazer parte da mesma conversa. No mínimo, elas não deveriam ser rotuladas preguiçosamente como

blockchains quando, como no caso da R3¹⁷⁷, elas nem sequer armazenam dados em cadeias sequenciais de blocos (Werbach, 2018, p. 61).

Como visto anteriormente, a tecnologia Blockchain foi criada a partir de um contexto específico *Cypherpunk*, com objetivos claros de rebelião contracultural. Dessa forma, uma rede privada de blockchain, que estabelece uma recentralização de poder em grandes corporações parece um contrassenso – e, nessa perspectiva, nem poderia se intitular como blockchain.

Em sua defesa, as redes permissionadas dizem que há uma enorme diferença entre banco de dados tradicionais e DLTs, pois aqueles em geral significam que um ator confiável assume todos os “nós” (*nodes*), normalmente na mesma companhia. Ainda que bancos de dados tradicionais sejam sincronizados entre diversos computadores, essa sincronização é para evitar perdas de dados em razão de falha do equipamento. Enquanto as DLTs significam diversos atores rodando *nodes* diferentes e que não necessariamente confiam entre si: uma coisa seriam “dados compartilhados” (banco de dados), outra coisa seria “controle compartilhado” (DLTs) (Werbach, 2018, p. 61). No dizer de Richard Brown, que é o chefe de tecnologia da R3 (portanto, de um ponto de vista próprio):

Ainda não conheci um executivo de empresa que diga que seu maior problema de negócios é a necessidade de transações resistentes à censura. Mas conheci muitos que desejam poder transacionar com seus pares, clientes e fornecedores de forma muito mais eficiente e precisa. Se ao menos os sistemas que sustentam seu mercado pudessem ser tão sincronizados quanto os nós em uma rede blockchain, de fato.

É aqui que a visão das blockchains permissionadas surgiu pela primeira vez, atendendo a casos de uso dentro de empresas e organizações, fortemente inspirada, mas originalmente distinta, dos problemas sendo resolvidos no reino sem permissão, onde você realmente precisava saber com quem estava transacionando e precisava controlar quem poderia participar.

Esses registros distribuídos permissionados são controlados por entidades designadas, limitando a participação a usuários aprovados. Embora alguns possam dizer que sacrificam um pouco da descentralização, eles proporcionam maior privacidade, escalabilidade e controle sobre os dados. As blockchains permissionadas podem, portanto, facilitar a colaboração segura e eficiente, oferecendo às organizações uma infraestrutura confiável e compartilhada para a troca de dados (Brown, 2024).

Como se vê, o ponto de divergência central é que os mecanismos utilizados

¹⁷⁷ R3 é uma empresa criada em 2014 por David Rutter, Todd McDonald e Jesse Edwards, cuja equipe criou a plataforma Corda (<https://r3.com/products/corda/>, Acesso em: 30 ago. 2024). Considerada a maior DLT privada e permissionada do mundo, tal plataforma é voltada para serviços financeiros, cujo *design* segue preceitos de *compliance* regulatório. O *slogan* da empresa é “o que você vê é o que eu vejo”.

em redes não permissionadas (*permissionless*) em geral focam mais na questão da segurança, e o consenso é alcançado entre *nodes* que não precisam confiar entre si; enquanto os mecanismos da rede permissionada sacrificam a descentralização em favor de maior velocidade e outros objetivos específicos (Bains, 2022, p. 17).

Além disso, há a questão do conflito quanto à privacidade. Todas as transações e informações em um blockchain não permissionadas (*permissionless*) são públicas, em contraste com as permissionadas, que é protegida por uma camada de controle de acesso. O *design* desta última aumenta o controle e as salvaguardas de privacidade, bem como a prova de autoridade, permitindo a um grupo de atores a lidar com transações mais sensíveis (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 7). Por outro lado, por suas características técnicas, as redes públicas são menos suscetíveis a ciberataques, falhas operacionais e comportamentos maliciosos de pessoas e organizações (Bains, 2022, p. 8).

Contudo, como destacam Marke; Mehling; Corrêa (2022, p. 7), a taxonomia corrente de blockchain hoje, na realidade, acaba sendo um espectro entre os dois polos – público ou privado – em sistemas híbridos que, em cada caso concreto, se aproximam mais de um ou de outro lado, com inúmeras opções nos dois lados da balança. Como exemplo, pode-se exigir uma permissão para se tornar um *ledger node* (participante da rede que mantém cópia do livro-razão), liberando-os, entretanto, para interagir com outros *nodes* sem permissão; ou alguém pode ter permissão para ver, mas não para alterar as entradas; e assim por diante. Em última análise, a importância da distinção entre blockchain público ou privado sendo na participação e nos direitos dos usuários, como questões de privacidade e governança.

Um blockchain *permissionless*, como o Bitcoin, permite que todos participem livremente como um usuário padrão (anonimamente), sem necessidade de identificação ou autenticação, com apenas um pseudônimo. Não há uma única parte “no controle” (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 7) (tradução própria).

Já as redes permissionadas, como R3 e *Hyperledger Fabric*, são desenhadas para compartilhar registro entre organizações, inclusive concorrentes, oferecendo controle granular sobre quem pode ver e gerenciar dados. Dessa forma, aumenta-se a performance ao eliminar a necessidade de compartilhar tudo com todos os *nodes*. Porém, utilizando-se de um tipo especial de consenso chamado *Byzantine Fault Tolerance* (BFT) que, conforme argumentam seus defensores, seria ainda mais seguro do que redes *proof-of-work*, senão mais (Werbach, 2018, p. 62).

De toda forma, claro é que há um verdadeiro cisma na comunidade, entre os defensores dos dois lados da equação, sendo que os puristas mais comprometidos com origem criptoanarquista são ávidos defensores das redes públicas – o que seria a única a manter os objetivos originais da criação da tecnologia de cadeia de blocos criptografados não permissionada.

De forma sintética, nos dois extremos, as características das redes blockchain públicas e privadas (existindo inúmeras possibilidades, em diversas gradações, entre os extremos, como dito) podem ser assim representadas (**Error! Reference source not found.**):

Tabela 1 – Diferenças entre Blockchains Públicos e Privados.

Características	Blockchain Pública	Blockchain Privada
Acessibilidade	Qualquer pessoa é livre para se juntar e participar das atividades principais da rede blockchain, incluindo leitura, escrita, adição de blocos e auditoria das atividades da rede.	Apenas participantes selecionados e verificados podem entrar na rede.
Controle	Descentralizado e gerenciado por uma comunidade de usuários sem ponto único de controle. Uma vez que os blocos são validados, as entradas não podem ser editadas ou excluídas.	Centralizado e controlado por uma única entidade ou organização. O operador tem o direito de sobrescrever, editar ou excluir entradas na blockchain.
Transparência	Transparente, pois todas as transações são visíveis para qualquer pessoa na rede.	Privado, pois apenas usuários autorizados podem visualizar os dados e transações na rede.
Anonimato	Os usuários podem permanecer anônimos.	As identidades das pessoas envolvidas na transação são conhecidas.
Visibilidade de Dados	Todas as transações são visíveis na rede.	O acesso à rede é restrito e controlado.
Segurança	Altamente segura e resistente a ataques, devido à natureza descentralizada da rede e ao uso de criptografia.	Segura com o uso de criptografia.

Fonte: Adaptado de Dock (2024) (tradução própria).

Todavia, como dito, no espectro entre os extremos há diversas outras possibilidades, como blockchains híbridos e blockchains consorciados. O blockchain híbrido combina elementos tanto de redes públicas quanto privadas, permitindo um “mix” de acessos abertos e restritos à rede, a depender do caso de uso e da

aplicação. Um blockchain consorciado ocorre quando várias organizações formam uma rede, com cada participante sendo responsável em verificar e gravar certos dados na rede, diferindo-se de um blockchain privado, onde uma entidade única controla a rede; e diferencia-se do público, onde qualquer um pode participar da rede (Dock, 2024).

Agregando-se tudo em uma tabela comparativa de parâmetros, teríamos a seguinte matriz (Tabela 2):

Tabela 2 – Parâmetros por tipo de blockchain.

Parâmetros	Blockchain Pública	Blockchain Privada	Blockchain Híbrido	Blockchain Consorciado
Acesso	Aberto a todos	Acesso Restrito	Parcialmente público, parcialmente privado	Acesso Restrito
Mecanismo de Consenso	Prova de Trabalho	Prova de trabalho, Prova de participação, etc.	Combinação de diferentes mecanismos de consenso - Prova de trabalho, Prova de participação, etc.	Prova de trabalho, Prova de participação, etc.
Governança	Descentralizada	Centralizada	Descentralizada	Centralizada
Escalabilidade	Baixa escalabilidade	Alta Escalabilidade	Pode variar devido à arquitetura e design da rede.	Melhor escalabilidade comparada à blockchain pública.
Privacidade	Menos privacidade, pois é acessível a todos.	Privacidade melhorada.	Recursos de privacidade personalizados conforme os requisitos.	Maior nível de privacidade comparado à blockchain pública.
Casos de Uso	Mineração e troca de criptomoedas, sistemas financeiros descentralizados, gerenciamento da cadeia de suprimentos, artes digitais, etc.	Aplicações empresariais, gerenciamento da cadeia de suprimentos e compartilhamento interno de dados.	Gerenciamento da cadeia de suprimentos, finanças descentralizadas (DeFi), sistemas de votação, artes digitais e colaboração interorganizacional.	Instituições financeiras, indústria da saúde, gerenciamento da cadeia de suprimentos e compartilhamento de dados confidenciais entre entidades confiáveis.
Exemplos	Bitcoin, Ethereum	Hyperledger Fabric, Quorum, R3 Corda	Quorum	R3 Corda, Hyperledger, IBM Blockchain

Fonte: Adaptado de Bhaskar (2023) (tradução própria).

3.3.2.2 Principais Algoritmos de Consenso

Como visto anteriormente neste capítulo, em uma rede blockchain, quando há um acordo sobre a efetiva ocorrência de um fato e o estabelecimento de uma verdade sobre quando ele muda, engenhosos métodos criptoecônômicos de consenso são utilizados. A relevância do tema decorre do fato de que a veracidade sobre o que está em um registro e a confiança de que o que nele se encontra é íntegro é um dos elementos fundamentais do capitalismo de mercado (Berg; Davidson; Potts, 2017).

Nesse sentido, para o desenvolvimento de uma solução baseada em blockchain, é necessária a compreensão dos mecanismos de *design*, criptografia e engenharia, mas também de economia comportamental e humanidades. Isso em favor de uma compreensão do comportamento humano que é, muitas vezes, complexo e ilógico. Cientistas e formuladores de políticas públicas devem, assim, andar de mãos dadas (Verbin, 2018).

Essa complexidade pode ser evidenciada pela engenharia social por trás das tecnologias dos algoritmos de consenso, que criam os incentivos e as restrições necessárias para estabelecer regras que, ao mesmo tempo, incentivem a participação na rede e desincentivem os comportamentos maliciosos.

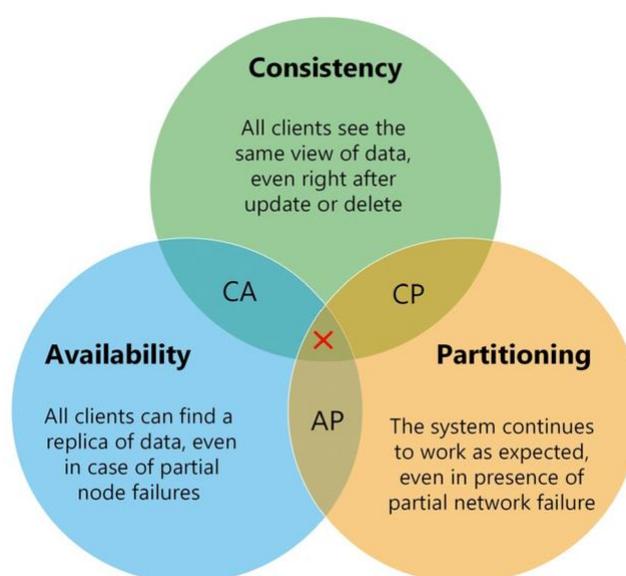
Um sistema distribuído deve ter por objetivo não permitir comportamentos maliciosos (segurança), nem falhar na sua manutenção (*liveness*). Dessa forma, os algoritmos de consenso têm papel fundamental nessa missão, por meio do alcance de três princípios fundamentais: validade (*validity*), concordância (*agreement*) e decisão final (*termination*):

A validade exige que qualquer valor acordado deve ser proposto por um dos processos envolvidos, sublinhando a importância de um processo de tomada de decisão transparente e responsável. A concordância determina que todos os nós não defeituosos alcancem um consenso unânime, reforçando a importância da confiabilidade e uniformidade no mecanismo de tomada de decisão. A decisão final assegura que todos os nós não defeituosos, em última instância, cheguem a uma resolução definitiva, enfatizando a necessidade de uma tomada de decisão rápida e eficiente, sem atrasos ou gargalos indevidos (Jain; Borkar; Deshmukh; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; Gupta, 2023, p. 333) (tradução própria).

Outro elemento técnico a se considerar em relação a uma rede distribuída, e conseqüentemente em relação ao algoritmo de consenso escolhido para uma

determinada rede, é o chamado Teorema CAP (ou teorema de Brewer) (Figura 31). Decorre do fato que não tem como ser “bom, bonito e barato” ao mesmo tempo, o que, no contexto do blockchain, significa que os fatores de “disponibilidade”, de “consistência” e de “tolerância ao particionamento” disputam espaço. Assim, sempre haverá um “*trade-off*”, ou seja, o teorema de CAP significa que um sistema sempre tem que sacrificar uma dessas propriedades e escolher duas (Jain; Borkar; Deshmukh; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; Gupta, 2023, p. 334):

Figura 31 – Diagrama do Teorema de CAP.



Fonte: (Jain; Borkar; Deshmukh; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; Gupta, 2023, p. 334).

Apesar de algumas limitações do teorema, que recebe críticas em razão de suposta vagueza e potencial conflitos de interpretação, ele é considerado, em termos gerais, como representativo de limitações fundamentais em qualquer sistema distribuído, “e ignorá-lo pode ter consequências ocultas” (Jain; Borkar; Deshmukh; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; Gupta, 2023, p. 334) (tradução própria).

Buscando evitar essas limitações e riscos em uma rede distribuída, foram

desenvolvidos inúmeros algoritmos¹⁷⁸ de consenso nas DLTs, basicamente formando dois grandes grupos, dos quais surgem tipos com características específicas: o primeiro são os consensos baseados em uma prova (de um “trabalho”, por exemplo); o segundo grupo são os consensos baseado em voto, que exigem que os nós de uma rede compartilhem os resultados de verificação de um novo bloco de transações antes de uma decisão final (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 7).

Esses dois grandes grupos de algoritmos de consenso, utilizado na grande maioria das transações em blockchain no mundo, são feitos hoje com base nos mecanismos de consenso de *Proof-of-Work* (PoW) ou *Proof-of-Stake* (PoS) (Edwood, 2020). São basicamente representados por suas utilizações nas maiores plataformas desse ecossistema, tais como Bitcoin, Litecoin, Monero, Zcash, Dogecoin dentre outros, utilizando PoW; e Ethereum 2.0, Cardano, Solana, Polygon, Avalanche e Polkadot, dentre outros, utilizando PoS. Existem inúmeros outros mecanismos ou derivações, alguns dos quais serão mencionados mais a frente – porém, sem detalhamento, considerando o escopo e limitação deste trabalho.

No Bitcoin e outros, a tarefa de verificação e assinatura para criação de uma “prova criptográfica” é feita pelo algoritmo de consenso “*proof-of-work*”. Este é um dos elementos de mais difícil compreensão para as pessoas não familiarizadas com a arquitetura Bitcoin: aos nós da rede é exigido a realização de um “trabalho” computacional para validar dados de transação, o que pode ser explicado, de forma sintética, da seguinte maneira (Brekke, 2019, p. 78):

- 1) Para serem autorizados a verificar um bloco, os nós da rede “testemunham” as transações e as organiza, de forma agrupada, em blocos.
- 2) Uma vez agrupada em blocos, os dados do input passam por um “algoritmo de *hashing*”, que deve seguir certos requisitos para ser considerado válido.
- 3) O produto do *hashing* é uma *string* antecedita de certo número de

¹⁷⁸ Algoritmo, conforme Lage (2022, p. 43), “é o processo ou conjunto de regras a serem seguidas em cálculos ou outras operações de solução de problemas, especialmente, por um computador. O objetivo de um algoritmo é resolver um problema específico, geralmente, definido por alguém como uma sequência de instruções. Em outras palavras, algoritmos são atalhos que nos ajudam a dar instrução aos computadores”.

zeros¹⁷⁹.

- 4) Para que esse *hash* seja considerado válido, os nós (*nodes*) adicionam um número aleatório de zeros (*nonce*) aos dados da transação, e continuam tentando diferentes *nonces* até que o *hash* cumpra os requisitos do sistema (o que é a “prova do trabalho” realizada pelo *node*).
- 5) Uma vez encontrado um *hash* válido, ele é publicado, junto com o *nonce* utilizado, de forma que qualquer pessoa pode verificar que, de fato, os requisitos do algoritmo de *hash* foram cumpridos (realizando novamente a computação com os dados da transação e o *nonce*, e checando se produz o mesmo *hash* – lembrando que qualquer mínima diferença gera *hashs* completamente diferentes).
- 6) Esse processo é conhecido por “mineração” (em analogia com a mineração de ouro). Como recompensa em validar as transações de forma correta, o “vencedor” do trabalho recebe uma quantia fixa de Bitcoins.

Os sistemas com mecanismo *proof-of-work*¹⁸⁰ exige um consenso sobre a ordem exata das transações, de forma que os *nodes* estão concordando não somente sobre o “que” e o “quando” algo ocorreu, mas também em que sequência, o que é feito pelo compartilhamento de cópias idênticas do *ledger* (registro), permitindo a todos fazerem uma checagem computacional idêntica e na mesma ordem, o que é chamado de “estado compartilhado” (*shared state*), que é uma fotografia do sistema em um determinado momento (Werbach, 2018, p. 64).

O citado mecanismo tem a função de evitar, justamente, um dos maiores

¹⁷⁹ Conforme Brekke (2019, p. 78), tem-se o exemplo de string 000000000019d6689c085ae165831e934ff763ae46a2a-6c172b3f1b60a8ce26f, que é o primeiro hash de transações verificadas de bitcoin.

¹⁸⁰ No Bitcoin, a “prova de trabalho” é feito, de acordo com Nakamoto (p. 3), da seguinte forma: “para implementar um servidor de marcação temporal distribuído em uma base *peer-to-peer*, precisaremos usar um sistema de prova de trabalho semelhante ao Hashcash de Adam Back, em vez de postagens em jornais ou Usenet. A prova de trabalho envolve a busca por um valor que, quando feito o *hash*, como com o SHA-256, o *hash* começa com um número de bits zero. O trabalho médio necessário é exponencial em relação ao número de bits zero exigidos e pode ser verificado executando um único *hash*. Para nossa rede de marcação temporal, implementamos a prova de trabalho incrementando um *nonce* no bloco até que seja encontrado um valor que dê ao *hash* do bloco os bits zero exigidos. Uma vez que o esforço da CPU foi despendido 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” (tradução própria).

riscos de uma rede blockchain, que é o chamado “*double-spend*” (utilizar um ativo mais de uma vez), sendo que, para isso, o mecanismo PoW cria um custo, por meio da exigência de mineração por poder computacional (Edwood, 2020).

Um potencial risco desse modelo de consenso é o chamado “*sybil attacks*”: se for fácil e recompensador para alguém falsificar a rede, provavelmente ele o fará. Uma forma para isso seria criação de milhões de “nós” artificiais, o que aumentaria sua chance de ser o “vencedor”. Dessa maneira, a mineração por meio de uma prova de trabalho (PoW) torna custoso votar, pois exige poder computacional para resolver os quebra-cabeças arbitrários de “*hashing*”. Dessa maneira, a chance de ganhar na loteria aumenta conforme a quantidade de poder computacional ofertado na rede, o que pode ser suficientemente caro para evidenciar que a trapaça é mais custosa que o benefício, evitando o “*sybil attack*” (Werbach, 2018, p. 45).

Por outro lado, ao mesmo tempo em que deve desincentivar a fraude¹⁸¹, o mecanismo de consenso também deve promover algum benefício aos participantes da rede, afinal a prova de trabalho é cara. Isso exige equipamentos e energia de alto custo, não sendo suficiente um apelo ao altruísmo. Satoshi Nakamoto resolveu essa equação oferecendo recompensas em bitcoin aos mineradores que validam blocos, cuja mineração, motivada pelo interesse próprio, cumpre um papel benéfico para o coletivo (Werbach, 2018, p. 47).

Assim, a mineração, como validação de transações, leva ao benefício do recebimento da “moeda” criada, constituindo um tipo de incentivo do que se convencionou chamar de Criptoeconomia. Dessa maneira, as partes engajadas na validação do registro (minerador) são motivadas por incentivos econômicos positivos para realizar as validações. Isso, no caso do Bitcoin, é a oportunidade de ganhar a recompensa da emissão de unidades da moeda pela validação de um bloco a cada dez minutos a quem resolver primeiramente o quebra-cabeça criptográfico (Werbach, 2018, p. 98). A Criptoeconomia foca, portanto,

no design de estruturas de incentivos específicos para recompensar o comportamento que ajuda a rede a funcionar corretamente, ao mesmo

¹⁸¹ Outro potencial risco das DLTs são ataques do tipo “51%” (*51-percent attack*). Ainda que tudo corra como planejado, se uma pessoa ou grupo de pessoas alcançarem 51% do poder computacional da rede, passam a ter a capacidade de bifurcar o registro com a inclusão de um bloco fraudulento, conforme menciona Werbach (2018, p. 46).

tempo em que desencoraja comportamentos que levam a resultados indesejáveis, como congestionamento da rede, uso excessivo ou outras formas de abuso (McMullen; de Filippi, 2018, p. 7) (tradução própria).

Conforme destaca Werbach (2018, p. 33), a solução partiu de uma bem conhecida charada de lógica de um paradoxo de dois guardas, onde cada guarda protege uma porta, sendo que uma delas leva à riqueza e a outra à morte. Deve-se perguntar aos guardas qual é a porta correta, mas com o detalhe de que somente um dos guardas é sempre confiável, enquanto o outro sempre mente; e não se sabe qual é qual – o que torna a solução aparentemente impossível. A solução elegante é a seguinte: pergunte a cada guarda o que o outro guarda recomendaria, e vá à porta contrária. Isso porque, 1) ao perguntar para o guarda confiável o que o outro guarda diria, ele falará a verdade, de forma que se deveria ir à porta contrária (já que o guarda não confiável indicaria a porta da morte); 2) se perguntar ao guarda não confiável o que guarda confiável diria, ele mentiria, de forma que, também nesse caso, se deveria escolher a outra porta.

Satoshi Nakamoto resolveu o enigma do dinheiro digital – e, ao fazê-lo, desenvolveu uma nova arquitetura de confiança – usando uma abordagem semelhante: invertendo o problema. O mecanismo para as pessoas realizarem pagamentos com confiança usando uma moeda digital descentralizada é pagar as pessoas com ela. Em vez de tratar o dinheiro apenas como o produto do sistema, o Bitcoin o utiliza como uma entrada (Werbach, 2018, p. 33) (tradução própria).

Ainda que essa abordagem algorítmica tenha se provado efetiva, há muitas críticas pelo consumo excessivo exigido para a solução das equações criptográficas da mineração. Dessa forma, promoveu-se muita pesquisa para se encontrar uma alternativa mais amigável ao meio ambiente e que tivesse um equilíbrio com a segurança (Jain; Borkar; Deshmukh; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; Gupta, 2023).

Foi então que se iniciou a adoção do algoritmo *Proof of Stake* (PoS, ou “prova de participação”), que é a opção mais popular para blockchains hoje em dia. Ainda que possua muitas variações, é possível estabelecer os elementos centrais comuns a todas elas, conforme descrito a seguir (*Binance Academy*, 2024).

No caso do *proof-of-stake*, o funcionamento é diferente para o alcance de consenso sobre a validade de um bloco, de forma que, em vez de mineradores, os membros da rede são “validadores”. Assim, em vez de utilizar poder computacional para assegurar os blocos, há uma concordância com uma espécie de “aposta” de seus próprios fundos/ativos (*stake*) de que a informação é válida. O algoritmo determina qual validador será escolhido para cada bloco, sendo que as chances são

determinadas pelo quanto cada membro da rede tem em ativos. Os mineradores do PoW são recompensados com novas Moedas, enquanto os validadores do PoS recebem uma parte das taxas incluídas em cada loco, proporcional ao seu “*stake*” (aposta) (Edwood, 2020).

O primeiro passo feito pelo algoritmo é pseudorandomicamente¹⁸² selecionar o validador, depois selecionar o bloco proposto e então determinar sua validação. Neste caso, quanto maior a propriedade de “*tokens*” (o ativo) nativos da rede (fatores como *hashs* mais antigos e histórico de *stake* também podem contar), maior a chance de ser selecionado – como em uma loteria, onde quem joga mais números tem maior chance de acerto (Bains, 2022, p. 10). Após a realização da validação do bloco, os outros validadores verificam e aprovam a transação (sem a geração de uma “moeda”), e, assim, “forjando” (*forged*) o novo bloco de informações da rede. Nesse sistema PoS,

a consistência é mantida à medida que todos os validadores concordam sobre o estado da blockchain. Quando um bloco é adicionado à blockchain, assume-se que todos os validadores alcançarão um acordo sobre o estado do livro-razão, garantindo a consistência. O processamento de transações continua mesmo na presença de partições de rede ou nós isolados, demonstrando a capacidade de resposta e disponibilidade do sistema. Espera-se que os validadores estejam disponíveis para validar transações e criar novos blocos, garantindo que a blockchain continue a funcionar. O blockchain é projetado para operar mesmo em caso de partições de rede ou problemas de conectividade, e a tolerância a partições é alcançada enquanto alguns validadores puderem se comunicar e validar transações (Jain; Borkar; Deshmukh; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; Gupta, 2023, p. 335) (tradução própria).

Dessa maneira, tendo em vista que não se está resolvendo um problema matemático complexo por meio de pesados cálculos computacionais, e há menos validadores, a velocidade das transações pode ser aumentada. O que, ao mesmo tempo, pode levar a riscos de uma atividade maliciosa, principalmente se houver problemas com concentração da rede (destacadamente quando as redes são novas ou pequenas [Bains, 2022, p. 11]). Em síntese, assim pode-se apresentar uma matriz diferencial entre *proof-of-stake* e *proof-of-work* (Tabela 3):

¹⁸² Um processo de seleção pseudorrandômico significa que a escolha do validador é aleatória (randômico), mas não totalmente imprevisível, pois combina elementos de aleatoriedade com outros critérios de segurança e eficiência, como, por exemplo, prioridade a *hashs* mais antigos e com históricos consistentes de *stake* e integridade do *node*. Os dois métodos mais comuns são o *randomized block selection* e o *coin age selection*, conforme explica a Binance Academy (2024).

Tabela 4 – *Proof of Work vs Proof of Stake*.

Diferenças	Proof of Work	Proof of Stake
Método de Validação	Requer trabalho computacional complexo, conhecido como mineração de criptomoeda.	A quantidade de criptomoeda em stake controla a verificação.
Algoritmo de Consenso	O primeiro a resolver os quebra-cabeças criptográficos torna-se o validador.	Um algoritmo escolhe um validador com base no valor de seu colateral.
Recompensas	O primeiro a minerar o bloco recebe uma recompensa.	O validador ganha a taxa da rede como recompensa.
Eficiência	PoW é menos eficiente devido ao alto poder computacional e consumo de energia.	Mais eficiente, pois não requer nenhum equipamento de mineração.
Centralização	Vem com o risco de mineradores com equipamentos poderosos dominarem a rede.	A adoção precoce e a concentração de riqueza podem levar a redes centralizadas.
Equipamento	Circuitos integrados de aplicação específica (ASICs) e unidades de processamento gráfico (GPUs).	Qualquer dispositivo de nível servidor padrão funciona.
Exemplos de Criptomoedas	Bitcoin (BTC) e Litecoin (LTC).	Ethereum 2.0 (ETH2) e Binance Coin (BNB).

Fonte: adaptado de Kazin (2023) (tradução própria).

Também são possíveis outros métodos de consenso de redes públicas, como o *Delegated Proof-of-Stake (DPoS)*¹⁸³ (Bains, 2022, p. 8) e de redes privadas que

¹⁸³ Como introdução ao algoritmo DPoS, destaca-se sua descrição por Bains (2022, p. 12): “DPoS adiciona um elemento democrático ao mecanismo de consenso PoS ao terceirizar o processo de validação. Assim como no PoS, a validação de blocos é aleatória, e indivíduos ou entidades (*stakeholders*) que apostam a maior quantidade de um determinado ativo cripto têm mais chances de

confiam entre si, como o *Practical Byzantine Fault Tolerance* (BFT), *Federated Byzantine Fault Tolerance* (fBFT), DiemBFT e *Proof-of-Elapsed-Time*¹⁸⁴ (Bains, 2022, p. 12). Também se destacam algoritmos de consenso como *Nominated Proof of Stake* (NPoS), o *Proof of Staked Authority* (Binance Academy, 2024). Destaca-se, também, o método de consenso *proof-of-spacetime* (PoSt), constituído por um processo em que os mineradores recebem um desafio criptográfico que somente pode ser respondido se o minerador realmente mantiver uma cópia de todos os dados da rede (Filecoin, 2024). Todas essas derivações, como já mencionado, não serão objeto de detalhamento neste estudo, considerando seu escopo e limitações de objeto.

Do ponto da escala tecnológica, outro elemento se mostra fundamental como objeto de análise, para estabelecimento de elementos conceituais de um processo regulatório: a governança das redes blockchain, que se mostra o mais próximo de um processo político.

3.3.2.3 Governança *On-chain* e *Off-chain* de Infraestruturas blockchain

Cada rede blockchain acaba por formar um grande ecossistema, com inúmeros atores influenciando na dinâmica estrutural e de funcionamento das redes. Dessa forma, a questão do exercício da boa governança *da* infraestrutura e a governança *na* infraestrutura deve ser estabelecida de modo a prevenir que aqueles atores ajam de forma não confiável. Isso pode ferir a confiabilidade da plataforma como um todo (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 8).

ganhar a oportunidade de validar um bloco e gerar uma recompensa. O modelo DPoS opera um sistema de votação onde os stakeholders escolhidos para validar um bloco podem repassar seu trabalho para uma terceira parte. Essas terceiras partes são conhecidas como "testemunhas" e são responsáveis por alcançar o consenso durante a geração e validação de novos blocos. As recompensas são compartilhadas entre as testemunhas e os *stakeholders*" (tradução própria).

¹⁸⁴ Sobre esses, explica Bains (2022, p. 13): "Os mecanismos de consenso explorados até agora funcionam bem quando os participantes da rede não são confiáveis – ou seja, funcionam bem com redes públicas ou *permissionless*. Esta próxima seção trata dos mecanismos de consenso em que os participantes da rede são confiáveis; pBFT está entre os exemplos mais conhecidos. O pBFT funciona melhor em casos em que os participantes da rede são pelo menos parcialmente confiáveis – ou seja, em redes *permissionadas*. Ele antecede as blockchains em termos de teoria subjacente, mas tem sido aplicado a redes blockchain com algum sucesso. Pode ser considerado um tipo de mecanismo de *Proof-of-Authority* (PoA), onde os nós apostam sua identidade e reputação, em vez de um *stake* financeiro ou computacional, como no PoW e PoS. Isso significa que as identidades são conhecidas e, portanto, as redes tendem a ser centralizadas" (tradução própria).

Assim, no âmbito da tecnologia Blockchain, o que a primeira vista parece uma rede que opera de forma determinística e de maneira autocontida independente de terceiras partes (temas amplamente defendidos pela comunidade *cypher*), na realidade pode-se demonstrar na prática que são sistemas híbridos, feitos tanto de componentes técnicos como sociais (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 7), pois são formados

não apenas de código, mas também de uma grande variedade de atores, incluindo mineradores, validadores, programadores, detentores de criptomoedas e tokens, usuários finais e, em menor medida, reguladores. Ter confiança no sistema significa, em última análise, confiar em todo o conjunto de atores associados a essa rede (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 7) (tradução própria).

Há, assim, desenvolvedores com poder de influência na evolução de uma rede baseada em blockchain, operando contra ou a favor de certas especificações e designs da Plataforma. Tendo em vista que a produção e manutenção dos códigos, mesmo os abertos, acabam sendo feitas de maneira consideravelmente centralizada e hierárquica em certa medida prática, é correto afirmar que alguns têm o poder de decidir o que será aceito ou rejeitado no *core* do repositório. Nesse sentido, fica evidente que essas decisões, ainda que pareçam técnicas, são também decisões políticas, pois implicam na identidade do sistema e suas potenciais repercussões econômicas (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 7–8).

Nesse sentido, nos termos de Brekke (2019, p. 16), que tem por referência teórica a ontoepistemologia do realismo agencial de Karen Barad¹⁸⁵, não se deve presumir que uma determinação se encontra somente na decisão humana, mas que seja resultado de uma dinâmica em várias escalas “quânticas”. Isso permite uma abertura para algumas proposições e esperanças da tecnologia blockchain, ao envolver dinâmicas não-humanas (no caso, a matemática e a computação, dentre outros), em dinâmicas antes considerados domínios somente humanos, como a política, a economia e o direito. Da mesma forma vale o inverso, no sentido de que blockchain também inclui o humano, o social e outras dinâmicas.

A compreensão dessa complexidade dos sistemas blockchain é importante porque muitas afirmações sobre essa tecnologia partem do princípio simplista de

¹⁸⁵ Obra referencial de Karen Barad é “Meeting the Universe Halfway: quantum physics and the entanglement matter and meaning”, publicado em 2007 pela Duke University. Disponível em <https://www.istor.org/stable/j.ctv12101zq>, Acesso em: 30 ago. 2024.

que ela se encontra puramente no domínio técnico e objetivo, quando, na realidade, deve ser percebido a partir da subjetividade humana:

O político pode ser percebido pelos diferentes aspectos que formam o "blockchain" em diferentes tempos e lugares, não apenas como uma tecnologia, mas também como um conjunto de ideias, manchetes, *white papers*, materiais promocionais, culturas de desenvolvedores e assim por diante. Como a ideia de "blockchain" é um ponto de partida para diferentes e contestadas agendas, e porque propõe uma reconfiguração radical do político, nem o "blockchain" em si, nem seu significado político devem ser totalmente pressupostos desde o início (Brekke, 2019, p. 16) (tradução própria).

Dessa maneira, a primeira camada de decisão no desenvolvimento de uma rede blockchain é a forma de governança estabelecida no nível do código – a governança *pela* infraestrutura, também chamada de *on-chain* – e que, portanto, está codificada na própria tecnologia. O que significa, nesse início, determinar tais códigos com uma compreensão restrita na tomada de decisão quando da aplicação dessas regras no futuro (McMullen; de Filippi, 2018, p. 17).

Esse primeiro "*layer*" demonstra que há uma programação intrínseca definida para cada comunidade e, considerando que a confiança no blockchain não é um oxímoro, deve ser analisada em seus próprios termos, conforme estabelecidos (Werbach, 2018, p. 31). Ou seja, ao mesmo tempo em que pretende se substituir à confiança na economia, a tecnologia, ela mesma, exige, em certa medida, a confiança no ecossistema a que pertence.

Exatamente em razão desta invariável necessidade de confiança na construção de qualquer sistema blockchain, e as consequências que uma falha de "*trust*" na "*confidence*" do sistema, é que se evidencia a importância de se debater sobre a questão da governança (Mannan; Reijers; de Filippi, 2020, p. 8). Como visto, qualquer rede blockchain possui diversas camadas que vão se sobrepondo, cada qual adicionando capacidades à anterior. Ao mesmo tempo, ela herda suas limitações, ou seja, a primeira camada de todas acaba determinando, na prática, tudo que será feito posteriormente (McMullen; de Filippi, 2018, p. 4).

Além da governança contida no código descrito acima (governança *pela* [by] infraestrutura), também há uma a governança da (*of*) estrutura, referindo-se às atividades que ocorrem por fora da plataforma tecnológica em si, mas que influencia o desenvolvimento e a operação do sistema, o que é chamado de governança "*off-chain*", porque ocorre fora da infraestrutura blockchain. São, portanto, regras e procedimentos que não são autoexecutáveis e que demandam algum grau de

supervisão (McMullen; de Filippi, 2018, p. 18–19).

Conforme McMullen e de Filippi, os dois mecanismos – governança *da* e *pela* infraestrutura – coexistem nos sistemas blockchain, contribuindo para gestão de acordo com suas regras. Às vezes constituem regras contraditórias, sendo que cada camada tem seus próprios benefícios e dificuldades. Isso faz com que sejam mais adequados para um caso de uso ou de outro, conforme a camada que prevalece. Conforme evidencia Laatikainen; Li; Abrahamsson (2023, p. 2), “é crucial ter uma visão integrativa da governança que balanceie os prós e contras de modelos baseados em uma única teoria” (tradução própria), uma vez que

a governança *off-chain* é geralmente implementada por meio de um sistema de regras, procedimentos e normas sociais que não são tão rígidos e formalizados quanto os de um sistema baseado em código. Esses sistemas são mais informais e menos estruturados do que sua contraparte baseada em código e, portanto, são mais complexos de supervisionar e controlar. Assim, os usuários podem facilmente contorná-los porque não há aplicação automática de regras. [...]. Os sistemas de governança *on-chain*, por outro lado, não podem ser facilmente evitados ou contornados em sentido estrito, porque operam de acordo com um sistema de regras que foram codificadas diretamente na estrutura tecnológica responsável por aplicá-las. Esses sistemas também são mais auditáveis e verificáveis do que sua contraparte *off-chain*, pois cada transação em um blockchain vem com uma prova irrevogável e não repudiável de si mesma. [...] (McMullen; de Filippi, 2018, p. 20) (tradução própria).

Em outros termos, a decisão sobre a governança de sistemas descentralizados necessita de uma análise abrangente e holística, que corresponda aos casos de uso que integre insights de trabalhos recentes. Ou seja, a governança inclui questões técnicas e sociais em termos individuais, comunitários, organizacionais, intraorganizacionais, nacionais e internacionais, “relacionados a atores, papéis, direitos, incentivos, responsabilidades, regras e os aspectos comerciais, tecnológicos, legais e regulatórios de um sistema de blockchain durante todo o seu ciclo de vida” (Laatikainen; Li; Abrahamsson, 2023, p. 13) (tradução própria).

Não há dúvidas, portanto, de que o “design da governança é a mais importante decisão que qualquer plataforma blockchain tem que encarar” desde sua concepção. Sem o estabelecimento de formas de gerenciar estratégias que respondam às mudanças externas, é impossível a sobrevivência de um projeto blockchain (Barrera; Hurder, 2020, p. 23) (tradução própria).

Além disso, um aspecto fica bastante claro: o blockchain não elimina por completo a necessidade de confiança (*trust*), representando, antes de tudo, a reemergência da confiança, mas dessa vez em uma nova forma (Werbach, 2018, p.

3). Deve-se, portanto, ter muito cuidado em não se atribuir poderes transformadores divinos inexistentes ao Blockchain (Telpner, 2018, p. 13).

Com essas considerações e contexto tecnológico, o próximo Capítulo procura descrever o que se constitui e como se classifica o mercado de carbono como mecanismo de precificação das ações de mitigação climática, localizando o mercado voluntário de carbono REDD+ jurisdicional. Pretende-se, assim, compreender os potenciais impactos do blockchain na questão de confiabilidade e confiança desse novel mercado.

4 BLOCKCHAIN NO MERCADO DE CARBONO VOLUNTÁRIO REDD+ JURISDICIONAL

4.1 Precificação do Carbono: emergência de um mercado necessário

A presente pesquisa descreve e analisa as variáveis no entorno de um mercado determinado pela valoração de reduções de emissões decorrentes do desmatamento (REDD+), e a utilização da tecnologia blockchain para endereçar questões de confiança e confiabilidade nesse contexto, em busca de solucionar lacunas e falhas do mercado de carbono. Porém, se há um mercado, é porque existe um produto, um produtor e um comprador. Qual exatamente é o produto deste mercado, por que ele existe, e quem são os seus atores?

O primeiro ponto a se destacar e se firmar como premissa, e que foi detalhado no primeiro capítulo, é que está cientificamente comprovada a influência humana no sistema climático. Tal fato leva a eventos extremos, em razão da ocorrência de emissões antropogênicas de gases de efeito estufa, os quais estão em seus níveis históricos de acumulação mais altos já registrados (IPCC, 2014, p. 2). Como destacado pelo Nobel de Economia William Nordhaus, o primeiro passo para compreender os riscos e perigos da mudança do clima é justamente a tomada de decisões fundadas solidamente na ciência climática (Nordhaus, 2013, p. 36), considerando os impactos para as presentes e futuras gerações:

A mudança climática levanta questões profundas de valores (como tratamos as gerações futuras em relação à atual) e de distribuição, que devem estar no centro de qualquer discussão sobre ações. A mudança climática tem, é claro, impactos profundos entre as gerações (Stiglitz; Stern, 2021, p. 5) (tradução própria).

Nessa perspectiva, a ocorrência de inúmeros eventos climáticos de alto custo ambiental, social e econômico em grande parte do planeta, e com efeitos transgeracionais, demonstra a necessidade urgente de ações e de medidas de alto impacto e em grande escala. Assim, poderia mitigar-se as fontes geradoras do problema: a emissão de gases de efeito estufa – GEE (*greenhouse gases* – GHG).

Por tal razão, em 2015, a comunidade internacional chegou a um acordo no âmbito das Nações Unidas, consensuado por meio do Acordo de Paris, uma resposta articulada internacional quanto aos riscos associados à mudança do clima. Estabeleceu-se o objetivo de manter o aquecimento global abaixo dos 2°C frente à média histórica pré-industrial, com esforços preferenciais para mantê-lo abaixo de

1,5°C. Comprometeu-se, assim, que as emissões antropogênicas globais de CO₂ devam atingir o zero líquido (sequestro pelo menos igual às emissões) até 2050 e, posteriormente, emissões líquidas negativas.

Aquelas metas exigem uma rápida e profunda transformação da economia em todo o planeta: para manter uma trajetória de 2°C, a maioria das vias projetadas pelos cientistas prevê que as emissões globais de CO₂ devem cair de 10% a 30% abaixo dos níveis de 2010 até 2030. Já as vias para uma trajetória de 1,5°C exigem reduções de 40% a 60% até 2030 (Kennedy; Kevin, 2019, p. 5). Um esforço global fenomenal, e que exige ações conjuntas de governos, corporações, terceiro setor e indivíduos.

Há, todavia, uma equação econômica não resolvida nessa questão. O preço dos produtos e serviços ainda não representa, em sua composição, o custo social associado às emissões que produzem, de forma que o mercado não responde ao desafio. Em outros termos, a emissão de gases de efeito estufa se constitui em uma “externalidade negativa” (*external diseconomies*¹⁸⁶), sendo, portanto, na teoria econômica, uma “falha de mercado”¹⁸⁷. Dessa maneira, a intensidade de carbono no processo produtivo, em regra, não altera o custo dos produtos e serviços – um incentivo ao *business as usual*.

Conforme o também ganhador do Nobel de economia Joseph Stiglitz, isso ocorre porque, grande parte das vezes, os objetivos de uma organização não coincidem com o da sociedade, pois enquanto os lucros são privados, eventuais perdas e riscos sistêmicos são socializados (Stiglitz; Stern, 2021, p. 18). Nordhaus corrobora, no sentido de que isso é especialmente verdadeiro no contexto da mudança do clima, que isso exige intervenção, regulação ou taxação para reduzir aqueles impactos negativos:

A economia ensina uma lição importante sobre externalidades: os mercados não resolvem automaticamente os problemas que geram. No caso de externalidades prejudiciais, como o CO₂, mercados não regulados produzem em excesso porque os mercados não atribuem um preço aos

¹⁸⁶ Dessa maneira, *external economies* representa externalidades positivas na economia. No sentido contrário, *external diseconomies* representaria externalidades negativas, no que se encaixam as emissões de gases de efeito estufa.

¹⁸⁷ Conforme Stiglitz e Stern (2021, p. 15), “a externalidade imposta pela mudança climática é uma óbvia ‘falha de mercado’. Mas há interações importantes entre a falha de mercado climático e outras falhas de mercado. Elas afetam como os indivíduos se comportam, como respondem à intervenção governamental e o custo social do carbono” (tradução própria).

danos externos das emissões de CO₂. O preço de mercado do combustível de aviação não inclui o custo das emissões de CO₂, e, portanto, voamos demais. Os economistas falam sobre uma "mão invisível" dos mercados que estabelece preços para equilibrar custos e desejos. No entanto, a mão invisível não regulada define os preços incorretamente quando há externalidades importantes. Portanto, os governos devem intervir e regular ou taxar atividades que tenham externalidades prejudiciais significativas. O aquecimento global não é diferente de outras externalidades; requer ações afirmativas dos governos para reduzir os impactos negativos (Nordhaus, 2013, p. 18–19) (tradução própria).

Conforme Friedman (1986), “uma economia de mercado é coordenada pelo sistema de preço”, mas para se estabelecer um preço para o carbono, como visto, não há como contar com o mercado sozinho. Isso porque, na questão das mudanças do clima, o mercado é altamente imperfeito (Stiglitz; Stern, 2021, p. 28). Dessa maneira, deve-se procurar meios de internalizar, no custo de produção, a externalidade negativa dos gases de efeito estufa – GEE.

Portanto, considerando esse fato econômico, de externalidade da mudança do clima como falha de mercado, foram desenvolvidos conceitos e mecanismos para que a emissão de gases de efeito estufa passasse a ter um custo internalizado no preço de produtos ou serviços – ou seja, a promoção de estratégias e políticas públicas de “precificação do carbono”.

Esse processo de colocar um preço nos GEE e dar-lhe seu valor econômico, corrigindo aquela subvalorização da externalidade negativa, tem ocorrido, nas economias desenvolvidas. Ele se dá basicamente de duas formas: regulamentação de um incentivo negativo, impondo limites transacionáveis de emissões por meio da concessão de permissões de emissões (*allowances*), em um sistema chamado de *cap-and-trade* (ou *emissions trade systems* – ETS); ou por meio da imposição de uma taxa nas emissões de carbono (a taxa de carbono). Como será visto posteriormente, ainda neste capítulo, outras estratégias se agregam a essas duas. Dentre elas estão incentivos positivos para redução de emissões, a exemplo da constituição de um mercado de REDD+ e pagamentos por resultados de mitigação climática.

Uma lição central da história da economia é o poder daqueles “incentivos”, e, no contexto das mudanças climáticas, o incentivo mais eficiente é colocar um valor alto para o carbono (Nordhaus, 2013, p. 6), por permitir alcançar quatro objetivos centrais:

Primeiro, ele fornecerá sinais aos consumidores sobre quais bens e serviços são intensivos em carbono e, portanto, devem ser usados com mais moderação. Segundo, ele fornecerá sinais aos produtores sobre quais

insumos são intensivos em carbono (como carvão e petróleo) e quais usam menos ou nenhum carbono (como gás natural ou energia eólica), induzindo assim as empresas a se moverem para tecnologias de baixo carbono. Terceiro, ele dará incentivos de mercado para inventores, inovadores e banqueiros de investimento inventarem, financiarem, desenvolverem e introduzirem novos produtos e processos de baixo carbono. Finalmente, um preço do carbono economizará as informações necessárias para realizar todas essas tarefas (Nordhaus, 2013, p. 6–7) (tradução própria).

Dessa maneira, em outros termos, a precificação do carbono tem a finalidade de embutir os custos externos da mudança do clima na economia. Isso ocorre ao se criar incentivos para transição econômica e desenvolvimento de tecnologias, processos e modelos de negócio de baixas emissões (Kennedy; Kevin, 2019, p. 5), ainda que outras estratégias complementares também sejam necessárias.

A mudança do clima envolve a necessidade de modificações no coração dos sistemas econômicos, como economia, terra, cidades e transportes, o que exige mais do que uma precificação padrão, em especial porque o problema articula inúmeras fontes de “falhas de mercado”. Estas, como já dito, não são bem gerenciadas pelo mercado em si, pois “os mercados de capital privado não são sensíveis às externalidades macroeconômicas decorrentes de realocações setoriais¹⁸⁸” (Stiglitz; Stern, 2021, p. 23–24).

Portanto, destacam Kennedy; Kevin (2019, p. 11), agregando os argumentos anteriores, a lógica econômica subjacente à precificação do carbono tem por fundamento o fato de que os impactos da mudança do clima levam a altos custos à sociedade, os quais não estão incluídos nos preços dos produtos. A ausência destes custos na composição do preço (que constituem aquelas “externalidades”) faz com que ele fique abaixo do seu real custo. Isso leva à maior utilização de recursos e mais carbono intensivo que o desejável para a sociedade.

Assim, a imposição de um preço ao carbono internaliza esses custos “externos”, passando a se apresentar nas planilhas de custos que informam o processo decisório de alocação de investimentos e produção pelo setor privado, bem como nas decisões de compra pelo consumidor. Essa é, portanto, a racionalidade por trás da precificação do carbono: é a abordagem economicamente mais eficiente para reduzir as emissões de GEE e viabilizar mudanças de comportamento no longo

¹⁸⁸ Realocações setoriais aqui são vistas pelos autores no sentido de transição de atividades intensivas em carbono para setores mais sustentáveis, o que resulta em realocação de recursos como trabalho, capital e tecnologia.

prazo.

Como mencionado, a precificação de carbono pode ocorrer de diversas formas: por meio de incentivos positivos, como subsídios e remuneração do carbono, ou pelo estabelecimento de restrições econômicas, como a imposição de taxa ou criação de sistemas que limitem as emissões e permitam transações de “permissões”, dentre outros. O detalhamento desta tipologia é o tema do próximo tópico.

4.1.1 Tipologia de Precificação do Carbono

Um primeiro elemento para estabelecimento de um recorte tipológico da precificação de carbono, e a conceituação se uma determinada iniciativa é ou não um “mercado” de carbono, é a análise quanto à sua caracterização como mecanismo de incentivo. Se for de incentivo negativo, gerará consequências econômicas negativas pela emissão acima de certos limites; ou se mecanismo de incentivo positivo, favorecerá economicamente a redução de emissões a partir de uma linha de base. São exemplos do primeiro os sistemas de *cap-and-trade* (ETS/SCE) e a taxação do carbono; e do segundo, a remuneração do carbono (pela redução de emissões ou sequestro) e o subsídio do carbono.

Para o senso comum, quaisquer menções a mecanismos de indução/remuneração por redução de emissões de gases de efeito estufa seriam sempre, genericamente, conceituadas como “mercado de carbono”, o que não é correto. Destacadamente em relação à questão da taxação e do subsídio de ações de mitigação, por serem mecanismos que utilizam a moeda corrente como elementos de recompensas e restrições climáticas, não seriam representados por “unidades de créditos de carbono”.

Há, portanto, um problema terminológico quanto ao que se constitui um “mercado” de carbono – fonte de inúmeros problemas e debates desnecessários ou incorretos, pelo simples fato de se estar a falar de coisas diferentes.

A rigor, tanto ETSs quanto instrumentos de “remuneração do carbono” podem ser considerados “mercado de carbono”. Entretanto, mesmo esses mecanismos, que em geral são mercados, podem ter subtipos, os quais podem ou não se caracterizarem como um “mercado”. Como exemplo, há o próprio REDD+, que, sendo um incentivo do tipo “remuneração do carbono”, pode ser remunerado como

um “pagamento por resultado” (com transações de “unidades de redução”, e tido como não-mercado). Pode também ser integrado à classificação de “mercado”, como nas transações de “créditos de carbono”, adquiridos para comprovação de compromisso de neutralidade de carbono por corporações (Net Zero), ou como *offsets* em sistemas regulados, inclusive mercados de *cap-and-trade*, quando legalmente autorizados.

Delton Chen¹⁸⁹, em uma abordagem didática dessa classificação, consolida uma proposta tipológica do tema, apresentando uma “Matriz de Precificação de Carbono”¹⁹⁰. Estabelecida com base em dois eixos, possuindo quatro quadrantes: 1) incentivos positivos (recompensas) e incentivos negativos (restrições); 2) mecanismos fiados em moeda corrente (moeda) ou por geração de unidades/créditos de carbono (carbono), o que pode ser expresso graficamente da seguinte maneira (traduzida e adaptada):

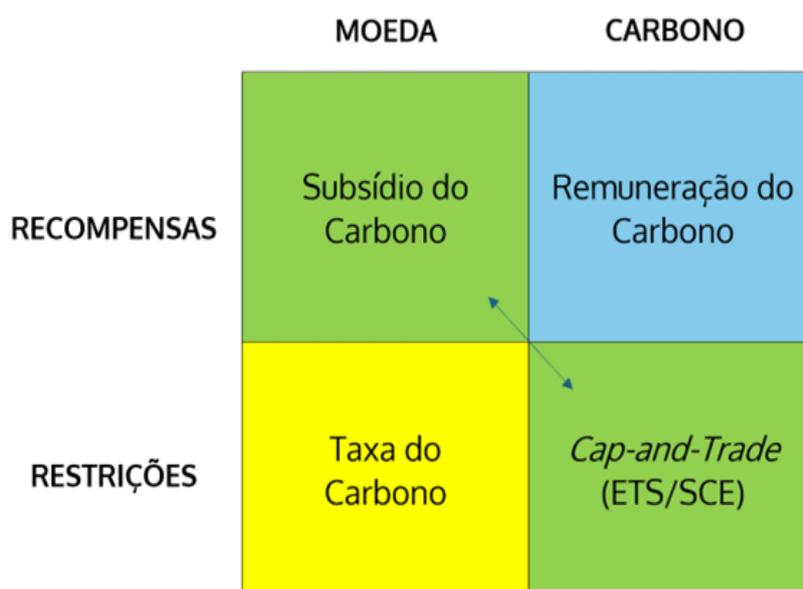


Figura 32 – Matriz de Precificação do Carbono.

¹⁸⁹ Delton Chen engenheiro civil, com doutorado em engenharia pela Universidade de Queensland, Austrália. É fundador da *startup* Global Carbon Reward (<https://globalcarbonreward.org/>, Acesso em: 30 ago. 2024).

¹⁹⁰ Na explicação de Chen (2022) “cada um dos quatro quadrantes da matriz de fixação do preço do carbono representa uma política de mercado única. Cada política de mercado utiliza um instrumento. Cada instrumento tem uma unidade de conta – unidades “fiat” ou “carbono” – representada pelas duas colunas da matriz” (tradução própria).

Fonte: Adaptado de (Chen, 2022) (tradução própria).

Grande parte do problema regulatório e dos debates públicos sobre o que se deve ou não fazer em relação à precificação do carbono e regulação de mercados decorre da incompreensão destas divisões básicas (que serão ainda decompostas mais à frente). Dessa forma, pensa-se estar discutindo o mesmo tema, quando se está falando de elementos juridicamente diferentes, como já mencionado.

Dessa maneira, após compreender as alternativas, as fortalezas e fraquezas de cada abordagem e as diferenças práticas de cada alternativa, reguladores, executivos públicos e órgãos de controle podem decidir de maneira informada sobre uma variedade de políticas e possíveis instrumentos de precificação do carbono, cada qual com suas vantagens e desvantagens, e casos de uso.

O IPCC destaca que a aplicação de cada mecanismo depende das condições do país e da compreensão das suas interações. Deve-se considerar, como variáveis decisórias sobre qual política pública adotar, a análise de, ao menos, esses quatro critérios principais: eficácia ambiental, custo-eficácia, efeitos distributivos e viabilidade institucional. De toda forma, “todos os instrumentos podem ser bem ou mal concebidos, e ser rigorosos ou pouco rigorosos. Além disso, o controle para melhorar a aplicação é uma questão importante para todos os instrumentos” (IPCCC, 2007, p. 19).

Certo é que, em uma matriz que considere todos os modelos, setores e subdivisões, existem inúmeras combinações de instrumentos muito diferentes juridicamente e que são chamados de “mercado de carbono”, e que não o são, ou, o sendo, são de tipos diferentes, do ponto de vista da sua natureza jurídica, características técnicas e caso de uso, conforme classificação, fundamentação e exemplificação a seguir.

4.1.1.1 Sistema de Comércio de Emissões (ETS): mecanismos do tipo *cap-and-trade*

Em continuação à questão da tipologia da precificação do carbono, os ETSs, como visto anteriormente, são incentivos negativos, porque limitam o total de emissões, criando “permissões” de emissões para as indústrias. Porém, em um nível menor que das médias históricas, admitem que os setores regulados comercializem

as eventuais permissões não utilizadas – portanto, quando a performance de emissões da empresa é menor do que o *cap* (limite) que lhe foi estabelecido. Ao se criar uma demanda e uma oferta para as “*allowances*” (permissões), os ETSs criam um mercado para GEEs, funcionando no limite de emissões (o “*cap*”) como o gerador de demanda e, ao mesmo tempo, a garantia de que a redução pretendida será alcançada, de fato, em termos agregados (World Bank, 24 jun. 2024). Esse tipo especial de mercado de carbono é um mecanismo de precificação onde

as empresas que não conseguem chegar aos limites estipulados por meio de reduções das suas [próprias] emissões – provavelmente porque têm custos de abatimento muito altos – deverão comprar licenças ou permissões daquelas que emitiram menos que seu teto – presumivelmente porque tinham custos de abatimento comparativamente melhores. Dessa transferência de licenças entre as empresas, surge o mercado de licenças ou quotas de emissão (*trade*); *locus* em que o preço de equilíbrio das licenças é definido (Melo; Silva, 2020, p. 360).

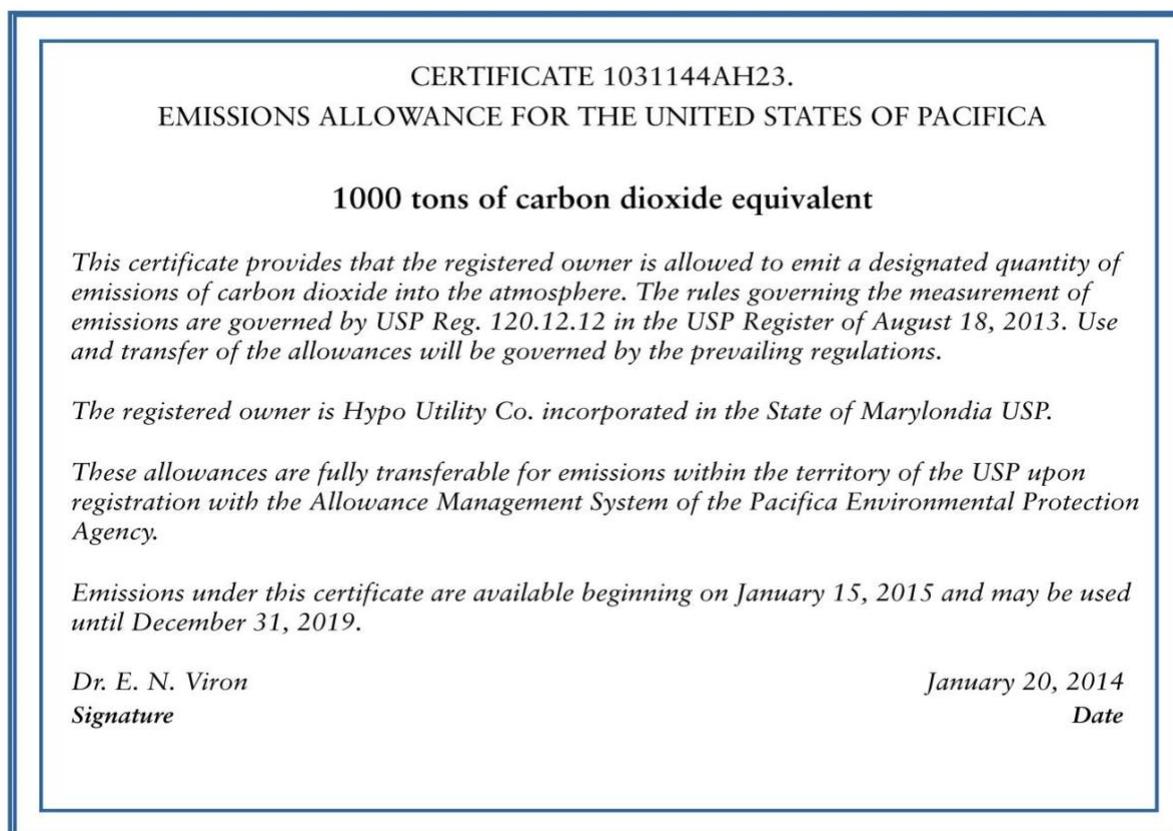
Um exemplo de um sistema de *cap and trade* é o adotado desde 2012 pelo estado da Califórnia¹⁹¹, nos Estados Unidos. A *Assemble Bill 32*¹⁹² estabeleceu como meta a redução, para 2020, de 40% em relação às emissões de 1990, e 80% de redução até 2050 (Berkeley Law, p. 1), em um sistema que regula indústrias em setores que cobrem cerca de 80% das emissões do Estado. No ETS da Califórnia, a cada ano menos “*allowances*” são ofertadas e o “*cap*” vai diminuindo, enquanto leilões de “*allowances*” com preços mínimos são realizados, porém com valores crescentes. Cria-se, assim, uma previsibilidade e sustentabilidade de preço para o mercado criado (California, 2024).

Essa abordagem, de regulação por meio da limitação de emissões baseada em mercado, tem por vantagem ser desenhada para direcionar as organizações a otimizar suas emissões durante um período determinado. Consequentemente, a economia tende a alcançar as reduções de emissões necessárias “com o menor custo social” (Nepstad, 2012, p. 29).

¹⁹¹ A União Europeia também tem um robusto sistema de *cap-and-trade* (EU ETS), cujo funcionamento pode ser conferido em https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en, Acesso em: 30 ago. 2024. A preferência por citação do sistema da Califórnia se deve à proximidade técnica histórica com as equipes do Estado do Acre.

¹⁹² Disponível em https://leginfo.legislature.ca.gov/faces/billNavClient.xhtml?bill_id=200520060AB32. Acesso em: 30 ago. 2024.

Figura 33 – Exemplo hipotético de Certificado de "Allowances".



Fonte: (Nordhaus, 2013, p. 231).

Em um exemplo hipotético apresentado por Nordhaus (2013, p. 231–232), uma empresa A detém 1.000 toneladas de “allowances” e decide fechar uma planta obsoleta de energia, enquanto uma empresa B quer abrir uma “fazenda” de servidores de computação, que emitirá 1.000 toneladas de CO₂. Assim, A pode vender as “allowances” para B. Como, entretanto, estabelecer o preço?

Poderá haver uma bolsa onde as licenças são compradas e vendidas; ou os concessionários poderão estabelecer uma ligação entre os compradores e os vendedores. A empresa A procuraria as propostas mais elevadas e a empresa B procuraria as ofertas mais baixas. Poderiam chegar a um preço de 25 dólares por tonelada.

A vantagem de estabelecer um mercado de direitos de emissão é garantir que as emissões sejam utilizadas da forma mais produtiva. No nosso exemplo, a empresa A poderia ter continuado em atividade se não pudesse vender as licenças, mas o valor poderia ser de apenas 2 dólares por tonelada. Da mesma forma, a empresa compradora B poderia descobrir que as licenças estão contribuindo com \$202 de valor líquido para o novo produto. Assim, ao permitir o comércio, o bem-estar econômico melhora em 200 dólares por tonelada. Estas ideias não são apenas um esquema teórico louco. Têm sido utilizadas numa grande variedade de contextos ao longo do último meio século. (Nordhaus, 2013, p. 232) (tradução própria).

O Brasil também se encontra debatendo a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões¹⁹³, no formato *cap-and-trade*. Encontra-se atualmente no Senado (PL 182, de 2024¹⁹⁴), com tramitação anterior que inclui uma no próprio Senado e na Câmara dos Deputados, tema que será objeto de análise em tópico posterior, ainda neste Capítulo.

Conforme sustenta Nordhaus (2013, p. 232), esses sistemas do tipo *cap-and-trade* têm o potencial de extrair o máximo valor econômico das emissões que foram limitadas, por meio de mecanismo de preços e mercado (e não pela micro gestão dos negócios em si). Considerando que, em ETSs, as emissões são limitadas abaixo do nível do período anterior à regulamentação, gera-se uma escassez. Isso faz com que o preço de mercado das licenças de emissão de CO₂ aumente o suficiente para induzir as reduções até o limite pretendido, considerando o mecanismo econômico exemplificado abaixo:

Da mesma forma que um preço elevado do milho faz com que a procura de milho se limite à oferta disponível, o preço do carbono induz os produtores e os consumidores a reduzirem a sua utilização de bens com emissões de carbono para que não excedam a quantidade limitada (Nordhaus, 2013, p. 232) (tradução própria).

Nesse sentido, a implementação de sistemas econômicos com boa relação custo-eficácia é, em geral, uma das principais preocupações nas regulações de mercado. Para permitir uma relação equilibrada deste elemento, o mecanismo regulado deve garantir, tanto quanto possível, uma cobertura abrangente (no caso do “carbono”, todos os gases, setores, fontes e tecnologias), que possam aproveitar as oportunidades de mitigação. Deve-se, igualmente, buscar um horizonte temporal de longo prazo, com estruturas de governança estáveis. Essa abordagem deve assegurar, ainda, uma tendência normativa com barreiras mínimas à criação de oportunidades de comércio no espaço, no tempo e na atividade de mitigação (Newell; Pizer; Raimi, p. 6), o que são objetivos em sistemas ETSs.

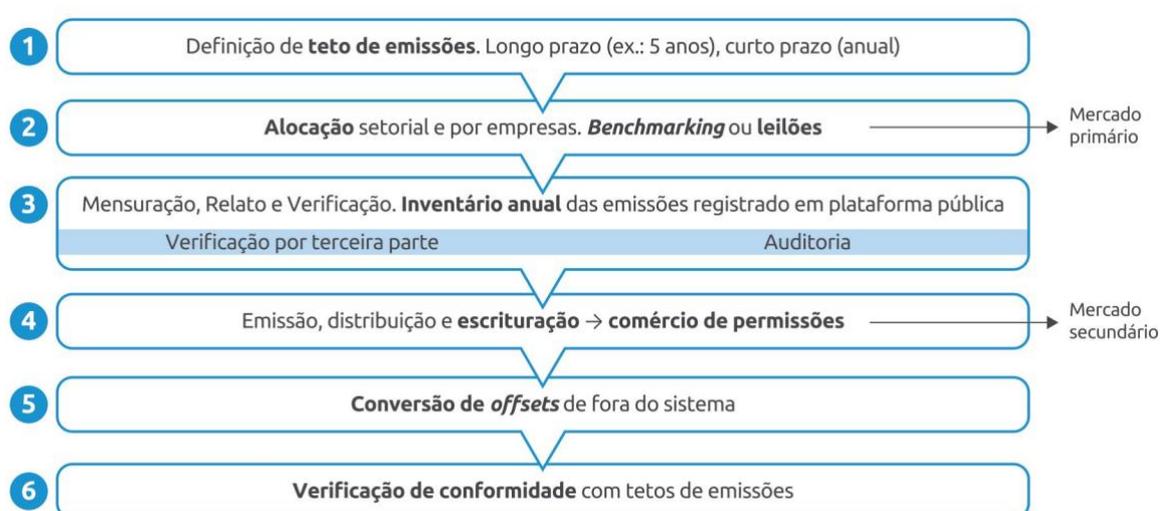
Em outros termos, seguindo a lógica descrita acima, nos sistemas *cap-and-trade* o Estado estabelece um teto de emissões de forma a cumprir as metas

¹⁹³ Capitaneado pelo Ministério da Fazenda e Ministério da Ciência e Tecnologia, com apoio, dentre outros, da Confederação Nacional das Indústrias (CNI) e da Federação das Indústrias de São Paulo (Fiesp).

¹⁹⁴ Conferir tramitação em <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/materias/-/materia/161961>. Acesso em: 30 ago. 2024.

nacionais de descarbonização, passando a distribuir permissões/cotas de emissão para os entes regulados, de acordo com variáveis pré-estabelecidas. As empresas que consigam emitir menos do que suas permissões passam a ter um ativo excedente, que pode ser negociado com outras empresas com emissões maiores que seus limites. Cria-se, portanto, um fluxo de comércio, o qual pode ocorrer bilateralmente ou por meio de bolsas de valores e leilões, com o preço definido por oferta e demanda (Iniciativa Brasileira para o Mercado de Carbono, 2023, p. 4), e cujo esquema de funcionamento é sintetizado na figura abaixo:

Figura 34 – Esquema geral do passo a passo de um mercado regulado do ponto de vista do regulador.



Fonte: (CNI, 2023, p. 40).

4.1.1.2 Taxação do Carbono

Outra abordagem de “incentivos negativos” para as emissões é a criação de uma “taxa do carbono”, que é a imposição de um tributo tendo por fato gerador a emissão de carbono (Kennedy; Kevin, 2019, p. 12). Isso representa, na prática, o estabelecimento direto de um preço (portanto, pagamento em moeda corrente) por meio da definição de uma alíquota incidente sobre emissões de GEE. Diferencia-se do ETS no sentido de que o resultado de reduções decorrentes da taxa não é pré-estabelecido, enquanto o preço é – ao inverso dos sistemas de *cap-and-trade* (World Bank, 24 jun. 2024). Trata-se de uma

taxa pigouviana, assim chamada em homenagem ao economista inglês Arthur Cecil Pigou, [que foi] quem primeiro sugeriu essa taxa,

conceitualmente, trata[-se] de um imposto sobre unidade de poluição emitida que deve ser igual ao custo marginal social dessa poluição no nível ótimo da emissão. Podemos dizer que pelo menos desde Pigou, em 1918, os economistas passaram a reconhecer a possibilidade de haver diferenças entre o custo privado e o custo total (Costa, p. 308).

A tributação sobre o carbono já estava na mesa de debates sobre políticas climáticas desde seu início, mas foi basicamente deixada de lado no fim dos anos 1990, porque os negociadores internacionais entenderam que o estabelecimento de restrições quantitativas era mais palatável e mais prováveis de serem aceitas pelo público em geral e pelos governos nacionais. Assim, sistemas de *cap-and-trade* têm sido mais comuns e presentes nas normas negociadas (Nordhaus, 2013, p. 234).

Entretanto, em termos de *resultados*, é surpreendente que a tributação e o ETS tenham os mesmos efeitos na redução das emissões, nos preços do carbono, no consumo e na eficiência econômica (Nordhaus, 2013, p. 234–235).

Há, contudo, algumas desvantagens na imposição de uma taxa. A principal delas é que, na tributação, a quantidade de emissões é incerta, porque apenas é estabelecido um valor da taxa por tonelada, sem a certeza de quanto isso resultará em efetivas reduções¹⁹⁵. Isso é realmente um problema quando se tem um montante previsto de reduções necessárias, por conhecimento científico de metas que precisam ser alcançadas, considerando os riscos associados a emissões maiores que os níveis pretendidos.

Assim, enquanto em um ETS as reduções são fixas e o preço flutua¹⁹⁶, na taxação o preço é fixo e as reduções é que flutuam. “Isto sugere que, a menos que possa ser alterado periodicamente, um imposto sobre o carbono não pode garantir automaticamente que o globo se mantenha a salvo de ‘interferências antropogênicas perigosas’” (Nordhaus, 2013, p. 237) (tradução própria).

¹⁹⁵ Nos termos descritos pelo IPCC (2007, p. 19) “os impostos e taxas podem estabelecer um preço para o carbono, mas não podem garantir um determinado nível de emissões. A literatura identifica os impostos como uma forma eficiente de internalizar os custos das emissões de GEE” (tradução própria).

¹⁹⁶ Também conforme IPCC (2007, p. 19), “As licenças negociáveis estabelecerão um preço do carbono. O volume de emissões permitidas determina a sua eficácia ambiental, enquanto a atribuição de licenças tem consequências distributivas. A flutuação do preço do carbono torna difícil estimar o custo total do cumprimento das licenças de emissão” (tradução própria).

O Canadá¹⁹⁷, por exemplo, utiliza essa estratégia tributária para regular as emissões de combustíveis fósseis¹⁹⁸, estabelecendo uma “Taxa Federal sobre Combustíveis” básica (*federal benchmark*), com a flexibilidade de as províncias e territórios poderem estabelecer alíquotas maiores, com os recursos permanecendo na jurisdição onde foram arrecadadas (Canadá, 2024). Na América Latina, Argentina¹⁹⁹ (em 2018), Chile²⁰⁰ (em 2017), Colômbia²⁰¹ (em 2017) e México²⁰² (em 2014) também estabeleceram taxas de carbono para combustíveis fósseis. Todas essas iniciativas de taxação estão baseadas no princípio do poluidor-pagador,

a partir do qual se considera que o proprietário de dada fonte de emissão deve arcar com os custos de qualquer redução de emissões necessária para manter determinado objetivo ambiental/climático. Assim, na ausência de outras imperfeições de mercado e supondo-se a imposição de um imposto pigouviano, a cobrança de um imposto sobre emissões deverá levar os emissores a adotar as opções de abatimento mais baratas, fazendo com que esse instrumento seja custo-efetivo no sentido estático (Melo; Silva, 2020, p. 361–362).

Por outro lado, conforme Stiglitz; Stern (2021, p. 3), a mudança estrutural econômica pretendida exige decisões do setor privado, inclusive investimento e inovação de mercado, de forma que somente uma política governamental pode dar essa direção. Assim,

em um mundo onde a emissão de GEE fosse a única falha de mercado, a teoria pigouviana básica indicaria que poderíamos alcançar um nível ótimo com um imposto igual ao dano marginal associado à externalidade. Mas o mundo não é assim. Existem múltiplas falhas de mercado cruciais além da externalidade dos GEE que são altamente relevantes. Isso tem múltiplas implicações. Por exemplo, intervenções ótimas provavelmente envolverão ferramentas adicionais além de um imposto corretivo; regulamentos, com restrições quantitativas, podem ser superiores” (Stiglitz; Stern, 2021, p. 3) (tradução própria).

¹⁹⁷

Conferir

em

https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/factsheets?instrument=Tax_CA, Acesso em: 30 ago. 2024.

¹⁹⁸ Para outras indústrias, o Canadá também possui um ETS, chamado no país de “*Output-Based Pricing System Regulation*” (*OBPS Regulation*). Mais informações em <https://laws-justice.gc.ca/eng/regulations/SOR-2019-266/index.html>, Acesso em: 30 ago. 2024.

¹⁹⁹ Conferir https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/factsheets?instrument=Tax_AR, Acesso em: 30 ago. 2024.

²⁰⁰ Conferir https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/factsheets?instrument=Tax_CL, Acesso em: 30 ago. 2024.

²⁰¹

https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/factsheets?instrument=Tax_CO, Acesso em: 30 ago. 2024.

²⁰²

https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/factsheets?instrument=Tax_MX, Acesso em: 30 ago. 2024.

Uma derivação da abordagem clássica de política tributária descrita acima encontra-se no Mecanismo de Ajustamento Fronteiriço de Carbono (*Carbon Border Adjustment Mechanism* - CBAM). Esta abordagem estabelece que produtos de origem de países com regras de emissões menos ambiciosas que UE sejam sujeitas um tributo aplicado na importação, referido em comunicações oficiais do bloco como “taxa europeia de carbono”.

O mecanismo, criado para evitar a “fuga de carbono”, é incidente, no momento, a indústrias com utilização intensiva de energia, como ferro, aço, cimento, alumínio e outros, aplicando-se às emissões diretas na produção desses bens (outros setores e a emissão indireta serão incluídas definitivamente até 2026). Assim, os importadores devem pagar “qualquer diferença entre o preço do carbono pago no país de produção e o preço das licenças de carbono” no sistema de ETS europeu (Parlamento Europeu, 2023). Serão inseridos novos setores nesse sistema, gradualmente.

Apesar de o mecanismo CBAM ser chamado correntemente de uma “taxa de carbono”, seria na verdade, substancialmente, um custo de permissão de importação (*permissible import fee*), nos termos conceituais das regras da Organização Mundial de Comércio (United States Joint Economic Committee, 2024). Isso, no entanto, poderia representar uma barreira tarifária potencialmente questionável em termos das regras internacionais de comércio (Bray, 2023) e, portanto, uma medida essencialmente protecionista. Há, assim, dúvidas quanto à caracterização do mecanismo como tributo, definição que necessitaria de maiores esforços conceituais, o que não se encontra no escopo deste estudo. De toda forma, o CBAM se apresenta como um mecanismo indireto de precificação do carbono.

4.1.1.3 Subsídios ao Carbono

É assim que se chega à tipologia dos incentivos econômicos positivos, onde o subsídio do carbono (juntamente com a remuneração do carbono) se apresenta como alternativa de apoio direto a indústrias específicas (portanto, com destinação de recursos em moeda corrente). Tais recursos são para fomento de processos de descarbonização, por meio de pagamentos vinculados a compromissos de adoção de novas tecnologias para transição a uma economia de baixo carbono. São destinados principalmente a setores com dificuldades de transição, por meio,

exclusivamente, de regras de mercado.

A Alemanha recentemente aprovou junto à Comissão Europeia um esquema de quatro bilhões de euros em subsídios diretos em moeda corrente, por meio da iniciativa “*Recovery and Resilience Facility* (‘RRF’)”. Tal suporte irá auxiliar as empresas de setores químicos, metal, vidro e papel a descarbonizar seus processos de produção. Isso, desde que assumam compromissos de redução de 60% de emissões em três anos e 90% em quinze anos, sendo que a escolha dos beneficiários se dará pelo menor valor por tonelada de carbono reduzida, e a velocidade com que demonstra a capacidade de alcançar essas reduções (European Commission, 2024).

O subsídio do carbono pode ser utilizado, portanto, como meio de auxílio a setores específicos da economia que possuam características que justifiquem o fomento econômico direto como auxílio a reduções de emissões. Contribuiu, inclusive, para o cumprimento das metas obrigatórias do mercado regulado, de forma que se verifica a sua possível contribuição para o cumprimento de metas vinculadas a sistemas de *cap-and-trade*, sendo-lhes, nesse contexto, complementares.

Outro mecanismo que pode ser classificado como incentivo do tipo “subsídio” é o pagamento por serviços ambientais. Aqui cabe um parêntese: tanto o incentivo “subsídio” vinculado a valoração dos serviços ecossistêmicos, quanto a remuneração do carbono propriamente dita (como crédito de carbono e pagamento por resultados), podem ser classificados como pertencentes ao *gênero* Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Todavia, a modalidade referida nesta tipologia de “subsídio” refere-se ao pagamento por serviços ambientais como *espécie*, que são mecanismos de incentivos econômicos e valoração de serviços ecossistêmicos em uma determinada área. A abordagem holística de preservação é considerada, em conjunto, por exemplo, com a questão hídrica, beleza cênica, sociobiodiversidade etc., não resultando em “créditos de carbono” medidos, quantificados e verificados de acordo com o um *standard*. Nesse sentido, o PSA como espécie possui normatização e natureza jurídica fundamentalmente diferentes do PSA como gênero, que pode

incluir o mercado de carbono.

Isso se evidencia, por exemplo, pela edição da Lei nº 14.119²⁰³, de 2021, que criou a Política *Nacional* de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA). A referida lei também estabelece objetivos, diretrizes, ações e critérios de implantação do Programa *Federal* de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA). Dentre os objetivos da PNPSA, destacam-se a busca pelo estímulo e pela valorização dos serviços ecossistêmicos para a garantia da segurança hídrica, para a redução do desmatamento, para a regulação do clima e para a redução de emissões, com conservação sistêmica da paisagem. Isso não se confunde, como dito, com a remuneração do carbono, conforme detalhado abaixo. Porém supradita lei absolutamente nada diz sobre REDD+ (como de fato não deveria), pois se trata, no caso, de PSA como espécie.

Dessa maneira, chega-se ao incentivo do tipo mercado de carbono, conforme a seguir apresentado.

4.1.1.4 Mercado de Carbono como Incentivo Positivo

Após a descrição dos diversos mecanismos de precificação, finalmente, tem-se o mecanismo de incentivo positivo do tipo “remuneração do carbono”, onde se

²⁰³ A Lei nº 14.119, de 2021, estabelece, também, diversas diretrizes para execução da Política Nacional de PSA, tais como: princípio do provedor-recebedor e do usuário-pagador; utilização do PSA como instrumento de um desenvolvimento sustentável; complementaridade do PSA e do comando e controle; transversalidade da política ambiental; a integração nos níveis federal, estaduais e municipais, além da iniciativa privada; o reconhecimento do setor privado e do terceiro setor como organizadores, financiadores e gestores de projetos de PSA, inclusive como indutores de mercados voluntários; dentre outras. O Capítulo III da lei do PNPSA estabelece as regras do Programa Federal correspondente (PFPSA), com objetivo de regular o pagamento por parte da União em atividades de proteção ecossistêmicas, podendo a União, para esse fim, captar recursos de pessoas físicas, pessoas jurídicas ou agências de cooperação internacional. Estabelece-se como requisitos gerais para recepção dos benefícios do Programa a comprovação do uso regular do imóvel e a formalização de contrato específico (eventualmente por termo de adesão), com enquadramento em uma das ações definidas pela União. O beneficiário deve comprovar, ainda, as correspondentes ações de manutenção, de recuperação ou de melhoria da área. O PFPSA tem as seguintes linhas de ações: a. conservação e recuperação de vegetação, da vida silvestre e do ambiente natural; b. conservação de remanescentes vegetais; c. conservação e melhoria da água; d. conservação de beleza cênica; e. recuperação de áreas degradadas; f. manejo sustentável de sistemas agrícolas, agroflorestais e agrossilvopastoris; g. manutenção de vegetação passível de supressão para uso alternativo do solo.

encontra efetivamente o “mercado de carbono”²⁰⁴. Neste modelo, há a canalização de recursos como retribuição a um ativo representativo de carbono em si, seja em relação à redução de suas emissões (como no REDD+) ou a evitação de emissões (substituição por energias renováveis, por exemplo), ou ainda no seu sequestro (como nos projetos de ARR – Aflorestamento, Reflorestamento e Revegetação²⁰⁵), dentre outras. Dessa forma, remunera-se uma unidade representativa de uma tonelada de carbono equivalente (tCO₂e²⁰⁶) de mitigação de emissões.

Desde a concepção de um mecanismo internacional de remuneração especificamente destinado a induzir redução do desmatamento e proteção de florestas tropicais, Moutinho *et al* já propunham que os países que comprovassem tais reduções pudessem emitir certificados de carbono a serem transacionados, servindo como meio de financiamento climático (Moutinho; Schwartzman; Santilli; Rodrigues, 2005, p. 29).

O crédito de carbono, nesse contexto, é alcançado por meio da comprovação (certificação) de que o desmatamento foi, em um dado ano, menor que uma linha de base histórica definida em metodologia (*standard*) adotada, que posteriormente é transformado em toneladas de carbono equivalente de redução. Esta é a forma como se remunera o REDD+ mencionado no Capítulo 2, e o tipo de mercado objeto central deste estudo, e que será detalhado mais à frente.

Análogo ao mercado de redução está o de “evitação” (*avoidance*), com semelhanças evidentes com a abordagem de redução, mas com características próprias sutis, mas relevantes. A evitação se constitui em uma iniciativa que impede que emissões de GEEs sejam acrescidas na atmosfera, a partir da alteração de uma determinada fonte de emissão. Como exemplo, tem-se a substituição de uma central elétrica movida a combustível fóssil por um parque eólico ou solar. Dessa maneira, as emissões não ocorridas pela substituição do combustível fóssil são classificadas

²⁰⁴ A criação desses mercados para serviços ambientais pressupõe a existência de um produto ou serviço quantificável; de compradores; de vendedores; e um de marketplace potencialmente associado a regras e regulação (Angelsen; McNeil, 2012, p. 43).

²⁰⁵ Exemplo de metodologia ARR pode ser conferida em <https://verra.org/program-notice/verra-releases-new-afforestation-reforestation-and-revegetation-methodology/>, Acesso em: 30 ago. 2024.

²⁰⁶ A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos define uma unidade de carbono equivalente como “o número de toneladas métricas de emissões de CO₂ com o mesmo potencial de aquecimento global que uma tonelada métrica de outro gás de efeito estufa” – US Environmental Protection Agency (US EPA) (13 ago. 2015) (tradução própria).

como “emissões evitadas”. Difere-se, assim, da remoção de emissões, que efetivamente retira CO₂ da atmosfera (Ecologi, 2024).

A remoção do carbono, portanto, é constituída por métodos que ativamente removem o CO₂ existente, o que pode ocorrer, por exemplo, pelo plantio de árvores (que armazenam o carbono pela fotossíntese), ou ainda meios tecnologicamente inovadores, como a chamada “Captura Direta do Ar” (CDA, ou DAC, na sigla em inglês), que posteriormente é armazenado no subsolo ou potencialmente utilizado para processos produtivos (Plasencia, 2024). Significa, assim, o efetivo sequestrar de carbono da atmosfera por uma atividade vinculada a um projeto, representando importante estratégia em direção à meta de longo prazo para neutralidade de carbono, pretendida pelos acordos internacionais de clima.

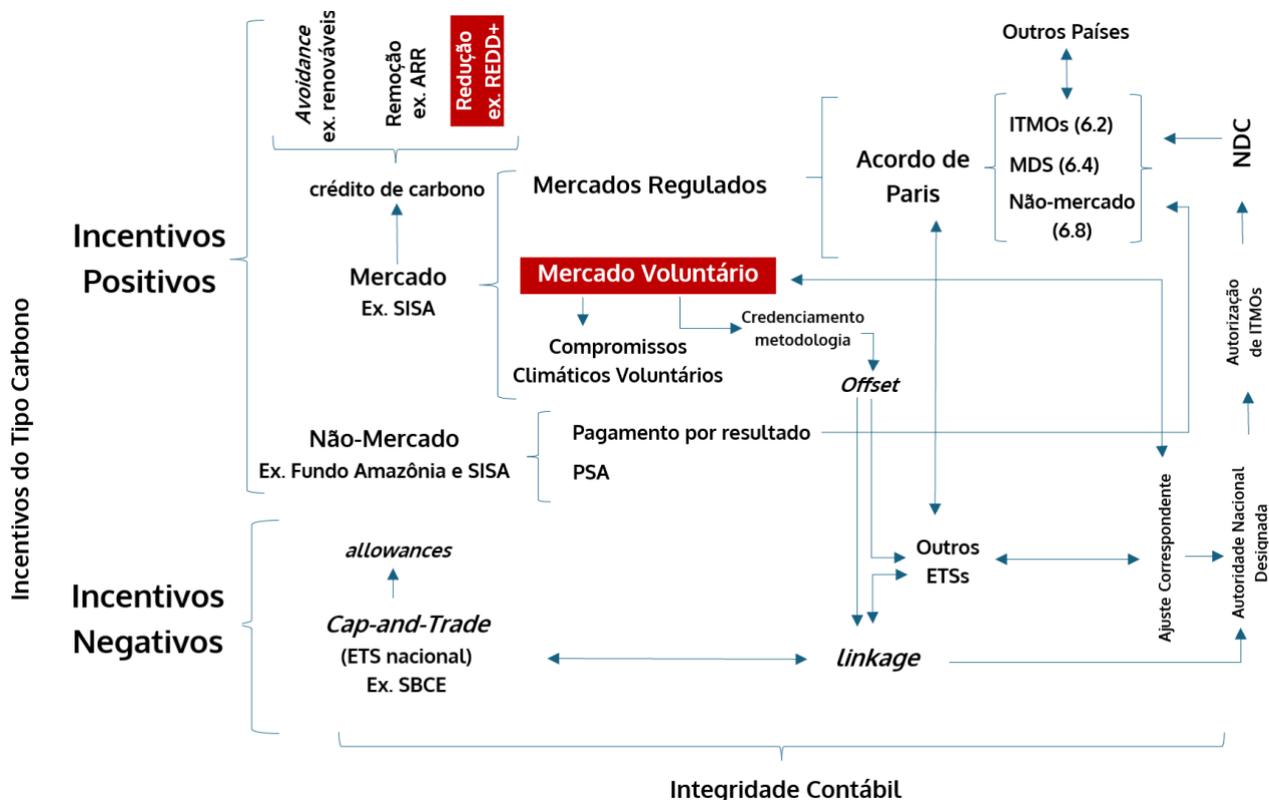
Em síntese, considerando todos os mecanismos acima descritos, colocar preço nas emissões de carbono é uma das opções políticas mais promissoras para descarbonizar a economia (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 1). A geração de “créditos de carbono” de redução/evitação/remoção são, nesse contexto, mecanismos eficientes e necessários para cumprimento dos compromissos assumidos por países e corporações. Esse processo pode ocorrer tanto nos mercados regulados quanto nos mercados voluntários. É o que se verá a seguir.

4.2 Cartografia do Mercado Voluntário de Carbono REDD+

Como visto nos subcapítulos anteriores, falar em “carbono” pode significar elementos e mecanismos muito diferentes em suas características técnicas, natureza jurídica, impactos ambientais e eficácia econômica. Portanto, qualquer análise quanto a questões conceituais e regulatórias sobre a economia do carbono passa, necessariamente, por se distinguir “laranjas” de “maçãs”, estabelecendo-se elementos diferenciais claros que permitam sua análise acadêmica.

A seguir, de maneira original, pretende-se contextualizar cartograficamente o mercado voluntário²⁰⁷ de carbono REDD+ no ecossistema de precificação do carbono (Figura 25). Com a compreensão posicional e do contexto, mais adequadamente se identificará os contornos teóricos aplicáveis e o recorte temático da pesquisa, minimizando eventuais equívocos por confusão conceitual entre mecanismos que, apesar de referenciarem ao carbono, são essencial e

Figura 35 – Mapa Esquemático Diferencial de Mecanismos de Precificação do Carbono: posição cartográfica do mercado voluntário REDD+ nas estratégias de mitigação.



fundamentalmente diferentes.

Fonte: Produção própria.

²⁰⁷ Conforme S&P Global (2024), “o mercado voluntário de carbono permite que indivíduos, empresas e organizações comprem e negociem voluntariamente créditos de carbono para compensar suas próprias emissões. Diferentemente dos mercados obrigatórios de carbono, a participação é opcional, e os compradores se engajam em metas de sustentabilidade autoimpostas. O mercado voluntário de carbono estimula iniciativas do setor privado a enfrentar as mudanças climáticas, incentivando a redução de emissões e apoiando projetos ambientais” (tradução própria).

Dessa forma, inicia-se relembrando que o “carbono” como gênero pode se consubstanciar em uma espécie de incentivo ou uma restrição; pode ser um crédito ou uma permissão limitada de emissão. Pode ser uma cooperação ou pagamento por um resultado alcançado. Pode auxiliar na redução de emissões ou fomentar a captura de GEE. Pode referir-se a mecanismos de mercado e de não-mercado; e finalmente, pode estar vinculado a um mercado voluntário, em geral relacionados a compromissos corporativos de “*net zero*”²⁰⁸, ou ainda a um mercado regulado, decorrente de legislações que o torna obrigatório.

A figura acima representa visualmente um mapa do ecossistema de possíveis mecanismos de precificação de carbono, que tenham como unidade transacional referente uma unidade de carbono (não necessariamente um crédito de carbono, como será visto mais à frente), posicionando o REDD+ voluntário (destacado em vermelho) dentre todos os outros mecanismos – dos quais se diferencia.

Como se vê no mapa tipológico, o Mercado Voluntário de crédito de carbono REDD+ é um mecanismo de incentivos positivos de carbono, caracterizado pela emissão de créditos que podem ser utilizados em compromissos climáticos voluntários de corporações e países. Ou ainda, após procedimentos normativamente previstos de credenciamento de metodologias, serem utilizados como *offsets* para cumprimento de metas em sistemas de *cap-and-trade* ou, até mesmo, após autorização da autoridade nacional designada, servirem como ITMOs²⁰⁹ no âmbito do Acordo de Paris, com ajuste correspondente.

Há, portanto, a possibilidade (ainda pendente de regulamentação e estabelecimento de procedimentos e critérios) de um “*linkage*” entre mercados voluntários e regulados/obrigatórios, o que justifica uma preocupação corrente em se garantir a integridade climática, jurídica e metodológica dos créditos gerados no voluntário. Uma vez que a regra de ouro do mercado é, justamente, a integridade contábil de todo o ecossistema (a soma dos resultados de mitigação de todas os mecanismos não pode ser maior que a efetiva mitigação total) – representado, no mapa, pelo eixo “integridade contábil”.

²⁰⁸ “*Net Zero*” liga-se ao conceito de cortar emissões de carbono em quantidades residuais, que possam, portanto, ser absorvidos e estocados pela própria natureza ou por medidas de remoção de carbono, conforme United Nations (ONU) (28 jun. 2024).

²⁰⁹ Internationally Transferred Mitigation Outcomes (ITMOs, na sigla em inglês).

Partindo de uma primeira divisão entre mecanismos de incentivos negativos e positivos, suas subcategorias representam os potenciais mecanismos econômicos e jurídicos subjacentes, bem como a dinâmica de interação entre os elementos, conforme será explicado a seguir.

4.2.1 Mercados Regulados de Carbono

Iniciando-se a explicação do mapa esquemático tipológico pelo mercado regulado de carbono por incentivo negativo, demonstra-se que, nessa categoria, têm-se os sistemas de comércio de emissões do tipo *cap-and-trade* (ETS/SCE). Ou seja, a restrição de emissões pela imposição de limites (*cap*), com permissão de transação de *allowances* sobrantes (*trade*), como visto anteriormente. Trata-se, portanto, de uma estratégia em nível nacional (ou regional, como no ETS Europeu) para viabilizar o alcance das metas assumidas perante o acordo de Paris, consubstanciadas nas Contribuições Nacionais Determinadas²¹⁰ (NDCs²¹¹).

Aqueles mercados de *cap-and-trade* somente podem ser do tipo “regulado”, uma vez que é justamente o “*cap*” (a limitação) que gera a escassez e, portanto, cria o mercado – e esse tipo de restrição jurídica somente pode ser constituída mediante lei (portanto regulado), por estabelecer restrição à atividade privada.

Eventualmente, conforme demonstra o esquema, a norma incidente pode

²¹⁰ As Contribuições Nacionais Determinadas (NDCs) são os compromissos autodefinidos de mitigação, na medida das capacidades das partes declaradas perante a UFCCC, no âmbito do Acordo de Paris. É elemento central daquele Tratado, na medida em que a soma dos esforços nacionais deve estar alinhada às metas de redução de emissões de GEE para manutenção do aquecimento global abaixo dos 2C°.

²¹¹ “Diferentemente dos compromissos de Kyoto, que eram impostos aos países, as NDCs funcionam mais como rachar a conta num bar: cada país aporta seus compromissos conforme o que acha que consumiu e quanto tem no banco. Em diplomatês, isso é conhecido como *pledge-and-review*, ou seja, você promete uma coisa e depois vê se a conta fecha. Como veremos adiante, assim como no bar, isso nunca ocorre. A NDC não parece lá ser um compromisso muito robusto do ponto de vista internacional; afinal, é uma contribuição determinada nacionalmente, sem nenhuma ingerência da comunidade internacional, ainda que os países tenham a obrigação de justificá-la. **Mas justamente por ser determinada de forma soberana pelo país é que se cria uma premissa de que a construção dessa contribuição deva ser feita de forma participativa pelos atores no nível nacional.** E é muito mais fácil a sociedade de cada país fiscalizar o próprio governo do que a comunidade internacional tentar cobrar a implementação das metas”, explicam didaticamente Prolo, Angelo, Cárcamo, Herschmann, A. Santos e Sette (2023, p. 47).

permitir um mecanismo de *linkage* (conexão) do ETS com ativos *offset*²¹² do mercado voluntário ou de outros mecanismos de ETS, por meio da internalização no sistema regulado dos ativos gerados por projetos e programas do voluntário. Para isso, deve haver previsão, no sistema regulado receptor, de credenciamento por órgão competente da metodologia utilizada na geração da unidade de redução/remoção de emissões²¹³ gerado no mercado voluntário. Nesse contexto,

as fronteiras entre o MVC [mercado voluntário de carbono] e os mercados de conformidade nacionais e internacionais diminuiram à medida que os sistemas de conformidade, como o *California Cap-and-Trade Program* e o *Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA)*, permitiram aos participantes utilizar créditos de mecanismos de crédito independentes que, de outro modo, seriam considerados créditos voluntários (Procton, 2024, p. 9) (tradução própria).

Os ativos gerados/credenciados no âmbito dos mercados regulados ETS, tanto os nativos quanto os *offsets* neles internalizados, ainda podem se relacionar com o mercado regulado da UNFCCC (Acordo de Paris). Isso pode ocorrer por meio de transações do tipo *Internationally Transferred Mitigation Outcomes* (ITMOs, na sigla em inglês), conforme artigo 6²¹⁴ do Acordo de Paris.

Figura 37 – O que é o artigo 6?



²¹² Um “*offset*”, nesse contexto, refere-se à redução de emissões de GEEs geradas fora do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE, proposto como mecanismo de *cap-and-trade* nacional), conforme desenho estruturado pelo Governo Federal e contido em projeto de lei tramitando no Congresso. Em outros contextos, *offset* também pode se referir diretamente ao conceito “crédito de carbono” em si ou, em sistemas de ETF, pode referir-se às *allowances*, ou permissões de emissões.

²¹³ Destaca o *World Economic Forum* (WEF) (2022, p. 19) que “as melhores práticas ditam que a utilização de créditos [*offset*] deve limitar-se a contrabalançar apenas as emissões difíceis de abater no caminho para o *net zero* (ou seja, as emissões que uma empresa não pode eliminar através de iniciativas de descarbonização atualmente viáveis) e quaisquer emissões residuais no momento em que o zero líquido é atingido” (tradução própria).

²¹⁴ Explicação em vídeo (em inglês) sobre o funcionamento do art. 6 do Acordo de Paris, produzido pelo Programa para Meio Ambiente das Nações Unidas, encontra-se disponível no endereço <https://www.youtube.com/watch?v=OZT7oA7723g>, acesso em: 4 set. 2024.

Fonte: (Granziera; Hamrick; Verdieck, 2024, p. 6).

O mencionado artigo 6, como se vê na Figura 37, refere-se a três instrumentos para viabilizar a cooperação entre as partes para implementação de suas NDCs, pois assim a implementação desses compromissos pode ser mais fácil, barata e eficiente. O objetivo do artigo 6 do Acordo de Paris é criar instrumentos econômicos para o cumprimento das metas do Acordo de Paris. Dessa maneira, podem estabelecer-se as condições para que os países proponham metas mais ambiciosas para atingimento dos objetivos do referido tratado (Prolo; Angelo; Cárcamo; Herschmann; Santos; Sette, 2023, p. 50). Os ITMOs, especificamente, encontram-se previstos no art. 6.2 e 6.3 do Acordo de Paris, nos seguintes termos:

Artigo 6

[...]

2. As Partes devem, sempre que se envolvam voluntariamente em abordagens de cooperação que impliquem a utilização de *Internationally Transferred Mitigation Outcomes* determinados a nível nacional, promover o desenvolvimento sustentável e assegurar a integridade ambiental e a transparência, incluindo na governança, e devem aplicar uma contabilidade sólida para assegurar, nomeadamente, que não haja dupla contagem, em conformidade com as orientações adoptadas pela Conferência das Partes na sua qualidade de reunião das Partes no Acordo de Paris

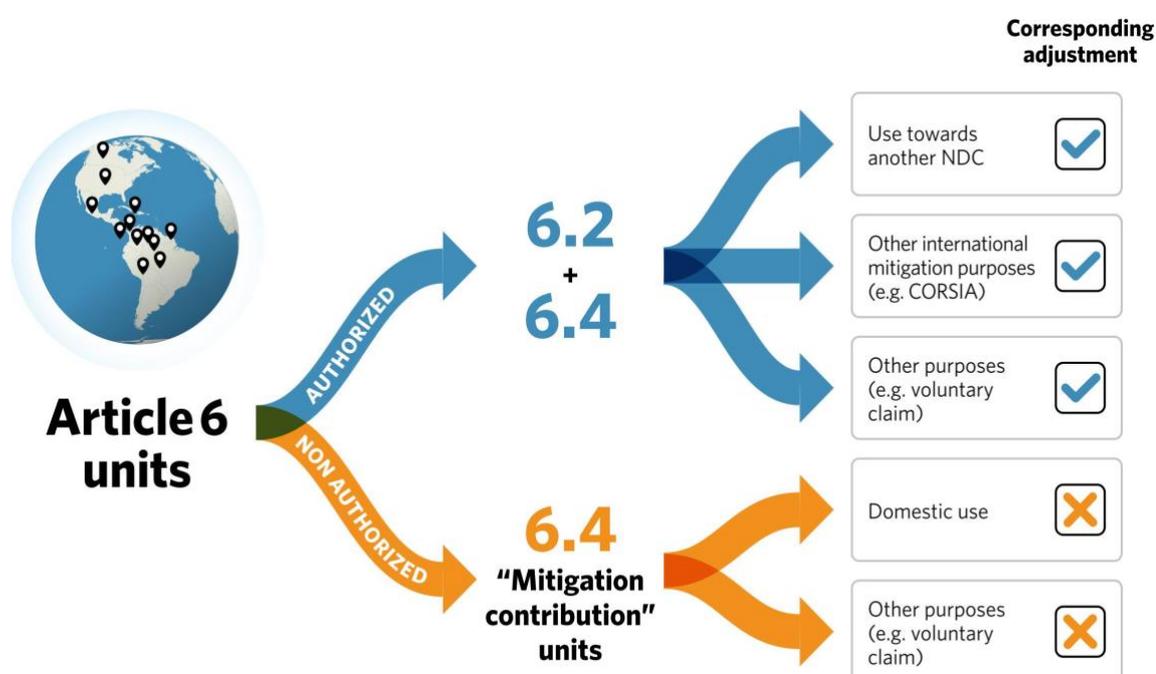
3. A utilização de *Internationally Transferred Mitigation Outcomes* para atingir as contribuições determinadas a nível nacional ao abrigo do presente Acordo será voluntária e autorizada pelas Partes participantes (ONU, 2015) (tradução própria).

Como se vê pelo contido nos parágrafos 2 e 3 do art. 6 do Acordo de Paris, a transação pelo mecanismo de ITMOs é uma forma de cooperação entre países (abordagem cooperativa), com seu funcionamento ocorrendo de forma *descentralizada*, ou seja, por meio de relações bilaterais entre Partes da Convenção do Clima, sem intervenção de estruturas da UNFCCC. Exige-se, entretanto, a transparência e integridade contábil, para se evitar a dupla contagem nas comunicações das NDCs. Assim, deve-se evidenciar que as mesmas reduções/remoções não estão sendo consideradas em ambos os países cooperantes; e também que as transações representam resultados de mitigação reais, verificados e com adicionalidade.

Contrariamente aos atuais mecanismos do mercado do carbono, o artigo 6.2 afasta-se da contabilidade centralizada, das regras exaustivas e da normalização para a emissão e transferência de unidades internacionais, propondo abordagens cooperativas descentralizadas. Esta abordagem ascendente exige que as partes "assegurem unilateralmente a integridade e a transparência ambientais" e "apliquem uma contabilidade sólida para garantir, nomeadamente, que não haja dupla contagem" (n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º) (Marke; Mehling; Corrêa, 2022) (tradução própria).

A utilização do mecanismo de ITMOs deve passar, previamente, pela autorização da autoridade nacional designada do país gerador (cada legislação nacional estabelece o órgão com essa competência), conforme Artigo 6.3 do Acordo e Paris. Isso significa que as negociações internacionais com ajuste correspondente (que abate no país gerador e credita no país de destino), exige uma análise sobre a capacidade do país cedente do crédito de alcançar as próprias metas estabelecidas em sua NDC. Por isso, cada país participante deve ter uma contabilidade nacional robusta, com análises técnicas e tendenciais baseadas em dados e estatística seguros e conservadores.

Figura 38 – Quando o ajuste correspondente é necessário?



Fonte: (Granziera; Hamrick; Verdieck, 2024, p. 11).

Nesse sentido, destaca-se que o comércio internacional de créditos oriundos de projetos privados e de programas jurisdicionais (como o SISA), quando preveja aquele “ajuste correspondente” dos créditos entre países, deve obrigatoriamente passar por um procedimento de aprovação na estrutura de governança nacional

(autoridade nacional designada)²¹⁵.

A *contrario sensu*, a afirmação acima também significa que as iniciativas de REDD+ subnacionais podem transacionar internacionalmente no mercado regulado ou no mercado voluntário, sem necessidade de autorização do governo federal, quando a transação não preveja a transferência da contábil de um país a outro²¹⁶. Ou seja, quando não haja ajuste correspondente (ainda que possa permanecer a necessidade de reporte contábil e convergência metodológica, conforme norma aplicável a cada caso).

Nesse sentido manifestaram-se os membros do Fórum de Procuradores de Estado de Meio Ambiente da Amazônia Legal – Fopema, formado por representantes das Procuradorias-Gerais dos Estados dos nove estados da região, nos seguintes termos:

Nesse sentido, o FOPEMA entende ser juridicamente viável a participação dos estados subnacionais em mercados voluntários e regulados sem requerimento de “ajuste correspondente”, não estando sujeitos a autorização ou chancela do governo federal para firmar negócios jurídicos transacionais de créditos de carbono florestal e de pagamento por resultados gerados em seus sistemas estaduais [...] (Fopema, 2024, p. 28).

Dessa forma, chega-se ao eixo dos incentivos positivos do carbono no âmbito do Acordo de Paris, caracterizado por mecanismos de mercado (com transações em “créditos de carbono”); mecanismos de não-mercado (como pagamento por resultado, que exige comprovação de redução de emissões); e por mecanismos de cooperação (que não envolvem transação de resultados de mitigação).

Nesta classificação, inicia-se pela subclasse das abordagens de mercado. A primeira delas, em um caminho “*top-down*”, é o chamado Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (MDS) – similar (porém ampliado) ao Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do (na prática) descontinuado Protocolo de Quioto. Baseia-se em uma creditação de carbono que tem por referência uma linha de base definida metodologicamente, centralizada e sujeita à governança da UNFCCC, nos termos do art. 6.4 daquele tratado, conforme transcrito a seguir:

²¹⁵ De acordo com o art. 10 do Decreto Federal nº 11.550, de 5 de junho de 2023 (disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2023-2026/2023/Decreto/D11550.htm, Acesso em: 30 ago. 2024), compete ao Ministério do Meio Ambiente exercer a função de Autoridade Nacional Designada prevista no art. 6º do Acordo de Paris, em coordenação com o Ministério das Relações Exteriores.

²¹⁶ Salvo previsão legal nacional em sentido contrário, o que não ocorre no Brasil no momento da redação desta pesquisa.

[6.]4. Fica criado um mecanismo destinado a contribuir para a atenuação das emissões de gases com efeito de estufa e a apoiar o desenvolvimento sustentável, sob a autoridade e orientação da Conferência das Partes na sua qualidade de reunião das Partes no Acordo de Paris, para utilização pelas Partes numa base voluntária. Será supervisionado por um organismo designado pela Conferência das Partes na sua qualidade de reunião das Partes no Acordo de Paris, e tem por objetivo

(a) Promover a mitigação das emissões de gases com efeito de estufa, fomentando simultaneamente o desenvolvimento sustentável;

(b) Incentivar e facilitar a participação na atenuação das emissões de gases com efeito de estufa por parte de entidades públicas e privadas autorizadas por uma Parte;

(c) Contribuir para a redução dos níveis de emissão na Parte anfitriã, que se beneficiará das atividades de atenuação que resultam em reduções de emissões que também podem ser utilizadas por outra Parte para cumprir a sua contribuição determinada a nível nacional; e

(d) Para obter uma atenuação global das emissões globais. (ONU, 2015, p. 24)

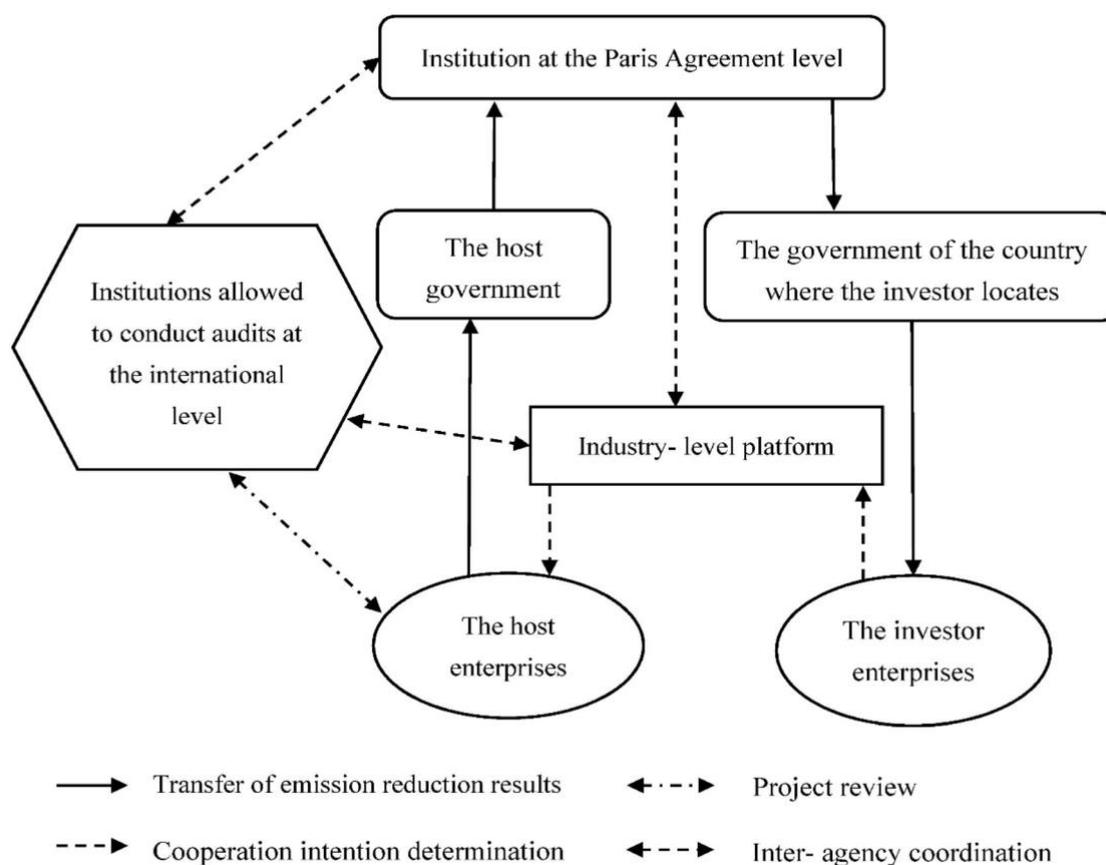
O supratranscrito artigo 6.4 do Acordo de Paris, portanto, estabelece um mecanismo para um mercado global de incentivo a mitigação de GEEs, por meio de registro, perante a Convenção, de projetos autorizados pelas Partes²¹⁷. Após o cumprimento de regras e procedimentos estabelecidos pelas UNFCC, são emitidas unidades de redução de emissões do artigo 6.4, chamados de A6.4ERs, destinadas a contribuir para o cumprimento das metas das NDCs (CMI, 2022, p. 1).

O processo (com regras finais ainda não aprovadas) terá início com a submissão de um projeto, por uma das Partes, ao *Supervisory Board* da UNFCC, para registro sob as regras do mecanismo do art. 6.4, e habilitação para emissão de A6.4ERs. Deve haver a especificação de como essas unidades de redução contribuirão para a NDC da Parte anfitriã (*host*) – ou se serão utilizados como ITMOs, com ajuste correspondente (CMI, 2022, p. 1).

O fluxo procedimental, ainda não totalmente definido, potencialmente teria um *framework* operacional como esquematizado a seguir (Figura 28):

²¹⁷ Países membros da Convenção do Clima que ratificaram o Acordo de Paris.

Figura 39 – Proposta de Framework operacional do Mecanismo de Desenvolvimento Sustentável (art. 6.4 do Acordo de Paris).



Fonte: (Deng; Su; Liao; Wu, 2022, p. 9).

Na perspectiva do Acordo de Paris, há ainda a abordagem de não-mercado, vinculado ao art. 6.8 daquele tratado, com mecanismos chamados de “*non-market approaches*” (NMAs)²¹⁸. A inclusão deste mecanismo decorreu a partir de divergências essenciais no escopo das negociais no âmbito da UNFCC,

²¹⁸ Granziera, Hamrick e Verdieck (2024, p. 14) explicam que “o artigo 6.8 poderia servir como campo de testes para atividades da natureza que poderiam eventualmente se tornar abordagens baseadas no mercado, mas que ainda não estão prontas para os mercados: Por exemplo, a maioria dos pagamentos históricos para REDD+ veio de acordos bilaterais e fundos multilaterais, como o Banco Mundial. Esses pagamentos de não-mercado ajudaram os países a melhorarem seus programas de REDD+ e agora muitos países anfitriões de REDD+ podem solicitar financiamento público/privado baseado no mercado ou híbrido por meio de programas como o Fundo de Carbono do *Forest Carbon Partnership Facility* (FCPF) e o *Lowering Emissions by Accelerating Forest Finance* (LEAF). [...] O artigo 6.8 também poderia facilitar os fluxos financeiros para abordagens de não-mercado que podem nunca transitar para um mercado, devido a um volume limitado de créditos, mas podem oferecer co-benefícios mais elevados e fortes componentes de equidade” (tradução própria), a exemplo da iniciativa alemã *Redd Early Movers* (REM), gerenciado pelo banco de desenvolvimento Alemão KfW, que firmou acordos com os estados do Acre e de Mato Grosso.

considerando que algumas partes questionavam a utilização de instrumentos de mercado para endereçar ações de mitigação. Diversos países, portanto, apresentaram oposição à utilização de mecanismos de ação climática baseados na ideologia de mercado, destacadamente (mas não somente) a Bolívia (Anderson, 2023, p. 328).

Em outubro de 2015, conforme relata Anderson (2023, p. 330), representantes da Bolívia propuseram um mecanismo para dar suporte a uma abordagem “holística e integrada” para o desenvolvimento sustentável. O intuito era a promoção tanto de mitigação quanto da adaptação e assistência a países em desenvolvimento, destacadamente com a finalidade de apoiar ações de transferência de tecnologia e capacitação – que se tornou o núcleo do art. 6.8 do Acordo.

Depois de anos com pouco progresso na implementação deste ponto do Acordo de Paris, em 2021, um *Rulebook*²¹⁹ foi alcançado no âmbito da UNFCCC, com a previsão de que as NMAs do art. 6.8 do tratado são mecanismos voluntários, que envolvem mais de uma parte e que não envolvem ITMOs (previsto no art. 6.2). Prevê, ainda, o dever de se respeitar os direitos humanos e ter por objetivo minimizar ou evitar efeitos adversos, sejam ambientais, econômicos e sociais. As áreas principais identificadas como prioritárias foram: a) adaptação, resiliência e sustentabilidade; b) medidas de mitigação para endereçar a mudança do clima e contribuir para o desenvolvimento sustentável; e c) desenvolvimento de energias limpas (Anderson, 2023, p. 332). Um exemplo de iniciativa, que lhe é antecedente, mas que se encaixa nos requisitos do art. 6.8 do Acordo de Paris, é o Fundo Amazônia.

No Brasil, destaca-se também a existência de previsão legal dos Créditos de Descarbonização (CBIO), previsto na Lei nº 13.576²²⁰, de 2017, regulamentado pelo Decreto nº 9.888, de 2019²²¹ e pela Portaria Normativa 56/GM/MME²²², do Ministério

²¹⁹ No âmbito da UNFCCC, “*Rulebook*” é o resultado de uma decisão que contém diretrizes, regras e procedimentos para operacionalização de mecanismos acordado entre as Partes.

²²⁰ Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13576.htm, Acesso em: 30 ago. 2024.

²²¹ Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9888.htm, Acesso em: 30 ago. 2024.

de Minas e Energia.

4.2.2 Mercado Voluntário vs Obrigatório ≠ Voluntário vs Regulado

Como visto no Mapa Esquemático Diferencial de Mecanismos de Precificação do Carbono apresentado anteriormente (Figura 25), a matriz se organiza com base em diversos elementos caracterizadores dos instrumentos de precificação, basicamente diferenciando-se entre incentivos negativos e positivos, bem como entre estratégias voluntárias e reguladas.

Em regra, os documentos acadêmicos e descrições públicas sobre o tema apresentam uma estrutura classificatória sobre a existência de “dois tipos de mercado de carbono”: o regulado e o voluntário. Todavia, especificamente quanto a essa suposta dicotomia entre mercado “regulado” e mercado “voluntário”, mostra-se necessária algumas ponderações que não são estabelecidas na literatura sobre o tema. Tal fato justifica a criação de um subcapítulo específico sobre essa questão de insuspeita importância.

Por ser, o mercado de carbono, uma área relativamente nova do conhecimento, e por ter seus conceitos ainda em construção, a questão das classificações e utilização de terminologias é um trabalho por se fazer, no Brasil e fora. Além de muitas vezes ser prejudicado por traduções imperfeitas (para o português), e por utilização de falsos sinônimos ou de mesmas palavras, porém em contextos e significados jurídicos diferentes – dentre outras dificuldades conceituais e práticas.

No presente caso, como o subtítulo antecipa, o objetivo é a demonstração de que a antagonia entre os mercados de carbono “voluntários” (*voluntary market*) e os “obrigatórios” (*mandatory market*) não transcendem analogia para a identificação do que é um mercado “regulado” (*regulated* ou de *compliance*) e o que se constitui um mercado “não regulado” – este último muitas vezes chamado (impropriamente) de

²²² Disponível em <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-normativa-n-56/gm/mme-de-21-de-dezembro-de-2022-452754677>, Acesso em: 30 ago. 2024.

“voluntário”²²³. Nessas condições, a confusão terminológica é comum na área, potencialmente levando a equívocos regulatórios, pelas razões demonstradas a seguir.

A primeira dicotomia, como visto acima, é a questão “obrigatório x voluntário”. Nessa circunstância, o termo “obrigatório” (*mandatory*) significa que os compromissos assumidos neste tipo de mercado são estabelecidos em razão de uma obrigação legal. Isso ocorre tanto com objetivo de se garantir um certo nível de mitigação de emissões, como para garantir níveis ótimos de integridade, transparência e eficácia. Um exemplo típico destes mecanismos obrigatórios são os sistemas de *cap-and-trade*. Portanto, um mercado “obrigatório”, em regra, é um mercado “regulado”.

Aquela consequência da relação estreita entre “obrigatório” e “regulado”, que em princípio pode ser óbvia, demonstra uma primeira complicação quando se caminha ao extremo oposto: o mercado voluntário. Se o mercado obrigatório é regulado, o voluntário seria o “não regulado”. Entretanto, essa conclusão não é, necessariamente, correta, conforme se demonstra a seguir.

O Mapa Esquemático Diferencial (Figura 25) apresentado anteriormente demonstra que, quando os ativos gerados no mercado voluntário são direcionados a compromissos climáticos também voluntários, do tipo “*net zero*”, eles devem ser considerados mercados voluntários em senso estrito. Ou seja, gerados no mercado voluntário e destinados ao mercado voluntário, sem regulação na originação ou na destinação dos ativos de carbono.

Porém, há a possibilidade de que, mesmo aquele tipo de mercado voluntário em sentido estrito – gerado e destinado ao voluntário – possa ser, de alguma forma, regulado. Como exemplo dessa circunstância tem-se o próprio Sistema de Incentivos a Serviços Ambientais do Estado do Acre (SISA), que gera ativos de mitigação tanto para o mercado regulado quanto para o mercado voluntário. Por se constituir em um sistema originador previsto em lei, possui norma que regula a geração em mercado voluntário e, portanto, pode ser considerado “regulado” – e,

²²³ Há, ainda, uma terceira circunstância, em que igualmente se utiliza o termo “voluntário”, no contexto do Acordo de Paris, referindo-se à característica de cooperação entre Partes, ainda que se refira, por se constituir um mecanismo vinculado ao Tratado, a um mecanismo regulado.

assim, pode ser considerado um “voluntário regulado” na originação.

Outra circunstância é quando um resultado de mitigação, gerado em um mercado voluntário (regulado ou não), possa ser utilizado em um mercado regulado (obrigatório ou não)²²⁴, ao passar por um processo de “credenciamento” ou “homologação” metodológica – considerado, portanto, como “*offset*”. Este caso é uma das propostas, por exemplo, contidas no Projeto de Lei (PL) para o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões no Brasil (em debate no Congresso, e que será posteriormente detalhado). Citado PL prevê a possibilidade de internalização de créditos REDD+ no sistema nacional de ETS, desde que a metodologia utilizada seja credenciada pelo “Órgão Gestor” do sistema²²⁵, e sejam cumpridas regras da CVM para constituição dos ativos de carbono como “valores mobiliários”. Pode-se dizer, portanto, que

os mercados de carbono existem sob duas formas: mercados de *compliance* (ou regulado) e o mercado voluntário. Os mercados de *compliance* são criados e regulados por regimes obrigatórios de gestão do carbono a nível internacional, nacional ou regional. Por exemplo, o Sistema de Comércio de Licenças de Emissão da União Europeia (EU-ETS) é um regime de “limitação e comércio” em que são concedidas às entidades regulamentadas licenças para uma determinada quota das emissões globais, que podem depois trocar com outras entidades a fim de reduzir o

²²⁴ Granziera, Hamrick e Verdieck (2024, p. 21) sustentam que, “cabará ao país anfitrião determinar se regulamenta a forma como as regras do Artigo 6 [do Acordo de Paris] se aplicariam ao VCM [mercado voluntário]. Os países podem exigir que os projetos VCM tenham aprovação, autorização ou não objeção/notificação do governo em várias fases de desenvolvimento do projeto. Os governos podem regular o âmbito das atividades que podem ser implementadas ao abrigo de um programa VCM ou estabelecer requisitos mínimos para salvaguardas sociais e ambientais e partilha de benefícios. Por exemplo, o Quênia exige que pelo menos 25% dos benefícios de um projeto sejam atribuídos às comunidades locais”. O PL do mercado de carbono brasileiro (SBCE), em trâmite no Senado, traz regras semelhantes.

²²⁵ A Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2023, p. 47) sugere que “os ativos gerados pelo mercado voluntário serão registrados em plataforma única gerenciada pelo poder público, a partir da qual poderão compor a base de oferta para o mercado regulado, caso atendam aos requisitos de conformidade. Isso permite uma demanda constante e crescente para ativos gerados no mercado voluntário e, em contrapartida, também gera oferta para a complementação das obrigações dos agentes inseridos no mercado regulado, devendo respeitar os limites estabelecidos pela regulação para uso destes ativos. A porta de comunicação entre o mercado voluntário e o regulado será o sistema centralizado de registro de ativos oriundos dos projetos realizados no âmbito voluntário (*offsets*). O registro desses ativos os mantém aptos a serem negociados nos mercados voluntários e, ao mesmo tempo, o credenciam para uma análise de seu reconhecimento pelo mercado regulado, mediante solicitação de seu titular. Caso o ativo cumpra com os critérios, a serem definidos em regulamentação, eles mudarão de status e deixarão de compor o mercado voluntário para compor a oferta de *offsets* no âmbito do mercado regulado, com o objetivo de suprir setores cujas emissões ultrapassem os limites expressos em suas permissões. Isso permite que estejam visíveis para investidores nacionais e internacionais em uma plataforma oficial única e, ao mesmo tempo, possam se credenciar para suprir as demandas do mercado regulado, que representará uma fonte segura, constante e crescente de demanda para tais ativos”.

custo global do cumprimento dos limites de emissões. O mercado voluntário funciona independentemente dos mercados de conformidade, permitindo que as empresas ou os indivíduos comprem créditos de carbono para cumprirem os seus próprios objetivos de emissões. Os créditos de *compliance* podem, em alguns casos, ser adquiridos voluntariamente por entidades não regulamentadas, mas os créditos voluntários não são autorizados a cumprir os requisitos do mercado de conformidade, a menos que sejam explicitamente aceites no regime de conformidade (JPMorgan Chase & Co., 2023, p. 4) (tradução própria).

Dessa maneira, ter-se-ia uma análise combinatória entre esses elementos, com resultado de quatro mecanismos com características diferentes, todos potencialmente chamados de “voluntários”, mas que se encontram, em termos jurídicos, em esferas classificatórias diferentes: o mercado voluntário em sentido estrito, o qual não é regulado nem na originação, nem na destinação; o mercado voluntário regulado na originação, mas cuja destinação é o cumprimento de compromissos climáticos voluntários não regulados; o mercado voluntário não regulado na originação, mas com destinação a um mercado regulado; e o mercado voluntário regulado tanto na originação quanto na destinação. Essas possibilidades estão organizadas na matriz a seguir (Tabela 4):

Tabela 6 – Mercados Voluntário e Regulado vs Regulado e Obrigatório.

	Voluntário	Obrigatório
Voluntário	<p>Mercado voluntário em sentido estrito.</p> <p>Ex. Geração de crédito em projetos privados de REDD+, utilizados para cumprimento de metas corporativas de <i>Net Zero</i>.</p>	<p>Mercado voluntário em que o resultado de mitigação é gerado no mercado voluntário não regulado e utilizado em um mercado obrigatório.</p> <p>Ex. Geração de crédito em um projeto privado de reflorestamento (ARR), utilizado para abater obrigações em um sistema de <i>cap-and-trade</i>, por meio do credenciamento da metodologia de originação.</p>
Regulado	<p>Mercado voluntário em que a originação do resultado de mitigação se deu em um contexto regulado, mas sua utilização ocorrerá em um mercado não obrigatório.</p> <p>Ex.: Créditos de REDD+ jurisdicionais gerados no SISA, utilizados por corporações para</p>	<p>O crédito de carbono é gerado em um mercado voluntário regulado (regulado na origem), destinado a um mercado regulado obrigatório.</p> <p>Ex.: Créditos de REDD+ jurisdicionais gerados no SISA, utilizados no SBCE, após credenciamento da metodologia de originação.</p>

	cumprimento de metas <i>Net Zero</i> .	
--	--	--

Fonte: Produção Própria.

Em síntese, tem-se a seguinte classificação dos tipos: 1) voluntário não regulado nem obrigatório, tanto na origem quanto na destinação; 2) voluntário não regulado na origem e obrigatório regulado na destinação; 3) voluntário regulado na origem e voluntário não regulado na destinação; 4) voluntário regulado na origem e obrigatório regulado na destinação.

O presente estudo foca análise no mercado voluntário regulado na origem (SISA) e não obrigatório na destinação (metas corporativas de *net zero*), do tipo REDD+ Jurisdicional. Esse tipo de mercado, com suas características, potenciais, limitações e falhas é o próximo tema deste trabalho.

4.2.3 Decompondo o Mercado Voluntário de Carbono

Como apresentado acima, o “mercado voluntário” pode se constituir, juridicamente e na prática, de diversas formas e classificações, a depender da regulação ou não do ativo de carbono, seja na origem ou na destinação dos créditos. Isso gera riscos e incertezas no setor – e exige um trabalho robusto de padronização conceitual e lexicografia especializada²²⁶.

Como já mencionado aqui e ali, os mercados voluntários de carbono (VCM, na sigla em inglês) constituem um campo relativamente novo da pesquisa acadêmica. A maioria das produções científicas são voltadas para a compreensão de derivativos do ativo carbono em mercados estabelecidos do tipo ETS (Gregor Spilker; Nick Nugent, p. S114). Os trabalhos sobre mercados voluntários de REDD+ jurisdicional são escassos – evidenciando lacunas teóricas sobre o tema, destacadamente no Brasil, o que denota a relevância do tema em pesquisa. Há uma falta de clareza sobre o real escopo do setor e confusões terminológicas que são obstáculos ao avanço do mercado (Baiz, 2024, p. 2).

²²⁶ Conferir a iniciativa de padronização de princípios do setor, chamado de “Core Carbon Principles” do Mercado Voluntário, em vídeo publicado pelo “*The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market – ICVCM*”, disponível em <https://vimeo.com/928378299/921dd19519>, Acesso em: 30 ago. 2024, ou em texto disponível em <https://icvcm.org/core-carbon-principles/>, Acesso em: 30 ago. 2024

De fato, viu-se anteriormente que o termo “mercado de carbono” pode significar um universo bastante diverso de possibilidades. Inclusive, o termo é impropriamente utilizado para se referir até a mecanismos que sequer são “mercado”, nem são transacionáveis em “carbono” (como nos casos de “taxas” e subsídios). Há os que são representáveis em ativos de carbono, mas que não geram efetivamente “créditos de carbono”, e sim declarações que representam unidades de redução de emissões apresentadas em toneladas de carbono equivalente, utilizados em mecanismos como de pagamento por resultado – a exemplo do Fundo Amazônia (um mecanismo de não mercado).

Mesmo os mecanismos que, de fato, se caracterizam como mercado e transacionam carbono, podem referir-se a institutos diversos, com características técnicas e jurídicas substancialmente distintas, como por exemplo: a) as diferentes tipologias: *cap-and-trade*; voluntário; regulado; obrigatório etc; b) a diversas fontes geradoras: redução de desmatamento (REDD+); reflorestamento (ARR); captura de carbono; mudança de fonte de energia (*Avoidance*), aplicação de novas tecnologias etc.; e c) a diversas titularidades: jurisdicional ou projeto privado; etc.

Em uma matriz combinatória de todas essas variáveis, as possibilidades decorrentes são enormes – o que mais uma vez evidencia o argumento já apresentado da importância das classificações e conceituações trazidas neste estudo. Uma vez que há grande confusão teórica sobre esse aspecto, tanto entre iniciantes quanto entre profissionais versados no tema.

Tal contexto demonstra a necessidade premente de que, sempre que se formular um questionamento sobre o tema “mercado de carbono”, deve-se previamente esclarecer: qual tipo de carbono? remoção ou redução? mercado ou não mercado? gerado onde e por quem? para qual finalidade? regulado ou não?, etc. Sem essas definições, dentre outras, o debate sobre vantagens, falhas e *gaps* regulatórios tendem a caminhar para uma condição em que cada interlocutor acaba por debater sobre um mecanismo diferente, com baixas chances de consenso²²⁷.

²²⁷ A formulação de adequados conceitos e classificações por parte de atores dos “sistemas especialistas” é grandemente importante para formação da opinião na “esfera pública”, que é constituída por uma rede de comunicação de conteúdos e tomada de posição, ou seja, de opiniões, onde os fluxos comunicativos são filtrados e sintetizados, conforme teorizado por Habermas (2020, p. 458). Deve-se buscar oferecer elementos que possam instruir grupos de pessoas e especialistas com

Assim, adequada conceituação e classificação do mercado de carbono é importante por se tratar de questão relativamente nova, com objeto de análise em constante movimento e evolução, especialmente no que se refere ao mercado voluntário. Porém, o que se constitui efetivamente um mercado “voluntário”?

Primeiramente, como visto, o mercado voluntário pode se dar na originação ou na destinação dos “créditos de carbono”, como mecanismos que permitem alocação de capital para iniciativas de mitigação de gases de efeito estufa. Neste caso, utiliza-se como referência uma tonelada métrica de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e), o que permite que as emissões de GEEs²²⁸ possam ser comparáveis em uma mesma base. O mercado de carbono voluntário tornou-se uma importante linha acessória para o cumprimento das metas nacionais de redução de emissões assumidas pelos países em suas NDCs (Iniciativa Brasileira para o Mercado de Carbono, 2023, p. 3–4).

O mercado voluntário pode se referir tanto a remoção quanto redução de emissões. O SISA, como gerador de créditos regulados (destinados a mercados voluntários ou obrigatórios), refere-se à redução de emissões na espécie “*nature-based solutions (NbS)*”²²⁹ (soluções baseadas na natureza), decorrente da redução de emissões por desmatamento e degradação florestal (REDD+)²³⁰.

influência na esfera pública, para constituição de “uma estrutura intermediária que faz a mediação entre o sistema político, de um lado, os setores privados do mundo da vida e os sistemas de ação funcionalmente especializados, de outro” (Habermas (2020, p. 474), o que é altamente relevante no contexto da consolidação de mecanismos de precificação de carbono, diante das lacunas acadêmicas sobre o tema.

²²⁸ O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) (2022) explica que “o dióxido de carbono (CO₂), o metano e o óxido nitroso são os principais GEEs. O CO₂ perdura na atmosfera por até mil anos, o metano por cerca de uma década e o óxido nitroso por aproximadamente 120 anos. Com base em um cálculo de 20 anos, o metano é 80 vezes mais potente do que o CO₂ como causa do aquecimento global e o óxido nitroso é 280 vezes mais potente”.

²²⁹ Granziera, Hamrick e Verdieck (2024, p. 12) destacam que as *nature based solutions (NbS)* referem-se a “ações que incluem a proteção, recuperação e gestão de ecossistemas naturais, como florestas, mangais, terras de cultivo, prados e turfeiras. Nas negociações da UNFCCC, as soluções baseadas na natureza baseadas na natureza são geralmente referidas como **emissões do uso da terra; setor da terra; Uso do Terra, Mudança do uso da Terra e Florestas (LULUCF)**; ou Agricultura, Silvicultura e Outros Usos do Solo (**AFOLU**), segundo o IPCC. [...] O termo NbS foi referido pela primeira vez no contexto da CQNUAC em 2022, no texto de capa da COP27, que incentivava os países a considerarem as abordagens baseadas em ecossistemas ou nas NbS para as suas ações de atenuação e adaptação, assegurando salvaguardas sociais e ambientais relevantes” (tradução própria).

²³⁰ Granziera, Hamrick e Verdieck (2024, p. 12) também lembram que, “enquanto soluções baseadas na natureza [NbS] é um conceito mais amplo, que inclui uma série de ações para proteger, restaurar e gerir uma variedade de ecossistemas, REDD+ é um mecanismo específico da CQNUAC [UNFCCC]

Essa abordagem é relevante, já que o desmatamento é responsável por cerca de 15% (WEF, 2022, p. 4) a 20% (Asner, 2024, p. 2) das emissões globais de CO₂, sendo a maior fonte de emissões do Brasil. O Setor de Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Florestas (LULUCF, na sigla em inglês) responde, sozinho, por cerca de 50% das emissões brasileiras (52% em 2021 e 48% em 2022)²³¹. Somando-se com as emissões do setor agropecuário, alcança-se cerca de 75% de toda poluição climática brasileira no setor LULUCF (Tsai; Potenza; Quintana; Cardoso; Silva; Graces; Coluna; Silva-Junior; Souza; Shibo; Alencar; Angelo; Herschmann; Araújo, 2023, p. 7).

Esses dados demonstram que não há solução para a questão climática no Brasil sem se endereçar a questão de uso da terra e o desmatamento associado. Nessa direção, não há adequada política climática nacional sem o devido financiamento de políticas de redução de desmatamento, destacadamente na Amazônia. A exemplo do incentivo e fortalecimento de iniciativas de REDD+, em especial os jurisdicionais, como o SISA, devido à escala e segurança metodológica²³² (quando comparado com projetos isolados). Na verdade, o mercado dá sinais claros de tendência à preferência por créditos de sistemas jurisdicionais (em detrimento daqueles de projeto)²³³.

que se centra na redução das emissões resultantes da desflorestação e da degradação florestal, especialmente nos países tropicais”.

²³¹ Sobre a importância do endereçamento da questão do desmatamento para o cumprimento, pelo Brasil, das metas estabelecidas na sua NDC, Carvalho, Magalhães e Domingues (2022, p. 173–174), sustentam, com base em seu modelo geral computável *Brazilian Energy Emissions Trading Schemes Model (BEETS)*, que um “aspecto que influenciará significativamente o cumprimento das metas de emissões no Brasil é o desmatamento. Os cenários deste artigo consideram que as metas de abatimento de emissões serão cumpridas, mas isso está diretamente relacionado a decisões políticas. O aumento do desmatamento acarretaria alterações no cenário de referência, demandando maior redução das emissões setoriais, pela queima de combustíveis ou pelo nível de atividade, para alcançar a mesma meta total de emissões. Isso, em geral, aumentaria o custo total de abatimento para toda a economia”.

²³² A *Norway's International Climate and Forest Initiative (NICFI)* (2023a) integra-se a esse posicionamento, ao afirmar que “as metodologias que dão demasiada flexibilidade na definição de linhas de base de cenários hipotéticos do que teria acontecido à floresta sem o projeto incentivam a sobrestimação dos resultados de um determinado projeto, mas sem qualquer ligação à linha de base global do país florestal. Isso representa um risco para os compradores em termos de demonstração da adicionalidade dos créditos de carbono florestal em que investem. Em contrapartida, o REDD+ jurisdicional exige uma redução efetiva das emissões florestais em todo o território” (tradução própria).

²³³ Streck, Dyck e Trouwloon (2023) destacam também que “o Esquema de Compensação e Redução de Carbono para a Aviação Internacional (CORSA) da Organização da Aviação Civil Internacional (ICAO) autorizou exclusivamente créditos REDD+ em escala jurisdicional. Em março de 2023, a ICAO

Apesar da redução do total transacionado em 2023, o mercado de carbono voluntário tem, na categoria de floresta e uso da terra, a maior parte da originação dos créditos contratados, especialmente os de REDD+, que respondem por uma fatia de cerca 78% do total (Procton, 2024, p. 12). Essa direção pode ser evidenciada pela criação e efetivação de uma das maiores iniciativas atuais no mercado de carbono voluntário, pelo lado da demanda, chamada *LEAF Coalition*²³⁴. Trata-se de uma parceria público-privada formada por participantes corporativos, como Amazon, BlackRock, Nestlè, airbnb, Unilever, Walmart, Volkswagen, Bayern, dentre outros, e participantes soberanos, como a Noruega, o Reino Unido, os EUA e, mais recentemente, a Coréia do Sul. A iniciativa LEAF, com mobilização já de cerca de 1,5 bilhão de dólares (um aumento de 100% da demanda privada) (NICFI, 2023b), tem ainda o potencial de escalar esses volumes significativamente.

A Coalizão LEAF tem por foco, justamente, criar mecanismos financeiros especificamente para deter o desmatamento tropical até 2030, por meio de créditos oriundos exclusivamente de sistemas jurisdicionais de REDD+²³⁵, tendo como

objetivo construir um mercado para créditos de redução de emissões de REDD+ de alta integridade a partir de esquemas de grande escala operados por governos nacionais ou subnacionais (conhecidos como abordagem jurisdicional). O LEAF garante a mais alta integridade ambiental e social dos resultados de REDD+ comprando apenas créditos emitidos pelo ART e verificados para atender aos requisitos de seu padrão TREES para reduções e remoções jurisdicionais de emissões de REDD+. Isso constrói a

anunciou que aceitaria créditos ART/TREES de alta floresta e baixo desmatamento (HFLD) como unidades elegíveis no âmbito do CORSIA”.

²³⁴ Conferir <https://www.leafcoalition.org/pt/home/>, Acesso em: 30 ago. 2024.

²³⁵ Conforme o World Economic Forum (WEF) (2022, p. 16) “a Coalizão LEAF, lançada em 2021, oferece às empresas a oportunidade de acessar créditos de carbono de alta qualidade (reduções de emissões) e começar a combater o desmatamento tropical, em escala, hoje. A *LEAF Coalition* é a maior parceria público-privada dedicada a deter a desflorestação tropical, reunindo empresas globais e doadores soberanos. Até a presente data: - Obteve o compromisso de muitas das maiores empresas do mundo (por exemplo Amazon, Airbnb, BCG, McKinsey, SAP), bem como os governos da Noruega, Reino Unido e EUA, para comprar reduções de emissões de alta qualidade como parte de compromissos voluntários mais amplos para a ação climática global - Enviou um forte sinal de demanda para impulsionar mudanças sistemáticas, gerando mais de US \$ 1 bilhão em financiamento para proteger as florestas tropicais - Recebeu propostas bem-sucedidas de 23 jurisdições de florestas tropicais - Assinou cartas de intenção com cinco países (Costa Rica, Equador, Gana, Nepal e Vietnã) e vários memorandos de entendimento (e.g. com o Consórcio Interestadual para o Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal, Brasil). A LEAF oferece uma oportunidade para acelerar os compromissos climáticos das empresas através de uma proteção de alta integridade das florestas tropicais. A Coalizão exige que as empresas cumpram critérios rigorosos, incluindo um compromisso demonstrável com reduções de emissões baseadas na ciência em todas as suas cadeias de valor, apoiadas por objetivos de zero emissões líquidas em meados do século. A Coalizão utiliza o *standard* ART/TREES, independente e rigoroso (primeiro *standard* jurisdicional de atribuição de créditos para REDD+), para garantir integridade ambiental e social sem concessões” (tradução própria).

confiança do comprador ao garantir os mais altos níveis de integridade ambiental e salvaguardas sociais, particularmente para os povos indígenas e comunidades locais (Emergent, 2023) (tradução própria).

Diante de potenciais oportunidades dessa natureza, de fato, o SISA abraçou uma abordagem de mercado²³⁶, viabilizado desde sua origem pela criação de sua Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais (CDSA) (Greenleaf, 2017, p. 104). Como visto no Capítulo 1, a CDSA é uma sociedade anônima de economia mista, sujeita ao direito privado, com estrutura e competência legal para vender os ativos de carbono do Estado; e, conforme art. 15, VII, da Lei Estadual nº 2.308, de 2010²³⁷, apta a atuar em modelos de negócio do tipo apresentado pela iniciativa LEAF.

Na COP 28, em dezembro de 2023, o Estado do Acre assinou um “*Term Sheet*”²³⁸ com a Emergent²³⁹, representante comercial da Coalisão LEAF, em um pré-acordo para transação de até 10 milhões de toneladas de carbono (Emergent, 2023, p. 1), a um preço-base de US\$ 10 por tonelada de carbono (tCO₂e). Portanto com potencial de alcançar contratação da ordem de até meio bilhão de reais para o financiamento da promoção de políticas públicas de justiça climática, redução de desmatamento e desenvolvimento sustentável no Estado.

Nesse contexto, uma das vantagens da utilização de uma Sociedade

²³⁶ De acordo com A. E. Greenleaf (2017, p. 13), “o SISA foi um esforço de mercantilização ambiental. Os seus criadores e administradores procuraram valorizar monetariamente o ‘serviço ecossistêmico’ do sequestro de carbono, entre outros, em parte por meio da venda de créditos de carbono a poluidores externos. Esta estratégia foi derivada da disciplina da economia. Foi uma tentativa de integrar os danos ambientais do capitalismo industrial nos cálculos do mercado, para ‘internalizar’ as ‘externalidades’ ambientais” (tradução própria), conforme explicitado nesse trabalho, no subcapítulo sobre precificação do carbono.

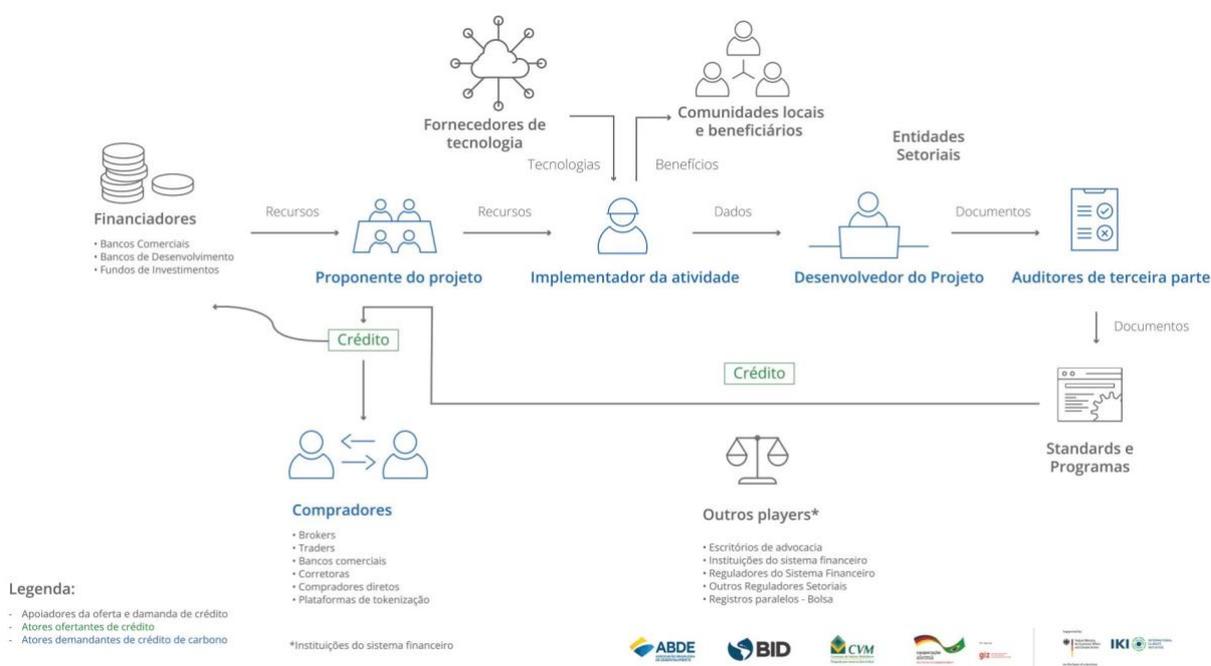
²³⁷ “Art. 15. Fica o poder público estadual autorizado a criar a **Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais do Estado do Acre**, sob a forma de sociedade anônima de economia mista, com prazo de duração indeterminado, sede e foro na cidade de Rio Branco, a ser supervisionada pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA e com a **finalidade de:** [...] VII - **gerir e alienar**, na medida de suas competências, **os ativos e créditos resultantes dos serviços e produtos ecossistêmicos** oriundos dos programas, subprogramas, planos e projetos” (grifos nossos). Conferir lei completa em <http://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>, Acesso em: 30 ago. 2024.

²³⁸ O *Term Sheet* é uma espécie de “carta de intenções” ou termo de pré-acordo que, apesar de não ser juridicamente vinculante, é uma representação da segura intenção das partes em negociar um *Emissions Reduction Purchase Agreement*, conhecido como ERPA, que é a espécie de contrato utilizado no setor para transação de créditos de carbono.

²³⁹ Em *press release*, a Emergent (2023, p. 2) descreve-se como “uma organização norte-americana sem fins lucrativos que funciona como uma plataforma de transações entre os países com florestas tropicais e o setor privado para mobilizar financiamento para apoiar a redução das emissões da deflorestação. Para tal, desenvolve e introduz no mercado soluções práticas, credíveis e de grande escala para a proteção das florestas. A Emergent atua como coordenadora da Coalisão LEAF” (tradução própria).

Anônima, como a Companhia de Desenvolvimento de Serviços Ambientais do Estado do Acre, é, justamente, a capacidade de atuar no mercado com uma linguagem jurídica e econômica própria do setor privado – portanto, com a capacidade de utilização de todos os mecanismos negociais e financeiros típicos do setor. Inclusive (mas não somente), com a criação de fundos privados, venda direta de ativos de carbono, constituição de derivativos, atuação no mercado futuro e *spot*²⁴⁰, dentre outros instrumentos-padrão de mercado.

Figura 40 – Mapa de atores do ecossistema do mercado voluntário de carbono.



Fonte: (LAB, 2023, p. 11).

Tal estrutura organizacional e jurídica da CDSA, portanto, facilita o acesso a mercados voluntários, onde há compra e venda de créditos de carbono para organizações que procuram realizar o “*offset*” de suas emissões. Esse ecossistema inclui não somente os originadores e compradores dos créditos, mas também

²⁴⁰ Nas palavras da *Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets* (TSVCM) (2021, p. 14), “um contrato à vista [*spot*] pode ser adequado a um comprador que pretenda adquirir, ano após ano, a quantidade necessária de créditos de carbono ao preço de mercado para compensar as emissões do ano atual/anterior. O mercado a prazo pode ser especialmente adequado para os compradores que têm uma perspectiva de emissões para vários anos, juntamente com uma trajetória de compensação clara, para gerir os riscos de preços futuros” (tradução própria).

diversos intermediários, tanto na originação quanto na destinação dos ativos, passando por validadoras e certificadoras (VVBs²⁴¹), organizações mantenedoras de *standards*²⁴² (*standard setters*), instituições de registro²⁴³, além de auditorias, *brokers*²⁴⁴ e *traders*²⁴⁵ (JPMorgan Chase & Co., 2023), dentre outros (Figura 29). Dessa forma, estabelece-se um mercado que diminui riscos e incertezas – técnicas, metodológicas e jurídicas.

Esses Mercados Voluntários de Carbono são essenciais e indispensáveis para o alcance dos objetivos *net-zero* das corporações, de maneira que tais estratégias, que vão além do *framework* regulatório, devem fazer parte do portfólio climático das grandes corporações (Six Group, 2023, p. 7).

Não conseguiremos atingir os nossos objetivos climáticos sem combater urgentemente o desmatamento. Os mercados voluntários de carbono oferecem a oportunidade mais promissora para desbloquear rapidamente níveis sem precedentes de financiamento privado em apoio aos esforços dos países florestais para reduzir as emissões resultantes da desflorestação. Para tal, o mercado deve financiar as ações que reduzem as emissões à escala, sem fugas e sem dupla contagem, e com custos de transação geríveis (NICFI, 2023a) (tradução própria).

Para que tal movimento efetivamente ocorra, os potenciais compradores desse mercado têm sido cada vez mais rigorosos quanto à necessidade de garantia da qualidade dos créditos de carbono (portanto, de créditos “íntegros” e “robustos”, na linguagem corrente do mercado). Dessa forma, viabiliza-se a credibilidade e a eficácia destes ativos como efetivamente contribuintes para a redução das emissões²⁴⁶. Apesar de algo aparentemente óbvio, essa é uma tarefa enorme e

²⁴¹ Battocletti, Enriques e Romano (2024), sobre a VVB, explicam que “esta entidade é geralmente uma empresa, nomeada pelo promotor do projeto e acreditada pelo organismo normalizador. A sua função é dupla. Em primeiro lugar, o VVB deve “validar” *ex ante* o documento de conceção do projeto de acordo com os requisitos definidos pela entidade que estabelece a norma. Em segundo lugar, deve “verificar” *ex post* que o projeto está gerando os benefícios prometidos” (tradução própria)

²⁴² Battocletti, Enriques e Romano (2024) destacam que “uma característica fundamental do mercado voluntário de carbono é a existência de dois intervenientes para avaliar a qualidade dos créditos de carbono: as organizações de *Standards* e os VVBs” (tradução própria).

²⁴³ Os Registros são como um cartório ou, eventualmente, um banco, de ativos de carbono, onde há o resguardado dos dados de originação e das transações dos créditos. É um elemento central do mercado, por garantir transparência e evitar a dupla venda.

²⁴⁴ Os *brokers* fazem a “corretagem” dos créditos de carbono, tendo por função, portanto, facilitar as negociações entre compradores e vendedores, eventualmente prestando assessoria na intermediação do negócio.

²⁴⁵ Os *traders* são agentes que compram e vendem créditos de carbono, buscando obter lucro na negociação, pela diferença entre o preço de compra e o preço de venda do ativo.

²⁴⁶ O *World Economic Forum* (WEF) (2022, p. 19) rebate uma crítica comum feita aos mercados de carbono: de que seria uma forma de dar uma “licença para poluir” às grandes corporações. Entretanto

desafiadora na prática, pois envolve passos complexos e custosos. Isso porque as iniciativas têm que aderir a regras e processos de verificação rigorosos estabelecidos em *standards*, e auditados por terceiros verificadores e certificadores. Os desenvolvedores, portanto, devem garantir cálculos credíveis da linha de base (ou *reference level*²⁴⁷), bem como evidenciar a adicionalidade, a prevenção de fugas e a garantia de permanência das reduções de emissões. Tais características representam as pedras angulares de créditos de carbono de alta qualidade (Figura 30) (Six Group, 2023, p. 13).

Figura 41 – Diretrizes de integridade para créditos voluntários de crédito de carbono.



Fonte: (Iniciativa Brasileira para o Mercado de Carbono, 2023, p. 6).

Os “*Standards*” são organizações que provêm funções essenciais para

“pesquisas sugerem que raramente é esse o caso. As empresas que compram créditos de carbono tendem a estar mais envolvidas em atividades diretas de redução de emissões do que as que não compensam” (tradução própria).

²⁴⁷ Nepstad (2012, p. 42) explica que “um ingrediente fundamental do REDD+ jurisdicional é uma linha de base ou nível de referência que forneça uma estimativa das futuras emissões de GEE por desmatamento e degradação florestal que ocorreriam na ausência do REDD. Para ser eficaz como base para criar compensações baseadas em REDD+, o nível de referência deve ser tecnicamente rigoroso” (tradução própria).

estabelecimento das normas de Monitoramento, Reporte e Verificação (MRV)²⁴⁸, a exemplo de iniciativas como ART-TREES²⁴⁹, Verra²⁵⁰ e Gold Standard²⁵¹. Esses *standards* são padrões que visam estabelecer regras e procedimentos robustos para quantificação, monitoramento, reporte e verificação de reduções de emissões de gases de efeito estufa²⁵². Utilizam “*templates*”, que devem ser seguidos pelos originadores de créditos e verificados pelas VVBs.

É importante lembrar que os créditos de compensação [*offsets*] gerados por programas jurisdicionais de REDD+ estão vinculados a reduções de emissões na escala jurisdicional. Os créditos de compensação não são necessariamente direitos sobre carbono ou florestas *per se*, mas, em vez disso, são considerados ativos [*assets*] criados por regulamentos que estão vinculados a reduções de emissões. Consequentemente, deve haver provas suficientes de propriedade clara das emissões evitadas para que possam ser devidamente creditadas, rastreadas e autorizadas a serem utilizadas nos mercados relevantes para cumprimento (Nepstad, 2012, p. 46).

²⁴⁸ McDermott (2014, p. 13) afirma que “a estandarização de regras de trocas, e a tradução dos resultados em unidades mensuráveis que podem ser monitoradas por partes externas, pode ser utilizada de várias formas e, por conseguinte, reforçadas por ONG, ativistas de direitos trabalhistas ou indígenas, bem como por atores empresariais e governamentais, como forma de estabelecer o poder com base em uma ampla variedade de fontes” (tradução própria).

²⁴⁹ O padrão ART é, hoje, o mais robusto e difundido *Standard* jurisdicional no mercado. Conferir em <https://www.artredd.org/trees/>, acesso 30 Ago 2024.

²⁵⁰ A Verra sofreu problemas reputacionais recentes, devido a alegações de linhas de bases infladas em nível de projetos privados. O *Standard* está modificando suas normas, estabelecendo regras metodológicas que projetam a linha de base dos projetos a partir de uma linha de base em nível jurisdicional, buscando recuperar a confiança do mercado. Conferir em <https://verra.org/>, acesso 30 Ago 2024.

²⁵¹ Mais informações sobre este *Standard* em <https://globalgoals.goldstandard.org/>, acesso 30 Ago 2024.

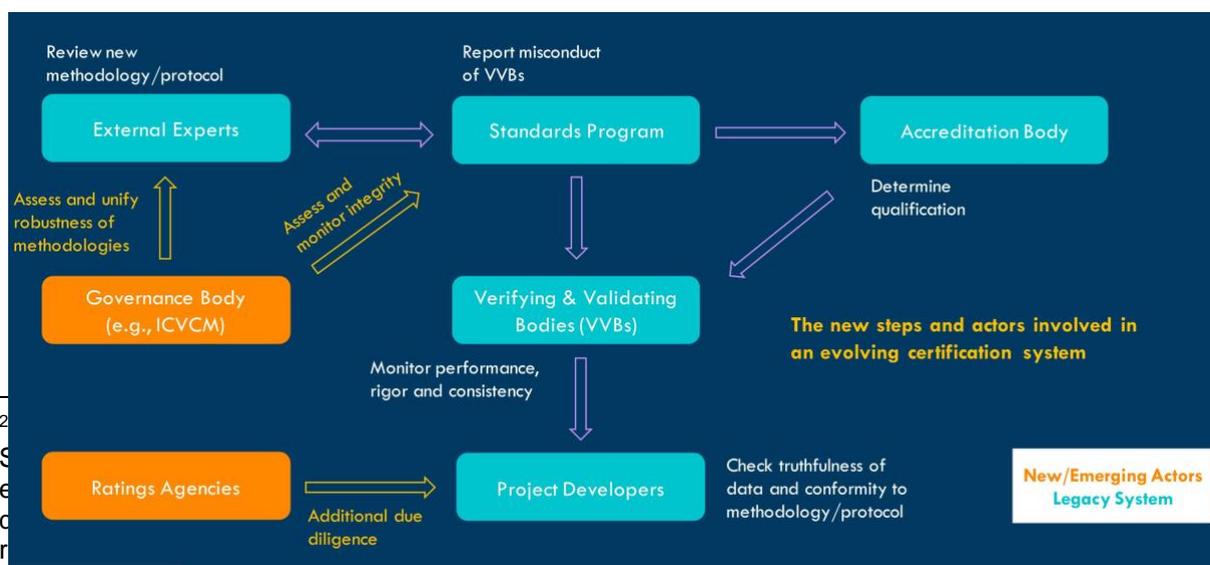
²⁵² Como mencionado em nota anterior, a Verra passou por forte escrutínio público nos últimos anos, destacadamente em razão de estudos publicados no The Guardian, o que a obrigou a alterar as normas do padrão, principalmente no que concerne ao estabelecimento da linha de base e a regras de integração contábil de projetos às jurisdições a que pertencem (aninhamento). Os citados estudos verificaram que “apenas um pequeno número de projetos Verra relativos a florestas tropicais apresentou provas de reduções de desmatamento, tendo uma análise mais aprofundada indicado que 94% dos créditos não tiveram qualquer benefício para o clima. A ameaça às florestas foi sobrestimada em cerca de 400% em média para os projetos Verra, de acordo com a análise de um estudo de 2022 da Universidade de Cambridge. Gucci, Salesforce, BHP, Shell, EasyJet, Leon e a banda Pearl Jam estão entre as dezenas de empresas e organizações que compraram compensações de florestas tropicais aprovadas pelo Verra para alegações ambientais”, diz o The Guardian (2023) (tradução própria). Por outro lado, sustenta Bloomgarden (2024), esses projetos privados representam menos de 2% do total de cobertura de floresta tropicais: “não há forma de cumprir os objetivos do Acordo de Paris sobre o clima sem travar e inverter a desflorestação tropical. Precisamos de mais, e não menos, financiamento do setor privado para a proteção das florestas. Os riscos decorrentes da sobrestimação do impacto destes projetos, que atualmente cobrem uma área ínfima das nossas florestas, são minúsculos quando comparados com as ameaças existenciais que enfrentamos se não conseguirmos canalizar financiamento suficiente para impulsionar uma ação global e sustentada de proteção das florestas tropicais. A pergunta que deveríamos fazer é: Como podemos canalizar milhares de milhões de dólares de investimento dos setores público e privado para ajudar a manter os 98% restantes de florestas em pé?” (tradução própria).

Para aquela tarefa há as *Validation & Verification Bodies* (VVBs), que são organizações que realizam efetivamente as ações de monitoramento, reporte e verificação (MRV) com base nas regras estabelecidas nos *Standards*. Isso garante uma checagem da efetiva ocorrência das reduções de emissões e os impactos são reais.

Os relatórios de verificação das VVBs são utilizados no processo de certificação²⁵³, apresentados pelo originador ao *Standard* escolhido, o qual, por sua vez, “emite” certificados de unidades de redução correspondentes à quantidade reportada – o que constitui, cada unidade, na prática, o que é conhecido como “crédito de carbono”²⁵⁴ (Figura 31).

Quando um comprador adquire um certificado, pode fazer um *claim* [reivindicação do direito] do resultado de carbono subjacente para mitigar ou neutralizar a sua contabilidade de carbono, "aposentando" [*retiring*] o *offset* – certificando-se, assim, de que mais ninguém pode reclamar o resultado de carbono que o certificado representa (Gregor Spilker; Nick Nugent, p. S111) (tradução própria).

Figura 42 – Fluxo do Processo de Certificação.



da compensação e a execução bem-sucedida da atividade de redução de emissões ou de remoção de carbono devem ser minimizados, e os mecanismos para garantir que os benefícios ambientais de uma compensação são efetivamente obtidos devem ser fortes” (tradução própria).

²⁵⁴ Nepstad (2012, p. 47) lembra que, além da emissão dos créditos para um “*standard*” – o que é a regra – há outros dois potenciais meios de emissão dos ativos de carbono, resultando em três possibilidades totais: “(i) a autoridade reguladora que está reconhecendo as compensações REDD+ como elegíveis para conformidade (por exemplo, o Estado da Califórnia); (ii) a autoridade reguladora do estado ou província onde as compensações REDD+ são geradas (por exemplo, o Estado do Acre); ou, (iii) um padrão de compensação de terceiros (por exemplo, o American Carbon Registry [ACR], o Climate Action Reserve [CAR], o Verified Carbon *Standard* [VCS] e outros)” (tradução própria).

Fonte: (Climate Collective, 2023, p. 56).

Há relativo consenso de que o futuro dos mercados voluntários de carbono tende a um desenvolvimento notável, com aumento esperado da participação relativa das transações totais, uma vez que os créditos de carbono continuam e continuarão a ser o principal meio de compensação de emissões. Essa escalada é baseada em uma mudança no mercado em direção a créditos de carbono de alta qualidade, provenientes de fornecedores com ótima reputação e que deem prioridade à transparência em todo o processo (Six Group, 2023, p. 21). Conforme resultado de pesquisa com 80 corporações globais, realizado pela Six Group, cerca de 65% das empresas responderam estar ativamente engajados no mercado voluntário de carbono (Figura 32).

Nesse sentido, embora as previsões sobre a trajetória futura dos mercados do carbono voluntário sejam altamente especulativas, a curva tendencial definida pelos atuais compromissos políticos e os fundamentos do mercado sugerem um grande crescimento (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 21). De fato, enquanto a necessidade de descarbonização da economia global se acelera, a demanda por créditos de carbono crescerá, o que pode impulsionar um mercado voluntário de larga escala, potencialmente até quinze vezes maior que o atual (2021) até 2030. Dessa forma, dando suporte aos investimentos necessários ao alcance da meta de 1,5 grau do Acordo de Paris (TSVCM, 2021, p. 4).

Figura 43 – Em qual mercado de carbono sua companhia está ativamente participando ou planejando ingressar?



Fonte: (Six Group, 2023, p. 10)

Segundo o governo dos Estados Unidos, um mercado voluntário de alta integridade pode, de fato, destravar o capital e a demanda por reduções e remoções de emissões reais, adicionais, duradouras e independentemente verificadas. Assim, tende a proporcionar uma grande quantidade de co-benefícios, dando suporte ao desenvolvimento econômico, à sustentabilidade do modo de vida de comunidades locais, e à conservação de territórios, água e biodiversidade. Nesse contexto, a integridade do crédito é fundamental, considerando que, ao contrário de outras *commodities*, não há entrega de uma tonelada física de carbono ao comprador (mas sim à atmosfera) (USA, 2024, p. 1).

Para auxiliar nessa construção em direção à solidez desse mercado, em maio de 2024, o governo americano²⁵⁵ publicou um documento de orientação para os “mercados voluntários de carbono de alta integridade”, estabelecendo 7 princípios para o setor, feito por meio do documento oficial “*Voluntary Carbon Markets Joint Policy Statement and Principles*”. Esses princípios foram estruturados em três grupos: a) princípios de integridade no suprimento; b) princípios de integridade na

²⁵⁵ Documento produzido por meio de um relevante e representativo grupo de autoridades governamentais, formado por: Janet L. Yellen, Secretária do Tesouro dos Estados Unidos; Thomas J. Vilsack, Secretário de Agricultura dos Estados Unidos; Jennifer M. Granholm, Secretária de Energia dos Estados Unidos; John Podesta, Conselheiro Sênior do Presidente para Política Climática Internacional; Lael Brainard, Conselheira Econômica Nacional; Ali Zaidi, Conselheiro Nacional do Clima.

demanda; e c) princípios de integridade do mercado (USA, 2024, p. 4), e serão apresentados, de forma resumida, a seguir (USA, 2024):

a. Princípios de Integridade no Suprimento de Créditos de Carbono (oferta):

1) Créditos de Carbono Credíveis: os créditos de carbono e as atividades que os geram devem cumprir normas credíveis de integridade atmosférica, e representar uma verdadeira descarbonização. Deve-se garantir adicionalidade, reduções reais e mensuráveis permanentes, que sejam verificadas e validadas, e que utilizem linhas de base robustas.

2) Créditos que protejam direitos e repartição de benefícios: as atividades de geração de créditos devem incluir salvaguardas socioambientais, e dar suporte a repartição justa e equitativa de benefícios.

b. Princípios de Integridade no Uso do Crédito (demanda):

3) Usuários de créditos devem priorizar reduções mensuráveis em suas próprias cadeias: mudanças em direção a metas de longo prazo exigem transformação dos modelos econômicos. Os compradores corporativos devem utilizar o mercado voluntário de forma complementar às suas estratégias internas de *net-zero*.

4) Usuários de créditos devem publicizar a natureza da compra e a aposentadoria dos créditos: corporações devem relatar, ao menos anualmente, detalhes sobre compra e aposentadoria de créditos, com dados suficientes e bastantes para que *stakeholders* verifiquem se os créditos são de alta integridade e se evitam impactos sociais e ambientais negativos.

5) A reivindicação pública [*claim*] pelos usuários de crédito deve refletir o efetivo impacto e se fiar somente em créditos gerados com *standards* de alta integridade: devem ser utilizados padrões, códigos de conduta e *frameworks* que incentivem a compra de créditos de alta integridade, evitando-se créditos que se mostrem inflados ou que tenham sofrido reversão (a não ser que sejam recompostos ou compensados por *buffer*).

c. Princípios de Integridade do Mercado

6) Participantes do Mercado devem contribuir para aumentar a integridade do mercado: apesar da integridade da oferta diferenciar-se da integridade da demanda, esta última contribui para a primeira. Os compradores corporativos devem, assim, aumentar a transparência, tornando público os dados de geração dos créditos utilizados, tais como volume e preços. Também devem favorecer uma distribuição

justa de benefícios, prevenir fraudes e preservar a regularidade legal e contábil no mercado voluntário. Deve-se, também, buscar uma interoperabilidade global dos *standards*, de infraestrutura de mercado e de reporte, “inclusive por projetos e programas em países em desenvolvimento”.

7) Formuladores de políticas públicas e participantes de mercado devem promover uma participação eficiente e buscar redução de custos de transação no mercado: deve-se buscar maior grau de certeza no mercado, com utilização de modelos cientificamente robustos e apropriadas salvaguardas.

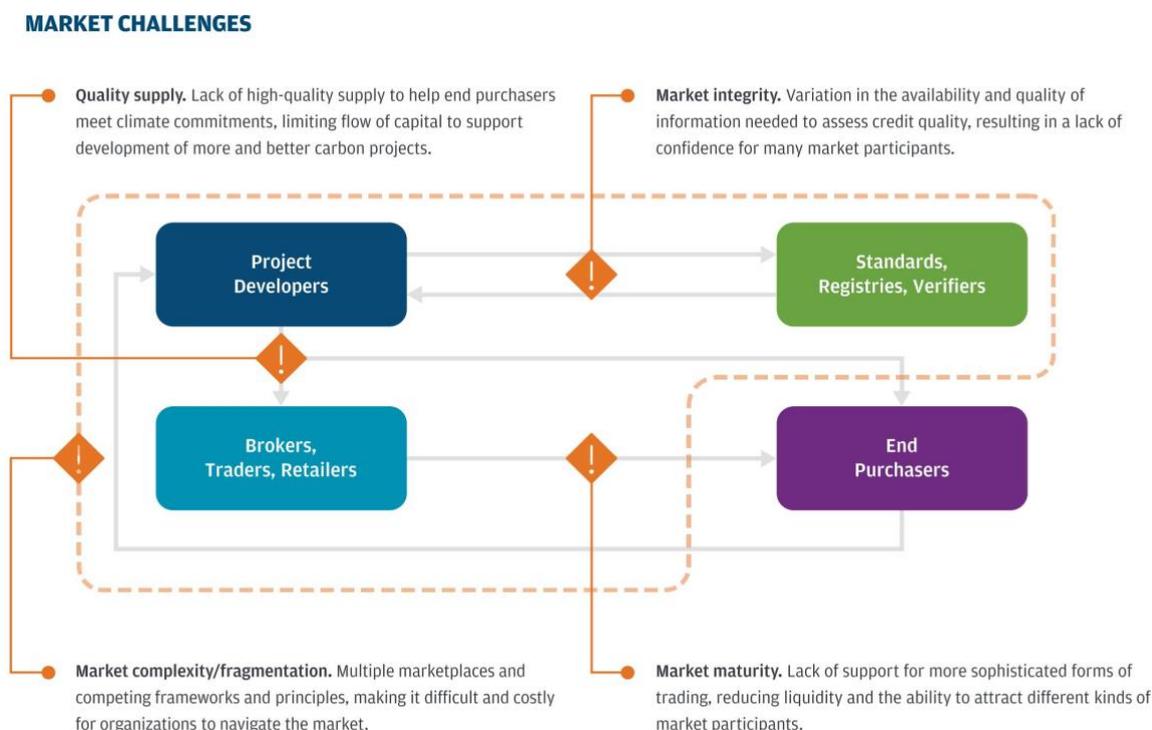
Os desafios, como se vê, são enormes, e a viabilização de créditos de “alta integridade” (mesmo em um contexto com muitas oportunidades) exige muito trabalho na construção de um mercado robusto, íntegro, saudável e em escala (Figura 44).

A falta de suprimento de créditos com qualidade tem sido um obstáculo ao desenvolvimento do mercado de carbono voluntário, limitando o fluxo de capital necessário. Igualmente, há um problema estrutural quanto à integridade do mercado, em razão grande variabilidade e qualidade das informações necessárias para checagem dos resultados concretos dos créditos de carbono transacionados. Isso gera problemas de confiabilidade (*confidence*) entre os atores do mercado, com riscos reputacionais em eventuais compras de créditos de baixa qualidade.

A complexidade e fragmentação desse mercado também traz obstáculos. Como visto anteriormente neste Capítulo, há inúmeras possibilidades de arranjos de geração e destinação dos créditos, com normas, regras e princípios distintos, tornando extremamente difícil para as organizações navegarem nesse ecossistema.

Todos esses elementos evidenciam a necessidade de maior maturidade do mercado para que se alcance a capacidade completa de utilização de infraestruturas e de mecanismos mais sofisticados de transações, como mercado futuro e contratos-padrão. Tais elementos são necessários para aumentar a liquidez, transparência e gestão de risco, aumentando assim a escala e a eficiência do setor (JPMorgan Chase & Co., 2023, p. 6–7).

Figura 44 – Desafios do Mercado de Carbono



Fonte: (JPMorgan Chase & Co., 2023, p. 6)

Toda essa complexidade trabalha contra o sucesso do ecossistema de transação de carbono, com as ineficiências do setor funcionando com uma barreira de acesso. Isso serve como um desincentivo para participação em um mercado que exige muita confiança (*trust*), mas que tem dificuldade em propagar sua fiabilidade (*trustworthiness*) (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 3).

Conforme pesquisa realizada pelo Six Group com grandes corporações globais, 55% responderam procurar por mais transparência no setor, reforçando a necessidade de estandarização e maior qualidade na geração dos créditos (Six Group, 2023, p. 14). Considerando tratar-se de um setor onde há inúmeros “terceiros confiáveis” e a questão da transparência e confiança nos dados e transações são essenciais – mas representam ineficiências que formam uma barreira de entrada – a potencial utilização do blockchain como oportunidade de endereçamento desses elementos surge claramente.

Uma das formas mais eficazes de criar valor aos atores de um determinado mercado é reduzir as suas *ineficiências*, que surgem quando as partes envolvidas encontram obstáculos para alcançar o melhor resultado coletivo possível. Isso se dá em razão de “fricções” do negócio, tais como os custos de pesquisa sobre

informações e outros problemas que dificultam a criação de valor na transação (Barrera; Hurder, 2020, p. 16). O blockchain pode ter um papel relevante nesse contexto, e é o que se verá a seguir.

4.3 Blockchain e as Lacunas e Falhas do Mercado Voluntário de Carbono REDD+ Jurisdicional

Os mercados de carbono, como visto anteriormente (em especial os voluntários de REDD+), encontram-se em processo de maturação. Há muito trabalho a ser feito em termos de padronização metodológica, interoperabilidade, centralização de registro, redução de custos de transação, garantia de integridade contábil e transparência. Além de outros requisitos técnicos, jurídicos e políticos que permitam a construção de um mercado voluntário saudável. Apesar de os negócios estarem ocorrendo e, paulatinamente, ganhando volume, aqueles diversos elementos devem ser endereçados para que se permita a realização de todo o potencial do setor e, principalmente, o alcance de impacto em grande escala na mitigação dos gases de efeito estufa – no caso do REDD+, também na garantia de repartição de benefícios justa e equitativamente.

Nesse sentido, é sabido que as tecnologias digitais podem aumentar a transparência, acurácia, completude e comparabilidade de ativos econômicos. O que também é necessário para garantia da integridade ambiental e do mercado para o clima. Isso ocorre, por exemplo, por meio de processos e sistemas confiáveis de mensuração, reporte e verificação (MRV), que viabilizem a rastreabilidade dos ativos (Marke; Mehling; Corrêa, 2022), oferecendo liquidez aos créditos de carbono.

A utilização de blockchain no mercado de carbono encontra-se relacionada a iniciativas que vêm sendo chamadas de *Regenerative Finance* (ReFi), um subsistema de Finanças Descentralizadas (DeFi²⁵⁶), e decorrente de um movimento mais amplo de “capitalismo regenerativo”. A ReFi articula um amplo espectro de

²⁵⁶ “Finanças descentralizadas’ (DeFi) não é um termo jurídico nem técnico. No entanto, é cada vez mais utilizado no contexto das discussões sobre a evolução futura das finanças e da sua regulamentação. A utilização comum incorpora um ou mais elementos de: (i) descentralização; (ii) tecnologia de registo distribuído e blockchain; (iii) *smart contracts*; (iv) desintermediação; e (v) *open banking*”, explicam Zetzsche, Arner e Buckley (2020, p. 173).

aplicações que podem ser estudados e desenvolvidos de forma multidisciplinar (como direito, economia, administração e ciência da computação) (Sorensen, 2023, p. 77).

É nesse contexto que, a seguir, serão apresentadas falhas e lacunas do mercado voluntário que podem ser enfrentadas ou superadas com utilização da tecnologia blockchain. Essa, como se verá, também encontra seus desafios e limitações nesse ecossistema. Dessa forma, exemplos de aplicações práticas dessa tecnologia no VCM complementarão a presente pesquisa.

4.3.1 Desafios e Oportunidades na Adoção do Blockchain no Mercado de Carbono

Para além de ser inacessível para a maioria dos indivíduos e organizações, o mercado voluntário do carbono carece de transparência e de controle de qualidade, dissuadindo os potenciais participantes (WEF, 28 jul. 2022) (tradução própria).

Como visto anteriormente, o blockchain tem o potencial de solucionar inúmeras lacunas e falhas do Mercado Voluntário de Carbono (VCM)²⁵⁷. Como se verá à frente, muitos projetos e sistemas de carbono sofrem de falta de transparência – e os registros dos créditos falham em representar, em tempo real, questões de integridade ambiental ou jurídica dos resultados de mitigação subjacentes. Isso ocorre, pois os registros são repositórios de documentos estáticos, o que reduz a segurança quanto à sua robustez e integridade na oferta de créditos.

Por outro lado, o governo americano reporta que tem havido preocupações também com a integridade da demanda, com alguns comparadores priorizando preços e quantidade (USA, 2024, p. 2). Nesse sentido,

o mercado do carbono é um mercado virtual baseado em dados sobre as emissões de carbono, e cada *link* baseia-se em informações sobre os dados relativos às emissões de carbono, mas o mercado atual apresenta desvantagens, tais como falsificação de dados, transações falsas, altos custos regulatórios e a elevada centralização das transações, o que exige a

²⁵⁷ “[...] O blockchain oferece várias oportunidades para o mecanismo REDD+, bem como os novos desafios causados por esses ‘cripto-soluções’. Examinamos especificamente quatro das maneiras pelas quais a blockchain está sendo alavancada para envolver falhas persistentes do REDD+. Essas falhas incluem: (1) falta de interesse público que conduziu a um financiamento insustentável, (2) regimes de MRV deficientes, (3) distribuição desigual dos custos e benefícios dos projetos e (4) incapacidade de garantir os direitos das comunidades indígenas e dependentes da floresta”, afirmam Howson, Oakes, Baynham-Herd e Swords (2019, p. 7).

introdução da aplicação de meios tecnológicos relevantes para garantir a autenticidade dos dados. A autenticidade, a segurança e a fiabilidade [*trustworthiness*] dos dados tornam-se uma base importante para apoiar a alocação, negociação e compensação precisas, razoáveis [*reasonable*] e ordenadas dos direitos de emissão de carbono. A ausência ou a manipulação dos dados podem ter um impacto grave na equidade e estrutura fundamentais do mercado do carbono (Li; Liu; Rui, 2023, p. 117) (tradução própria).

Há muito espaço para o desenvolvimento de iniciativas de integração e padronização do Mercado Voluntário de Carbono (VCM), e muito mais ainda para inovações tecnológicas baseadas em blockchain. Tais aplicações permitem a escalabilidade e criação de novos modelos de negócio em setores como *tokenização de ativos*, *marketplace descentralizado*, *crowdfunding*, sistema de registro e rastreabilidade de créditos, protocolos de *Digital Monitoring, Reporting and Verification (D-MRV)*²⁵⁸, *smart contracts*, interoperabilidade entre sistemas, apoio a auditorias, dentre outras.

Nesse contexto, questionam Marke *et al.*: poderia de fato o blockchain – reconhecido por melhorar justamente questões de eficiência e de confiança – garantir a sustentabilidade, a integridade ambiental e a transparência dos mercados de carbono, inclusive do voluntário? (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 11). Blockchain seria uma alternativa real e viável²⁵⁹, ou apenas mais um “*tech hype*”²⁶⁰ do Vale do Silício?

O fato de uma tecnologia poder ser revolucionária e ter um forte apoio não significa que se desenvolva como prometido. O que parece estar ali na esquina para os primeiros utilizadores pode, na verdade, estar a uma ou

²⁵⁸ Sistemas tradicionais de Monitoramento, Reporte e Verificação (MRV) valem-se de gestão e entrada de dados manuais – sendo, portanto, custosos e com limitações de confiabilidade. Novos sistemas, baseados em automação por meio da digitalização e utilização de tecnologias de sensoriamento, inteligência artificial e blockchain, dentre outros, estão surgindo, o que vem sendo chamado de D-MRV, inclusive com iniciativas em andamento para estabelecimento de um protocolo comum ao setor, conforme descreve Halubouski (21 jul. 2024).

²⁵⁹ “Com o Bitcoin, Satoshi Nakamoto criou uma nova arquitetura de confiança [*trust*] descentralizada. Ele não superou a necessidade de confiança. Tal como um mapa não é o mesmo que o território que cobre, um sistema informático implementado no mundo real nunca corresponde à sua descrição idealizada”, pondera Werbach (2018, p. 113) (tradução própria).

²⁶⁰ Muitas tecnologias potencialmente “fundantes” fazem muito “barulho” em seu início, por vezes chegando a um platô pivotante, onde há dois caminhos: ou é amplamente adotada; ou caminha para morte. Nessa circunstância, é comum o questionamento: “*Real or Hype?*”, assumindo-se o termo como “*tech hype*”, aqui, seu sentido informal, de ser algo utilizado apenas para gerar grande interesse em algo, mas que acaba por não ter, de fato, substância suficiente para permanência e desenvolvimento da tecnologia. De toda sorte, “certamente é verdade que as tecnologias surgem mais rapidamente e de forma mais caótica do que a hipérbole sugere, antes de se acomodarem a uma forma mais madura da compreensão de sua utilidade”, contextualizam Fuessler, Kohli, Petry e Hewlett (2023, p. 49) (tradução própria).

duas décadas da maturidade. Nas palavras do famoso futurista Paul Saffo, "nunca confunda uma visão clara com uma curta distância" (Werbach, 2018, p. 72).

De toda sorte, como visto no Capítulo 3, o blockchain, como um sistema sofisticado da contabilidade de "dupla-entrada" de Luca Pacioli, de fato assume características de uma tecnologia fundante. Incide sobre uma nova forma de se tratar a questão da confiança, criando modelos de desintermediação e maior transparência, podendo ser utilizado para programar qualquer coisa que tenha valor ou importância na economia.

Nesse contexto, a adoção da tecnologia Blockchain, por suas exclusivas características tecnológicas, teria o *potencial* para aumentar aqueles elementos centrais do mercado (transparência e a confiança). Isso reduziria riscos e incertezas, com consequente diminuição de custos de transação de créditos de carbono (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 62), proporcionando um ecossistema favorável à criação de um mercado funcional e eficiente de ativos ambientais. Desta forma, a tecnologia blockchain estaria

numa posição única para ajudar à expansão contínua do mercado, tornando o acesso menos exclusivo. O blockchain pode resolver problemas de transparência no mercado voluntário e, simultaneamente, abrir os mercados obrigatórios a todos (WEF, 28 jul. 2022) (tradução própria).

Realmente, dentre as principais limitações do mercado de carbono, tem-se a questão da *integridade* das transações de crédito, área em que o blockchain, como um livro-razão descentralizado imutável e transparente, tem grande potencial de aplicação, permitindo, inclusive, o rastreo da *origem*, do *uso* e da "*aposentadoria*" (*retirement*) dos créditos que representa. Isso garantiria que cada unidade seja vendida uma única vez (Tsui, 2024), combatendo, assim, o duplo uso. Essas oportunidades de melhoria de eficiência do ecossistema, entretanto, enfrentam também inúmeros desafios, como se verá posteriormente.

Dentre os primeiros desafios do VCM (Figura 34), cujas soluções podem ser impulsionadas pela tecnologia, é prevenção da "dupla contagem" (*double counting*) (Tsui, 2024) e "dupla reivindicação" (*double claiming*)²⁶¹ (Figura 46). Essas são duas

²⁶¹ "A dupla reivindicação [*double claiming*] e a dupla contagem [*double counting*] podem causar ineficiências e riscos que prejudiquem os mercados. Para muitos programas, estes desafios são tratados por meio de processos manuais e com risco de erro. Sem uma solução mais eficiente, o processo atual não será dimensionado à medida que os mercados de carbono crescerem em

potenciais falhas e ineficiências do mercado, caracterizadas pela emissão, reivindicação ou uso de um mesmo crédito de carbono por duas vezes. Um tema realmente problemático e central para saúde e liquidez do mercado voluntário de carbono (Khodai, 2022).

Figura 45 – Desafios e Oportunidades do espaço crescente da DLT + Mercado de Carbono.



Fonte: Adaptado de (Baiz, 2024, p. 7) (tradução própria).

Nesse sentido, o blockchain pode auxiliar no cumprimento deste que é um dos “*core principles*” (princípios fundamentais) (Figura 36) do Mercado Voluntário de Carbono, estabelecidos pelo “*Integrity Council for the Voluntary Carbon Market*”²⁶² (conhecido como I.C.V.C.M., lendo-se cada letra em separado, na língua inglesa), relevante organização tida como o “*standards dos standards*”, cujo princípio número 8 é transcrito a seguir:

8. Sem dupla contagem

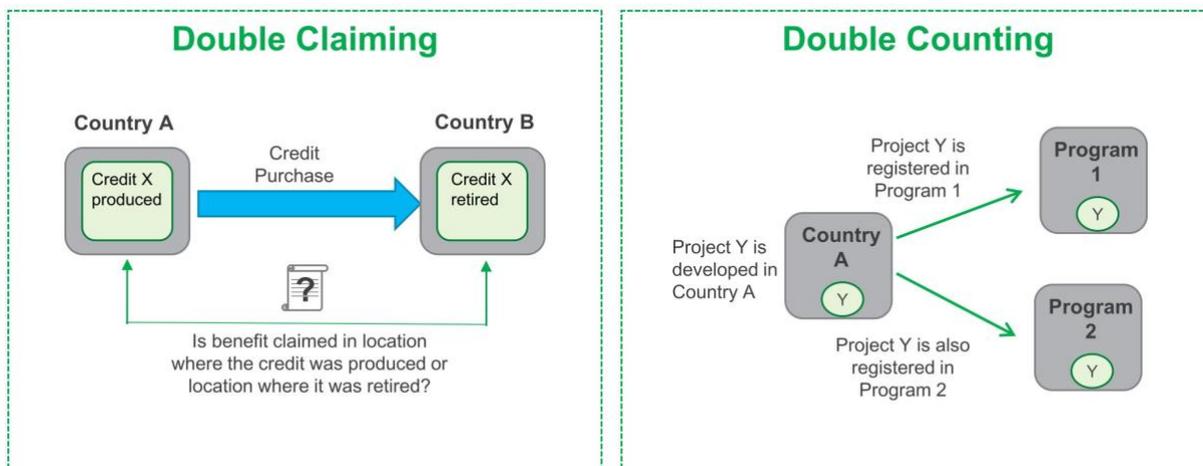
As reduções ou remoções de emissões de GEE resultantes da atividade de mitigação não devem ser duplamente contabilizadas, ou seja, só devem ser

dimensão, complexidade, visibilidade e ambição nos próximos anos”, alerta a IHS Markit (p. 5), Plataforma mundial de registros de ativos ambientais, adquirida pela S&P Global.

²⁶² O ICVCM, órgão de governança independente, liderado por diversos *stakeholders* do setor, valida os *Standards* de certificação, bem como estabelece princípios a serem seguidos, para viabilização do estado da arte quanto aos mais altos padrões de ética, sustentabilidade e transparência para *standards* e o mercado voluntário global de carbono, desenvolvendo e aplicando uma referência metodológica global para créditos de carbono de alta qualidade. Conferir mais em <https://icvcm.org/>, acesso em: 30 de ago. 2024.

contabilizadas uma vez para a consecução dos objetivos ou metas de atenuação. A dupla contagem abrange a dupla emissão [*double issuance*], a dupla reivindicação [*double claiming*] e a dupla utilização [*double use*]. (The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market – ICVCM, 2024)

Figura 46 – Diferenciação entre "*double claiming*" e "*double counting*".



Fonte: (IHS Markit, p. 5)

O blockchain poderia contribuir, ainda, com outros “*core carbon principles*”, como por exemplo, princípio 2, considerando que a tecnologia é tecnicamente apropriada para viabilizar a rastreabilidade segura de todo o ciclo de vida do crédito; com o princípio 3, ao possibilitar um alto nível de transparência na governança por todos os atores envolvidos no mercado, devido às características de imutabilidade e descentralização de seu banco de dados; também com o princípio 4, de MRV robusta e independente. Conjuntamente, pode contribuir com os princípios que tratam sobre o “impacto ambiental”, de nºs 5, 6, 7 e 8, o que pode ocorrer por meio da integração de oráculos (*oracles*²⁶³) às plataformas blockchain, que são mecanismos que podem informar, em tempo real, as condições “no chão” quanto à integridade ambiental dos créditos (inclusive por meio dos já citados D-MRV).

²⁶³ “Um oráculo [*oracle*] é uma ligação que permite a transferência de dados de fontes externas para um sistema de destino baseado em blockchain. Os oráculos funcionam de acordo com os acionadores (por exemplo, uma transação no blockchain), recolhendo dados externos (por exemplo, dados de satélite sobre a redução de florestas) e colocando-os em transações subsequentemente adicionadas ao blockchain (por exemplo, a compra de uma compensação florestal), permitindo que os dados recuperados externamente sejam lidos e processados internamente (por exemplo, por smart contracts)”, descrevem Kotsialou, Kuralbayeva e Laing (2022, p. 139) (tradução própria).

Figura 47 – The Core Carbon Principles.



Fonte: (The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market – ICVCM, 2024).

Aqueles “oráculos fornecem uma ligação entre o mundo algorítmico do blockchain e o mundo real, sendo entidades confiáveis que convertem informações em dados que podem ser processados por um *smart contract*” (Berg; Davidson; Potts, 2017) (tradução própria), o que pode resultar substanciais impactos na liquidez²⁶⁴ do crédito e na redução dos custos de transação:

O blockchain pode assegurar a troca eficiente de tokens sem intermediários, reduzindo a utilização ineficiente de mão de obra e criando trocas rápidas e de baixo custo. Essas plataformas também fornecem uma infraestrutura para o desenvolvimento de aplicações inovadoras. Por exemplo, as cadeias de blocos permitem a implementação de contratos inteligentes, possibilitando a ligação, através de oráculos, a fontes externas de recolha de dados (por exemplo, dados sobre o cobertura florestal, alterações na utilização dos solos provenientes de drones, satélites ou verificadores de campo (Kotsialou; Kuralbayeva; Laing, 2022, p. 141) (tradução própria).

²⁶⁴ “Os blockchains ajudam a criar uma maior liquidez nos mercados de carbono, que sempre foram muito ‘ilíquidos’. A liquidez refere-se à facilidade com que um ativo pode ser trocado por dinheiro. Os bens únicos são normalmente menos líquidos do que os fungíveis – por exemplo, demorará mais tempo a vender um quadro de Picasso do que um quilo de arroz. Com a tecnologia blockchain, podemos agregar – ou reunir – créditos de carbono com atributos semelhantes, criando assim mais liquidez e permitindo que o mercado defina um preço justo para o ativo” Khodai (2022).

Essa abordagem de utilização holística²⁶⁵ do blockchain por todo o ecossistema tornaria o crédito de carbono, metaforicamente falando, no que poderia ser chamado de um “crédito 3D”. Isso em contraste aos modelos de registro atuais, baseados numa descrição simplificada em arquivos de “.PDF” e campos de banco de dados centralizados guardados a sete chaves²⁶⁶ – portanto, um “crédito 2D”. Estes, no sentido de serem estáticos e meramente documentais e, portanto, apenas uma fotografia de momento, não um filme editado de toda a história do ativo.

O conceito de “ativo 3D” aqui apresentado refere-se à compreensão de que o acesso a informações gerado, em tempo real, a partir de dados da situação do crédito de carbono subjacente (se está ativo, aposentado, imobilizado, etc), bem como o acesso a dados de múltiplas fontes quanto, por exemplo, à integridade jurídica (p. exemplo, inteligência artificial interpretando o contexto jurídico aplicável ao projeto/programa originador) e à integridade ambiental dos créditos (no REDD+, p. ex., por meio de uma cronologia de imagens de satélite), daria uma “profundidade” a esse ativo, adicionando uma “dimensão” hoje inexistente no ecossistema tradicional.

Nesse sentido, o blockchain pode representar uma melhor abordagem que os sistemas tradicionais para endereçar os *core principles* de governança de nºs 3 e 4 do ICVCM, referentes à questão de rastreabilidade²⁶⁷ e transparência²⁶⁸, por

²⁶⁵ “Uma visão holística do ecossistema é importante para identificar prioridades & lacunas que estão dificultando o objetivo final [...]. Para evitar que o conceito GIGO [*garbage in, garbage out*] continue a causar estragos no espaço DLT + Mercado de Carbono, é essencial compreender que o ecossistema só é tão forte quanto o seu elo mais fraco. Por exemplo, podemos desenvolver normas fantásticas para a interoperabilidade da DLT, mas se a qualidade do registro dos créditos de carbono for fraca, o resultado final será fraco (*garbage*)” conclui, de maneira enfática, Baiz (2024, p. 11) (tradução própria).

²⁶⁶ “A transação comercial de créditos ocorre normalmente fora do registro, sendo que o registro apenas reflete a transferência de propriedade. Na maioria dos casos, mas não em todos, os registros não são construídos com base em cadeias de blocos, mas sim com uso de outras tecnologias digitais”, esclarecem Gold Standard, IOTA e ClimateCheck (2023, p. 5) (tradução própria).

²⁶⁷ “**2. Rastreabilidade** [*tracking*]: O programa de crédito de carbono deve operar ou utilizar um registro para identificar, gravar e rastrear de forma única as atividades de mitigação e os créditos de carbono emitidos, a fim de garantir que os créditos possam ser identificados de forma segura e inequívoca”, que se apresenta como segundo princípio pelo *The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market* – ICVCM (2024) (tradução própria).

²⁶⁸ “**3. Transparência**: O programa de crédito de carbono deve fornecer informações completas e transparentes sobre todas as atividades de mitigação creditadas. A informação deve estar disponível ao público em formato eletrônico e ser acessível a audiências não especializadas, para permitir o escrutínio das atividades de mitigação”. Transparência como terceiro princípio pelo *The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market* – ICVCM (2024) (tradução própria).

aprimorar a gestão (governança) de todo o ciclo de vida do crédito de carbono²⁶⁹:

A tecnologia Blockchain pode fornecer um registro transparente e imutável de todo o ciclo de vida de um crédito de carbono [...] fornecendo um registro transparente e inviolável da sua existência, propriedade e eventual retirada. Este nível de rastreabilidade garante que os créditos não são contados duas vezes ou reclamados de forma fraudulenta, melhorando a integridade do mercado (Tsui, 2024) (tradução própria).

Isso endereçaria, inclusive, outra limitação do mercado, identificado na prática do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), sobre o protocolo de Quioto: a assimetria de informações, em geral como resultado de documentação incompleta dos projetos, inclusive quanto ao MRV. Essa assimetria entre os proponentes geradores do crédito e os reguladores e auditores impactavam na eficiência do mercado. Uma vez que o blockchain é imutável e descentralizado, oferece o acesso simultâneo às mesmas informações para todos os participantes da rede. “Ao obrigar as partes a fornecerem todas as informações necessárias, a qualidade e a transparência da documentação aumentam e a qualidade da unidade pode ser facilmente verificada” (Franke; Schletz; Salomo, 2020) (tradução própria).

Uma das críticas mais frequentes ao mercado do carbono é o fato de ser opaco. Os críticos apontam para o fato de muitos créditos serem transacionados *over the counter* [balcão], aposentados anonimamente e sem transparência quanto ao preço a que os créditos são adquiridos. As iniciativas, organizações e desenvolvimentos do mercado já estão agindo para responder a estas preocupações, nomeadamente através das exigências do Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário do Carbono [ICVCM] de que o proprietário efetivo de todos os créditos retirados deve ser divulgado, por meio da utilização crescente de bolsas para a transação de créditos [...] (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 17) (tradução própria).

Além dessa questão do crédito em si, há também limitações no comércio de créditos de carbono. Conforme destaca a Flowcarbon (2022), hoje, a maioria das transações de ativos de carbono são realizados “*over-the-counter*”, ou seja, por meio de relações comerciais bilaterais (não por *exchanges*²⁷⁰), com intermediação de

²⁶⁹ “Stephen Donofrio, diretor do grupo de informação sobre o mercado de carbono *Ecosystems Marketplace*, explicou que a integridade do mercado depende da capacidade de acompanhar a vida de um crédito de carbono desde a emissão até a aposentadoria, com grande granularidade. ‘Alguns créditos podem ser passados entre intermediários antes de serem aposentados, outros podem ir diretamente do produtor para o comprador’, disse Donofrio. ‘Se não conhecermos a dinâmica entre os mercados, é realmente difícil entender as tendências e os interesses do mercado em determinados atributos. Porque todos estes tipos de créditos são muito diferentes”, conforme menciona Mulder (2022) (tradução própria).

²⁷⁰ *Exchanges* são plataformas de compra e venda, geralmente de ativos financeiros, que oferecem liquidez, formação de preço e, potencialmente, segurança e cumprimento de regras regulatórias, facilitando, portanto, a formação e desenvolvimento de um mercado. Exemplos típicos são as Bolsas

camadas de *brokers*, sem uma fonte centralizada de precificação. Potenciais compradores, em geral, recebem ofertas de inúmeros corretores, obrigando-os a altos custos de *due diligence*²⁷¹ e de KYC (*know your customer*²⁷²). Seguido, ainda, de negociações de ERPA's individuais – um processo que pode levar muito tempo, exigindo a inclusão de profissionais de experiência no setor e advogados, o que representa uma enorme barreira de entrada para quem quer comprar os ativos de carbono.

Nesse contexto, grande parte destes desafios estruturais poderia ser resolvida pela criação de *assets*²⁷³ digitais, “garantidos por ativos que representam créditos de carbono subjacentes, integrando-os *on-chain* para aumentar a transparência e a liquidez nestes mercados” (Flowcarbon, 2022) (tradução própria). Mercados estes que, por sua vez, são limitados por assimetrias na disponibilização de dados e informações, lenta evolução dos sistemas de certificação e dificuldade em se estabelecer processos que garantam a integridade dos créditos de carbono, o que dificulta a objetividade na tomada de decisões por parte dos compradores, conforme esquematizou o Banco Mundial, no esquema abaixo (Figura 48).

A adoção progressiva e profunda da tecnologia blockchain nas transações do mercado voluntário de carbono, com transparência quanto aos preços referenciais, pode, assim, oferecer melhor alocação de recursos pelos compradores. Ao se endereçar mecanismos ultrapassados de emissão e transação de créditos de forma economicamente mais eficiente (Li; Liu; Rui, 2023, p. 119), há um enorme potencial para redução de custos. “Os processos de negociação complexos e os elevados custos de transação conduzem à falta de participação em mercados voluntários e,

de Valores e, no âmbito cripto, refere-se a plataformas *online* de transações de ativos digitais. Definição de *Exchange* em Duggan e Reeves (2023).

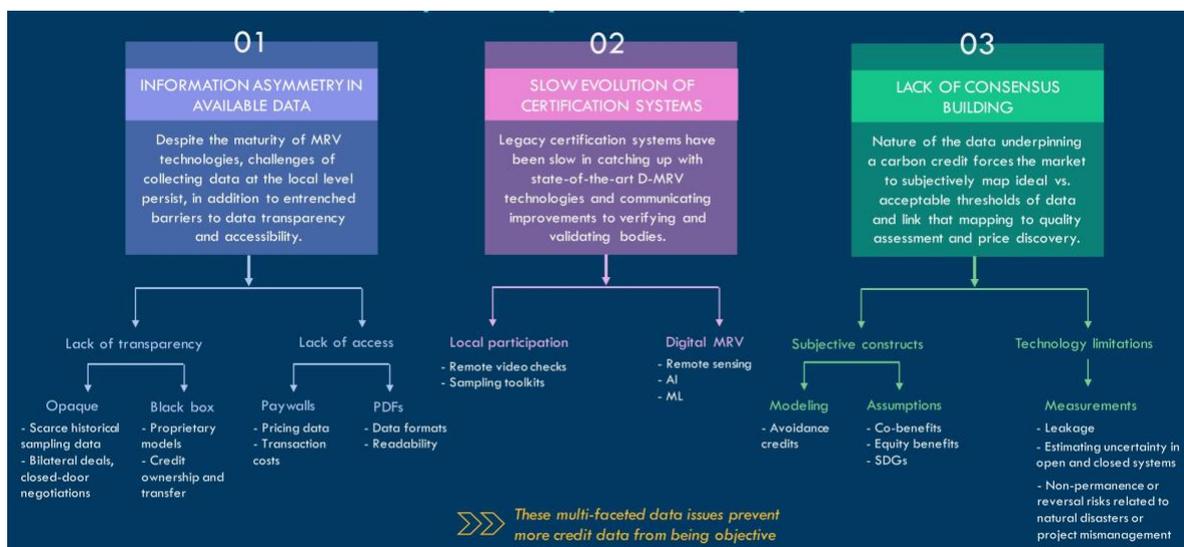
²⁷¹ Hamrick e Myers (p. 5) explicam que, “de um modo geral, os procedimentos de *due diligence* são concebidos com base na análise do mercado externo e nas prioridades internas, pelo que podem variar muito. Para a maioria dos compradores, no entanto, a *due diligence* é um processo em evolução, baseado principalmente nos riscos. Com mais escrutínio do que nunca sobre os projetos de carbono, os compradores sentem que precisam de uma análise mais aprofundada dos projetos. Dependendo do comprador, o processo de *due diligence* pode levar de algumas semanas a vários meses. As empresas simplificam frequentemente este processo criando um modelo que as orienta através de uma lista de critérios”.

²⁷² KYC (*know-your-customer* ou *know-your-client*) é um processo típico de instituições financeiras regulamentadas, que são obrigadas a verificar a identidade de seus clientes, objetivando prevenir lavagem de dinheiro e outras práticas fraudulentas.

²⁷³ *Assets* são recursos econômicos de propriedade ou controle de uma pessoa jurídica ou natural, detida com a expectativa de que oferecerá um benefício futuro.

consequentemente, a uma baixa liquidez e à formação irracional de preços” (Sipthorpe; Brink; van Leeuwen; Staffell, 2022, p. 780).

Figura 48 – Mercado Voluntário de Carbono é um Espaço Imperfeito com Informações Imperfeitas.



Fonte: (Climate Collective, 2023, p. 120).

He; Wang; Zhou; Xiao; Xie; Wu (2024, p. 2) complementam, destacando que a contabilidade tradicional de emissões de carbono é alimentada por intermediários, resultando em riscos de “*single-point failures*” e de “*central deception*”, que são problemas de confiabilidade dos sistemas decorrente de sua centralização. Ou seja, ataques a um ponto central podem comprometer permanentemente os dados armazenados, além de poderem mais facilmente ter dados alterados ou corrompidos por atuações maliciosas. Enquanto isso,

O blockchain registra e valida a informação de forma descentralizada, e todo o processo não requer quaisquer intermediários de autoridade, e a tecnologia garante que a informação é transparente, segura, inviolável e fiável, por meio da tecnologia de livro-razão distribuído [DLT], encadeamento de *hash* e mecanismo de consenso. Como resultado, a tecnologia blockchain tem um grande potencial para aumentar a confiança entre os participantes na contabilização das emissões de carbono (He; Wang; Zhou; Xiao; Xie; Wu, 2024, p. 2).

Nesse sentido, uma regra de ouro nesse mercado – lição também aprendida na experiência do Protocolo de Quioto – é a importância da qualidade metodológica dos créditos. Uma contabilidade robusta é um prerequisite chave nesse processo, de maneira a se rastrear a origem de cada crédito (Franke; Schletz; Salomo, 2020).

Assim, a geração de um token baseado em blockchain pode auxiliar fundamentalmente nessa tarefa.

Entretanto, blockchain não deve ser visto como uma panaceia. Nem tudo pode, ou deve, ser resolvido com a sua adoção: em alguns casos, pode ser uma “solução atrás de um problema”. Outras soluções tecnológicas podem ser melhores em certas circunstâncias (Sipthorpe; Brink; van Leeuwen; Staffell, 2022, p. 788).

Além disso, conforme lembra Werbach (2018, p. 74), enquanto afastar intermediários desnecessários é um benefício interessante na adoção do blockchain, isso pode não ocorrer no caso específico do mercado de carbono.

No começo desta Seção, foi mencionada a importância de conexão das plataformas blockchain aos registros dos *standards*, o que demonstra que, nem sempre²⁷⁴, será possível eliminar o sistema legado pelo mercado tradicional:

Um mundo que começa em uma folha em branco pode ser familiar para *startups*, mas sempre que empresas existentes precisam fazer parte da rede, alguma integração será necessária. [...] O mercado de remessas mostra como a desintermediação e a redução de custos do blockchain podem não ser tão dramáticas ou rápidas quanto alguns especulam (Werbach, 2018, p. 74) (tradução própria).

Nesse sentido, mesmo que o blockchain ofereça melhores serviços ao ecossistema, isso não significa que, de fato, ele vá reestruturar o mercado, considerando que grandes sistemas estabelecidos são mais resilientes do que aparentam (conforme a reação do mercado à tokenização de créditos de carbono, que será detalhado mais à frente). Um exemplo desse fenômeno é o estudo realizado pelo professor da Universidade de Nova Iorque, Thomas Philippon, citado por Werbach, onde se evidenciou que, “apesar da introdução do telefone, do computador, da Internet, da nuvem e de todas as outras inovações tecnológicas do

²⁷⁴ “Vários exemplos muito badalados de oportunidades revolucionárias de blockchain não corresponderam às expectativas. Uma iniciativa pioneira para registrar títulos de propriedade em blockchain em Honduras, dando assim poder aos indivíduos, falhou devido a disputas com as autoridades locais. Uma empresa em que os observadores disseram que poderiam ‘transformar a indústria da música’ com a tecnologia blockchain ofereceu a canção “*Tiny Human*” da cantora e compositora Imogen Heap no Ethereum com estardalhaço ... e gerou vendas de 133 dólares, conforme relatado pelo crítico do blockchain David Gerard. Uma proeminente e bem financiada *startup* de blockchain, que prometia reduzir o custo das remessas entre imigrantes e as suas famílias, demorou dois anos a ser lançada no seu primeiro país e tinha menos de setenta e cinco utilizadores por dia um ano depois. Nenhum destes exemplos significa que as empresas envolvidas, ou os casos de utilização que promoveram, estejam condenados ao fracasso. Talvez tenham simplesmente chegado demasiadamente cedo. Mas devem ser notas de advertência para aqueles que vêem o triunfo do blockchain como inevitável”, pontua Werbach (2018, p. 113–114).

século passado, custa aproximadamente o mesmo que antigamente em termos reais transacionar nos mercados financeiros” (Werbach, 2018, p. 114) (tradução própria).

Em síntese (com potencial de ocorrer ou não uma adoção maciça e profunda da tecnologia no setor), a realidade é que o blockchain introduz, efetivamente, *oportunidades* de aperfeiçoar a rastreabilidade dos créditos, reduzir custos operacionais e custos de transação, e reduzir o número (e o grau) de dependência de intermediários. Mecanismos baseados em blockchain podem permitir melhor gerenciamento dos riscos envolvidos nas transações. Podem também tornar o suprimento de créditos de carbono mais transparentes para os compradores; implementar sistemas de verificação de identidades e robustos sistemas de “*know your customer*” (KYC); promover liquidação quase-instantâneas de pagamentos; e aperfeiçoar a rastreabilidade da propriedade e aposentadoria de créditos (Climate Collective, 2023, p. 106). “Os ativos de capital natural, como os créditos de carbono, são uma das principais áreas de ruptura possíveis na indústria de blockchain, particularmente ao representar ativos de capital natural como tokens” (Veridium, p. 11) (tradução própria).

O pleno potencial dos mercados de carbono para combater as alterações climáticas pode ser desbloqueado através de tecnologias digitais e sistemas D-MRV, preparando o terreno para futuras inovações, como a tokenização de ativos de carbono através da tecnologia blockchain e a emissão em tempo real de resultados de mitigação de projetos com certificação em todo o sistema do seu D-MRV. (World Bank, 2022b, p. iv) (tradução própria)

Considerando todas essas variáveis, que determinam tanto oportunidades como grandes desafios no uso do blockchain no mercado de carbono, na prática há inúmeros casos de uso possíveis. Dentre eles, em setores como tokenização de ativos, meta-registros, protocolos de D-MRV, *smart contracts*, interoperabilidade entre sistemas, dentre outros. É o que se verá a seguir.

4.3.2 Tokenização do Carbono, Meta-Registro, D-MRV e Outros Casos de Usos

A tecnologia blockchain é instrumental. Como uma tecnologia fundante, que efetivamente pode enfrentar falhas dos mercados onde é aplicado – como questões de confiança, imutabilidade de dados e de desintermediação – tem grande *potencial* de aplicações no mercado de carbono voluntário REDD+. Este mercado é caracterizado por inúmeras limitações em termos de custos de transação, liquidez e integridade contábil. Todo o potencial da tecnologia blockchain no setor, entretanto,

ainda está por ser construído, mesmo que, conforme se verá a seguir, muitos passos (alguns em falso) tenham sido dados.

Um dos casos de uso que mais rapidamente foi promovido por inovadores cripto, acostumados a promover “disrupções” nos setores onde ingressam e empreendem, foi a tokenização do crédito de carbono. Neste processo há a criação de um *token* que representa, digitalmente, uma unidade de crédito de carbono medida, quantificada, verificada, certificada e registrada. Dessa forma, a geração de um novo ativo, agora gerado em uma base blockchain, fica lastreado no crédito de carbono subjacente (Sorensen, 2023, p. 77).

Tokens (aqui, no caso, “*crypto tokens*”²⁷⁵), assim como criptomoedas (*cryptocurrency*), são “ativos digitais”²⁷⁶ (*digital assets*²⁷⁷). Apesar de esses termos serem, aqui e ali, utilizados de forma intercambiável, na realidade referem-se a elementos diferentes em muitas formas²⁷⁸. De maneira geral, um *asset* “digital” é um ativo “intangível” criado, transacionado e guardado em formato eletrônico. No contexto blockchain, significa um gênero (mais amplo) dos quais as criptomoedas e os cripto tokens são espécies (mais restrito). Tais ativos se caracterizam por utilizar técnicas de encriptação que garantem a autenticidade do ativo e evita o seu duplo uso – a tecnologia blockchain (Cryptopedia, 2023).

Para além das semelhanças, essas duas espécies de “*digital assets*” se diferenciam²⁷⁹. Por um lado, a criptomoeda, além de ser caracterizada como

²⁷⁵ Neste trabalho, um token é tido como intercambiável com o conceito de token cripto (*crypto token*), ou seja, um token baseado em rede blockchain.

²⁷⁶ A CVM, no parecer nº 40, de 2022, refere-se às criptomoedas como “criptoativos”, ainda que destaque merecer uma melhor discussão terminológica sobre o emprego do termo “ativos digitais”, “visando a uma nomenclatura neutra do ponto de vista da tecnologia”. Conferir Comissão de Valores Mobiliários (CVM) (2022, p. 1).

²⁷⁷ Assim como para a “CVM” americana, a U.S. Securities and Exchange Commission (SEC) (p. 12), o termo “ativo digital” (*digital asset*) aqui se refere a “um ativo que é emitido e transferido utilizando a tecnologia *distributed ledger* [DLT] ou blockchain, incluindo, entre outros, as chamadas ‘moedas virtuais’, ‘coins’ e ‘tokens’”

²⁷⁸ Tanto uma criptomoeda quanto um token são “únicos”. Dependendo das suas características; da forma como está sendo utilizado; e de quem os utiliza, pode tanto se caracterizar como uma moeda (*currency*), como uma *commodity*, como um valor mobiliário ou uma combinação dos três, segundo Telpner (2018, p. 47).

²⁷⁹ “Existe uma diferença significativa entre tokens e criptomoedas. Segundo Mougayar, enquanto a emissão e a verificação das transações de tokens podem ser centralizadas e descentralizadas, as criptomoedas só podem ser descentralizadas; enquanto o preço dos tokens pode ser influenciado por uma lista muito vasta de fatores para além da oferta e da procura (emissão de tokens adicionais, ligação a outros ativos), o preço das criptomoedas é totalmente regulado pelo mercado; e enquanto

“fungível”, se constitui como um

ativo nativo de uma rede blockchain que pode ser negociada, utilizada como meio de troca e como reserva de valor. Uma criptomoeda é emitida diretamente pelo protocolo de blockchain no qual é executada, razão pela qual é frequentemente referida como a moeda nativa de um blockchain. Em muitos casos, as criptomoedas não são apenas utilizadas para pagar taxas de transação na rede, mas também para incentivar os utilizadores a manter a rede da criptomoeda segura (Cryptopedia, 2023) (tradução própria).

Nesse sentido, de certa forma “todas as criptomoedas são tokens, mas nem todos os tokens são criptomoedas”. Por outro lado, os tokens – os do tipo espécie (cripto tokens) – representam ativos e direitos que são *externos* à plataforma blockchain, conforme (Reiff, 2024) (tradução própria).

Assim, os tokens, tidos como gênero, têm inúmeras possíveis espécies, que variam de nome em razão da técnica envolvida e o uso pretendido. Basicamente dividindo-se em três grandes grupos: tokens de pagamentos (sinônimo de criptomoedas); tokens utilitários (*utility tokens*), que oferecem acesso a uma aplicação ou serviço específico, como em uma plataforma blockchain; e tokens de ativos ou de securitização (*asset/security tokens*), que representam um ativo do “mundo real”, como valores mobiliários, ações ou derivativos (FINMA, 2018).

A CVM, ressaltando que o tema é dinâmico e exige um acompanhamento dos debates conceituais a ele relacionados, adota uma taxonomia baseada em uma abordagem funcional (a função do token), de forma que, inicialmente, classifica os tokens da seguinte forma:

- (i) **Token de Pagamento** (*cryptocurrency* ou *payment token*): busca replicar as funções de moeda, notadamente de unidade de conta, meio de troca e reserva de valor;
- (ii) **Token de Utilidade** (*utility token*): utilizado para adquirir ou acessar determinados produtos ou serviços; e
- (iii) **Token referenciado a Ativo** (*asset-backed token*): representa um ou mais ativos, tangíveis ou intangíveis. São exemplos os “*security tokens*”, as *stablecoins*, os *non-fungible tokens* (NFTs) e os demais ativos objeto de operações de “tokenização” (CVM, 2022, p. 4–5).

Como se trata de uma tecnologia em evolução, o estabelecimento de tipologia cripto tem limitações, considerando os novos modelos de uso que surgem organicamente²⁸⁰. Para efeito desse trabalho, o termo “*token*” é tido pelas espécies

os tokens não têm necessariamente de ser lançadas no seu próprio blockchain, as criptomoedas têm sempre a seu próprio blockchain”, explicam Vilkov e Tian (2023, p. 8).

²⁸⁰ São exemplos (não exaustivos), de possíveis subtipos de tokens: “1 **Stablecoins**: Estas são criptomoedas que são projetadas para manter um valor estável e geralmente são atreladas a uma

que não se confundem com criptomoedas (*cryptocurrencies*), conforme esquema apresentado a seguir (Tabela 5).

Os tokens²⁸¹, portanto, são unidades de valor baseados em blockchain que “rodam” por cima dessas redes (em protocolos próprios, como o ERC-20)²⁸². Ou seja, criadas a partir delas, como representação de valor e propriedade de algo que lhe é exterior. Assim, é uma classe completamente diferente de ativo digital (Cryptopedia, 2023).

moeda fiduciária, como o dólar americano. Algumas das stablecoins populares disponíveis no mercado são Tether (USDT), USD Coin (USDC), Binance USD (BUSD) e Gemini Dollar (GUSD). 2 **Tokens de utilidade** [*utility tokens*]: Estas são criptomoedas que fornecem acesso a serviços ou aplicativos específicos dentro de um ecossistema de blockchain. Binance Coin (BNB) e Basic Attention Tokens (BAT) são alguns dos tokens de utilidade bem conhecidos no mercado. 3 **Security Tokens**: Estas são criptomoedas que representam a propriedade de um ativo ou de um negócio e são reguladas por leis de valores mobiliários. Esses tokens podem representar qualquer coisa, desde ações da empresa até imóveis. 4 **Tokens não fungíveis (NFTs)**: Estes são ativos digitais que representam a propriedade de um produto digital específico, como arte, música ou colecionáveis. Esses ativos não podem ser replicados ou trocados por outros tokens em uma base individual. 5 **DeFi Token**: Protocolos financeiros descentralizados DeFi que permitem aos usuários emprestar, tomar emprestado e negociar criptomoedas sem qualquer troca de terceiros. Alguns dos tokens DeFi populares são Uniswap (UNI), Aave (AAVE) e Compound (COMP). 6 **Tokens de governança**: Os tokens de governança são usados para participar da governança de um protocolo ou plataforma descentralizada. Eles dão aos titulares a capacidade de votar em propostas, tomar decisões e influenciar a direção do protocolo. 7 **Token de plataforma**: Os tokens de plataforma acessam e usam plataformas ou ecossistemas específicos de blockchain, como Ethereum ou Cardano. Esses tokens são usados para pagar taxas de transação na rede blockchain. Os tokens de plataforma populares são Ethereum (ETH), Cardano (ADA) e Polygon (MATIC). 8 **Tokens transacionais**: Esses tipos de criptomoedas são usados para fins de transação dentro de um ecossistema de blockchain específico. Este tipo é utilizado para transações e pagamentos *peer-to-peer*. Alguns dos criptos mais populares e conhecidos são o Ripple (XRP) e o Stellar Lumens (XLM). 9 **Token de pagamento**: estes tokens são utilizados como meio de pagamento de bens e serviços e são frequentemente rápidos e eficientes, com baixas taxas de transação. Exemplos de tokens de pagamento são Bitcoin (BTC), Litecoin (LTC) e Bitcoin Cash (BCH). 10 **Token de troca**: Os tokens de troca são criados ou emitidos por trocas de criptomoedas e podem ser usados para acessar recursos e benefícios na plataforma de troca, como taxas de negociação reduzidas ou ferramentas de negociação aprimoradas. Os tokens de troca de criptografia populares são Binance Coin (BNB) e FTX Token (FTT)”, conforme elencado por Geeks for Geeks (26 abr. 2023).

²⁸¹ “A raiz da palavra ‘token’ é protogermânica, significando símbolo ou evidência. Um token pode ser uma unidade de contabilidade, a representação de um elemento do mundo real ou uma unidade de valor construída em cima de um blockchain. No sentido mais amplo, ‘tokenização’ significa simplesmente usar um sistema de token baseado em blockchain para representar algo”, conforme descrito por Khodai (2022) (tradução própria).

²⁸² “A principal diferenciação entre as duas classes de ativos digitais é que as criptomoedas são o ativo nativo de um blockchain – como o BTC ou o ETH – enquanto os tokens são criados como parte de uma plataforma que é construída num blockchain existente, como os muitos tokens ERC-20 que compõem o ecossistema Ethereum”, esclarece a Cryptopedia (2023) (tradução própria).

Tabela 7 – Criptomoedas x Tokens.

Parâmetro	Criptomoedas	Tokens
Tipo	Moedas virtuais ou digitais.	Ativos programáveis para contratos específicos.
Finalidade de Uso	Utilizadas para pagamentos e troca de dinheiro.	Utilizados para serviços ou aplicações específicas como ativos programáveis.
Valor	Determinado pela oferta e demanda.	Determinado pelo ativo ou serviço subjacente.
Funcionalidade	Limitada a pagamentos e transações monetárias.	Podem ter uma ampla gama de funcionalidades dependendo do serviço ou aplicação.
Exemplos	Bitcoin, Ethereum, Cardano, Solana, etc.	USDT, USDC, Binance Coin, Basic Attention Token, etc. Ativos digitais como vídeos, arte, pinturas, arquivos, etc.

Adaptado de (Geeks for Geeks, 26 abr. 2023) (tradução própria).

Portanto, “A tokenização é o ato de criar uma representação digital de ativos no blockchain – essencialmente, um certificado de ‘papel’ do mundo real de algum tipo é transformado numa entrada em um *ledger* [registro] público e digital”²⁸³ (Khodai, 2022) (tradução própria).

A ideia subjacente à tokenização de um ativo tangível ou intangível é que o proprietário do ativo cria um item digital (essencialmente, uma entrada num livro de registo do *blockchain*) que deve ser identificado com o próprio ativo. A criação dessa entrada digital é chamada de *minting*, e, como o precedente sugere, a própria entrada é chamada de *token*. Após o *minting*, o token é vendido, muitas vezes por meio de um leilão facilitado pela mesma plataforma *on line* que efetuou o serviço de *minting*, a compradores interessados (Moringiello; Odinet, 2022, p. 611) (tradução própria)

²⁸³ Em outros termos, “a tokenização é o processo de atribuição de significado a um determinado tipo de objeto ou de dados, incluindo a atribuição de valor a uma moeda física (por exemplo, uma moeda corrente) e a ligação do certificado de propriedade de um ativo a um pedaço de dado. No primeiro exemplo, o token é intercambiável com outros tokens, conhecidos como tokens fungíveis (FTs). As pessoas podem utilizar os FT para descentralizar a propriedade de ativos como terrenos, direitos e ações de uma empresa (por exemplo, um bloco de terrenos pode ser coberto por um sistema de FT, em que cada token representa apenas uma fração do valor total do terreno no mercado, permitindo assim a participação de pequenos investidores)”, conforme detalhado por Kotsialou, Kuralbayeva e Laing (2022, p. 138) (tradução própria).

Nesse sentido, “tokenização de créditos de carbono” significa que as informações e as funcionalidades do crédito subjacente foram movidas para uma base blockchain, onde passa a ser representado por “*token*”, de forma que um token de carbono representa um crédito de carbono (Khodai, 2022).

Tokens, em termos gerais, podem assumir características de um ativo “fungível” ou de um ativo “não fungível”, sendo o primeiro caso quando for possível trocar um token por outro, pois possuem o mesmo valor, econômico e jurídico (característica básica da fungibilidade) e no segundo, o não-fungível (*non-fungible token* – NFT), que se refere à propriedade de um ativo de característica específica e única, distintas entre si e, portanto, não intercambiáveis em termos de troca.

No mercado voluntário de carbono (no regulado pode ser diferente, pois pode assumir natureza de valor mobiliário), um token representativo de um crédito em carbono tanto pode ser fungível ou infungível, sendo possível, ainda, adquirir características híbridas, aproximando-se do conceito de um token “semi-fungível”.

Há muitas divergências quanto ao tema, em geral porque há referência a espécies diferentes de tokens, sendo que, na verdade, o ativo digital pode assumir qualquer uma dessas características (fungível, infungível e semi-fungível). Isso dependerá do tipo de carbono subjacente ao token, bem como para qual finalidade ele foi criado e, até, a forma como é comercializado. Neste sentido, pode assumir característica de valor mobiliário, se houver promessa de retorno financeiro futuro, por exemplo, conforme se verá em tópico posterior.

No mercado de carbono REDD+ jurisdicional, um crédito tokenizado, ao mesmo tempo em que seria uma unidade de créditos intercambiáveis com outras unidades de crédito de padrão equivalente (portanto fungível nesse sentido), também pode ter atributos não-fungíveis, como referir-se a um crédito subjacente vinculado a um projeto, local, tempo e beneficiários específicos. Nesse sentido, seriam únicos (podendo ter uma precificação extra no mercado REDD+ se originado/destinado, por exemplo, por/para comunidades indígenas), o que demonstra que a análise quanto à fungibilidade/não-fungibilidade deve ser caso a caso.

Além disso, aquela característica híbrida (fungível/não-fungível) pode, eventualmente, caracterizar crédito de carbono subjacente como “semi-fungível”, o que os aproximaria, quando tokenizados, aos chamados *semi-fungible tokens* – SFTs, comuns em plataformas de jogos eletrônicos. “Hoje, é possível cunhar [*mint*]

SFTs usando o padrão ERC-1155 da Ethereum. Esse é um dos vários padrões de token Ethereum – projetos para a criação de tokens no blockchain Ethereum que são compatíveis com todos os outros projetos baseados em ERC”, afirma (Antonovici, 2021) (tradução própria). A possibilidade dessa caracterização, e suas consequências, pode ser um tema de pesquisas futuras.

De toda forma, independentemente do caso de uso específico, a tokenização – tipo de uso do blockchain no mercado de carbono – evidencia a necessidade de estreita articulação do processo, por exemplo, com os registros dos *standards* de certificação. Desse modo, haveria a ligação segura dos dados essenciais dos créditos originários *off-chain* (como proveniência, titularidade e dados de monitoramento) ao token criado *on-chain* na plataforma blockchain (Six Group, 2023, p. 18).

É recomendável, portanto, que a utilização da tecnologia blockchain ocorra com a integração de dados e informações de todo o ciclo de vida do crédito subjacente, e não somente a tokenização de dados estáticos de documentos de informações pretéritas. Esse é um ponto relevante, pois iniciativas apressadas levaram, nos últimos anos, a uma reação negativa do mercado e do ecossistema do VCM contra a tokenização. Justificada por razões de credibilidade em relação aos créditos de carbono lastradores e de necessidade de proteção contra *double counting*, não totalmente resolvido nas primeiras iniciativas de tokenização.

Um exemplo potente dessa crise de credibilidade no contexto da tokenização de créditos de carbono no mercado voluntário foi a confrontação do *standard* Verra (líder no mercado de projetos privados) com os players *crypto* Toucan²⁸⁴ e KlimaDAO²⁸⁵.

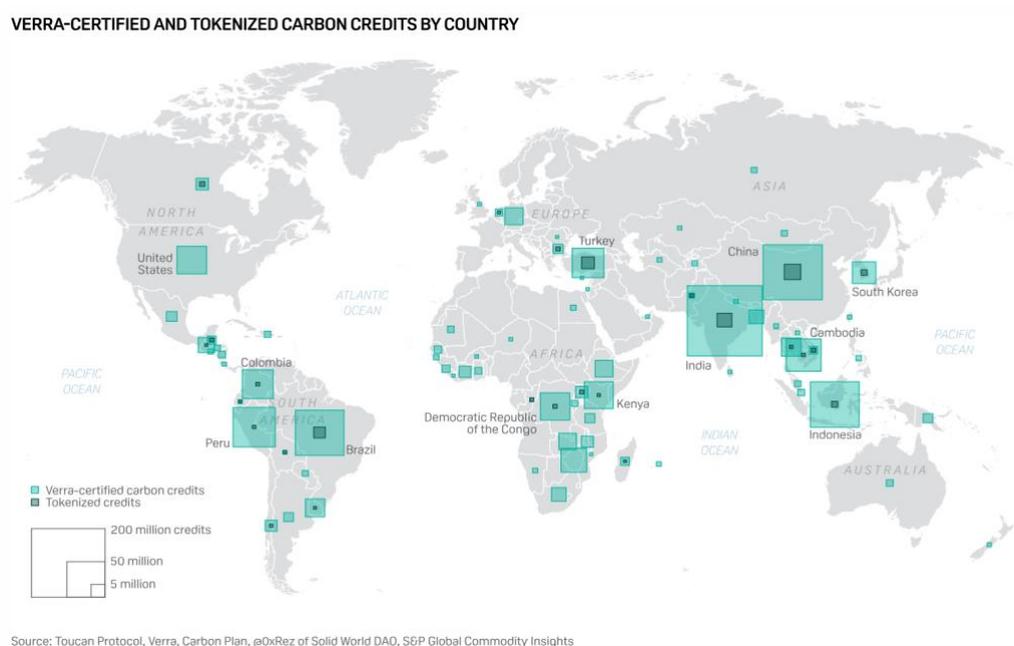
O problema surgiu porque a Toucan tokenizou 22 milhões de créditos de carbono emitidos pela Verra, que haviam sido, no processo, “aposentados” (*retired*) no registro do referido *Standard* (Figura 38). A Verra reagiu, exigindo que a “aposentadoria” dos créditos no registro original deveria significar seu uso final, ou seja, a mitigação de uma obrigação ou de um compromisso voluntário de redução de emissões. Portanto, não poderia ser utilizado novamente para alimentar um mercado

²⁸⁴ Conferir em <https://toucan.earth/>, acesso 30 Ago 2024.

²⁸⁵ Conferir em <https://www.klimadao.finance/>, acesso 30 Ago 2024.

tokenizado. Em contraste, a Toucan criou uma versão digital dos créditos de carbono, chamada BCT, para transações como *commodity*, o que minaria a intenção original do ativo de carbono (Baiz, 2024, p. 6).

Figura 49 – Créditos de Carbono Verra: Certificados Tokenizados por País.



Fonte: (Mulder, 2022)

Em novembro de 2021, em uma primeira manifestação pública, Verra afirmou que proibiria²⁸⁶, de forma “imediata”²⁸⁷, “a prática de criação de instrumentos ou tokens baseados no ato de aposentadoria”²⁸⁸ (Mulder, 2022). Em novembro do

²⁸⁶ Em verdade, “no segundo trimestre de 2022, os quatro maiores *standards* do mercado voluntário de carbono - Verra, *Gold Standard*, *American Carbon Registry* e *Climate Action Reserve* - tomaram medidas para proibir a ‘tokenização’ [...], na sequência de um aumento dessa tokenização no final de 2021 e no início de 2022”, conforme a *Gold Standard*, IOTA e *ClimateCheck* (2023, p. 3).

²⁸⁷ Segundo Mulder (2022), Robin Rix, chefe jurídico da Verra, afirmou que o *standard* aplicaria essa proibição “examinando cada pedido de retirada de crédito em busca de evidências de que um usuário está tentando tokenizar o crédito via Toucan. Se a Verra descobrir que a baixa está associada à tokenização, ela pode bloquear a solicitação” (tradução própria).

²⁸⁸ Mulder (2022) cita, igualmente, a manifestação da KlimaDAO que emite tokens KLIMA lastreados no protocolo Toucan, a qual afirmou que “Verra ‘pouco fez para se envolver com o mercado emergente de carbono na cadeia, como é evidente pela frustração de muitos que trabalham neste espaço’. ‘Esta abordagem de ‘portas fechadas’ ao desenvolvimento é um anátema para o espírito de transparência da Web3 e é claramente um espinho entre os dois lados deste mercado’, escreveu a KlimaDAO em uma declaração publicada no seu site Web” (tradução própria).

mesmo ano, com um pouco de reflexão, a Verra emitiu um novo “*statement*” sobre a tokenização de créditos aposentados no *Standard*, desta vez mais conservador, afirmando o seguinte:

Sem expressar uma opinião sobre a natureza jurídica e a integridade ambiental associadas a estas atividades e tokens, a Verra deseja salientar que:

A Verra não administra estas atividades e tokens e, em qualquer caso, não assume qualquer responsabilidade por estas atividades e tokens;

As entidades que se envolvem com estas atividades e tokens fazem-no por sua conta e risco, são responsáveis por conduzir a sua própria *due dilligence* e não podem recorrer à Verra para quaisquer assuntos relacionados com estas atividades e tokens;

Os tokens que não tenham sido licenciados ou de outra forma autorizados pela Verra não são verificados, endossados ou reconhecidos pela Verra como representando ou equivalendo a VCUs ou a um benefício ambiental associado a VCUs (Verra, 2021).

Os já citados, efetivos e reconhecidos, riscos de *dupla contagem* e de integridade do crédito subjacente representam preocupações legítimas dos *standards* e justificam uma reação ao processo acelerado e não estruturado de tokenização. Além disso, o claro risco de prejuízo a uma parcela significativa do seu modelo de negócio também pesa no posicionamento da Verra, o que justificaria a reação inicial aparentemente exagerada²⁸⁹.

Tanto assim é que, conforme Mulder (2022), a Verra, posteriormente, não mostrou (publicamente) contrariedade radical contra a incorporação de créditos de carbono tokenizados no mercado voluntário, desde que se utilizasse uma estratégia de “imobilização”²⁹⁰ dos ativos em seu registro (em vez de aposentadoria). Dessa

²⁸⁹ A Moss (<https://mco2token.moss.earth/pt-br>, acesso 30 Ago 2024), que promove um negócio de tokenização de créditos de carbono assim se posicionou em seu “*white paper*” de lançamento: “uma vez certificados e registrados, por que os créditos precisariam ser custodiados em registros que cobram taxas proibitivamente altas para registro, custódia e transações? Essa é a principal função de um *smart contract*, **criar uma importante camada de segurança para a transação de um ativo**, já que o código estará sempre alinhado com as melhores práticas de segurança. Esta segurança leva a uma elevada credibilidade, transacionalidade e baixos custos de transação, acabando com potenciais oligopólios desnecessários e abusos de poder de mercado ao longo do caminho” – Moss (2024b, p. 13). Essa manifestação evidencia que, por trás da resistência dos *Standards* em adotar o blockchain e a tokenização, além da questão da busca pela integridade dos créditos, pode haver também uma batalha de modelos de negócio.

²⁹⁰ Segundo Mulder (2022), após a manifestação da Verra pela “imobilização” dos créditos antes da tokenização, a Toucan dissera que ‘sempre considerou que o seu método para transferir os créditos de carbono aposentados para o blockchain ‘não era o ideal’, mas era a única forma de criar ‘um registo de carbono transparente, determinístico e baseado na cadeia de blocos’ que evitasse a dupla contagem. A criação de um sistema que pudesse conectar com segurança ‘os registros *on-chain* e *off-chain* permitiria que os preços dos créditos em cada mercado mantivessem a paridade’, dando assim aos comerciantes tradicionais de carbono os benefícios do mercado *on-chain*, como novas

maneira, a tokenização poderia ocorrer de forma transparente e rastreável por dentro de sua plataforma (além, é claro, de garantir a remuneração da Verra com essa tokenização). Robin Rix²⁹¹, chefe do setor legal da Verra, chegou a afirmar:

"Não somos luditas que estão enfiando a cabeça na areia", disse Rix. "Não somos a indústria hoteleira face à Airbnb, nem os táxis face à Uber. Mas pensamos que é preciso agir com cuidado" (Mulder, 2022) (tradução própria).

A fala de Rix demonstra que haveria, de fato, uma percepção de mercado da inafastabilidade da ocorrência, em alguma medida, da tokenização de créditos de carbono (ou sua utilização em outras áreas do ecossistema). Contudo, a falta de conhecimento e estudos de impacto na adoção da tecnologia trazia "calafrios" ao *status quo*. Na prática,

a decisão de Verra de interromper a tokenização dos créditos aposentados significa que a principal atividade do Toucan será interrompida num futuro próximo. Enquanto isso, não está claro o que acontecerá com 22 milhões de créditos aposentados que já foram colocados na cadeia, e se eles valerão alguma coisa no futuro. Tanto os tokens Toucan quanto Klima caíram drasticamente de preço após a decisão de Verra (Chow, 2022) (tradução própria).

Nesse contexto, o próprio Estado do Acre considerou, em maio de 2023, a possibilidade de tokenização de cerca de 100 milhões de créditos de carbono "vintage" certificados no padrão *Acre Carbon Standard* (ACS²⁹²), que são créditos "antigos" gerados no âmbito do SISA entre 2005 e 2019. Estes haviam sido internalizados na Companhia de Desenvolvimento Sustentável do Acre (CDSA)²⁹³ – e cerca de 30 milhões desses créditos encontram-se registrados na plataforma

aplicações para créditos de carbono e acesso a um setor de rápido crescimento do mercado de carbono" (tradução própria).

²⁹¹ Conferir dados profissionais de Robin Rix em <https://verra.org/staff/robin-rix/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

²⁹² "Em 2012, o Estado do Acre desenvolveu uma metodologia própria para contabilizar a redução de emissões por desmatamento [...]. O *Acre Carbon Standard* – ACS foi a ferramenta utilizada para orientar a Fase I do Programa REM Acre. O ACS é considerado conservador e tem uma linha de base histórica. As reduções de emissões foram estimadas utilizando uma biomassa de carbono média (123 tCO₂e/ha) e verificadas pelo Comitê Científico do SISA", de acordo com a descrição de Brasil (2019), no preenchimento do formulário junto ao *Green Climate Fund* (GCF) – que é um mecanismo de financiamento climático criado no âmbito do Acordo de Paris (Brasil, 2019, p. 34).

²⁹³ A forma que vem sendo utilizada para cumprimento do art. 15 da Lei do SISA, que estabelece a competência da CDSA para transacionar os créditos de carbono jurisdicionais do Estado do Acre, é por meio de uma avaliação de mercado dos créditos já medidos, quantificados, certificados e registrados, transferindo sua propriedade pelo aumento de capital do Estado na Companhia, com consequente aumento de ações. As 100 milhões de toneladas de créditos de carbono "vintages" mencionados foram certificadas por meio do *Acre Carbon Standard*.

“*Environmental Registry*”²⁹⁴, da S&P Global (antes IHS Markit), em Nova Iorque.

A potencial tokenização ocorreria em parceria com a Global Environmental Markets (GEM²⁹⁵), por meio de representante nacional, a Global Environmental Asset Platform (GEAP)²⁹⁶, conforme ata de deliberação da diretoria da CDSA, publicada no Diário Oficial do Estado do Acre, de 26 de maio de 2023²⁹⁷. O mercado reagiu negativamente, em grande parte por ausência de apresentação clara de soluções metodológicas que garantissem a incoerência da dupla contagem e manutenção da ligação dos atributos do ativo tokenizado com o registro original legado – o que é elemento fundamental para garantia da confiabilidade nos dados e confiança no crédito.

Repercussão do tema na imprensa nacional²⁹⁸ durante a realização da COP 28, em Dubai, levou a CDSA, em dezembro de 2023, a se manifestar publicamente sobre a questão, informando em nota oficial a não efetivação do processo de tokenização e incoerência de qualquer venda de créditos nessa condição, “devido a questões operacionais e de viabilidade” (Gondim, 2023). Esse contexto denota que movimentos de tokenização têm dificuldade de progredir e ganhar a escala pretendida e esperada sem a construção de robustas soluções “ponta-a-ponta”. Estas devem considerar holisticamente todos os aspectos envolvidos, como jurídicos, metodológicos e técnicos, para que o processo não traga inseguranças para o mercado. É uma lição aprendida que pode servir de referência a outras iniciativas análogas.

²⁹⁴ Conferir em <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/ci/products/environmental-registry.html>, acesso em: 30 ago. 2024.

²⁹⁵ Conferir em <https://www.gemglobal.com/>, acesso em: 30 ago. 2024.

²⁹⁶ A GEAP e a Nasdaq (bolsa de valores de tecnologia americana) haviam assinado, meses antes, em janeiro de 2023, um memorando de entendimento com o Governo do Estado do Rio de Janeiro para criação de uma plataforma de negociação de créditos de carbono. Conferir em <https://epocanegocios.globo.com/um-so-planeta/noticia/2023/01/governador-do-rj-assinara-parceria-com-nasdaq-sobre-creditos-de-carbono.ghtml>, acesso em: 30 ago. 2024.

²⁹⁷ Disponível em <https://diario.ac.gov.br/download.php?arquivo=KEQxQHI3lyEpRE8xNjg1MTA1NiU5OTA0NC5wZGY=>, acesso em: 30 ago. 2024.

²⁹⁸ Conferir notícia da Folha de São Paulo em <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/12/estados-travam-mercado-de-carbono-na-camara-e-ja-vendem-creditos-para-estrangeiros.shtml>, acesso em: 30 ago. 2024.

Tabela 8 – Benefícios para emissores e investidores.

Benefícios para os emissores	Benefícios para os investidores
Acesso a uma rede mais ampla de compradores e criação de novas oportunidades estratégicas e de negócios com bancos e empresas.	Acesso a um mercado primário/secundário seguro onde emissores e investidores são conhecidos (KYC).
Reputação aprimorada através da afiliação a um ecossistema regulado e seguro gerenciado por instituições financeiras.	Seleção de créditos de carbono de alta qualidade registrados nos principais registros de carbono.
Conexão direta entre proprietários de créditos de carbono tokenizados e emissores se torna mais fácil graças à maior rastreabilidade oferecida pela DLT.	Evitar a navegação em um ecossistema opaco de créditos de carbono e confiar em plataformas empresariais que utilizam tecnologia segura e avançada.
Aumento da rastreabilidade e das capacidades de auditoria dos créditos de carbono emitidos através do uso de DLT.	Redução drástica de atritos operacionais com gerenciamento de registros, due diligence extensas e revisões legais.
Aumento da eficiência operacional e redução da necessidade de lidar com intermediários desnecessários.	Acesso a mercados de créditos de carbono dentro de um ambiente regulado.
Acesso mais rápido ao financiamento enquanto se reduz o risco devido à maior eficiência.	Liquidação atômica alimentada por contrato inteligente oferece liquidação em quase tempo real.

Adaptado de (Sebastiani; Tabbakh; Masini, 2024, p. 22) (tradução própria).

Apesar dessas barreiras e desafios, para além da resistência inicial, *standards* como a Verra e o *Gold Standard* passaram a demonstrar certa abertura em explorar a tecnologia, tendo a Verra completado uma consulta pública sobre a questão em 2023, enquanto a *Gold Standard* passou a trabalhar com diversas *startups* para desenvolver um conjunto de regras para créditos baseados em

blockchain (Joyner, 2023). Aqueles *standards*, bem como o American Carbon Registry²⁹⁹ e a Climate Action Reserve – quatro dos maiores *standards* voluntários de carbono para projetos privados – têm analisado os potenciais riscos e desafios para eventual decisão de permitir ou proibir a tokenização (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 3).

Os benefícios (e desafios) seriam muitos (Tabela 8). A imutabilidade, uma das principais características do blockchain, é especialmente importante quando se trata de um ativo intangível, que nunca pode ser fisicamente detido pelo titular. Tal característica e uma base que represente tanto a confiança quanto a transparência de todo o ciclo de vida do crédito seria um passo à frente nesse processo (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 17).

Apesar dos desafios ainda a serem superados, há evidentes possibilidades de ganhos de integridade nesse movimento em direção à tokenização (e riscos também, conforme será evidenciado mais à frente). Hoje, as transações de créditos de carbono em regra, como já dito, ocorrem por meio de contratações bilaterais. Estas, em geral, ocorrem por meio de compras de grandes volumes de créditos – na casa de milhões de tCO₂e. Com a tokenização, e o conseqüente aumento de liquidez dos ativos, um número muito maior de médios e pequenos potenciais compradores pode ser alcançado (Revoredo, 2021). Na verdade, ao serem tokenizados, os créditos de carbono,

podem ser listados para venda e ser comprados e aposentados por qualquer pessoa com uma carteira de criptomoedas (neste momento, são cerca de um bilhão de pessoas, mas este número está aumentando rapidamente). Isso contrasta fortemente com a configuração tradicional do VCM, em que os créditos de carbono são, em sua maioria, acessíveis apenas àqueles com acesso a corretores ou comerciantes e comprados por empresas (Khodai, 2022) (tradução própria).

Nesse sentido, a tokenização poderá representar uma nova fonte de demanda, integrada a protocolos financeiros descentralizados e a experiências virtuais – até mesmo sua “gamificação”, com criação de jogos baseados em blockchain. Isso criaria uma nova demanda e incentivaria projetos “na ponta”. Outra abordagem de novas demandas seria seu uso, por exemplo, como um valor mobiliário, visando ganho futuro, ou garantia de empréstimos (Khodai, 2022), dentre

²⁹⁹ Conferir em <https://acrcarbon.org/>, Acesso em: 30 ago. 2024.

outros modelos de uso e de negócio somente possíveis com a digitalização do ativo.

Outra característica possível por meio da tokenização é o fracionamento do crédito de carbono. Os *standards* emitem o crédito tendo por métrica uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO₂e). Isso é excelente para manter a comparabilidade (padronização) e importante para transações, fixação de preço e facilidade de estabelecimento de metas de mitigação. Entretanto, ao mesmo tempo é um potencial limitador do mercado de carbono e do alcance a fontes de financiamento, que podem não trabalhar na escala das toneladas.

Por meio do fracionamento, tokens digitais podem ser criados com uma fração dos créditos (provavelmente em quilograma), tornando-se, assim, rastreável em relação ao ativo originador. Desse modo, compradores poderiam adquirir “um token que represente o volume exato de reduções ou remoções de emissões que desejam apoiar, para compensar as suas emissões ou contribuir de outra forma para a ação climática” (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 8).

Isso permitiria, por exemplo, um modelo de negócios que viabilizasse a mitigação das emissões de um produto específico, como uma camiseta ou uma passagem de avião (Khodai, 2022). O blockchain, assim, possibilitaria a propriedade fracionada de créditos de carbono e, por consequência, poderia “democratizar o acesso aos mercados de carbono, aumentando potencialmente o financiamento de projetos sustentáveis e alargando a base de participantes no mercado” (Tsui, 2024) (tradução própria).

De fato, sustenta o Fórum Econômico Mundial (WEF, 2022), a tecnologia blockchain poderia transformar completamente a indústria por meio da decomposição de instrumentos financeiros de grande volume. Isso possibilitaria, por exemplo, que até mesmo indivíduos participassem do financiamento climático por meio de um mercado atualmente inacessível. “Milhões de pessoas em todo o mundo estão ansiosas por criar um futuro ecologicamente responsável, e o blockchain pode facilitar este processo, abrindo a porta para que todos participem no objetivo de um futuro neutro em termos de carbono” (WEF, 28 jul. 2022) (tradução própria).

Na questão da tokenização, portanto, uma primeira abordagem seria transição de dados e informações em toda a cadeia, potencialmente por meio de

“pontes de carbono” ou “pontes de tokens”³⁰⁰ (*carbon bridges*³⁰¹ ou *token bridges*³⁰²). Isso conectaria a plataforma blockchain com registros tradicionais dos *standards*, de maneira que os tokens de carbono possam ser vendidos, transferidos ou aposentados de uma forma segura, em contas “*on-chain*” (Khodai, 2022). Em outros termos, recomendar-se-ia

aproveitar blockchain como camada de base a partir da qual se constrói um ciclo de vida integrado do VCM (com o projeto de carbono como ponto de entrada, por meio de processo dos *standards* quanto à medição, monitorização, verificação e certificação, controle de propriedade, negociação, liquidação, comunicação de informações e, sobretudo, aposentadoria [*retirement*]) (Six Group, 2023, p. 18) (tradução própria).

Apesar de o blockchain endereçar bem as questões de transparência e confiabilidade, destacadamente na questão da dupla contagem, ele não resolve a problema da qualidade subjacente dos créditos de carbono, ou seja, “o blockchain pode servir apenas como um veículo de confiança e transparência” (Espenan, 2023, p. 172), as quais continuam dependes da integridade dos créditos representados.

Assim, destacou Robin Rix da Verra, a melhor maneira de ligar o token ao crédito subjacente seria, de alguma forma, vincular a créditos “vivos” (que não foram usados ou aposentados). Isso permitiria que se saiba sempre que o *offset* ainda está presente no registro (Mulder, 2022) e evitaria a dupla contagem. No processo de consulta pública realizada pela Verra em 2022, o referido *Standard* assim se posicionou sobre a tokenização de seus VCUs (*Verified Carbon Units*³⁰³) por terceiros:

A Verra considera importante que qualquer abordagem possível a esta questão exija que as VCUs subjacentes estejam “ativas” e não aposentadas. Sobre este ponto, a Verra observa que um método anteriormente utilizado para tokenizar VCUs era o uso da função de aposentadoria no Registo Verra, em que os VCUs eram aposentados, era atribuído um código alfanumérico e eram emitidos instrumentos criptográficos com base nesses códigos. Na opinião da Verra, isso resultava em confusão no mercado: o conceito de retirada tem como objetivo representar o consumo do benefício ambiental de uma VCU e, ao fazê-lo, retirar permanentemente essa VCU do mercado. (Verra, 2022, p. 2)

³⁰⁰ A ideia central da criação dessas “pontes” é que todos os atributos e direitos contidos no registro *off-chain* dos *standards* sejam espelhados em tempo real nos tokens de carbono.

³⁰¹ O termo *carbon bridge* é utilizado, por exemplo, pela Toucan Protocol. Conferir em <https://docs.toucan.earth/toucan/carbon-bridge>, Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁰² O termo *token bridge* é utilizado, por exemplo, pela Bitgreen. Conferir em <https://bitgreen.org/carbon>, Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁰³ *Verified Carbon Units* (VCUs) é a nomenclatura adotada pela Verra para referir-se aos créditos de carbono por ela emitidos.

A Verra alegou, ainda, que seria necessário que os VCUs subjacentes aos tokens fossem “imobilizados” enquanto associados a tokens no mercado, de forma a prevenir que esses VCUs fossem, de alguma forma, transacionados no registro Verra (Verra, 2022, p. 2). Nesse sentido, o Gold Standard foi ainda além, e concebeu três possibilidades de integrar adequadamente os créditos tokenizados ao registro mantido no *Standard*, sendo os dois primeiros no contexto de manutenção dos sistemas de registros atuais:

1. Modelo de Custódia: A organização que opera a plataforma baseada em blockchain é responsável por gerenciar uma conta de custódia no registro do definidor de padrões. Quaisquer créditos destinados a serem representados na blockchain devem ser transferidos para a conta de custódia antes da criação dos ativos digitais e devem ser mantidos lá durante toda a existência dos ativos digitais. A organização é responsável por garantir a consistência entre o *status* dos créditos no registro e os ativos digitais que os representam, o mais próximo possível do tempo real.
2. Modelo de Imobilização: O definidor de padrões estabelece uma funcionalidade de registro que permite aos titulares de contas escolherem “tokenizar” os créditos mantidos em suas contas, para que esses créditos sejam representados como ativos digitais em uma plataforma baseada em blockchain. Durante todo o tempo em que os créditos são representados como ativos digitais, eles são “imobilizados” no registro, ou seja, o titular da conta não pode transferi-los, aposentá-los ou cancelá-los (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 21–22) (tradução própria).

O terceiro modelo mencionado pelo Gold Standard seria criar uma tokenização “nativa”, onde o próprio mantenedor do Padrão emitiria os créditos de carbono *on-chain*, já na condição de um token digital desde seu nascimento. Isso seria uma forma mais robusta de se evitar a dupla contagem e o desalinhamento entre a contabilidade da plataforma originária e a da plataforma blockchain. Esta estratégia, entretanto, dependeria da capacidade e da vontade dos *Standards*, e não há sinais de que estão convencidos a ir nessa direção (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 22).

Especialmente em relação a créditos REDD+ (por ser baseado em redução de desmatamento e degradação e, portanto, possuir riscos de reversão), além da integridade na originação do crédito, é necessário o monitoramento quanto a eventuais reversões (*reversa*³⁰⁴). Tais fatos podem levar, inclusive, ao cancelamento

³⁰⁴ Para o Standard TREES, o mais difundido padrão para REDD+ jurisdicional do mundo, reversão é quando um participante apresenta um reporte anual de emissões maior que a linha de acreditação, após quaisquer créditos serem emitidos pelo TREES àquele participante. Por conservadorismo metodológico, o Standard prevê que referidas reversões devem ser reportadas e o volume equivalente de créditos que se encontram reservados no “*buffer pool*” do participante são

de unidades de Reduções de Emissões já emitidas pelo padrão, por exemplo em casos extremos onde o “*buffer*”³⁰⁵ estabelecido pelo *standard*³⁰⁶ não é suficiente para compensar emissões superiores à linha de referência. Isso denota que

Estes desafios podem ser mitigados através do blockchain que fornece informações validadas e transparentes aos compradores, especialmente quando associada a *smart contracts* para fornecer validação automática. Dados atualizados sobre o estado de uma área florestal, até ao nível das árvores individuais, podem ser associados ao token e, se o estado do carbono sequestrado mudar, o valor da compensação pode ser ajustado. Se o token for vendido, as informações relevantes seguem-se, bem como as alterações futuras dessas informações (por exemplo, *Treecycle*). A utilidade do blockchain assenta-se na existência de informações adequadas provenientes de fontes externas, como a crescente disponibilidade de dados de satélite (por exemplo, no Brasil; Moutinho 2021), juntamente com dados a nível de projeto provenientes de drones (Mitchell et al. 2017) (Kotsialou; Kuralbayeva; Laing, 2022, p. 142) (tradução própria).

Entretanto, muitos projetos de blockchain no setor de carbono têm demonstrado uma falta de conhecimento e compreensão das complexidades do mercado de carbono (e vice-versa) (Baiz, 2024, p. 2). A emergência dessa tecnologia tem sido complicada, em parte por questões culturais, com muitos empreendedores tecnológicos eufóricos, mas com conhecimentos limitados quanto às questões climáticas, muitas vezes subestimando a complexidade do tema. Em algumas áreas, mecanismos tradicionais foram substituídos apenas para, no passo seguinte, descobrir-se que, na verdade, eram grandes fontes de ideias e conhecimentos (Fuessler; Kohli; Petry; Hewlett, 2023, p. 47). Um bom exemplo disso foi, exatamente, os primeiros passos apressados de tokenização do carbono:

Aqui ficou claro que a comunidade de tokenização esperava acabar com os sistemas antigos e revolucionar o espaço com novas finanças, transparência e automação. No entanto, os desafios identificados como soluções fundamentais, como evitar a dupla contagem, maior transparência

permanentemente aposentados, conforme item 7.1 de *Architecture for REDD+ Transactions* (ART) (2021, p. 41).

³⁰⁵ Conforme, Nepstad (2012, p. 45), no estabelecimento das regras metodológicas de uma iniciativa REDD+ Jurisdicional, “um *buffer* de segurança pode ser estabelecido abaixo do nível de referência de crédito para oferecer uma reserva contra possíveis reversões de desempenho e oferecer um mecanismo para compensar possíveis vazamentos de emissões. Se for incluído um *buffer* de segurança, as compensações não poderão ser emitidas a menos que as reduções nas emissões de REDD sejam inferiores a esse nível de reserva de segurança”.

³⁰⁶ Na iniciativa ART-TREES, a contribuição do participante para o “*buffer pool*” é estabelecida por uma fórmula que prevê uma análise de risco específica, podendo representar contingenciamento para esse propósito, da ordem de 5% a 25% do total de créditos emitidos, pelo *standard* ao participante. Isso se soma ao desconto por potenciais “vazamentos” na ordem de até 20% do total de emissões. Isso significa que, potencialmente, a submissão ao padrão pode representar um desconto da metodologia de até 45% do total de unidades de redução abaixo da linha de referência, de acordo com os critérios estabelecidos por *Architecture for REDD+ Transactions* (ART) (2021, p. 41–43).

e segurança, não eram os principais problemas que o mercado enfrentava. Outras experiências, como a Klima DAO, provaram que não falar com especialistas pode levar a resultados dispendiosos e muitas vezes perversos. No entanto, podem surgir vantagens, uma vez que alguns dos inovadores que estavam observando e participando, começaram a colaborar com *players* estabelecidos [...] para promover uma aplicação útil da DLT e da tokenização. (Fuessler; Kohli; Petry; Hewlett, 2023, p. 48) (tradução própria)

Dessa maneira, nas condições atuais, a tokenização permanece um tema controverso, entendendo, alguns, que seria ainda prematura sua utilização, frente ao grau atual de maturidade do mercado de carbono. Nesse sentido, seria crucial o desenvolvimento de *frameworks* para adoção mais ampla dessa tecnologia no Mercado Voluntário de Carbono (Six Group, 2023, p. 5).

Na verdade, em geral, o discurso dos últimos anos tem sido sobre a criação de um “*digital asset*” em base blockchain, associando-se isso à criação de algo como uma “criptomoeda”. Isso obliteraria outros potenciais casos de uso, os quais poderão ter efeitos até mais impactantes no ecossistema que a própria tokenização (podendo tais processos ocorrer combinadamente). Assim, havendo uma ampla variedade de possíveis aplicações do blockchain nesse contexto, mas apenas alguns deles ligados a cripto ativos (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 6).

Muitas pessoas pensam que a principal inovação econômica do blockchain é a utilização de tokens. Isso não é verdade. De fato, como discutimos no *Framework House*, não é apenas o *design* de tokens, mas também a estruturação economicamente sólida de transações, mercados e informações que contribuem para o funcionamento dos sistemas de blockchain e para o valor que estes proporcionam aos utilizadores. Uma plataforma blockchain pode criar um valor econômico significativo sem ter sequer um token nativo (Barrera; Hurder, 2020, p. 16) (tradução própria).

Com um pouco mais de calma para analisar o contexto, considerando os sucessos apenas relativos e a escala no uso da tecnologia blockchain/DLT e a tokenização, parece evidente que tais abordagens têm realmente um lugar nos mercados de carbono e no financiamento climático. Ainda que todas as promessas não tenham sido totalmente concretizadas (Fuessler; Kohli; Petry; Hewlett, 2023, p. 47).

O caminho da maturidade deve passar, assim, pela compreensão da complexidade do tema e o estabelecimento de mecanismos de governança e interação mais rápidos e eficientes, com ciclos mais curtos de aprendizado e aperfeiçoamento. Tais constatações evidenciam que, qualquer iniciativa que pretenda utilizar a tecnologia blockchain e da tokenização de créditos de carbono no VCM, além do esforço técnico de construção de uma solução digital robusta, deve

articular-se com atores de todo o ecossistema. Desse modo poderá endereçar, de forma holística, a cadeia completa de geração, de monitoramento, de registro, de transação e de aposentadoria/imobilização de créditos, integrando os diversos atores em processos participativos.

Conforme já antecipado, há espaço, inclusive, para a criação de *meta-frameworks* holísticos, que integrem o ecossistema completo do mercado de carbono. Inclusive, estruturas de monitoramento automatizado, análise de *compliance* jurídico por meio de inteligência artificial, meta-registros em base blockchain, interoperabilidade com o mercado regulado, *marketplaces*, *smart contracts* e a própria tokenização, dentre outras abordagens ainda sequer imaginadas. Esse seria um cenário de alta integridade e liquidez dos créditos de carbono, com endereçamento das principais falhas e lacunas do mercado voluntário tradicional. Para tal cenário ideal, seria necessário construir colaborativamente cada uma dessas partes.

Deve-se, assim, iniciar o processo de adoção da tecnologia pela garantia de interoperabilidade horizontal e vertical de todo o mercado e por todo o ciclo de vida do crédito de carbono, em soluções “de ponta-a-ponta”. Isso evidencia o potencial de utilização da tecnologia blockchain no mercado voluntário para além da tokenização (Figura 50).

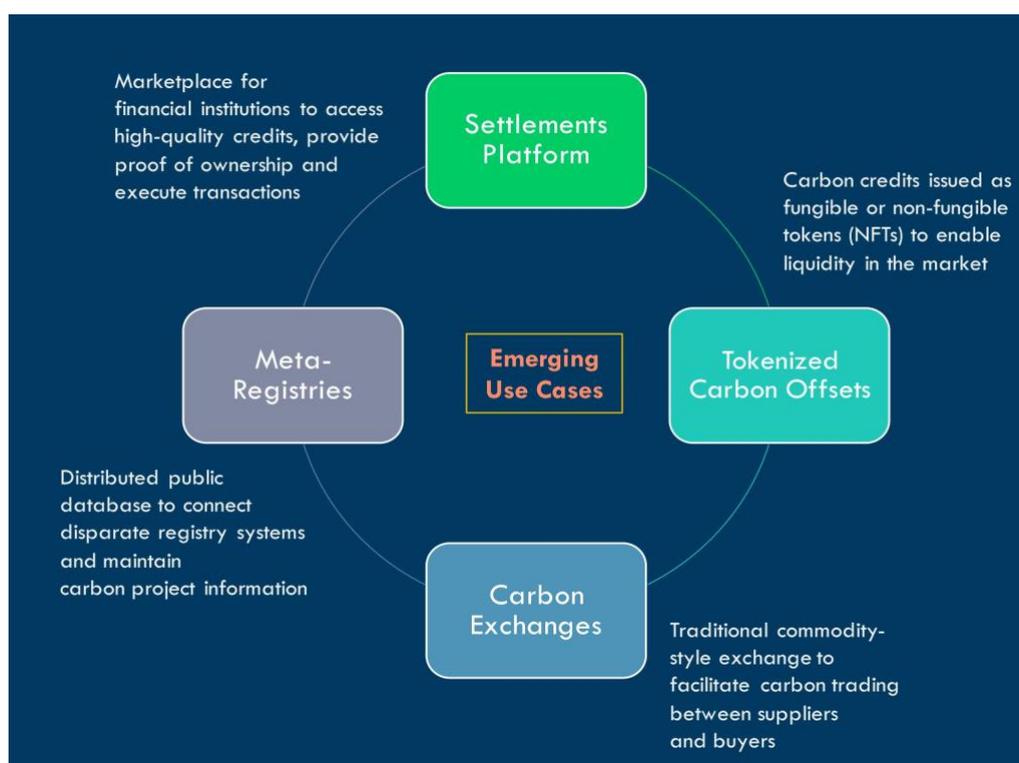
Não há como caminhar nessa direção sem se ter, como núcleo, uma plataforma agregadora de dados de múltiplos registros³⁰⁷. Um “meta-registro”, portanto, que sirva como meio de estabelecimento de interoperabilidade e coerência entre os vários *clusters* do VCM.

Uma iniciativa nesta direção é a proposição estabelecida pelo Banco Mundial em sua Climate Warehouse, funcionando como uma “camada de metadados públicos que usa a tecnologia blockchain para facilitar conexões *peer-to-peer* entre registros descentralizados”. Aqui, o objetivo é agregar, harmonizar e interligar

³⁰⁷ São exemplos de plataformas de registro de créditos de carbono no mercado voluntário legado: International Carbon Registry (<https://www.carbonregistry.com/>, Acesso em: 30 ago. 2024); Asia Carbon Institute (<https://asiacarboninstitute.org/>, Acesso em: 30 ago. 2024); Global Climate Registry (<https://gcr.eco/>, Acesso em: 30 ago. 2024); Climate Action Data Trust (CAD Trust) (<https://climateactiondata.org/>, Acesso em: 30 ago. 2024); World Bank Carbon Assets Tracking System (CATS) (<https://cats.worldbank.org/>, Acesso em: 30 ago. 2024); EcoRegistry (<https://www.ecoregistry.io/>, Acesso em: 30 ago. 2024), dentre outros. Todas as citadas já iniciaram, ou estão estudando, a adoção da tecnologia blockchain para seus registros.

informações de diversas fontes (World Bank, 2022a, p. 2). “Em suma, o Climate Warehouse é um meta-registro que usa um formato uniforme para relatar informações sobre os projetos VCM incluídos nos vários registros de administração privada” (Battocletti; Enriques; Romano, 2024), cujo *framework* foi assim desenhado (Figura 51):

Figura 50 – Casos Emergentes de uso do Blockchain



Fonte: (Climate Collective, 2023, p. 106).

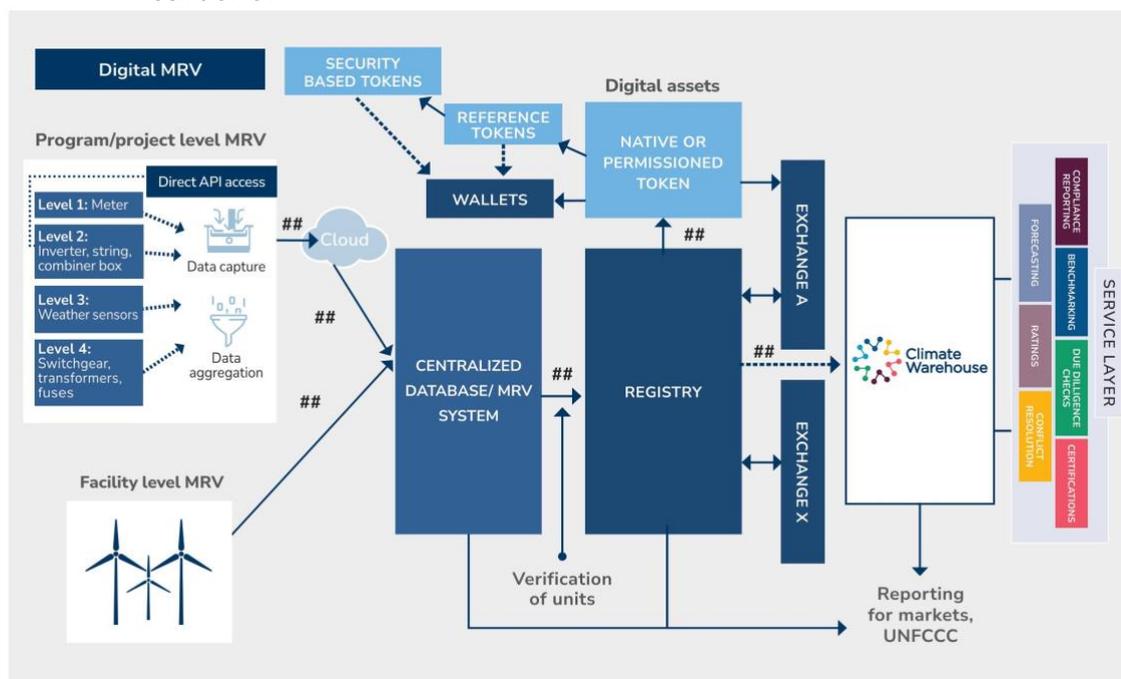
O Relatório Final do “Climate Warehouse Simulation III”³⁰⁸, de setembro de 2022, apresenta algumas conclusões acerca do projeto piloto de experimentação desse meta-registro. As seguintes conclusões foram apresentadas sobre o potencial

³⁰⁸ “A partir de 2019, o Climate Warehouse foi desenvolvido através de um processo iterativo em três fases de testes, que produziram e testaram protótipos de desenvolvimento do Climate Warehouse com uma vasta gama de participantes, incluindo governos nacionais, *standards* independentes, organizações multilaterais e outros *stakeholders* públicos e privados do mercado do carbono. A Simulação III foi a fase final de testes e testou um protótipo operacional do Climate Warehouse com 30 organizações participantes numa rede pública de blockchain entre março e agosto de 2022”, descreve o World Bank (2022a, p. 1).

do estabelecimento desse *ledger* descentralizado, com compartilhamento *peer-to-peer* de metadados, baseado na tecnologia blockchain:

- A natureza descentralizada e imutável da tecnologia blockchain a torna resiliente contra ataques e garante a integridade dos dados, permitindo que os resultados mitigadores sejam rastreados de forma confiável desde suas origens até a aposentadoria.
- O *design* descentralizado e *peer-to-peer* garante autonomia e responsabilidade aos registros participantes, cada um dos quais mantém total controle sobre seus próprios dados e pode escolher de forma flexível suas abordagens de acordo com seus próprios requisitos e *frameworks* institucionais.
- O armazenamento e a contabilidade dos dados harmonizados dos registros em um blockchain público, de código aberto e *permissionless* melhora a transparência e a inclusão e pode reduzir os riscos de dupla contagem (World Bank, 2022a, p. 7) (tradução própria).

Figura 51 – Climate Warehouse no ecossistema *end-to-end* para mercados de carbono.



Fonte: (World Bank, 2022a, p. 3)

A S&P Global deu continuidade às propostas que vinham sendo gestadas pela IHS Markit (incorporada à S&P) para construção de uma solução de meta registro de créditos de carbono. Isso resultou no produto que intitularam como “*Registry-as-a-Service*” (registro como serviço), complementando a iniciativa Climate Warehouse do Banco Mundial. Tal iniciativa, aliás, faz parte do “*advisory board*” da nova plataforma S&P. Esse meta-registro será baseado em blockchain (DLT) (S&P Global, 2021). Kathy Benini, que liderara em Nova Iorque a equipe de negociação da

IHS Markit com Estado do Acre no primeiro registro de seus créditos de carbono jurisdicionais, assim se manifestou sobre o novo projeto de meta-registro:

Um meta-registro global fornece uma infraestrutura crítica para este mercado em rápido desenvolvimento. Acreditamos que este meta-registro servirá de base aos mercados globais de carbono; proporcionará clareza e responsabilização aos participantes, aumentará a liquidez e a transparência e reforçará a confiança tão importante nestes mercados (S&P Global, 2021) (tradução própria).

Como parte dessa solução “*end-to-end*”, também é relevante a automação e digitalização dos processos de Medição, Reporte e Verificação, o já citado D-MRV³⁰⁹. Esta proposição, no entanto, não exige, necessariamente, a utilização direta do blockchain. Porém, quando a DLT é utilizada, traz-se uma camada relevante para a integridade do processo, atrelando-se as informações relevantes aos créditos tokenizados em tempo real.

Dessa maneira, o blockchain pode auxiliar em dois momentos-chave do ciclo de vida do crédito de carbono: na geração, monitoramento e registro (D-MRV; meta-registro); e na transação (tokenização; *smart contracts*) (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 122). Portanto, os benefícios da tecnologia não se centram, somente, na criação de um ativo digital cripto de carbono, devendo-se reconhecer o papel em todo o ciclo de vida no mercado de carbono. Ou seja, desde o desenho e construção do projeto/programa até o momento de sua transação (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 19).

A tecnologia blockchain pode desempenhar – e, em alguns casos, já está desempenhando – um papel importante no funcionamento do MRV digital. A imutabilidade e a confiabilidade [*reliability*] da tecnologia blockchain tornam-na uma tecnologia útil para o armazenamento de dados de projetos, que podem ser acrescentados ao longo do tempo, preservando os registros anteriores (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 19) (tradução própria).

Essa abordagem pode ser especialmente importante para créditos REDD+, considerando que se pode alcançar maior transparência e segurança na divulgação de dados comprováveis de redução de desmatamento. Isso, por exemplo, pode diminuir “descontos” de *buffer* e *leakage* promovidos pelos standards – no caso do

³⁰⁹ “A inteligência artificial (IA) é outra tecnologia digital emergente que poderá melhorar a monitorização das florestas e as compensações de carbono. Quando combinada com dados recolhidos por sensores remotos ou satélites, o *machine learning* pode identificar alterações nas áreas florestais ao longo do tempo”, complementam Marke, Mehling e Corrêa (2022, p. 123) (tradução própria).

ART-TREES, tais descontos podem resultar, como já visto, em até 45% de redução dos créditos potenciais. “Sistemas D-MRV precisos e rentáveis para ações de atenuação e inventários de GEE para projetos florestais poderiam resolver este problema” (World Bank, 2022b, p. 36). Juntos, blockchain e iniciativas de D-MRV podem beneficiar fundamentalmente o mercado voluntário, ao viabilizar:

- Tornar o fornecimento de créditos de carbono transparente para os compradores.
- Fornecer dados de projeto transparentes e em tempo real aos organismos de certificação.
- Implementação de conformidade KYC robusta e verificação de identidade através da utilização de smart contracts.
- Fornecimento de liquidações quase instantâneas de pagamentos para compradores de crédito.
- Melhorar a rastreabilidade da propriedade e da aposentadoria do crédito. (Watson, 2023) (tradução própria).

Sistemas potentes de Medição, Reporte e Verificação oferecem a credibilidade e robustez na verificação e quantificação dos resultados ambientais na ponta, aumentando a credibilidade e facilitando o acesso a mecanismos de financiamento climático no mercado voluntário (Halubouski, 21 jul. 2024).

Como se viu neste tópico, o potencial do blockchain em oferecer suporte às operações do mercado de carbono é reconhecido já há algum tempo. Contudo, o interesse aumentou em tempos recentes, com inúmeros novos negócios procurando adotar a tecnologia em vários casos de uso. Isso ocorre desde dados de monitoramento em nível de projeto até a venda propriamente dita do carbono; desde projetos de pré-financiamento até a agregação de metadados em sistemas de registro. Existem, hoje, muitos exemplos dos potenciais casos de uso do blockchain no mercado de carbono, e “dezenas – se não centenas – de empresas que utilizam a tecnologia ou se preparam para o fazer” (Gold Standard; IOTA; ClimateCheck, 2023, p. 3) (tradução própria). A seguir, alguns exemplos de implementação da tecnologia, com tokenização ou outros usos, atualmente em destaque.

Se tivéssemos que prever o futuro da digitalização nos mercados de carbono, esperaríamos que os organismos de standards se aventurassem cada vez mais em abordagens digitalizadas dos ciclos de projeto. Isto incluiria fluxos de trabalho e metodologias de certificação, bem como uma maior utilização de dados e algoritmos validados por terceiros. O D-MRV e as abordagens digitais conexas podem também apoiar o atual impulso do mercado no sentido de créditos de elevada integridade. Dito isto, a tecnologia, por si só, não retificará a falta fundamental de integridade ambiental da maioria do mercado atual. (Fuessler; Kohli; Petry; Hewlett, 2023, p. 49) (tradução própria).

Todos esses instrumentos articulados podem alcançar uma dinâmica econômica ainda mais potente, com a utilização de créditos tokenizados acoplados a

smart contracts. Estes são “os motores que permitem que os sistemas baseados em blockchain suportem mais do que dinheiro digital. Revelam também todo o significado do blockchain como uma arquitetura de confiança, para o bem e para o mal” (Werbach, 2018, p. 67) (tradução própria).

Oliver Williamson e Ronald Coase (também Prêmio Nobel da Economia, em 1991) colocam os contratos no centro da organização econômica e empresarial. Os contratos estão no centro da criptoconomia institucional. É aqui que as cadeias de blocos têm as implicações mais revolucionárias. Os contratos inteligentes no blockchain permitem que os acordos contratuais sejam executados de forma automática, autônoma e segura. Os contratos inteligentes podem eliminar toda uma classe de trabalho que atualmente mantém, impõe e confirma que os contratos são executados – contabilistas, auditores, advogados e, na verdade, grande parte do sistema jurídico. (Berg; Davidson; Potts, 2017).

Esses *smart contracts* são peças de programação e automação de ações contidas em um sistema blockchain, com base na mencionada propriedade “se isso, então aquilo” (*if this, than that*) (Berg; Davidson; Potts, 2017). Ou seja, regras pré-determinadas em código que garantam, de forma confiável, que, uma vez ocorrendo o evento “a”, a ação “b”, inquestionavelmente, ocorrerá.

O que torna estes contratos programáveis de moedas “inteligentes” [*smart*] não é o fato de serem automatizados; já temos isso quando o nosso banco segue as nossas instruções programadas para pagar automaticamente a conta do cartão de crédito todos os meses. É o fato de os computadores que executam o contrato serem monitorados por uma rede blockchain descentralizada. Isso garante a todos os signatários de um contrato inteligente que ele será executado de forma justa (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria).

Casos de uso dessa propriedade no contexto do mercado voluntário podem ser, por exemplo (e dentre outros): emissão automática de créditos de carbono a partir da coleta automatizada de dados em sensores ou satélites; o cancelamento automático de créditos de *buffer*, se houver de reversão das reduções (no caso do REDD+, por exemplo, pelo aumento do desmatamento acima da linha de referência); a incorporação de um *Emissions Reduction Purchase Agreement* (ERPA) padrão na plataforma³¹⁰, o que permitiria, dentre outras coisas, a criação de

³¹⁰ Esse ERPA em *smart contract* poderia incorporar diversas propriedades, como os exemplificados por Barrera e Hurder (2020, p. 20) “» Termos do contrato: quem está concordando em fornecer quais produtos ou serviços, e em troca de quê? » Verificação de desempenho: como provamos que o que foi acordado no contrato foi realizado?» Estrutura do *escrow*: qual *escrow* cada parte deve fornecer para que todas as partes se sintam seguras ao entrar na transação? » Estrutura de resolução de disputas: se os termos do contrato não forem cumpridos, como é decidido o que acontecerá? » Estruturas de informação: quais informações a plataforma deve fornecer para apoiar esses sistemas?” (tradução própria).

uma *escrow account*³¹¹ criptográfica, aumentando a confiança e reduzindo significativamente o custo na transação de créditos por meio da desintermediação. Isso, ao garantir ao comprador que o pagamento somente ocorreria com a efetiva transferência de titularidade do crédito para si, e ao vendedor de que os créditos somente seriam transferidos quando o pagamento fosse realmente realizado, sem a necessidade de contração de terceiro confiável (em geral um banco).

“Nenhuma das partes confia necessariamente na outra, mas podem, no entanto, efetuar essa transferência automática sem depender de terceiros. Desta forma, os contratos inteligentes levam a automatização a um novo nível” (Casey; Vigna, 2018) (tradução própria). Assim,

Fundamentalmente, é de se esperar que a descentralização dos dados através da implementação do blockchain impulse a integração no mercado do carbono, ao inculir confiança nos sistemas existentes através da eliminação da necessidade dessa confiança direta.[...] Isto serve para reforçar a integridade de uma transação, especialmente porque o processo de identificação e verificação das partes envolvidas na transação é simplificado, permitindo transações mais rápidas de uma perspectiva comercial (Marke; Mehling; Corrêa, 2022, p. 4).

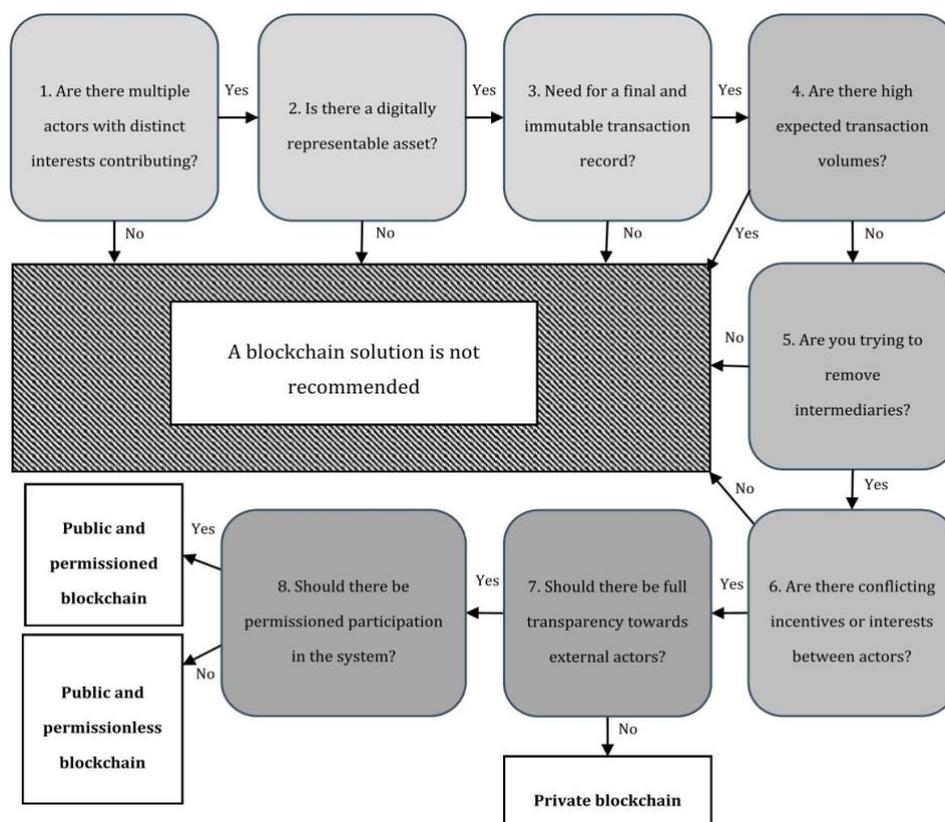
O contexto demonstra como, na prática, a tecnologia blockchain se apresenta efetivamente como uma “máquina de confiança”, conforme descrito no Capítulo 3. Dessa forma, a implementação do blockchain no mercado voluntário de carbono pode ocorrer em “módulos”: no D-MRV, na tokenização, meta-registros e nas plataformas transações, ou em soluções completas “de ponta a ponta”. Sua utilização tem o potencial (ainda não alcançado) de viabilizar maior escala – e um ambiente mais saudável – a esse mercado ao ter a capacidade de endereçar suas principais desconfiâncias e falhas. Além disso, retorna ao processo maior transparência; rastreabilidade; eliminação da dupla contagem; comprovação de integridade ambiental. E, finalmente, pode proporcionar o aumento da liquidez dos créditos e redução dos custos de transação.

Por outro lado, a tecnologia blockchain não é “bala de prata” nem necessariamente se encaixa, em situações práticas, a todos os casos abstratos de

³¹¹ Conforme descrevem Marques Filho e Gimenes (p. 8), “o *escrow* é um contrato necessariamente ligado a uma relação jurídica principal, baseado na fidúcia que as partes assentam em terceiro a quem se confiará o bem, cuja função consiste na garantia de cumprimento de obrigações, assegurando-se ao beneficiário do depósito que, demonstrado seu *status* de credor, poderá facilmente realizar seu crédito”.

potenciais usos descritos anteriormente. Nessa direção, Schletz; Franke; Salomo (2020, p. 5) ressaltam que sistemas blockchain, quando comparados com bases de dados centralizados convencionais, possui muitos *trade-offs*, em termos de escalabilidade, capacidade e latência. A real viabilidade de uso da tecnologia blockchain em um caso particular exige a análise e verificação de uma série de requisitos circunstanciais. Os autores criaram, então, um *framework* com oito classificações, que testa a aplicabilidade geral do blockchain em um caso concreto, identifica a capacidade de performance pretendida e conclui por uma classificação com base na governança e acessibilidade de dados, de maneira a identificar o melhor tipo de solução para o caso, conforme esquema abaixo (Figura 52).

Figura 52 – *Framework* Decisório sobre Adoção de Blockchain.



Fonte: (Schletz; Franke; Salomo, 2020, p. 6).

A estrutura decisória apresentada demonstra que, nem sempre, a tecnologia blockchain será adequada ou necessária, o que pode ser especialmente verdadeiro em iniciativas de REDD+ jurisdicionais. Isso ocorreria caso o modelo de negócio fosse restrito a poucas e volumosas transações com corporações que pretendessem

apresentar diretamente créditos, considerando que, em tais circunstâncias, não haveria uma multiplicidade de atores.

Por outro lado, a utilização do blockchain em certas fases – como no monitoramento e na quantificação das reduções de emissões, por meio de dados de satélites em um *framework* com tokenização da informação – poderia aumentar a integridade e transparência do processo. Isso resultaria em menores custos e em maior interesse e segurança das corporações na compra dos créditos jurisdicionais, pois tornaria mais robusta a divulgação pública dos resultados de mitigação e a comprovação de cumprimento das metas voluntárias de compromissos *Net Zero*. Outro ponto de potencial uso nos sistemas jurisdicionais seria na promoção de ERPA's estruturados com base em tokens programados em *smart contracts*, o que poderia reduzir enormemente custos com intermediários, como *escrow account*, na transação de grandes volumes de crédito.

De toda forma, sob uma perspectiva de que a difusão da tecnologia por todas as ilhas do mercado voluntário de carbono está de fato ocorrendo, passa-se a descrever exemplos – alguns com mais, outros com menos sucesso – de aplicação da tecnologia blockchain. Apontam-se, assim, iniciativas práticas que podem servir como referenciais concretos de erros e acertos para empreendedores públicos, desenvolvedores de projetos, investidores, inovadores cripto e reguladores.

4.3.3 Exemplos de Implementação do Blockchain no Mercado de Carbono Voluntário

Existe sempre uma solução bem conhecida para todos os problemas humanos – simples, plausível e errada (Mencken, 1920, p. 158) (tradução própria).

Após a descrição dos *casos de uso* (áreas de potencial aplicação) do blockchain no mercado voluntário de carbono, a seguir serão descritas algumas iniciativas práticas, consubstanciadas em plataformas, *softwares* e empresas, que utilizam a tecnologia ao menos em uma fase do negócio.

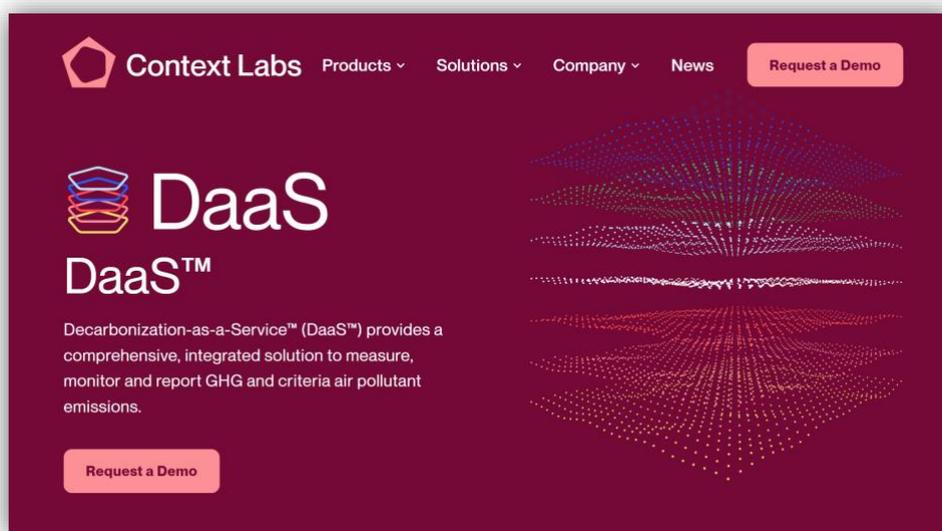
A implementação do blockchain no mercado voluntário de carbono tem sido promovida por iniciativas que envolvem, destacadamente: a tokenização de créditos; construção de plataformas de transação (*exchanges*); e plataformas de registro e D-MRV. Serão apresentados alguns exemplos práticos dessas plataformas e suas características básicas.

O objetivo é o estabelecimento de um mapa que ilustre, não exaustivamente, o *landscape* do setor, como um panorama do potencial e limitações práticas na adoção do blockchain no mercado voluntário.

- Context Labs (<https://contextlabs.com/solutions/daas/>³¹³)

A Context Labs, criada a partir de pesquisas³¹⁴ no Massachusetts Institute of Technology (MIT), utiliza uma série de tecnologias baseadas em blockchain, *big data* e *machine learning*, formando um conjunto de camadas que agregam e processam dados de inúmeras fontes de natureza pública e privada, consolidando-as e gerando informações relevantes sobre ativos ambientais, de ponta a ponta do seu ciclo de vida (Figura 53).

Figura 53 – *Website* da Plataforma Context Labs.



Fonte: Context Labs (2024b).

³¹² Acesso em: 30 ago. 2024.

³¹³ Acesso em: 30 ago. 2024.

³¹⁴ A base teórica da Context Labs é a dinâmica de inovação nomeada como “o Método Pentáltico” (*The Pentalytic Method*), desenvolvido por seu fundador, Dan Harple, quando em atividade como “empreendedor residente” no MIT, e parte do princípio de que “apenas a tecnologia não é suficiente”. Os cinco pontos-chave da metodologia, que formam uma abordagem sistêmica que busca reunir e dar sentido a ecossistemas díspares (o que pode ser aplicada em inúmeras áreas) são as seguintes: indústria; academia; governo; pessoas; financiamento, conforme descreve Howard (2016). Para história sintética, conferir <https://contextlabs.com/company/history/>, Acesso em: 30 ago. 2024.

A plataforma pode se alimentar de qualquer fonte de dados, desde imagens de satélite até documentos em PDF e relatórios manuscritos, integrando-os de forma a que se tornem “contextualizados, verificados e acionáveis” e, portanto, apresentando-os continuamente atualizados. Com uma API aberta, combina análises gráficas, interoperabilidade de dados e identificação de padrões, além de tecnologias de interpretação de dados, em uma plataforma unificada (Context Labs, 2024c) em parceria tecnológica com a Microsoft.

Apresenta-se como uma proposição robusta de uso das tecnologias mencionadas neste Capítulo, direcionadas à maior segurança na geração e transação de ativos de carbono, com objetivo de consolidar, assim, numa solução integral nomeada, pela plataforma, como “*Decarbonization-as-a-Service*” (DaaS).

Segundo o CEO Dan Harple, a DaaS “fornece uma solução completa, *end-to-end*, para que os nossos clientes atinjam e acelerem os seus compromissos em matéria de clima” (Context Labs, 2024b).

Especificamente no caso da criação de créditos de carbono, tem atuação no Brasil por meio de uma relação com uma empresa local que promove projetos de reflorestamento, aflorestamento e carbono no solo. Por meio de algoritmo de inteligência artificial, a plataforma auxilia na gestão de riscos por meio de análises automatizadas de *compliance* com base em 81 critérios legais e regulatórios organizadas em um algoritmo de inteligência artificial, oferecendo “camadas incrementais de valor em comparação com as normas e metodologias climáticas existentes” (Context Labs, 2024a).

- Ambify (<https://www.ambify.com/>³¹⁵)

A Ambify se apresenta como uma “plataforma de compensação de carbono”, vinculada à Ambipar, uma multinacional brasileira do setor de gestão ambiental. Ela tokeniza créditos REDD+ certificados no padrão Verra: “os tokens podem ficar armazenados dentro do sistema da própria Ambify (acesso por meio de aplicativo ou *website*), em corretoras de criptoativos listadas ou em *cold wallets*³¹⁶, criadas a partir

³¹⁵ Acesso em: 30 ago. 2024.

³¹⁶ Dispositivo que protege chaves privadas de criptoativos em um meio *offline*. “Uma *cold wallet* ou carteira fria é um sistema de armazenamento *offline* que guarda as chaves privadas de um usuário.

dos protocolos do blockchain” (Ambify, 2021, p. 25) (Figura 54).

Figura 54 – Website da plataforma Ambify.



Fonte: <https://www.ambify.com/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Um dos diferenciais de mercado da Ambify é o fracionamento do crédito de carbono: enquanto o padrão de mercado é a transação de um token representando uma tonelada de carbono, a Ambify comercializa em quilos de carbono, que não podem ser, posteriormente, transacionados (portanto, servindo apenas para fins de compensação, e não um ativo tokenizado para venda futura). A Ambify afirma que, ao fracionar, “busca popularizar e democratizar o crédito de carbono, incentivando mudanças de comportamento e engajando pessoas comuns no combate às mudanças climáticas” (Ambify, 2021, p. 18).

A plataforma possui uma área restrita, para usuários cadastrados (processo do tipo KYC), que permite a compra de créditos. A compra de um crédito de carbono Verra – portanto 1.000 quilos na plataforma Ambify – custa, em agosto de 2024,

Como essas carteiras não estão conectadas à internet, elas isolam as chaves privadas e protegem seus fundos contra ameaças digitais implementadas via conexão de internet”, explica a Ledger Academy (2024).

cerca de R\$ 200,00 (portanto, aproximadamente US\$ 35 a tCO₂e). Há possibilidade, também, de compra desses créditos por meio de uma conta digital no Banco C6, para correntistas; neste caso, o valor para o mesmo crédito de carbono (1.000 quilos), encontra-se na ordem de R\$ 140,00 (cerca de US\$ 24,50), na mesma época. Isso demonstra inconsistência na precificação do ativo no varejo; também evidencia valor descolado do mercado no atacado.

Os tokens ABFY são lastreados em créditos de carbono certificados pela Verra, vinculados ao projeto privado “Envira Amazonia”. Este projeto utiliza uma metodologia REDD APD (*avoided planned deforestation*), tida como deficiente para estabelecer uma linha de base crível em uma propriedade em área remota (no centro do Estado do Acre). Resultado de determinação com suposição metodológica de desmatamento de cerca de 20% da área (possibilidade prevista em lei, mas não necessariamente a realidade local), mesmo não havendo efetiva pressão de desmatamento no seu entorno³¹⁷.

Em 2023, o *The Guardian*, inclusive com fala de Yadvinder Malhi, da Universidade de Oxford, ressalta que uma investigação demonstrou que essas linhas de base estabelecem um cenário contrafactual (o futuro de referência) que parte de premissas irreais, inflando enormemente os benefícios desses projetos (*The Guardian*, 2023).

Apesar das negativas da Verra quanto às inconsistências dessas metodologias APD, o escrutínio público e o questionamento reputacional³¹⁸ levaram o referido *Standard* a promover uma grande alteração na metodologia para carbonos de floresta, entre 2023/2024, consolidando as cinco metodologias então existentes para o setor em apenas uma. Uma metodologia AUD (*Avoiding Unplanned Deforestation*), com linhas de base mais conservadoras³¹⁹, passou a ser utilizada

³¹⁷ “A taxa de desmatamento considerada como base nos cálculos de emissões de gases de efeito estufa utiliza índices do arco do desmatamento, e não da região da área do projeto, afirmaram Rodrigo Lima e Antônio José Fernandes, diretores do Instituto Amazônia Livre, na análise feita a pedido da reportagem”, notícia Sassine (18 dez. 2023) na Folha de São Paulo.

³¹⁸ “O registo com sede nos EUA tem sido alvo de fortes críticas nos últimos meses, com vários meios de comunicação social e acadêmicos a questionarem a eficácia das seus *off-sets* de carbono com base nas florestas”, reporta a S&P Global, em Gupte (2023).

³¹⁹ “Estamos garantindo que as regras sejam atualizadas com a melhor ciência e práticas mais recentes, e é isso que estamos fazendo com nossa estrutura REDD para possibilitar a próxima geração de atividades REDD+ com algumas regras diferentes”, disse David Antoniele, CEO da Verra,

pela Verra.

Considerando as alterações da metodologia, no caso do Estado do Acre, é possível que a nova metodologia da Verra seja compatível com a adotada pela abordagem jurisdicional do SISA, o que permitiria o “aninhamento” do projeto privado ao Sistema Estadual.

Por outro lado, mesmo evidenciados os equívocos metodológicos de projetos APD naquelas condições e circunstâncias, os créditos anteriores permanecem “vivos” na plataforma Ambify e, portanto, sendo utilizados no mercado. Ainda que passíveis de questionamento quanto à sua integridade ambiental e efetiva contribuição para mitigação de emissões.

- Bitgreen (<https://bitgreen.org/carbon>³²⁰)

A Bitgreen utiliza uma “*token bridge*” proprietário no processo de tokenização e transação de seus ativos de carbono, estruturada na plataforma Polkadot³²¹ (Figura 55).

A Bitgreen noticia que foi selecionada como “parceiro blockchain” da “*Readiness Phase*” do Gold Standard, de forma que os seus tokens de carbono “incorporam os mesmos atributos, direitos e privilégios que sua contraparte *off-chain*. Quando um Bitgreen token é comprado, transferido ou aposentado, a atividade ocorre concomitante e automaticamente com o crédito do mundo real” (Bitgreen, 2024).

Figura 55 – *Website* da plataforma Bitgreen.



em entrevista
à crise rep

³²⁰ Acesso em: 30 ago. 2024.

³²¹ Mais informações sobre Polkadot em <https://polkadot.network/>, Acesso em: 30 ago. 2024.

ção própria). Em meio
em junho de 2023.

Fonte: <https://bitgreen.org/carbon>. Acesso em: 30 ago. 2024.

A Bitgreen possui, ainda, uma “*wallet*”³²², onde os tokens, de créditos de carbono e outros ativos, podem ser guardados, monitorados e transacionados (comprados, vendidos ou transferidos). Há também um “*marketplace*” para compra de tokens Bitgreen (<https://carbon.bitgreen.org/>, acesso em 30 Ago 2024.), com referência a três projetos que seriam a fonte dos créditos subjacentes. Dois certificados pela Gold Standard na área de energia: African Biogas Carbon Program, no Kênia, e Oromia Cookstove Distribution Project, na Etiópia; e um certificado pela Verra, do tipo REDD+, o *Shipibo Save the Forest*, no Peru.

Não se localizou na plataforma uma ligação evidente e clara entre os tokens de carbono e o registro dos *standards*, bem como não foram identificadas referências a documentos de MRV, ou sobre a distribuição de benefícios. Esse fato torna difícil a confirmação quanto à integridade (ambiental e social) dos créditos subjacentes e impede a verificação da não ocorrência de dupla contagem.

Considerando a limitação imposta pelo *standard* Verra, não está clara a forma que a ponte entre a plataforma de tokenização e o registro legado se articulam, de maneira que não se pode ter certeza de que a aposentadoria de um crédito tokenizado representará o encerramento do crédito no registro da Verra.

O processo de criação de conta exige uma etapa de identificação do tipo *Know your Customer* (KYC), que é gerenciada por uma terceira empresa, a Fractal (<https://web.fractal.id/>, acesso em 30 Ago 2024.). Esta utiliza a confirmação de conta por e-mail e por aposição de um endereço válido de uma *Wallet* cripto para criação de uma “identidade descentralizada” (ou *Web3 Identity*, que é outro caso importante de uso do blockchain).

- Moss (<https://mco2token.moss.earth/pt-br>)³²³

A brasileira Moss se apresenta como “o primeiro token de crédito de carbono do mundo”, noticiando a mobilização de R\$ 150 milhões de reais para projetos de

³²² Uma “*Wallet*” é uma carteira de criptoativos, destinada a guardar de forma segura ativos e moedas digitais de um investidor. É composta de *softwares* e/ou dispositivos físicos. Permite ao investidor transacionar diretamente na plataforma, sem interferência de uma corretora.

³²³ Acesso em: 30 ago. 2024.

preservação da Amazônia, representando 230 mil toneladas de carbono já compensadas, com ativos tokenizados nominados como MCO2. Com sede em São Paulo, afirma ser “auditado e certificado pelas maiores empresas do mundo” (Moss, 2024a) (Figura 56).

Figura 56 – Website da plataforma Moss.



Fonte: <https://moss.earth/pt-BR>. Acesso em: 30 ago. 2024.

A Moss afirma que seus créditos tokenizados são lastreados por créditos de carbono emitidos e registrados pelo Standard Verra. O *link* da plataforma para o [registro da Verra](#)³²⁴ demonstra que os créditos de lastro do token de carbono MCO2 são projetos de REDD+ na região amazônica, dentre eles centenas de milhares de créditos gerados no projeto “Fortaleza Ituxi”.

O projeto de REDD+ “Fortaleza Ituxi” é sediado na região de Lábrea/Boca do Acre, estado do Amazonas, no Brasil, e pertence ao paulista Ricardo Stoppe Junior³²⁵. Ele foi um dos alvos da Operação *Greenwashing*, deflagrado pela Polícia Federal em junho de 2024, por suposto esquema de venda ilegal de créditos de carbono lastreados em grilagem de terras da União e de Reserva indígena por meio de fraude em cartórios e corrupção (Vassallo, 2024). Como consequência, a Verra enviou uma notificação formal aos titulares do projeto, com o seguinte conteúdo:

³²⁴ Disponível em <https://registry.verra.org/mymodule/rpt/myRpt.asp?r=205&idSubAccount=9464>. Acesso em: 30 ago. 2024.

³²⁵ Também figuram como proponentes Janaina Dallan, Kyle Silon e Kaviraj Singh.

A Verra entende que a investigação da Polícia Federal Brasileira incluiu o projeto como parte da "Operação Greenwashing". As alegações e informações coletadas até o momento são novas para a Verra e levantam preocupações sobre a conformidade do projeto com as regras do Programa VCS. Esta carta serve como notificação formal de uma revisão de todas as avaliações de validação e verificação realizadas para o projeto até o momento (Verra, 2024) (tradução própria).

Entretanto, a Moss não faz qualquer referência ao fato, bem como não identifica eventuais créditos tokenizados que possam ter sido, eventualmente, atingidos pelo questionamento dos créditos de carbono subjacentes. Igualmente, o registro da Verra, mesmo tendo ciência da operação, mantém na listagem pública da subconta MCO2 todos os créditos do projeto "Fazenda Ituxi".

Para se descobrir o evento, houve a necessidade de se tomar inúmeras ações de exploração dos documentos do registro, encontrando-se um mero *link* ao documento supratranscrito – o que evidencia a fragilidade desse tipo de registro estático. Não fora encontrada no site da Moss nenhuma referência ao método utilizado para criar a ponte entre o registro legado do *standard* e a base de registro blockchain na plataforma.

O contexto acima descrito demonstra as fragilidades do mercado voluntário de carbono, por sua opacidade e interface pouco amigável, principalmente em relação a projetos privados. Isso evidencia a necessidade de soluções mais transparentes, com interligação resolvida entre os registros dos créditos de carbono subjacentes e os créditos tokenizados, sob pena de, na sombra da desconfiança, limitar o alcance do mercado.

O *white paper* disponível na plataforma, que poderia indicar as soluções propostas para aqueles elementos, especialmente quanto à originação e venda de créditos, apresenta-se apenas "em desenvolvimento (Standard Descentralizado de Carbono / Regen Network)" (Moss, 2024c) (tradução Própria).

- B4 Capital (<https://b4.capital/>³²⁶)

Outra iniciativa Brasileira é a B4, que se apresenta como "a primeira bolsa de ação climática", posicionando-se como *hub* para inúmeros "projetos de ação climática". Informam ter 18 milhões de toneladas de créditos de carbono sob

³²⁶ Acesso em: 30 ago. 2024.

custódia (B4, 2024) (Figura 57).

Figura 57 – Website da plataforma B4.



Fonte: <https://b4.capital/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

O site indica a possibilidade de originadores solicitarem a “listagem de créditos” na referida bolsa. Entretanto, no título “como listar ativos sustentáveis na B4” (<https://b4.capital/esg-assets/>, acesso em: 30 ago. 2024.), os links para “Registros dos Ativos Sustentáveis na Blockchain” e para “Listagem e Abertura de Mercado na B4” estão inoperantes (em agosto de 2024). Na subpágina “Indicadores / blockchain” (<https://b4.capital/blockchain-explorer/>, acesso em: 30 ago. 2024.), há acesso a dados gerais da plataforma, como “blocos criados”, “usuários” etc., bem como listagem de transações. Porém, não há qualquer referência ou comprovação de efetiva ligação dos tokens com os créditos subjacentes. Sobre essa questão, Luciana Vianna Pereira, advogada, afirma que

"O problema não é a tecnologia blockchain, mas a falta de interligação entre a informação da Vera [sic], por exemplo, com a de algumas plataformas de venda" (Lovisi, 11 set. 2023).

A empresa, além de criar uma “bolsa”, pretende analisar os registros dos créditos e aprovar sua entrada na plataforma, aparentemente pretendendo substituir-se aos *standards* e empresas validadoras de projeto (VVBs). Esse é o “ponto que mais assusta o mercado”, disse o jornalista Pedro Lovisi, em matéria na Folha de São Paulo. A reportagem destaca, ainda, a pouca experiência de seu fundador Odair Rodrigues, o qual vem do mercado blockchain e teria pouco conhecimento sobre ativos de carbono (Lovisi, 11 set. 2023).

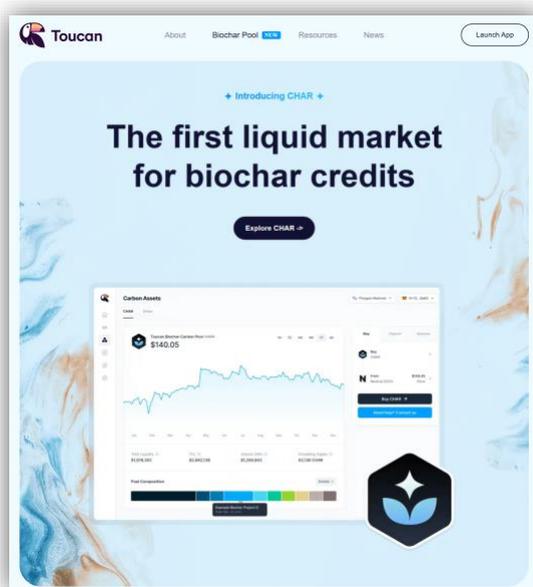
De fato, há pouca transparência e segurança quanto à origem dos créditos de

carbono tokenizados, não se tendo encontrado informações sobre a tecnologia, as regras, origens, *standards* adotados, documentos de monitoramento, territórios envolvidos e destinação dos recursos. Isso evidencia que o blockchain, por si só, não é capaz de oferecer mais segurança, confiabilidade e transparência do que a do crédito que dá origem ao token de carbono (conceito *garbage in, garbage out*).

- Toucan (<https://toucan.earth/327>)

Toucan fora citada anteriormente pelo pioneirismo na tokenização de créditos de carbono certificados pelo *standard* Verra, nominados como (BCT - *base carbon tonne*). As transações desse ativo BCT, baseado em projetos de REDD+, não são mais visíveis na página principal da plataforma (Figura 58).

Figura 58 – *Website* da plataforma Toucan.



Fonte: <https://toucan.earth>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Com as dificuldades no alcance de solução da ponte entre o registro do *standard* Verra e a base blockchain da Toucan e seus respectivos tokens (questão descrita anteriormente), a iniciativa mudou de eixo. Agora oferece sua infraestrutura para tokenização de “créditos de *biochar*” (junção das palavras inglesas *biomass* e

³²⁷ Acesso em: 30 ago. 2024.

charcoal – ou biomassa e carvão, constituindo-se em um tipo de carvão vegetal ativado triturado). Estes são créditos originados na redução de emissões³²⁸ de carbono na cadeia de transformação de biomassa por meio do *biochar*, com aproveitamento de resíduos vegetais. O biochar é criado por meio da pirólise, que é um processo de conversão térmica da biomassa em condições de pouco ou nenhum oxigênio, sendo utilizado tanto como combustível quanto como aditivo de solo³²⁹ (Lima, 2016, p. 13). Os créditos da plataforma são nominados como CHAR.

A plataforma noticia transações da ordem de US\$ 250 mil (portanto, ainda de baixo impacto), com cerca de 200 mil créditos aposentados, permitindo transações de créditos por meio de um “*carbon pool*” (agrupamento de gestão de ativos diversificados), que se interliga com diversos regimes *on-chain* de registro de créditos de carbono (*carbon bridge*). Está trabalhando sobre potencial ligação com registro do Gold Standard.

- Flowcarbon (<https://www.flowcarbon.com/blockchain-solutions>³³⁰)

A Flowcarbon, fundada em 2021, se apresenta como uma empresa voltada ao auxílio às corporações na gestão de um portfólio de créditos de carbono, desde o levantamento de financiamento e o processo de verificação e certificação, até a tokenização de créditos correspondentes. A plataforma, baseada em blockchain, funciona assessorando as empresas no cálculo de suas pegadas de carbono, auxiliando no caminho para promover o *offset* dessas emissões corporativas e na estruturação de produtos financeiros correspondentes (Figura 59).

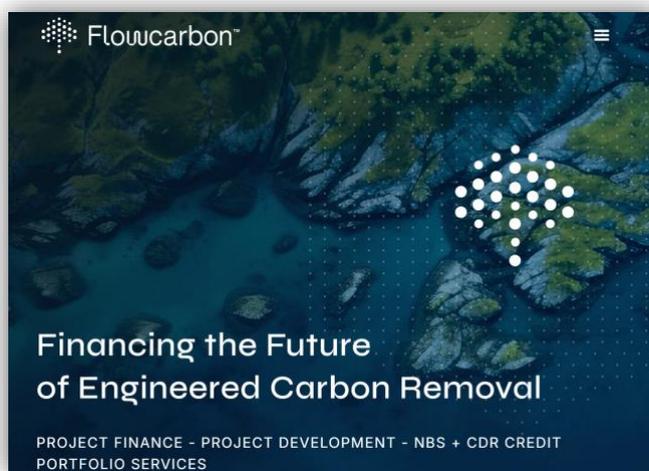
Também vem trabalhando com a Gold Standard, em agosto de 2024, para integração de seus processos de tokenização ao registro do referido *standard* – o que ainda se encontra, entretanto, na fase preparatória (*readiness phase*).

³²⁸ O mecanismo de redução de emissões se dá pelo fato de que “50 % do carbono da biomassa inicial é transformado em biocarvão, que permanecerá no solo por um período muito maior. Em contrapartida, 99% do carbono dos resíduos é emitido para a atmosfera se depositados naturalmente no solo”, explica Lima (2016, p. 17).

³²⁹ Conferir gráfico explicativo do funcionamento de um projeto de biochar em <https://www.sylvera.com/resources/biochar-ratings-framework>, Acesso em: 30 ago. 2024.

³³⁰ Acesso em: 30 ago. 2024.

Figura 59 – Website da plataforma Flowcarbon.

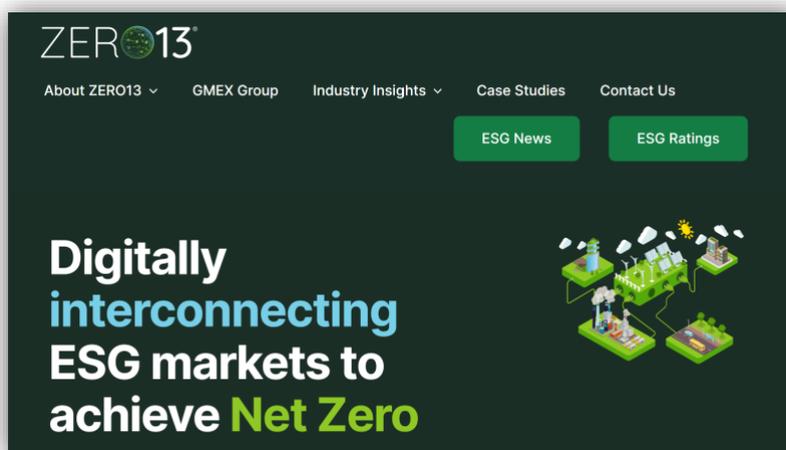


Fonte: <https://www.flowcarbon.com/blockchain-solutions>. Acesso em: 30 ago. 2024.

- Zero13 (<https://zero13.net>³³¹)

A Zero13, ligado ao grupo GMEX³³², apresenta-se como uma “*Platform-as-a-Service*” (PaaS) baseada em blockchain e inteligência artificial, promovendo um Hub agregador das fases de MRV, emissão, transação e liquidação de ativos de crédito de carbono (Figura 60).

Figura 60 – Website da plataforma Zero13.



³³¹ Acesso em: 30 ago. 2024.

³³² Conferir em <https://www.gmex-group.com/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Fonte: <https://zero13.net>. Acesso em: 30 ago. 2024.

Afirma contribuir para as metas de *Net Zero* corporativas combinando IA e blockchain para “restaurar a confiança [*trust*] nos mercados de créditos de carbono, endereçando *greenwashing*, dupla contagem, transparência de preço, silos verticais e fragmentação de mercado” (Zero13, 2024) (tradução própria). Promove, assim, a interoperabilidade, com a integração de *exchanges*, registros e custodiadoras de ativos em uma plataforma unificada (digitalização *end-to-end*).

Além de todos os exemplos apresentados neste tópico, inúmeras outras iniciativas utilizam o blockchain alegadamente para superar lacunas e falhas no mercado voluntário de carbono. Contudo, como visto, muitos deles herdaram equívocos e limitações do mercado legado (em especial de REDD+). De fato, acabam por criar uma nova camada em que a tecnologia serve apenas como distração daquilo que realmente importa: a integridade e robustez dos créditos. O que se consubstancia pela comprovação da utilização da melhor ciência, e a evidência de que os ativos, de fato, representam reduções/remoções de emissões; e por meio da justiça social, no sentido de que não promovem grilagem, não ferem direitos e garantem distribuição justa e equitativa de benefícios.

Algumas propostas apresentam robustas soluções blockchain *end-to-end* (holísticas e integradas, incluindo D-MRV, registro, tokenização e transação), que se articulam com outras tecnologias, como inteligência artificial. Estas encontram-se um passo à frente das propostas que buscam a tokenização direta (e muitas vezes apressada), que são implantadas sem considerar a integridade de todo o ecossistema.

4.3.4 Perspectivas Legais do Mercado Voluntário de Carbono no Brasil

Pretende-se, a seguir, apresentar um contexto geral das referências legais e normas incidentes nas transações voluntárias de créditos de carbono REDD+ Jurisdicional no Brasil. Isso, em um contexto de transição, considerando as lacunas existentes na legislação e a tramitação de projeto de lei com essa temática.

Primeiramente, deve-se destacar que o Mercado Voluntário de Carbono REDD+ no país é majoritariamente não regulado. O Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre pode ser descrito como uma forma de regulação

parcial, na origem, referente a ativos representativos de redução de emissões gerados na jurisdição. Dessa forma, o Estado exerceu sua competência constitucional comum em matéria ambiental (art. 24, VI, Constituição da República³³³).

Nesse sentido, como visto no Capítulo 2, o Estado do Acre criou, em 2010³³⁴, seu sistema de pagamento por serviços ambientais, o SISA, o qual estabelece regras e procedimentos para geração de créditos de carbono REDD+ jurisdicionais. O art. 39 da lei do SISA (Lei Estadual nº 2.308, de 2010³³⁵) autoriza o Estado, por si ou por meio de sua administração indireta (a CDSA), a alienar os créditos, devidamente certificados, gerados pelo Sistema, inclusive (e destacadamente) os de emissões evitadas por desflorestamento (REDD+), conforme a seguir transcrito:

Art. 39. Fica o Estado autorizado, por si ou por meio de sua administração indireta, a alienar créditos decorrentes de serviços ambientais e produtos ecossistêmicos vinculados à titularidade do Estado, desde que devidamente reconhecidos ou certificados, tais como:

I - emissão evitada de carbono em florestas naturais e reflorestamento de áreas degradadas ou convertidas para uso alternativo do solo, vinculada a subprogramas, planos de ação e projetos do Programa ISA Carbono, nos termos da legislação em vigor;

II - redução de emissões de gases de efeito estufa no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima; e

III - outros mecanismos e regimes de mercado de comercialização de créditos ou outros ativos baseados em serviços ambientais e produtos ecossistêmicos, inclusive os mercados de redução de emissões de gases de efeito estufa. (Acre, 2010b)

O § 1º³³⁶ do art. 39 da citada lei estadual estabelece, ainda, que esses ativos podem ser transacionados tanto em bolsas (*exchanges*) quanto no mercado de

³³³ Art. 24. Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre: [...] VI - florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;

³³⁴ O Estado do Acre, como visto no Capítulo 2, criou sua norma do SISA antes da normatização do tema tanto em nível nacional (que somente veio, parcialmente, em 2012, com o Código Florestal) quanto em nível internacional (o que somente ocorreu em 2015, como o Acordo de Paris). Naquele contexto, Nepstad (2012, p. 101) destacou: “em vez de esperar que um tratado internacional sobre o clima ou um novo mecanismo de REDD+ seja adotado através de negociações internacionais, os estados e províncias dos trópicos estão avançando com esforços para criar programas de REDD+ de alta qualidade e vinculá-los a sistemas emergentes de cumprimento de GEE, como o programa de *cap-and-trade* de GEE que está sendo implementado na Califórnia” (tradução própria).

³³⁵ Disponível em Acre (2010b) (<http://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>). Acesso em: 30 ago. 2024.

³³⁶ “Art. 39. [...] § 1º Os créditos referidos no *caput* poderão ser alienados em Bolsas de Valores, Mercadorias e de Futuros e entidades administradoras de mercados de balcão organizado, autorizadas a funcionar pela Comissão de Valores Mobiliários – CVM, no Mercado Brasileiro de Reduções de Emissões (MBRE) ou em outros mercados nacionais ou internacionais que respeitem a legislação nacional e internacional em vigor”, conforme estabelecido na Lei Estadual nº 2.308/2010, por Acre (2010b).

balcão (*over-the-counter*) autorizados pela CVM (nos casos de uso em que se configurar uma securitização); ou ainda “em outros mercados nacionais ou internacionais que respeitem a legislação nacional e internacional em vigor”, de forma que, em termos gerais, transação de créditos de carbono jurisdicionais, inclusive tokenizados, estão legalmente acobertados pela legislação estadual, que se encontra, por ora, coadunante com a norma federal.

Em termos nacionais, o Código Florestal Brasileiro apresenta apenas contornos legais básicos sobre o tema, a começar pela natureza jurídica do crédito de carbono, prevista no inc. XXVII do seu art. 3º, que o conceitua como “título de direito sobre **bem** intangível e incorpóreo **transacionável**” (Brasil, 2012) (grifo nosso). Dessa forma, desde logo, verifica-se que, juridicamente, o Brasil reconhece a transacionabilidade do crédito de carbono (ao prever legalmente o ativo como “bem transacionável”).

Complementarmente, o *caput* do art. 41, e seu inc. I “a”, do Código Florestal, prevê um programa nacional de incentivo à conservação do meio ambiente fulcrado no pagamento ou incentivo, como retribuição monetária ou não, a atividade de sequestro, conservação, manutenção e aumento do estoque e diminuição do fluxo de carbono – que é o conceito de REDD+ (porém, sem se utilizar o nome próprio).

O § 5º do supracitado art. 41 estabelece, ainda, que o programa previsto no *caput* do artigo deve “integrar os sistemas em âmbito nacional e estadual, objetivando a criação de um mercado de serviços ambientais” (Brasil, 2012). Essa previsão legal nacional reforça dois pontos fulcrais em relação à legitimidade jurídica do SISA para normatizar e viabilizar a transação de créditos de carbono jurisdicionais gerados pelo sistema estadual. Em termos de sua condição de convergência perante a legislação federal, podem ser assim sintetizados:

1) Há previsão legal do governo federal integrar as iniciativas de REDD+ jurisdicionais estaduais ao programa nacional, não se podendo criar, por decisão da União, obstáculos irrazoáveis a esses programas³³⁷;

³³⁷ O Supremo Tribunal Federal (STF) tem reiteradamente decidido que, na interpretação sobre competência constitucional concorrente, deve prevalecer, em regra, posicionamento que não tolha a competência que detêm os entes menores. O STF tem explicitado que “a limitação da competência legislativa suplementar (uma lei do ente maior – federal – que limita a ação legislativa ao ente menor – Estados e Municípios) somente pode ocorrer se a eventual lei de ente maior indicar, de forma clara,

2) A Lei Federal reconhece que esses programas estaduais formam “um mercado de serviços ambientais” articulado e convergente nos níveis federal e estadual, onde os ativos de serviços ambientais podem ser transacionados.

Esses dois elementos, extraídos do citado § 5º do art. 41 do Código Florestal, coordenados com o conceito de crédito de carbono como título “transacionável” previsto no inc. XXVI do art. 3º (todos do Código Florestal), evidenciam a efetiva possibilidade legal dos estados federados atuarem no mercado voluntário de carbono REDD+³³⁸. Isso, transacionando ativos gerados em seu sistema, podendo regular o tema no nível regional, no exercício de sua competência constitucional concorrente³³⁹.

Aquele é, como dito anteriormente neste capítulo, o posicionamento do Fórum de Procuradores de Estado de Meio Ambiente da Amazônia Legal (Fopema), que se manifestou no sentido de “ser juridicamente viável a participação dos estados subnacionais em mercados voluntários e regulados” de REDD+, quando a transação não exigir “ajuste correspondente” (das Neves, 2024, p. 28).

Há, contudo, no momento, a tramitação de Projeto de Lei (PL)³⁴⁰ no Congresso Nacional que discute, principalmente, a criação do Sistema Brasileiro de

adequada, necessária e razoável, que os efeitos de sua aplicação devem justificadamente excluir a disciplina do ente menor (*clear statement rule*”, descrevem Lopes, das Neves e Frederighi (2020, p. 26).

³³⁸ Nesse contexto, lembra-se que o art. 7, § 2, do Acordo de Paris reconhece que a adaptação à mudança do clima é um desafio global, devendo ser enfrentada por todos os níveis governamentais, inclusive subnacionais. Referido acordo, na condição de tratado internacional de direitos humanos, ingressa no sistema jurídico brasileiro na condição de suprallegalidade, conforme julgamento do STF na ADPF 708, de forma que a interpretação das normas ambientais nacionais de mudanças climáticas dever ocorrer (também) sob ótica de sua aderência ao Acordo de Paris.

³³⁹ Lopes, das Neves e Frederighi (2020, p. 25), citando votos na ADI 4060-SC, destacam que o Ministro Luiz Fux sustentou, naquela ação declaratória, a dinamicidade do regime federativo, tendo o Ministro sustentado que ocorre uma “tensão latente” entre “centralização e descentralização” em termos da competência legislativa, mas que a “regra geral” é a liberdade para que os Estados façam “suas escolhas institucionais e normativas” com relativa liberdade, de forma a não se limitar seu “espaço de autonomia”. Ainda segundo Lopes, das Neves e Frederighi (2020, p. 25), o Min. Gilmar Mendes, naquela ação, sustenta posição semelhante (com base na doutrina de Konrad Hesse), no sentido de “que a União não deve fazer uso de sua competência normativa geral ‘de forma exaustiva’, devendo, ao contrário, ‘deixar competência substancial para o estado-membro’. Dessa maneira, entende o citado ministro, que o STF deve limitar ‘essa exaustão na legislação federal que acaba por coarctar a criatividade no âmbito estadual”.

³⁴⁰ Na primeira passagem pelo Senado Federal, relatado pela Senadora Leila Barros, tramitou como PL de nº 412/2022. Aprovado e enviado à Câmara dos Deputados, foi apensado ao PL nº 2.148/2015 (que agregara outros projetos correlatos: PL nº 7.578/2017, PL nº 10.073/2018, PL nº 5.710/2019, PL nº 290/2020, PL nº 528/2021, PL nº 4.088/2021, PL nº 412/2022, PL nº 155/2023, PL nº 4.290/2023 e PL nº 5.157/2023). Após aprovação na Câmara, com alterações, retornou ao senado, passando a tramitar como PL nº 182/2024.

Comércio de Emissões (SBCE). Trata-se de um mercado regulado de carbono (ETS) do tipo *cap-and-trade* – e que pretende regular, secundariamente, o mercado voluntário de ativos de carbono do tipo REDD+, como o SISA. Tal pode afetar a capacidade, a forma e a extensão em que estados subnacionais brasileiros podem atuar no setor.

O PL nº 412/2022 (atual PL 182/2024), relatado pela Senadora Leila Barros e aprovado pelo Senado em 2023 (na primeira passagem do tema pela casa), além de tratar centralmente do ETS brasileiro, decidiu também, secundariamente, trazer novos (em relação ao Código Florestal) conceitos sobre créditos de carbono e de REDD+. Estabeleceu, ainda, o conceito de mercado voluntário de carbono (Figura 50). Diante de um primeiro relatório, ainda no Senado, desfavorável aos programas jurisdicionais, os estados amazônicos, articulados em torno do Consórcio Interestadual de Desenvolvimento Sustentável da Amazônia Legal³⁴¹, promoveram um movimento político, técnico e jurídico para intervenção no processo legislativo.

Naquela primeira passagem pelo Senado, o relatório final³⁴² da Senadora Leila Barros preservou a possibilidade de transação de créditos de carbono REDD+ jurisdicional pelos estados. Previu-se, no art. 42 que “os **créditos de carbono poderão ser ofertados voluntariamente** por qualquer pessoa física ou **jurídica**, a partir de projetos ou **programas**³⁴³ que impliquem **redução** ou remoção de gases de efeito estufa” (Barros, 2023, p. 45) (grifos nossos).

A proposição central do supracitado projeto de lei, para criação de um mecanismo *cap-and-trade* no Brasil é, de fato, necessária. A iniciativa legislativa é reconhecida como um passo importante para a criação de instrumentos jurídicos e econômicos que viabilizem efetivamente um mercado de reduções de emissões no Brasil, com adequada precificação do carbono (no caso, principalmente no setor industrial).

Entretanto, nesse contexto, o fato de se buscar regular também o mercado

³⁴¹ O Consórcio “Amazônia Legal” é constituído pelos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins, tendo sido instalado formalmente em 2019, com base na Lei Federal nº 11.107/2005. Mais informações em <https://consorcioamazonialelegal.portal.ap.gov.br/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁴² Disponível em <https://bit.ly/pl412>. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁴³ Superando-se limitação contida no primeiro relatório da Senadora, o qual mencionava apenas “projetos”, o que permitia a interpretação, a *contrario sensu*, de impossibilidade de transação por Programas Jurisdicionais.

voluntário florestal no mesmo PL tem trazido muita confusão. Isso decorrente, em grande parte, pela dificuldade dos legisladores em compreender o tema, que é complexo, bem como em razão da ação de *lobbies* setoriais (principalmente do agronegócio e de originadores de projetos privados).

O relatório do projeto de lei, como inicialmente aprovado no Senado, de autoria da senadora Leila Barros, havia alcançado um equilíbrio adequado entre iniciativas públicas (jurisdicionais) e iniciativas de projetos privados (das Neves, 2024, p. 26). Contudo, o tema sofreu mudanças na Câmara, com baixa qualidade técnica (e muito interesse setorial).

Figura 61 – Cartografia do Conteúdo Regulado no Projeto de Lei do SBCE (PL nº 182/2024)



Fonte: Produção Própria.

Após a aprovação pelo plenário do Senado quanto ao conteúdo do PL 412/2022, a proposta legislativa foi submetida à Câmara dos Deputados, passando a

tramitar apensado ao PL nº 2.148/2015, agora sob relatoria do Deputado Federal Aliel Machado. Com grande influência do setor agrário, o PL sofreu inúmeras alterações, criando potenciais incertezas quanto à forma de acesso dos sistemas jurisdicionais ao mercado, tanto voluntário quanto regulado, destacadamente quanto à questão de limitação a mercados futuros.

O Relatório Final na Câmara³⁴⁴ foi votado em dezembro de 2023 e enviado para nova avaliação do Senado em 2024. Nos termos relatados por Machado, mantém a possibilidade de abordagem de mercado para programas jurisdicionais de REDD+ (art. 2º, inc. XXVII, PL nº 2.148/2015). Todavia, previu-se a possibilidade de exclusão de propriedade privada de “qualquer potencial gerador de crédito de carbono”, por meio de simples comunicação escrita ao Conselho Nacional de REDD+ (CONAREDD+).

Por consequência, a redação daquele inciso XXVII do art. 2º do PL veda “qualquer espécie de venda antecipada ou promessa de venda relativa a créditos de carbono jurisdicionais de redução de emissões ou remoção de GEE referentes a período futuro”³⁴⁵ por parte dos sistemas jurisdicionais (Machado, 2023, p. 8). Isso não impede, por exemplo, a tokenização de créditos de carbono (porque já gerados), mas retira um modelo padrão do mercado para transação de grandes volumes em relações jurídicas de longo prazo – os *Emissions Reduction Purchase Agreements* (ERPAs), eventualmente voltados a promessa de compra futura.

No início de agosto de 2024, o presidente do Senado Federal, Rodrigo Pacheco (PSD/MG), afirmou que a Senadora Leila Barros (PDT/DF) reassumirá a relatoria do projeto de lei do SBCE (agora PL nº 182/2024). Segundo o presidente, “a Leila (Barros) avançou bastante no texto, não só aquele que havia sido aprovado no Senado, mas com o texto aprovado na Câmara”. Tendo-se, então, marcado uma reunião entre os relatores do Senado e da Câmara para se tentar buscar um texto em comum (Estadão, 6 ago. 2024), o que não ocorreu até a finalização deste

344

Disponível

em

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2384981&filename=Tramitacao-PL%202148/2015. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁴⁵ A previsão relaciona-se com o receio de proprietários privados de que as Jurisdições acabem por vender créditos referentes às propriedades privadas. Uma solução mais eficaz, seria a previsão de contingenciamento de créditos na contabilidade da Jurisdição, até a geração do projeto em nível de projeto.

trabalho acadêmico.

Pelo menos até o estabelecimento definitivo, por lei, das regras nacionais do acesso aos mercados voluntários por parte dos programas e sistemas jurisdicionais de REDD+, permanecem válidas as previsões legais estaduais. Tal circunstância, no caso do Estado do Acre, significa pleno desenvolvimento e geração de créditos no nível estadual, transacionáveis em mercados voluntários e regulados (que não exijam ajuste correspondente) – o que pode permanecer viável, a depender do que restar normatizado em nível federal.

Assim, após a eventual aprovação da lei do SBCE (com as regras para o mercado voluntário REDD+), novos estudos e análises, de caráter mais completos, deverão ser desenvolvidos para se identificar o impacto para o acesso das iniciativas jurisdicionais ao mercado voluntário de carbono. O que não é possível na condição atual de ausência de uma definição do debate legislativo.

Complementarmente, pelo lado da tecnologia blockchain, a Lei nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022³⁴⁶, estabeleceu regras para prestadoras de serviços de “ativos digitais” (basicamente, referindo-se a criptomoedas, em especial o Bitcoin), cujo funcionamento passou a ser possível somente mediante autorização do Banco Central (de acordo com o Decreto Federal nº 11.563, de 13 de junho de 2023³⁴⁷). Com foco preponderantemente na regulação da prestação de serviço de corretagem, houve adaptação da legislação para prever crimes de fraude e lavagem de dinheiro com a utilização desses ativos.

Referida legislação aponta a obrigação de autorização prévia do Banco Central para o funcionamento de prestadoras de serviços de ativos virtuais. Para efeito da lei, considera-se ativo digital “a representação digital de valor que pode ser negociada ou transferida por meios eletrônicos e utilizadas para pagamento ou com propósito de investimento”, conforme art. 3º da Lei supracitada (Brasil, 2022).

Por outro lado, os incisos I a IV do citado artigo preveem que **não são incluídos** no conceito da lei para “ativos digitais”, os seguintes tipos:

³⁴⁶ Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/14478.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

³⁴⁷ Disponível em https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2023-2026/2023/Decreto/D11563.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

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 (Brasil, 2022) (grifo nosso).

Assim, em princípio, a legislação seria aplicável somente às criptomoedas, pois, de acordo com os incisos acima, por exemplo, os tokens de utilidade (*utility tokens*), previstos no inc. III, e os tokens referenciados a ativos (*asset-backed token*), previstos no inc. IV, seguiriam legislação própria em separado.

Além, estabeleceu-se no já citado Projeto de Lei do SBCE em trâmite no Senado (PL 182/2024) que, em regra, os créditos de carbono REDD+ **não** serão valores mobiliários quando utilizado no mercado voluntário (portanto não estariam sujeitos à Lei nº 6.385, de 1976). Por consequência, não se submetendo às regras estabelecidas pela Comissão de Valores Mobiliários (CVM). Tal somente ocorreria se os créditos de carbono forem internalizados no SBCE (o sistema *cap-and-trade* que se propõe criar com a lei), por meio da homologação, pelo órgão gestor do sistema, da metodologia de originação dos créditos do mercado voluntário.

Por outro lado, não se pode deixar de destacar que, em padrões internacionais, para se qualificar ou não um ativo como "valor mobiliário", frequentemente se recorre ao "*Howey Test*" (caso SEC v. W. J. Howey Co na Suprema Corte Americana³⁴⁸). Este teste estipula que o ativo a transacionar, acaso cumpra determinados critérios, é necessariamente considerado "*security*" (valor mobiliário) e, nesse contexto, submete-se à regulação deste tipo de ativo. São, em síntese, os critérios do teste: que haja um investimento monetário; que se tenha expectativa de retorno financeiro futuro (lucro); que se realize investimento em um esforço coletivo; e se busque lucros oriundos dos esforços de um "promotor" ou "terceiro" (Telpner, 2018, p. 42) (SEC).

³⁴⁸ SEC v. W.J. Howey Co., 328 U.S. 293 (1946) ("Howey"). Disponível em <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/328/293/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

As transações no mercado voluntário de carbono de REDD+ jurisdicional, no modelo preponderante atual (contratos bilaterais de alto volume) não satisfazem tais critérios. Por outro lado, a questão de identificação se os créditos de carbono são "valores mobiliários", mesmo se a supracitada previsão legal do PL no Congresso Brasileiro permanecer na redação final (de não caracterização do crédito de carbono no mercado voluntário como *security*), exige, ainda assim, uma análise em relação a uma série de aspectos circunstanciais da transação (por sua potencial caracterização como valor mobiliário), a depender do modelo de negócio criado, a forma de contratação, a expectativa promovida pelas partes, a maneira como é feita sua divulgação (como é feito o *marketing* e o que se promete) e a finalidade de uso pretendida, dentre outros elementos. O que é especialmente importante caso decida-se pela tokenização do crédito de carbono no âmbito das iniciativas estaduais de REDD+.

Complementarmente, pelo lado normativo, uma preocupação relevante, do ponto de vista dos legisladores e reguladores, deve ser o conceito de neutralidade e a possível adoção de uma abordagem agnóstica³⁴⁹, considerando o risco de, ao se criar regras para o setor, impedir-se o pleno desenvolvimento do potencial da tecnologia blockchain³⁵⁰.

Embora as autoridades reguladoras possam ser neutras em termos tecnológicos (o conceito de "mesmo negócio, mesma atividade, mesmo risco"), poderão passar a ser agnósticas em termos tecnológicos (uma vez que tecnologias diferentes podem gerar riscos diferentes) (Bains, 2022) (tradução própria)

A CVM, em seu laboratório de inovação (uma espécie de *sandbox* regulatório³⁵¹), tem discutido com os setores³⁵² que pretendem ingressar no mercado

³⁴⁹ "Ao adotarem uma abordagem tecnologicamente agnóstica, as autoridades podem trabalhar com os participantes no mercado para melhor compreenderem os pontos fortes e fracos dos diferentes mecanismos de consenso e onde poderão existir vantagens comparativas no fornecimento de diferentes produtos e serviços financeiros (por exemplo, pagamentos, emissão de dívida/capital, gestão da cadeia de abastecimento, registo de atividades)" (Bains, 2022, p. 18) (tradução própria).

³⁵⁰ "Se a legitimidade é um pré-requisito para a adoção generalizada, os reguladores têm o poder de afetar significativamente a adoção de uma determinada rede blockchain, criando regulamentação que facilitará ou dificultará a utilização da rede pelas instituições existentes, afetando consequentemente a confiança que as pessoas poderão depositar na tecnologia", sustentam Mannan, Reijers e de Filippi (2020, p. 8) (tradução própria).

³⁵¹ "Quando uma proposta baseada num determinado tipo de DLT está pronta a entrar no mercado, os ambientes de teste regulamentares e os ambientes de teste digitais podem permitir que as autoridades compreendam melhor os benefícios e riscos específicos, promovendo assim a inovação e

regulado de carbono (seja como SBCE, seja de tokens como valores mobiliários – portanto, para investimentos), combinando abordagens “*wait-and-see*”³⁵³ (aguarde-e-veja) e “*test-and-learn*” (teste e aprenda). A CVM promove regulações ocasionais, o que pode lhe dar tempo para realizar análises de custo-benefício e aprender com essas novas tecnologias (melhor entendendo riscos e benefícios). Isso permitiria ainda que os reguladores desenvolvessem regras robustas e, ao mesmo tempo, suficientemente flexíveis para um contexto em que a tecnologia se desenvolve rapidamente³⁵⁴ (Bains, 2022, p. 17–18; Telpner, 2018, p. 54).

As descrições de atuação da CVM são ilustrativas do contexto regulatório, mas, em princípio, tendem a não ser a realidade do modelo de transação de créditos de carbono REDD+ jurisdicional no mercado voluntário. Estes utilizam um modelo bilateral de contrato de compra e venda de reduções de emissões (ERPA).

Dessa sorte, por todo o contexto apresentado anteriormente neste capítulo, pode-se afirmar que o blockchain teria, no curto prazo, espaço mais seguro em casos de uso do tipo D-MRV, como *escrow account* por meio de *smart contracts*, ou em modelos de ponta-a-ponta (*end-to-end*), submetendo-se no Brasil, às regras para o mercado voluntário de carbono previstas nos sistemas estaduais, ou ainda em eventuais regras nacionais, que permanecem em debate no Congresso Nacional, por meio do PL nº 182/2024 – de forma a, em princípio, não se incidir, nesses casos, as regras e normas do mercado de valores imobiliários (*security*).

atenuando simultaneamente os perigos para a estabilidade financeira, a integridade do mercado e a proteção dos consumidores”, diz Bains (2022, p. 18) (tradução própria).

³⁵² “A colaboração entre os setores público e privado poderá permitir que as autoridades acompanhem melhor a evolução do mercado e assegurem o desenvolvimento de modelos de negócio com conformidade no domínio dos serviços financeiros”, destaca Bains (2022, p. 17) (tradução própria).

³⁵³ “abordagem gradual e atenta pode potencialmente encontrar o equilíbrio certo entre uma ação prematura e uma ação demasiado tardia para evitar danos”, alerta Telpner (2018, p. 50).

³⁵⁴ Telpner (2018, p. 10) acrescenta que “se os reguladores já não tiverem a capacidade de regular o próprio código, podem, em vez disso, afirmar um controle crescente sobre os utilizadores de serviços dentro do seu alcance jurisdicional”.

CONCLUSÕES

Ao longo deste trabalho buscou-se descrever eventos históricos e analisar criticamente estruturas e mecanismos econômicos, tecnológicos e jurídicos voltados à criação de instrumentos de precificação do carbono, com a sua consequente internalização nas cadeias de produção e consumo. Utilizou-se como caso referencial a potencial adoção da tecnologia blockchain no mercado voluntário de carbono do tipo REDD+ Jurisdicional, no âmbito do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre.

Em tal contexto, identificou-se que a promoção de meios efetivos, seguros, credíveis e em escala, voltados à promoção de incentivos econômicos para redução do desmatamento, é uma tarefa coletiva relevante e complexa e, ao mesmo tempo, objetivamente necessária e urgente – considerando os efeitos sistêmicos e de longo prazo em caso de eventual inação das comunidades internacional, nacional e regional sobre essa questão do aquecimento global.

Evidenciou-se que os compromissos de mitigação climática vinculados à incentivos para redução de desmatamento são fundamentais para cumprimento dos compromissos assumidos no Acordo de Paris. Entretanto, sua implementação exige superação de inúmeros desafios, tais como o alcance de difíceis consensos políticos em um mundo polarizado, a criação de mecanismos econômicos apropriados e o estabelecimento de normas adequadas e suficientes, que levem em consideração legítimos interesses dos diversos atores. Além disso, é necessário equacionar modelos de negócio eficientes, promover tecnologias robustas e estabelecer padrões, registros e metodologias que comprovem resultados concretos, mensuráveis e verificáveis – buscando sempre o menor custo de transação possível. Tais desafios não são triviais.

Nessa perspectiva, a pesquisa realizada permite formular os seguintes tópicos contextuais conclusivos, representativos da interpretação das variáveis relacionadas aos objetivos geral e específicos da tese:

- 1) Constatou-se que a dificuldade de unificação das agendas de clima e de proteção florestal no âmbito internacional, especialmente devido às divergências entre países desenvolvidos e em desenvolvimento sobre o papel das florestas tropicais no contexto (vistas inicialmente apenas na perspectiva da conservação da biodiversidade), resultou em atrasos na construção de mecanismos de incentivo à

redução do desmatamento e sua integração nas estratégias de mitigação do clima, com enormes custos ambientais e sociais, especialmente para o Brasil e a Amazônia.

2) Demonstrou-se que o Brasil e outros países com grandes florestas opuseram-se, por décadas, à criação de mecanismos internacionais que impusessem metas obrigatórias de redução de desmatamento, sob o argumento de risco à soberania nacional, de responsabilidades climáticas históricas maiores dos países centrais, e em evocação ao direito de exploração econômica dessas regiões. Tal circunstância, aliada a limitações de ordem técnica e científica na criação de metodologias de mensuração da redução de desmatamento, resultou na entrada em vigor do Protocolo de Quioto limitada a incentivos à reflorestamento e florestamento, excluindo-se o desmatamento evitado – representando uma perda de oportunidade histórica para o Brasil.

3) Após o fracasso da inclusão, no Protocolo de Quioto, de mecanismo de incentivo econômico ao desmatamento evitado, cientistas, diplomatas, empreendedores públicos, técnicos, movimentos sociais e ambientalistas promoveram avanços para estruturação de uma resposta inovadora para a questão. Isso resultou na emergência do REDD+ como mecanismo de pagamento por resultados que valoriza a conservação florestal. O REDD+, especialmente em nível jurisdicional, exige estabelecimento de linhas de base confiáveis, mecanismos robustos de medição, reporte e verificação (MRV). Evidências de adicionalidade e permanência, com promoção de participação social na governança e repartição equitativa de benefício com comunidades tradicionais e povos indígenas também são exigidos, sob pena de não se alcançar a credibilidade necessária para recebimento de recursos vinculados a resultados de redução de emissões por desmatamento e degradação florestal.

4) Os Estados subnacionais, a exemplo do Estado do Acre, desempenharam papel fundamental na consolidação do REDD+ Jurisdicional como alternativa para proteção das florestas. Houve a demonstração de que abordagens regionais podem servir como laboratórios úteis de políticas públicas inovadoras, influenciando e moldando negociações e práticas globais. A abordagem jurisdicional de geração de créditos de carbono REDD+ oferece escala e maior integridade ambiental e social aos ativos, representando vantagens em relação a projetos privados isolados, os quais têm importância como iniciativas complementares. As iniciativas privadas,

estaduais e nacionais de REDD+ devem se integrar contábil e metodologicamente, por meio de aninhamento robusto.

5) A abordagem jurisdicional em nível subnacional tem grandes desafios. Entre eles, destacam-se a coordenação integrada de políticas públicas, a organização de governança multinível, a garantia de efetividade dessas políticas e a efetiva promoção da participação de comunidades tradicionais e indígenas no processo de gestão, objetivando à repartição justa e equitativa de benefícios. Além disso, há críticas quanto à possível tutela, pelo estado, dos interesses de atores privados no mercado de carbono, o que poderia representar um retrocesso nos direitos de autogovernança alçados por comunidades tradicionais e indígenas em seus territórios. Por outro lado, considerando a complexidade do mercado e os altos custos de transação, a abordagem jurisdicional é, potencialmente, o meio mais seguro e viável para que tais agrupamentos acessem, efetivamente, financiamento climático do tipo REDD+.

6) A história do Acre, intimamente relacionada com a floresta, foi marcada pelos ciclos da borracha e pela luta dos seringueiros, os quais, articulados com movimentos ambientalistas internacionais, contribuíram para construção de uma identidade cultural ambientalista. Isso facilitou a projeção de líderes e expoentes simbólicos de proteção da floresta, como Chico Mendes. Essa identidade também viabilizou a constituição de consensos políticos para implantação de políticas públicas de desenvolvimento sustentável, permeadas pelo conceito de “Florestania”, ao longo das décadas de 2000 e 2010. Essas políticas, inclusive a criação do SISA, foram financiadas pelo próprio estado, principalmente por meio de empréstimos junto a bancos de desenvolvimento nacional e internacionais, representando o enorme custo relativo ao estado. Todavia, para além da iniciativa REM/KFW, a demora em se constituir fontes de financiamento complementares, em escala e velocidade necessárias para gerar resultados econômicos e sociais para as políticas sustentáveis promovidas pelo estado, resultou em questionamentos da sociedade quanto ao modelo econômico e quanto à validade daquela decisão estratégica, com potencial redirecionamento do eixo político. A década de 2020 é decisiva nesse aspecto, considerando a pressão de cadeias produtivas tradicionais (*business as usual*) na região, que desafiam o histórico de florestania do Estado. Eventual falha em se obter financiamento climático em volumes compatíveis com os desafios de transição sustentável e proteção da floresta resultará em reais riscos de reversão

ambiental, com consequente aumento de desmatamento e ineficiência dos esforços promovidos nas décadas anteriores.

7) O Estado do Acre foi pioneiro e criador do primeiro sistema Jurisdicional de REDD+. O SISA serviu como um integrador de políticas de “valorização do ativo ambiental florestal”, sendo concebido como um modelo abrangente e participativo. Este sistema associa diversas ações e políticas setoriais de promoção de desenvolvimento de baixas emissões, lideradas por empreendedores públicos e apoiada por múltiplas organizações. A articulação entre atores locais, nacionais e internacionais foi essencial para a existência e inovação da legislação acreana. Esta influenciou diretamente legislações de outros estados brasileiros e até em nível federal, a exemplo do Código Florestal. O SISA, como referência de iniciativa jurisdicional, apresenta ao menos três lições aprendidas no seu processo de criação: a) desenhar os sistemas a partir dos problemas, lacunas e falhas institucionais, científicas e metodológicas, de forma a criar mecanismo de precificação do carbono credível por todos os atores envolvidos; b) a busca pelo estado da arte no conhecimento disponível, utilizando-se de redes de apoio local, nacional e internacional, de forma a se desenvolver governança e instrumentos social e cientificamente robustos; c) garantir processos participativos por todo o caminho de criação do sistema jurisdicional, com transparência e heterogeneidade de públicos, de forma a viabilizar a legitimidade social, econômica e política da iniciativa, o que aumenta a sua resiliência e durabilidade.

8) A Lei do SISA (de nº 2.208/ 2010) estabeleceu uma estrutura legal e institucional robusta e credível. Sua governança endereça questões essenciais de regulação (IMC), mercado (CDSA), participação social (CEVA) e integridade metodológica (Comitê Científico). Demonstra, ao longo de sua implantação, resiliência organizacional e legitimidade social decorrente da transparência e da inclusão dos potenciais beneficiários no ciclo decisório do Sistema. A extinção e posterior restauração do IMC em 2019, diante de mudanças políticas estruturais no Estado, evidencia a força da institucionalização promovida pela lei e a importância do financiamento climático internacional. Também ilustra a necessidade permanente de se auxiliar os governantes do Estado, em especial ao governador, a reconhecerem os benefícios do REDD+, objetivando a manutenção dos compromissos históricos de proteção da floresta.

9) A “confiança” (*trust*), historicamente promovida por “terceiros confiáveis”

(governos, bancos, cartórios etc.), é um elemento central para o funcionamento e eficiência da economia moderna. Essa confiança facilita as trocas e aumenta a confiabilidade na realização de acordos que, de outra forma, seriam inviáveis ou muito arriscados, em razão de desconfianças mútuas. O blockchain potencialmente reconfigura essa dinâmica fundamental da economia contemporânea, ao deslocar a necessidade de “confiança” centralizada (mútua ou de terceiros) para uma tecnologia de registro (livro-razão) distribuído e descentralizado. Nele, nenhuma entidade controla a rede, e as regras são claras e pré-determinadas em códigos. Assim, a “confiança”, em vez de advir de autoridades centrais, emerge da utilização de um algoritmo composto por técnicas criptográficas, onde cada bloco de dados é vinculado ao anterior, por meio de assinatura digital inviolável. Essa tecnologia robusta garante a imutabilidade (é à prova de adulteração) da informação, o que permite sua total transparência (é visível por toda a rede). Dessa maneira, reduz-se significativamente a necessidade de intermediários e, conseqüentemente, os custos de transação e os riscos de fraudes. Por outro lado, o próprio blockchain exige, em certa medida, alguma confiança nos sistemas de governança e de consenso que o estruturam. Além de não garantir a integridade e veracidade de dados externos inseridos na rede, como, por exemplo, os créditos subjacentes a tokenização contidos em registros legados.

10) Para cumprimento das metas assumidas pelas Partes no âmbito do Acordo de Paris, objetivando a mitigação das emissões de gases de efeito estufa de maneira a limitar o aquecimento global em, no máximo, 1,5 °C em relação aos níveis pré-industriais, é necessária a implementação de iniciativas concretas de precificação do carbono. Essas iniciativas buscam internalizar, na economia, os custos sociais das emissões, induzindo mudanças tecnológicas e comportamentais para a transição a uma economia de baixo carbono. A precificação do carbono pode ocorrer por meio de incentivos positivos (criando-se um valor para redução de emissões) ou incentivos negativos (impondo-se limites de emissões, sob pena de sanção), além de outros mecanismos de monetários, como subsídios a setores específicos e a taxação de emissões. A distinção e classificação desses diversos mecanismos exige o estabelecimento de uma tipologia clara e uma taxonomia padrão. Todavia, essas ainda são lacunas no setor, gerando incertezas e incorreções que afetam negativamente a qualidade do debate político e do processo de criação de normas, diminuindo a efetividade das políticas públicas decorrentes.

Portanto, considerando a complexidade dos instrumentos de precificação de carbono, é importante demonstrar corretamente a posição do mercado voluntário de carbono REDD+ Jurisdicional nesse ecossistema, diferenciando-o conceitualmente de outras estratégias de mitigação climática. Isso é essencial para o aperfeiçoamento teórico do tema e para melhor aplicação prática das soluções propostas por atores do setor. Para contribuir com essas finalidades, esta tese apresenta um original Mapa Esquemático Diferencial de Mecanismos de Precificação do Carbono.

11) O Mercado Voluntário de Carbono possui inúmeras falhas e lacunas relatadas e descritas no trabalho, como falta de transparência, questionamentos metodológicos e divergência entre padrões (*standards*), fragmentação dos registros, riscos de dupla contagem e problemas de integridade contábil, com altos custos de transação (pela ação de intermediários e obrigações de *due diligence*). Isso torna o mercado inacessível para grande parte das corporações e indivíduos – limitando, assim, a contribuição desse mercado para a mitigação climática. Nesse contexto, o blockchain, por suas características tecnológicas, tem o potencial de promover consistentes soluções para essas falhas e desafios:

a) por meio do registro e validação de informações de forma transparente e auditáveis, oferecendo rastreabilidade de toda a cadeia, desde a geração até a aposentadoria dos créditos de carbono;

b) viabilizando a interoperabilidade entre diferentes sistemas, por meio de meta-registros;

c) unificando e padronizando a taxonomia, dados e processos, de maneira a simplificar e automatizar o *due diligence* do setor, inclusive com utilização de inteligência artificial, sensoriamento remoto e digitalização de MRV, com consequente redução de custos e aumento de integridade ambiental;

d) promovendo, desde que resolvida a questão de interligação com os registros originários dos créditos junto aos *standards* de geração (Verra, ART-TREES etc.), a integridade contábil dos créditos de carbono, por meio da tokenização dos ativos, o que oferece maior liquidez ao crédito e evita os problemas centrais no setor, que são a dupla contagem e a dupla venda;

e) com a utilização de *smart contracts*, pode-se promover a desintermediação e automação da comercialização, também reduzindo custos de transação e simplificando o acesso ao mercado voluntário, tornando-o acessível a novos

participantes.

Em outros termos, todo o conjunto de atividades, processos e regras para geração e transação de créditos de carbono REDD+ se beneficiariam da correta difusão da tecnologia blockchain por toda a cadeia e por todo o ciclo de vida dos ativos, reduzindo intermediários e promovendo de transparência entre todos os atores, com maior liquidez, menor custo de transação, maior valor agregado, melhor precificação. Isso poderia gerar novos modelos de negócio e acesso a novos mercados e compradores, ao mesmo tempo em que garantiria a integração segura das várias iniciativas hoje desconexas.

12) Os exemplos práticos de casos de uso do blockchain apresentados neste trabalho demonstram que o setor “cripto” tem limitada compreensão da complexidade do mercado de carbono, resultando em implementações apressadas, como em iniciativas de tokenização promovidas como soluções inovadoras, mas que falharam ao não solucionarem adequadamente a relação com registros legados dos ativos de carbono (dos *standards*), e também ao promoverem a tokenização de ativos subjacentes de baixa qualidade, gerando riscos reputacionais para todo o setor. Além, embora os promotores da tecnologia destaquem a desintermediação do mercado por meio do blockchain, a verdade é que no ecossistema do mercado voluntário de carbono continua a exigir a integração de registros já existentes, a participação de *standards* líderes de mercado, a interpretação das regulações e normas em cada país (estado, departamento), acesso a recursos confiáveis de monitoramento, reporte e verificação, enfim, inúmeras fontes externas de dados e informações (oráculos). Isso limita a real capacidade de a tecnologia trazer a desintermediação completa e uma “confiança” intrínseca aos ativos tokenizados, cuja integridade ambiental, social e legal continua exigindo a participação de inúmeros atores externos às plataformas cripto.

Nesse sentido, um dos pontos iniciais a se enfrentar é a promoção da interoperabilidade e a transparência – horizontal e vertical – de todo o mercado e por toda a vida do crédito de carbono: horizontal, no sentido de integrar dados e informações de todas as ilhas de mercado formadas pela geração e transação de

créditos em grupos “clusterizados”³⁵⁵ de transações; e vertical, no sentido de alcançar todas as fases de geração, monitoramento, emissão e transação dos créditos – ou, em outros termos, soluções “*end-to-end*” para o mercado voluntário. Isso denota a existência de alguns casos de usos “emergentes” do blockchain para o mercado de carbono para além da tokenização, tais como plataformas meta-registros e *marketplaces* para transação e liquidação de ativos (*exchanges*).

Em outros termos, conforme apresentado nestas conclusões, embora o blockchain de fato tenha potencial de endereçar aspectos nucleares de falhas e lacunas do mercado voluntário, deve-se reconhecer a limitação da aplicação da tecnologia em um mercado tão complexo quanto o de carbono. Dessa maneira, é recomendável que a aplicação do blockchain no mercado ocorra inicialmente de forma setorial, articulando-se conjuntamente soluções cada vez mais elaboradas, detalhadas e sofisticadas. Assim, essa sistematização e aperfeiçoamento colaborativo dos diversos casos de uso do blockchain no mercado voluntário de carbono devem ter como objetivo a formação das suprarreferidas propostas de soluções “de ponta-a-ponta”. Isso se mostra o mais adequado para dar escala ao mercado voluntário em nível que, de fato, venha a contribuir para mitigação dos gases de efeito estufa, incentivando, assim, quantitativos relevantes de reduções que façam diferença nas metas de mitigação de emissões assumidas pelos países em suas NDCs no âmbito do Acordo de Paris, e nos compromissos climáticos das empresas e corporações privadas.

Todas as pregressas considerações e conclusões, numeradas anteriormente, são válidas em eventual adoção do blockchain para consolidação do acesso ao mercado voluntário de crédito de carbono REDD+ Jurisdicional no âmbito do Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre. Assim, ao mesmo tempo em que a utilização da tecnologia pode representar oportunidade significativa de aprimoramento, eficácia, transparência e credibilidade dos créditos de carbono gerados no referido sistema jurisdicional, é com uma abordagem abrangente que a

³⁵⁵ *Cluster*, aqui, é tido como conjuntos de interconexão entre um grupo específico de empresas, países e fornecedores que se articulam mais fortemente em razão da proximidade temática ou geográfica, ou de relações pessoais, de especialização ou por indução de políticas públicas, leis ou financiadores, formando, assim, grupos agregados de atores e transações, que se diferenciem de outros grupos formados com a mesma dinâmica.

tecnologia pode promover todo o seu potencial. Nessa perspectiva, a geração de um *framework* completo e potente, superando o simplismo de “tokenização” de créditos de forma isolada e sem conexão com a estrutura legada do mercado, trará soluções integradas para todas as fases em todo o ciclo do ecossistema.

Mostra-se necessário, no processo de adoção da tecnologia, sua inclusão incremental nas diversas fases de geração e transação dos créditos no mercado voluntário, incluindo-se, dentre outras tarefas:

- a integração de MRV Digital com automação de quantificação de redução de emissões por sensoriamento remoto;
- a automação da quantificação espacial das reduções de emissões;
- o aperfeiçoamento dos processos participativos, que devem ser amplos e permanentes (com transparência e publicidade amplas), e estabelecimento de mecanismos de repartição de benefícios, os quais devem promover, ao mesmo tempo, a redução dos *drivers* de desmatamento e a justa e equitativa repartição de benefícios junto a grupos historicamente excluídos, como comunidades tradicionais, povos indígenas e pequenos produtores; e
- a interoperação com registro ART-TRESS (*standard* utilizado pelo SISA), que permitam, por meio do blockchain, a rastreabilidade dos créditos por todo o ciclo de vida do ativo em tempo real, contendo sua origem, características, dados de MRV, titularidade, forma de repartição, transações e aposentadoria.

Esta estratégia abrangente e incremental na incorporação da tecnologia no SISA pode evitar que se alcance soluções subótimas, contribuindo para construção de um *framework* credível, que utilize o blockchain de forma técnica, política e juridicamente robusta, e que seja durável e sustentável. Dessa maneira, pode-se alcançar todo o potencial do pioneiro mecanismo de financiamento climático. Agregando-o a uma nova camada de inovação, permite-se maior transparência, justa repartição de benefícios, redução de custos e alcance da escala necessária à viabilização econômica do mercado voluntário de carbono REDD+ promovido pelo Sistema de Incentivo a Serviços Ambientais do Estado do Acre. Isso tudo em benefício da preservação da floresta amazônica brasileira, da proteção do planeta, da justiça social e da responsabilidade entre as gerações.

REFERÊNCIAS

ACRE. **Programa REM Acre**. Rio Branco, 2024. Disponível em: <https://programarem.ac.gov.br/programa-rem-acre/>. Acesso em: 13 ago. 2024.

ACRE. **Rem Acre Fase II: sumário executivo**. Rio Branco, 2022. Disponível em: <https://programarem.ac.gov.br/wp-content/uploads/2023/01/sumario-executivo-final.pdf>.

ACRE. **Acre, Zoneamento Ecológico-Econômico: Documento Síntese**. 2. ed. Rio Branco, 2010^a. ISBN 853037800x. Disponível em: https://www.amazonia.cnptia.embrapa.br/publicacoes_estados/Acre/Fase%202/Documento_Sintese.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

ACRE. **Lei nº 2.025**. Rio Branco, 2008a. Disponível em: <https://legis.ac.gov.br/detalhar/3537>.

ACRE. **Lei nº 2.308**. Rio Branco, 2010b. Disponível em: <http://legis.ac.gov.br/detalhar/475-0>.

ACRE. **Lei nº 2.728**. Rio Branco, 2013. Disponível em: <https://legis.ac.gov.br/detalhar/3075>.

ACRE. **Programa de Valorização do Ativo Ambiental Florestal**. Rio Branco, 2008b. 36 p. ISBN 989-85-66678082.

ACRE. **SISA: Construção Participativa**. Rio Branco, 2012. ISBN 9898566678082. Disponível em: <https://imc.ac.gov.br/wp-content/uploads/2016/09/SISA-Construcao-Participativa.pdf>.

AGUIAR, Roberto. **O que é justiça: uma abordagem dialética**. Brasília: Senado Federal, 2020. 320 p. ISBN 978-65-5676-032-2. Disponível em: <https://www.baixelivros.com.br/download-gratuito?o-que-e-justica.pdf>.

ALLEGRETTI, M. **O ICMBio não expressa a herança de Chico Mendes, diz Mary Allegretti**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://oeco.org.br/reportagens/o-icmbio-nao-expressa-a-heranca-de-chico-mendes-diz-mary-allegretti/>.

ALLEN, M.; AXELSSON, K.; CALDECOTT, B.; HALE, T.; Hepburn, Cameron, Hickey, Conor; MITCHELL-LARSON, E.; MALHI, Y.; OTTO, F.; SEDDON, N.; SMITH, S. **The Oxford Principles for Net Zero Aligned Carbon Offsetting**. 2020. 15 p. – University of Oxford, Oxford, 2020. Disponível em: <https://www.smithschool.ox.ac.uk/sites/default/files/2022-01/Oxford-Offsetting->

Principles-2020.pdf.

ALMEIDA, M. W. B. Direito à floresta e ambientalismo: seringueiros e suas lutas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v.19, n. 55. 33-52, 2004. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbcsoc/a/9hyLqvGyMwS9xBy5b8QMvVh/?format=pdf&lang=pt>

ALVES, T. **Literaciabiodiversidade**: florestania. [S.l.], 2010. Disponível em: <https://literaciabiodiversidade.blogspot.com/p/florestania.html>. Acesso em: 22 jan. 2024.

AMARAL, E. **Apresentação do PL do Sisa junto à ALEAC**. [S.l.], 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CRp0CZiG2hQ&t=5s>.

AMAZONAS. (Estado). **Lei nº 3.135**. [S.l.], 2007. 10 p. Disponível em: https://sapl.al.am.leg.br/media/sapl/public/normajuridica/2007/7590/7590_texto_integral.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.

Ambify. **Ambify**: white paper técnico. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.ambify.com/wp-content/uploads/2023/06/whitepaper-pt.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ANDERSON, R. Non-market Mechanisms Under Article 6.8 of the Paris Agreement: a transnational perspective. **Transnational Legal Theory**, 2022/13, 2-3. p. 321-351. 2023. DOI 10.1080/20414005.2023.2174718. Disponível em: https://pure.uvt.nl/ws/portalfiles/portal/68643519/Non_market_mechanisms_under_article_6_8_of_the_Paris_Agreement_a_transnational_perspective.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

ANGELSEN, A.; MCNEIL, D. **Analysing REDD+**: The Evolution of REDD+. 2012. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/resrep02135.9>. Acesso em: 30 ago. 2024.

ANTONOVICI, A. **What Is a ‘Semi-Fungible’ Crypto Token?** [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.coindesk.com/tech/2021/08/17/what-is-a-semi-fungible-crypto-token/>. Acesso em: 26 jul. 2024.

ART - Architecture for REDD+ Transactions. **The REDD+ Environmental Excellence Standard (TREES)**: Version 2.0. Arlington, 2021. Disponível em: <https://www.artredd.org/wp-content/uploads/2021/12/TREES-2.0-August-2021-Clean.pdf>.

ASNER, G. P. **Measuring Carbon Emissions from Tropical Deforestation**: an overview. Disponível em:

https://www.edf.org/sites/default/files/10333_Measuring_Carbon_Emissions_from_Tropical_Deforestation--An_Overview.pdf. Acesso em: 30 ago. 2024.

ASSANGE, J. **Cypherpunks: Freedom and The Future of the Internet**. 1ª. [S.l.]: OR Books, 2012. 197 p. ISBN 9781939293008.

AZEVEDO, T. R. d.; ANGELO, C. **Emissões de GEE no Brasil: e suas implicações para políticas públicas e a contribuição brasileira para o Acordo de Paris**. [S.l.]: Observatório do Clima, 2018. Disponível em: <https://diariodotransporte.com.br/wp-content/uploads/2018/08/Relatorios-SEEG-2018-Sintese-FINAL-v1.pdf>. Acesso em: 30 ago. 2024.

B4. **B4**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://b4.capital/pt/>. Acesso em: 30 ago. 2024.

BAINS, Parma (Ed.). **Blockchain Consensus Mechanisms: a primer for supervisors**. Washington, DC: International Monetary Fund, 2022. 21 p. ISBN 9781616358280. Disponível em: <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/FTN063/2022/English/FTNEA2022003.ashx>. Acesso em: 30 ago. 2024.

BAIZ, P. **Blockchain and Carbon Markets: standards overview**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/2403.03865v1>.

BARRERA, C.; HURDER, S. **Cryptoeconomics: designing effective incentives and governance models for blockchain networks using insights from economics**. [S.l.], 2020. Disponível em: <https://briwebinars.s3.us-east-2.amazonaws.com/Research/Barrera+Cryptoeconomics+Blockchain+Research+Institute.pdf#pdfjs.action=download>. Acesso em: 30 ago. 2024.

BARROS, L. **Parecer da Comissão de Meio Ambiente no PL 412, de 2022**. Brasília, 2023. Disponível em: <https://bit.ly/PL412Relatorio>.

BATTOCLETTI, V.; ENRIQUES, L.; ROMANO, A. The Voluntary Carbon Market: Market Failures and Policy Implications. **University of Colorado Law Review**, 2024/vol95, n. 3, 2. 2024. Disponível em: <https://scholar.law.colorado.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1615&context=lawreview>. Acesso em: 5 set. 2024.

BECKER, M.; BODÓ, B. Trust in blockchain-based systems. **Glossary of Decentralized Technosocial Systems**, 2021/vol10, n. 2. 2021. DOI 10.14763/2021.2.1555. Disponível em: <https://policyreview.info/glossary/trust-blockchain>. Acesso em: 30 ago. 2024.

BERG, C.; DAVIDSON, S.; POTTS, J. **The Blockchain Economy: a beginner's guide to institutional cryptoeconomics.** [S.l.], 2017. Disponível em: <https://medium.com/cryptoeconomics-australia/the-blockchain-economy-a-beginners-guide-to-institutional-cryptoeconomics-64bf2f2beec4>. Acesso em: 5 set. 2024.

Berkeley Law. **California Climate Policy Fact Sheet: cap-and-trade.** Berkeley. Disponível em: <https://www.law.berkeley.edu/wp-content/uploads/2019/12/Fact-Sheet-Cap-and-Trade.pdf>. Acesso em: 5 set. 2024.

BESTEN, J. W. den; ARTS, B.; VERKOOIJEN, P. The evolution of REDD+: An analysis of discursive-institutional dynamics. **Environmental Science & Policy**, v. 35. p. 40-48. 2014. DOI 10.1016/j.envsci.2013.03.009.

BHASKAR, J. **What are the Different Types of Blockchain Networks?** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://semidotinfotech.com/blog/different-types-of-blockchain-networks/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

Binance Academy. **What is Proof of Stake (PoS)?** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://academy.binance.com/en/articles/proof-of-stake-explained>. Acesso em: 5 set. 2024.

Bitgreen. **Carbon Credits, Blockchain & Tokenização.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://bitgreen.org/carbon>. Acesso em: 5 set. 2024.

BLOOMGARDEN, E. **We Need More High-Quality Carbon Credits.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.newsweek.com/we-need-more-high-quality-carbon-credits-opinion-1923051>. Acesso em: 28 jul. 2024.

BOYD, W.; STICKLER, C.; DUCHELLE, A. E.; SEYMOUR, F.; NEPSTAD, D.; BAHAR, N. H.; RODRIGUEZ-WARD, D. **Jurisdictional Approaches to Redd+ and Low Emissions Development: progress and prospects.** [S.l.], 2018. Disponível em: https://www.kabupatenlestari.org/wp-content/uploads/2020/12/2018_WRI_I_Jurisdictional_Approaches_to_REDD-_and_Low_Emissions-1.pdf. Acesso em: 5 set. 2024.

BRASIL. **Lei nº 13.303.** [S.l.], 2016. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13303.htm.

Brasil. **Decreto nº 19.841, de 1945.** [S.l.], 1945. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d19841.htm. Acesso em: 5 set. 2024.

Brasil. **Funding Proposal: REDD-PLUS results-based payments for results achieved by Brazil in the Amazon biome in 2014 and 2015.** [S.l.], 2019. Disponível

em: <http://redd.mma.gov.br/images/central-de-midia/pdf/Documentos/untitled.pdf>.
Acesso em: 28 jul. 2024.

Brasil. Lei nº 11.284, de 29 de Dezembro de 2009, 2009a. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2006/Lei/L11284.htm.

Brasil. Lei nº 12.187, de 29 de Dezembro de 2009, 2009b. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm.

Brasil. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/L12651compilado.htm.
Acesso em: 21 fev. 2024.

Brasil. Lei nº 14.478, de 21 de dezembro de 2022, 2022. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2022/lei/l14478.htm.

BRAVENDER, R. **Tree-hugging, Dam-fighting Green Legend Dies at 80**. Merrifield, 2023. Disponível em: <https://foe.org/blog/tree-hugging-dam-fighting-green-legend-dies-at-80/>. Acesso em: 2 ago. 2024.

BRAY, S. **What the EU's Carbon Border Adjustment Mechanism Means for Europe and the United States**. Washington, 2023. Disponível em: <https://taxfoundation.org/blog/cbam-eu-carbon-border-tax/>. Acesso em: 28 jun. 2024.

BREKKE, J. K. **Disassembling the Trust Machine**: Three cuts on the political matter of blockchain. 2019. Tese (Doutorado) – Durham University, Reino Unido, 2019. Disponível em: https://www.academia.edu/41057518/Disassembling_the_Trust_Machine_Three_cuts_on_the_political_matter_of_blockchain.

BROWN, R. G. **Exploring Public and Private Blockchain Networks**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://r3.com/blog/exploring-public-and-private-blockchain-networks/>.

BRUNDTLAND, G. H. **Our Common Future Report of the World Commission on Environment and Development**. [S.l.], 1987. Disponível em: https://digitallibrary.un.org/record/139811/files/A_42_427-EN.pdf?ln=en.

CALIFORNIA - Air Resources Board. **Cap-and-Trade Program**: About. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://ww2.arb.ca.gov/our-work/programs/cap-and-trade-program/about>. Acesso em: 25 jun. 2024.

Canada. **Carbon pollution pricing systems across Canada**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/climate-change/pricing-pollution-how-it-will-work.html>. Acesso em:

25 jun. 2024.

CARNEIRO, Eduardo de Araújo (Ed.). **A Formação da Sociedade Econômica Acriana: “sangue” e “lodo” no surto da borracha (1876-1914)**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2015. 118 p. ISBN 978-85-8356-037-1.

CARVALHO, M.; MAGALHÃES, A.; DOMINGUES, E. Mecanismos de Precificação de Carbono: custos econômicos e potenciais de abatimento. *In*: Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico Social (BNDES). **Prêmio BNDES pelo Clima 2022: custos econômicos e potenciais de abatimento**. Rio de Janeiro: BNDES, 2022. p. 118-181. ISBN 9786587493039. Disponível em: <https://bit.ly/beetsbndes>. Acesso em: 16 jul. 2024.

CASEFF, G. ‘Tive sorte de continuar vivo, agora me preocupa o clima’, diz primo de Chico Mendes. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 2 ago. 2024. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/folha-social-mais/2024/08/tive-sorte-de-continuar-vivo-agora-me-preocupa-o-clima-diz-primo-de-chico-mendes.shtml?pwgt=k76g16acbgkddy8p7x0n9h8ta4ox6t9spms6xm966d33mo02&utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=compwagift.

CASEY, M.; VIGNA, P. **In Blockchain We Trust**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://www.technologyreview.com/2018/04/09/3066/in-blockchain-we-trust/>. Acesso em: 24 jun. 2022.

CAVE, D. **Julian Assange Pleads Guilty to Espionage, Securing his Freedom**. New York NY: New York Times, 25 jun. 2024. Disponível em: <https://www.nytimes.com/2024/06/25/world/australia/julian-assange-plea-deal-guilty.html>.

CERIONI, C. **Quem Foi Chico Mendes e Por Que seu Legado Ainda Faz Diferença Hoje**. São Paulo, 2019. Disponível em: <https://exame.com/brasil/a-resistencia-dos-seringueiros-conheca-a-historia-de-chico-mendes/>. Acesso em: 27 jul. 2024.

CHAMPAGNE, P. **The Book Of Satoshi: The Collected Writings of Bitcoin Creator Satoshi Nakamoto**. [S.l.]: e53 Publishing LLC, 2014. 358 p. ISBN 9780996061315. Disponível em: www.BookOfSatoshi.com.

CHEN, D. **Pricing Theory**. [S.l.], 2022. Disponível em: https://globalcarbonreward.org/carbon-currency/pricing-theory/#pricing_cpm. Acesso em: 25 jun. 2024.

CHERVIER, C.; PIKETTY, M.-G.; REED, J. A Tentative Theory of Change to

Evaluate Jurisdictional Approaches to Reduced Deforestation. **Frontiers in Forests and Global Change**, v. 3, 498151, 2020. DOI 10.3389/ffgc.2020.498151.

CHOW, A. The Crypto Industry Was On Its Way to Changing the Carbon-Credit Market, Until It Hit a Major Roadblock. **Time**, [S.l.], 2022. Disponível em: <https://time.com/6181907/crypto-carbon-credits/>.

CHRISTENSEN, C. WikiLeaks and the Afterlife of Collateral Murder. **International Journal of Communication**. p. 2593-2602, 2014. Disponível em: <https://bit.ly/3KQMefS>.

Climate Collective. **Voluntary Carbon Market (VCM): Landscape Guide**. [S.l.], 2023. Unpacking the core issues, trends, and innovations driving the current paradigm shift in the VCM. Disponível em: <https://static1.squarespace.com/static/6155af7da5675116403c9136/t/64de45efdea3513d1cfc2fbc/1692288502204/VCM%2BLandscape%2BGuide%2BFull.pdf>.

CMI - Carbon Market Institute. **Article 6.4 Breakdown**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://carbonmarketinstitute.org/app/uploads/2022/12/Article-6.4-Factsheet.pdf>.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Proposta da Indústria para o Mercado Regulado de Carbono**. Brasília: CNI -, 2023. ISBN 9788579573118. Disponível em: <https://bit.ly/cnicarb>.

Context Labs. **Carbon Credit Creation**. [S.l.], 2024a. Disponível em: <https://contextlabs.com/solutions/carbon-credit-creation/>. Acesso em: 2 ago. 2024.

Context Labs. **Daas™**. [S.l.], 2024b. Disponível em: <https://contextlabs.com/solutions/daas/>. Acesso em: 2 ago. 2024.

Context Labs. **We exist to enable real-world impact**. Cambridge (USA), 2024c. Disponível em: <https://contextlabs.com/company/>. Acesso em: 2 ago. 2024.

COOMES, O. T.; BARHAM, B. The Amazon Rubber Boom: Labor Control, Resistance, and Failed Plantation Development Revisited. **The Hispanic American Historical Review**, 1994/74, N. 2. p. 231-257. 1994. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/2517564>.

COSTA, C. **A conquista do deserto ocidental: subsídios para a história do território do Acre**. Rio Branco: Tribunal de Justiça do Estado do Acre, 2003.

COSTA, S. **Introdução à economia do meio ambiente**. [S.l.]. Disponível em: <https://bit.ly/taxapigouviana>.

Cryptopedia. **Digital Assets: Cryptocurrencies vs. Tokens**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.gemini.com/cryptopedia/cryptocurrencies-vs-tokens->

difference. Acesso em: 19 ago. 2024.

CVM - Comissão de Valores Mobiliários. **Parecer de Orientação CVM nº 40, de 11 de outubro de 2022.** Os CriptoAtivos e o Mercado de Valores Mobiliários. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://conteudo.cvm.gov.br/export/sites/cvm/legislacao/pareceres-orientacao/anexos/Pare040.pdf>.

Cypherpunk Times. **Cypherpunk Culture: Unravelling the Origins (1/2).** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.cypherpunktimes.com/cypherpunk-culture-unraveling-the-origins/>. Acesso em: 7 jun. 2024.

DA CUNHA, Euclides. **Um Paraíso Perdido:** reunião de ensaios amazônicos. Brasília: Senado Federal, 2000. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/1038/573595.pdf>.

DA SILVA, A. P. **Os Princípios das Relações Internacionais e os 25 anos da Constituição Federal.** Brasília, 2013. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/ril/edicoes/50/200/ril_v50_n200_p15.pdf. Acesso em: 6 mai. 2023.

DAS NEVES, R. F. Mercado de Carbono. *In:* Forum de Procuradores de Estado de Meio Ambiente da Amazônia (Fopema). **Perspectivas Jurídicas para um Futuro Sustentável:** reflexões do FOPEMA sobre mudanças climáticas e combate ao desmatamento. Rio de Janeiro: Funbio, 2024 (Diálogos pelo Clima. p. 21-29. ISBN 9788589368407. Disponível em: https://www.funbio.org.br/wp-content/uploads/2024/07/Dialogos-pelo-Clima_FOPEMA_PT.pdf.

DAS NEVES, R. F. Sistema de incentivo a serviços ambientais - SISA e REDD + no estado do Acre: contribuições para o desenvolvimento sustentável na Amazônia. *In:* LAVRATTI, P.; PRESTES, V. **Direito e Mudanças Climáticas 3: Serviços Ecológicos.** São Paulo, 2010. 132 p. (Direito e Mudanças Climáticas, 3). p. 79-102. ISBN 978-85-63522-02-3. Disponível em: http://www.planetaverde.org/arquivos/biblioteca/arquivo_20131201182409_7277.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.

Deloitte Brazil. **O Conceito Greenwashing e os Desafios na Mensuração de Ações Sustentáveis.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/about-deloitte/articles/greenwashing-desafios-mensuracao.html>. Acesso em: 6 mar. 2024.

DENG, H.; SU, Y.; LIAO, Z.; WU, J. Proposal of Implementation Framework of

Cooperative Approaches and Sustainable Development Mechanism. **Sustainability**, n. 14. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/2/655/pdf?version=1641547041>.

Dock. **Public vs. Private Blockchains: which is better?** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.dock.io/post/public-vs-private-blockchains>.

DTCC - Depository Trust & Clearing Corporation. **DTCC's FICC Treasury Clearing Volumes Grow 31%, Now Represent USD\$7 Trillion in Daily Average Activity.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.dtcc.com/news/2024/march/12/dtccs-ficc-treasury-clearing-volumes-grow-31-percent>. Acesso em: 2 out. 2024.

DUCHELLE, A. E.; GREENLEAF, M.; MELLO, D.; GEBARA, M.; MELO, T. **Acre's State System of Incentives for Environmental Services (SISA), Brazil: REDD+ on the ground.** [S.l.], 2014. Disponível em: <https://www2.cifor.org/redd-case-book/case-reports/brazil/acres-state-system-incentives-environmental-services-sisa-brazil/>. Acesso em: 22 out. 2022.

DUGGAN, W.; REEVES, J. **Exchange Definition.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://money.usnews.com/investing/term/exchange>. Acesso em: 30 jul. 2024.

Ecologi. **Carbon Removals vs. Carbon Avoidance: what's the difference?** United Kingdom, 2024. Disponível em: <https://ecologi.com/articles/blog/carbon-removals-vs-carbon-avoidance>. Acesso em: 14 ago. 2024.

EDF - Environmental Defense Fund. **Ready for REDD: Acre's State Programs for Sustainable Development and Deforestation Control.** [S.l.]. Disponível em: https://www.edf.org/sites/default/files/Acre_Ready_for_REDD_EDF.pdf. Acesso em: 30 jul. 2024.

EDWOOD, F. **Proof-of-Work vs. Proof-of-Stake for Scaling Blockchains.** [S.l.], 2020. Disponível em: <https://cointelegraph.com/news/proof-of-work-vs-proof-of-stake-for-scaling-blockchains>.

Emergent. **Acre Leads the Way in Brazil with the First LEAF Coalition Term Sheet.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://emergentclimate.com/wp-content/uploads/2023/12/Acre-is-the-first-Brazilian-State-to-sign-a-LEAF-Term-Sheet.pdf>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ESPENAN, N. Improving Voluntary Carbon Markets Through Standardization and Blockchain Technology. **Wyoming Law Review**, v. 23, n. 1, article 4, 2023. Disponível em:

<https://scholarship.law.uwyo.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1473&context=wlr>.

Estadão. Pacheco: Marcamos na próxima terça-feira reunião com relatores do PL do mercado de carbono. **Isto é Dinheiro**, São Paulo, 6 ago. 2024. Disponível em: <https://istoedinheiro.com.br/pacheco-marcamos-na-proxima-terca-feira-reuniao-com-relatores-do-pl-do-mercado-de-carbono/>.

EUROPEAN COMMISSION. **€4 billion German State aid scheme**. [S.l.], 2024. Disponível em: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_24_845. Acesso em: 25 jun. 2024.

European Crypto Initiative. **EUCI Dictionary**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://eu.ci/euci-dictionary/>.

European Union. **Blockchain Now and Tomorrow: assessing multidimensional impacts of distributed ledger technologies**. [S.l.], 2019. ISBN 9789276089773. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/db0b29ed-d507-11e9-b4bf-01aa75ed71a1/language-en>.

Filatelia Halibunani. **Selo Réplica do Acre Independente 1899**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://filateliahalibunani.com/produto/selo-replica-do-acre-independente-1899-serie-completa-replica/>. Acesso em: 6 ago. 2024.

Filecoin. **PoS**. [S.l.], 2024. Disponível em: [https://spec.filecoin.io/algorithms/pos/post/#:~:text=Proof%2Dof%2DSpacetime%20\(PoS\)%20is%20a%20procedure%20during,copy%20of%20the%20sealed%20data](https://spec.filecoin.io/algorithms/pos/post/#:~:text=Proof%2Dof%2DSpacetime%20(PoS)%20is%20a%20procedure%20during,copy%20of%20the%20sealed%20data). Acesso em: 14 ago. 2024.

FINMA - Swiss Financial Market Supervisory Authority. **FINMA publishes ICO guidelines**. Bern, 2018. Disponível em: <https://www.finma.ch/en/news/2018/02/20180216-mm-ico-wegleitung/>. Acesso em: 26 jul. 2024.

FISHBEIN, G.; LEE, D. **Early Lessons from Jurisdictional REDD+ and Low Emissions Development Programs**. [S.l.], 2015. Disponível em: https://www.nature.org/media/climatechange/REDD+_LED_Programs.pdf.

Flowcarbon. **Why do We Need to Digitize Carbon Offsets?** [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.flowcarbon.com/knowcarbon/digitize-carbon-offsets>. Acesso em: 19 jul. 2024.

FORERO, Fabio Morales. **Acre, Rea... Eureka!**: o fim do esquivo desenvolvimento regional. Rio Branco: Edufac, 2017. 288 p. ISBN 9788582630358.

FORUM DE PROCURADORES DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (Fopema) (Ed.). **Perspectivas Jurídicas para um Futuro Sustentável: reflexões do FOPEMA sobre mudanças climáticas e combate ao desmatamento.** Rio de Janeiro: Funbio, 2024. (Diálogos pelo Clima). ISBN 9788589368407.

FRANKE, L.; SCHLETZ, M.; SALOMO, S. Designing a Blockchain Model for the Paris Agreement's Carbon Market Mechanism. **Sustainability**, v. 12, n. 3. p. 1068. 2020. DOI 10.3390/su12031068.

FRIEDMAN, D. **Price Theory: an intermediate text.** [S.l.], 1986. Disponível em: http://library.manipaldubai.com/DL/Price_Theory_An_Intermediate_Text.pdf.

FSC - Forest Stewardship Council. **Our History.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://fsc.org/en/our-history>. Acesso em: 8 mai. 2023.

FUESSLER, J.; KOHLI, A.; PETRY, C.; HEWLETT, O. **Navigating Digital Innovation for Climate Action: 2023 state and trends.** [S.l.], 2023. Disponível em: https://www.climateledger.org/resources/CLI_NavigatingReport_23.pdf.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL (FAS) (Ed.). **Programa Bolsa Floresta: trajetória, lições e desafios de uma política pública inovadora para a Amazônia.** [S.l.], 2021. ISBN 9786589242344. Disponível em: <https://fas-amazonia.org/wp-content/uploads/2022/12/livro-programa-bolsa-floresta-compressed.pdf>.

FURTADO, F. **Em Nome do Clima: instituições e práticas na ambientalização das finanças no Brasil.** Orientador: Henri Acselrad. 2015. 360 p. Tese de Doutorado – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <https://buscaintegrada.ufrj.br/Record/aleph-UFR01-000859376>.

Geeks for Geeks. **Different Types of Crypto Coins and Tokens.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.geeksforgeeks.org/different-types-of-crypto-coins-and-tokens/>. Acesso em: 26 jul. 2024.

GIDDENS, A. **The Consequences of Modernity.** United Kingdon: Polity Press, 1990. ISBN 0-7456-0923-6.

Gold Standard; IOTA; ClimateCheck. **Digital Assets in the Carbon Market: maximising impact while minimizing risk.** [S.l.], 2023. Disponível em: https://goldstandard.cdn.prismic.io/goldstandard/65a7a73c7a5e8b1120d59afb_digital_assets_in_the_carbon_market.pdf. Acesso em: 19 jul. 2024.

GONDIM, J. **Direito de resposta à matéria da Folha de São Paulo publicada em 8/11/2023.** Dubai, 2023. Disponível em:

<https://cdsabusiness.com.br/direito-de-resposta-a-materia-da-folha-de-sao-paulo-publicada-em-8-11-2023/>.

GRANZIERA, B.; HAMRICK, K.; VERDIECK, J. **Article 6 Explainer**: questions and answers about the COP decisions on carbon markets and what they mean for NDCs, nature, and the voluntary carbon markets. [S.l.], 2024. Disponível em: https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/TNC_Article_6_Explainer.pdf. Acesso em: 14 ago. 2024.

GREENLEAF, A. E. **Making More Than a Market**: environmental marketization and the politics of landscapes and distribution in the brazilian amazon. 2017. Tese – (Doutorado) Stanford University, California, 2017. Disponível em: <https://stacks.stanford.edu/file/druid:tm760vm6605/Greenleaf%20Dissertation%20FINAL-augmented.pdf>.

Gregor Spilker; Nick Nugent. Voluntary carbon market derivatives: Growth, innovation & usage. **Borsa Istanbul Review**, 2022-22. DOI 10.1016/j.bir.2022.11.008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214845022001053/pdf?md5=9bea5b2dd582ce2b8e3ec1234ade9dcb&pid=1-s2.0-S2214845022001053-main.pdf>.

GUEIROS, C.; JODOIN, S.; LE SÈVE, M. D.; MASON, N.; NASSIRY, D. Jurisdictional Approaches to Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation in Brazil: why do states adopt jurisdictional policies? **Land Use Policy**, v. 127, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2023.106582>. Acesso em: 14 ago. 2024.

GUPTA, E. **Verra Makes Major Changes to Methodology of Forest-Based Carbon Offsets**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/agriculture/042023-verra-makes-major-changes-to-methodology-of-forest-based-carbon-offsets>. Acesso em: 2 ago. 2024.

HABERMAS, J. **Facticidade e Validade**: contribuições para uma teoria discursiva do direito e da democracia. [S.l.]: Unesp, 2020. 736 p. ISBN 9786557110003.

HALUBOUSKI, D. **Protocol for Digitalised MRV**: enhancing efficiency and trust in carbon markets. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.ebrd.com/digitised-mrv-protocol.html>. Acesso em: 21 jul. 2024.

HAMRICK, K.; MYERS, K. **Offsets as Ordered**: buyer due diligence to

ensure carbon credit quality. [S.I.]. Disponível em: https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/Offsets_as_Ordered_Buyer_Due_Diligence_to_Ensure_Credit_Quality.pdf. Acesso em: 22 jul. 2024.

HAWLEY, K. Trust, Distrust and Commitment. **Nous**, v. 48, n. 1. p. 1-20. 2014. DOI 10.1111/nous.12000. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nous.12000>.

HE, Y.; WANG, S.; ZHOU, Z.; XIAO, K.; XIE, A.; WU, B. A Blockchain-based Carbon Emission Security Accounting Scheme. **Computer Networks**, v. 243. p. 110304. 2024. DOI 10.1016/j.comnet.2024.110304.

HECHT, S. From Eco-catastrophe to Zero Deforestation?: Interdisciplinarity, politics, environmentalisms and reduced clearing in Amazonia. **Envir. Conserv.**, v. 39, n. 1. p. 4-19. 2012. DOI 10.1017/S0376892911000452. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/26319040>.

HIRALDO, R.; TANNER, T. **The Global Political Economy of REDD+**: Engaging Social Dimensions in the Emerging Green Economy. [S.I.], 2011. Disponível em: <https://www.files.ethz.ch/isn/137417/Hiraldotanner.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

HIRATA, M. F. Proambiente: um programa inovador de desenvolvimento rural. **Agriculturas**, v. 3, n. 1. p. 15-17. 2006. Disponível em: <https://aspta.org.br/files/2014/10/Artigo-4-PROAMBIENTE-um-programa-inovador-de-desenvolvimento-rural.pdf>.

HOWARD, G. **Dan Harple' Pentalytic Framework Guides the OMI**. [S.I.], 2016. Disponível em: <https://open-music.org/blog/2016/9/2/dan-harples-pentalytic-framework-guides-the-omi>. Acesso em: 5 ago. 2024.

HOWSON, P.; OAKES, S.; BAYNHAM-HERD, Z.; SWORDS, J. Cryptocarbon: The promises and pitfalls of forest protection on a blockchain. **Geoforum**, v. 100. p. 1-9. 2019. DOI 10.1016/j.geoforum.2019.02.011.

HUGHES, E. **A Cypherpunk's Manifesto**. [S.I.], 1993. Disponível em: <https://cdn.nakamotoinstitute.org/docs/cypherpunk-manifesto.txt>. Acesso em: 6 jun. 2024.

IHS Markit. **Introduction to IHS Markit's Meta-Registry Solution: Sustainable Finance**. [S.I.]: IHS Markit. Disponível em: <https://bit.ly/markitmetaregistry>.

IMAFLORA - Instituto de Manejo e Certificação Florestal e Agrícola. **Princípios e Critérios Socioambientais de REDD+**. [S.I.], 2010. Disponível em:

https://www.imaflora.org/public/media/biblioteca/PC_redd_imaflora_julho2010.pdf.

Iniciativa Brasileira para o Mercado de Carbono. **Como a definição da natureza jurídica dos créditos de carbono no Brasil pode impactar a escalabilidade do mercado voluntário?** [S.l.], 2023. Disponível em: https://www.brvcn.org/_files/ugd/f15b30_c5b35cf5ae3149928646ff06f56a77b8.pdf.

IPAM - Instituto de Pesquisa da Ambiental da Amazônia. **O que é e como surgiu o REDD? - IPAM Amazônia.** [S.l.], 2018. Disponível em: <https://ipam.org.br/cartilhas-ipam/o-que-e-e-como-surgiu-o-redd/>. Acesso em: 23 jan. 2024.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014 Synthesis Report: Summary for Policymakers.** [S.l.], 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/AR5_SYR_FINAL_SPM.pdf. Acesso em: 21 out. 2022.

IPCCC. **Climate Change 2007: mitigation of climate change.** [S.l.], 2007. ISBN 9780521880114. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg3_full_report-1.pdf.

ITTO - International Tropical Timber Organization. **About ITTO.** [S.l.], 2023. Disponível em: https://www.itto.int/about_itto/. Acesso em: 23 abr. 2023.

JAIN, R.; BORKAR, P.; DESHMUKH, P.; Badhiye, Sagarkumar, Nimje, Kritika; GUPTA, K. **Choosing a Suitable Consensus Algorithm for Blockchain Applications: a review of factors and challenges.** 2023, 2023. Disponível em: <https://ijisae.org/index.php/IJISAE/article/view/4381/3040>.

JAPIASSÚ, C. E. 30 Anos do Relatório Brundtland: nosso futuro comum e o desenvolvimento sustentável como diretriz constitucional brasileira. **Rev. Dir. da Cid.**, v. 9, n. 4. 2017. DOI 10.12957/rdc.2017.30287.

JÖRGENSEN, K.; JOGESH, A.; MISHRA, A. Multi-level climate governance and the role of the subnational level. **Journal of Integrative Environmental Sciences**, v. 12, n. 4. p. 235-245. 2015. DOI 10.1080/1943815X.2015.1096797. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/1943815X.2015.1096797>.

JOYNER, A. Startups want to use blockchain technology to improve the carbon-credit markets. Here's why big names in the climate industry are warming up to the idea. New York NY, 2023. Disponível em: <https://www.businessinsider.com/startups-blockchain-carbon-credits-topl-toucan-verra-gold-standard-2023-4>. Acesso em: 14 ago. 2024.

JPMorgan Chase & Co. **Carbon Market Principles**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.jpmorganchase.com/content/dam/jpmc/jpmorgan-chase-and-co/documents/carbon-market-principles.pdf>.

KAZIN, W. **Proof of Work vs. Proof of Stake: Comparative Guide 2023**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://learn.g2.com/proof-of-work-vs-proof-of-stake>.

KECK, M. E. Social Equity and Environmental Politics in Brazil: Lessons from the Rubber Tappers of Acre. **Comparative Politics**, 1995, N 4. p. 409-424. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/422227?seq=1&cid=pdfreference#referencetabcontents>

Kennedy; Kevin. **Putting a Price on Carbon: evaluating a carbon price and complementary policies for a 1.5° world**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://files.wri.org/d8/s3fs-public/putting-price-carbon.pdf>.

KETZER, P. A Irredutibilidade do Conceito de Confiança na Epistemologia do Testemunho. *Conjectura: Filosofia e Educação*, v. 21, n. 3. 2016. DOI 10.18226/21784612.v21.n3.03.

KHODAI, E. **Tokenization of Carbon Credits: an explainer**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://blog.toucan.earth/tokenization-of-carbon-credits-explained/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

KNACK, S. **Trust, Associational Life and Economic Performance**. [S.l.]. 2001. Disponível em: <https://www.oecd.org/innovation/research/1825662.pdf>.

KOTSIALOU, G.; KURALBAYEVA, K.; LAING, T. Blockchain's Potential in Forest Offsets, the Voluntary Carbon Markets and REDD+. **Environmental Conservation**, v. 49, n. 3. p. 137-145. 2022. DOI 10.1017/S0376892922000157.

LAATIKAINEN, G.; LI, M.; ABRAHAMSSON, P. A system-based view of blockchain governance. **Information and Software Technology**, v. 157. 2023. DOI 10.1016/j.infsof.2023.107149.

LAB - Laboratório de Inovação Financeira. **Mercado Voluntário de Carbono: contribuições para o seu desenvolvimento no brasil**. Rio de Janeiro, 2023. Disponível em: <http://labinovacaofinanceira.com/wp-content/uploads/2023/11/LAB-Publicacao-Mercado-Voluntario-de-Carbono-contribuicoes-para-o-seu-desenvolvimento-no-Brasil.pdf>.

LAGE, F. d. C. **Manual de inteligência artificial no direito brasileiro**. 2. ed. rev. atual. e ampl. [S.l.]: JusPodivm, 2022. ISBN 9788544238813.

Ledger Academy. **Significado de Cold Wallet (Carteira Fria)**. Paris, 2024. Disponível em: <https://www.ledger.com/pt-br/academy/glossary/cold-wallet>. Acesso em: 4 set. 2024.

LI, W.; LIU, J.; RUI, J. Development of the Carbon Trading Market Empowered by Blockchain Characteristics. **AEMPS**, v. 50, n. 1. p. 115-121, 2023. DOI: 10.54254/2754-1169/50/20230562.

LIMA, I. Parâmetros físico-hídricos, lixiviação de nutrientes e desenvolvimento do girassol (*Helianthus annuus* L) em argissolo amarelo tratado com biocarvão. Orientador: Maria Isidória Gonzaga. 2016. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2016. Disponível em: https://www.academia.edu/114341078/Par%C3%A2metros_f%C3%ADsico_h%C3%ADdricos_lixivia%C3%A7%C3%A3o_de_nutrientes_e_desenvolvimento_do_girassol_Helianthus_annuus_L_em_argissolo_amarelo_tratado_com_biocarv%C3%A3o.

LOPES, L.; DAS NEVES, R. F.; FREDERIGHI, P. **Competências Estaduais e Municipais para Criação e Execução de Políticas Públicas sobre Mudança do Clima**. Brasília, 2020. Disponível em: https://www.abema.org.br/images/publicacoes/2020/10/Estudo_SPIPA_Acordo_de_Paris_2020_09_10.pdf.

LOPES, L.; NEPSTAD, D.; BROEKHOFF, D.; ASNER, G. P.; PASSERO, M.; RIGGS, P.; VIDAL, R.; JANSON-SMITH, T.; BRUNNELO, T.; BOYD, W. **California, Acre and Chiapas: partnering to reduce emissions from tropical deforestation**. [S.l.], 2012. Disponível em: <https://ww2.arb.ca.gov/sites/default/files/cap-and-trade/sectorbasedoffsets/row-final-recommendations.pdf>.

LOUREIRO, Antonio José Souto (Ed.). **O Brazil Acreano: cenas de uma época**. Manaus: Gráfica Lorena, 2004.

LOVISI, P. Bolsa de créditos de carbono no Brasil já nasce sob desconfiança do mercado. **Folha de São Paulo**, 11 set. 2023. Disponível em: <https://bit.ly/b4folha>.

LU, S. **“I Love You”**: Blockchain Explained. [S.l.]: DNV, 2018. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=n4lt8u1HOrs&t=75s>.

MACHADO, A. **Estado Independente do Acre**. [S.l.], 2013. Disponível em: <http://www.altinomachado.com.br/2013/08/estado-independente-do-acre.html>. Acesso em: 6 ago. 2024.

MACHADO, A. **Redação Final Projeto de Lei Nº 2.148-A de 2015**. Brasília, 2023. Disponível em:

https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra?codteor=2384981&filename=Tramitacao-PL%202148/2015. Acesso em: 9 ago. 2024.

MALDONADO, Monica de Los Rios; MENESES FILHO, L.; SALLES, P.; BRITO, D. Plano de Ação para Desenvolvimento do Plano de Redução de Emissões do Desmatamento e da Degradação Florestal: Plano REDD Acre. Acre, 2009.

MANNAN, M.; REIJERS, W.; DE FILIPPI, P. Blockchain as a confidence machine: The problem of trust & challenges of governance. **Technology in Society**, v. 62. 2020. DOI 10.1016/j.techsoc.2020.101284.

MARKE, Alastair; MEHLING, Michael; CORRÊA, Fabiano de Andrade (Ed.). **Governing carbon markets with distributed ledger technology**. Cambridge United Kingdom, New York NY: Cambridge University Press, 2022. pages cm. ISBN 9781108843560.

MARKS, L. F. M. **Trading on Thin Air: Fictive REDD+ Carbon Chaos in the World's Forests** | Global Alliance Against Fictive REDD+ Carbon Chaos in the World's Forests. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://no-redd.com/trading-on-thin-air-fictive-redd-carbon-chaos-in-the-worlds-forests/>. Acesso em: 10 mar. 2024.

MARQUES FILHO, V.; GIMENES, A. **A Ação de Depósito e o Contrato de Escrow nas Operações de Fusões e Aquisições**. [S.l.]. Disponível em: <http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=4206e38996fae402>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MARTINS, E. **Tony Gross: o inglês das lutas acreanas**. [S.l.], 2003. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/noticias/tony-gross-o-ingles-das-lutas-acreanas>. Acesso em: 15 ago. 2023.

MCDERMOTT, C. L. REDDuced: From sustainability to legality to units of carbon—The search for common interests in international forest governance. **Environmental Science & Policy**, v. 35. p. 12-19, 2014. DOI 10.1016/j.envsci.2012.08.012.

MCMULLEN, G.; DE FILIPPI, P. **Governance of Blockchain Systems: governance of and by distributed infrastructure**. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://coala.global/wp-content/uploads/2019/02/BRI-COALA-Governance-of-Blockchains.pdf>.

MEDEIROS, M. Sistema estadual de incentivo a serviços ambientais. [S.l.], 2015.

MELO, A.; SILVA, B. **Projeto PMR Brasil: perspectivas sobre o mercado**

brasileiro de emissões. [S.l.], 2020. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/9502>.

MENCKEN, H. L. **Prejudices**: second series. New York NY: Knowpf, 1920. 262 p.

MENESES FILHO, L. Análise do Potencial de Mecanismo de Redução de Emissões do Desmatamento no Estado do Acre Baseado no Mercado Voluntário de Carbono. [S.l.]: (documento não publicado), 2008. Disponível em: [falta Endereço on-line!].

Microsoft. **Chaves assimétricas**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://learn.microsoft.com/pt-br/windows/win32/seccrypto/public-private-key-pairs>. Acesso em: 20 mai. 2024.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. **Recomendação Legal nº 01/2024**. Manaus, 2024. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/am/sala-de-imprensa/docs/2024.08Recomendacao01.2024_suspensogeralREDDemPCTsnoestadoAM.pdf.

MORINGIELLO, J.; ODINET, C. The Property Law of Tokens. **Florida Law Review**, v. 74. p. 607-671, 2022. Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3928901. Acesso em: 24 jul. 2024.

Moss. **MCO2**: O primeiro token de crédito de carbono do mundo. [S.l.], 2024^a. Disponível em: <https://mco2token.moss.earth/pt-br>. Acesso em: 31 jul. 2024.

Moss. **Moss Carbon Credit MCO2 Token**: White Paper. [S.l.], 2024^b. Disponível em: <https://v.fastcdn.co/u/f3b4407f/54475626-0-Moss-white-paper-eng.pdf>.

Moss. **White Paper**: Moss Forest. [S.l.], 2024^c. 2. Tool Summary. Disponível em: <https://moss-earth.gitbook.io/white-paper/moss-forest-white-paper-english-version/2.-tool-summary>. Acesso em: 31 jul. 2024.

MOUTINHO, P.; SCHWARTZMAN, S.; SANTILLI, M.; RODRIGUES, L. **Why Ignore Tropical Deforestation?**: a proposal for including forest conservation in the Kyoto Protocol. New York NY, 2005. Disponível em: https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2005/03/why_ignore_tropical_deforestation-_a_pro.pdf.

MULDER, B. **As Verra halts tokenization of carbon credits, Toucan vows to 'keep Web3 ethos alive'**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.spglobal.com/commodityinsights/en/market-insights/latest-news/energy->

transition/052522-as-verra-halts-tokenization-of-carbon-credits-toucan-vows-to-keep-web3-ethos-alive.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.** [S.l.]. Disponível em: https://www.ussc.gov/sites/default/files/pdf/training/annual-national-training-seminar/2018/Emerging_Tech_Bitcoin_Crypto.pdf.

National Geographic Brasil. **O que é o Fundo Amazônia?** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2023/02/o-que-e-o-fundo-amazonia>.

NEPSTAD, D. Overview of Subnational Programs to Reduce Emissions from Deforestation and Forest Degradation (REDD) as Part of the Governors' Climate and Forests Task Force: Technical Update, July 2012. San Francisco, 2012. Disponível em: https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2012/08/overview_subnational_programs_redd_gcf.pdf.

NEPSTAD, D.; ALENCAR, A.; MENDOZA, E.; SOARES FILHO, B.; MOUTINHO, P.; STABILE, M.; MCGRATH, D.; MAZER, S.; PEREIRA, C.; AZEVEDO, A.; STICKLER, C.; SOUZA, S.; CASTRO, I.; STELLA, O. **Rumo ao REDD+ Jurisdicional: pesquisa, análises e recomendações ao programa de incentivo a serviços ambientais do Acre (ISA Carbono).** [S.l.], 2012. Disponível em: https://imc.ac.gov.br/wp-content/uploads/2016/09/Rumo_ao_REDD_jurisdicional.pdf.

NEWELL, R.; PIZER, W.; RAIMI, D. **Carbon Markets: past, present, and future.** Disponível em: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2173617.

NICFI - Norway's International Climate and Forest Initiative. **How Carbon Markets Done Right Help Stop Deforestation.** [S.l.]: NICFI, 2023^a. Disponível em: <https://www.nicfi.no/current/carbon-markets-done-right/>. Acesso em: 25 ago. 2024.

NICFI - Norway's International Climate and Forest Initiative. **Key milestones for The LEAF Coalition.** [S.l.], 2023^b. Disponível em: <https://www.nicfi.no/2023/01/18/key-milestones-for-the-leaf-coalition/#:~:text=We%20now%20want%20to%20take,support%20from%20the%20private%20sector>. Acesso em: 17 jul. 2024.

NORDHAUS, W. **The Climate Casino: risk, uncertainty, and economics for a warming world.** New Haven & London, 2013. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/j.ctt5vkrpp>. Acesso em: 25 ago. 2024.

ONU - United Nations. **Adoption of the Paris Agreement.** [S.l.], 2015.

Disponível em:
<https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2015/cop21/eng/l09r01.pdf>.

ONU - United Nations. Declaração de Princípios sobre Florestas (DPF): Non-legally binding authoritative statement of principles for a global consensus on the management, conservation and sustainable development of all types of forests, A/CONF.151/26 (Vol. III). 1992^a. Disponível em:
<https://web.archive.org/web/20170701164258/http://www.un.org/documents/ga/conf151/aconf15126-3annex3.htm>.

ONU - United Nations. Framework Convention on Climate Change. [S.l.], 1992b. Disponível em: [falta Endereço on-line!].

ONU - United Nations. International Year of Forests 2011: Fact Sheet. 2011. Disponível em: https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/bsk-pdf-manager/82_FACT_SHEET_IYF.PDF.

ONU - United Nations. **Net Zero Coalition | United Nations**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.un.org/en/climatechange/net-zero-coalition>. Acesso em: 28 jun. 2024.

PACHECO, P.; SANTOS, K.; CÁRDENAS, C. **Entendendo LEAF e ART TREES**: o aninhamento de projetos e direitos de carbono. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.forest-trends.org/wp-content/uploads/2022/04/CARTILLA-4-POR.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2024.

PAGIOLA, S. Payments for environmental services in Costa Rica. **Ecological Economics**, v. 65, n. 4. p. 712-724. 2008. DOI 10.1016/j.ecolecon.2007.07.033. Disponível em: <https://bit.ly/ecopay>.

Parlamento Europeu. **Fuga de carbono**: impedir que as empresas evitem as regras sobre as emissões. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.europarl.europa.eu/topics/pt/article/20210303STO99110/fuga-de-carbono-impedir-que-as-empresas-evitem-regras-de-emissoes>. Acesso em: 28 jun. 2024.

PIMENTA, E. G. Blockchain e a Solução para o “Problema da Confiança” **Economic Analysis of Law Review**, 2020/11, n. 3. p. 209-222. 2020. Disponível em: <https://portalrevistas.ucb.br/index.php/EALR/article/view/10446/7348>. Acesso em: 18 jun. 2024.

PISTORIUS, T. From RED to REDD+: the evolution of a forest-based mitigation approach for developing countries. **Current Opinion in Environmental**

Sustainability, v. 4, n. 6. p. 638-645, 2012. DOI 10.1016/j.cosust.2012.07.002.

PLASENCIA, J. **Carbon removal vs. carbon avoidance - Which tool to use when?** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://climatetrade.com/carbon-removal-vs-carbon-avoidance-which-mechanism-to-use-when/>. Acesso em: 27 jun. 2024.

PNUMA - Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. **Você sabe como os gases de efeito estufa aquecem o planeta?** [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/voce-sabe-como-os-gases-de-efeito-estufa-aquecem-o-planeta#>. Acesso em: 16 jul. 2024.

PROCTON, A. **State of the Voluntary Carbon Market: on the path to maturity.** Washington, DC: Forest Trends, 2024. Disponível em: <https://bit.ly/2024voluntarycarbon>.

PROLO, C.; ANGELO, C.; CÁRCAMO, A.; HERSCHMANN, S.; SANTOS, A.; SETTE, L. **Acordo de Paris: um guia para os perplexos.** [S.l.], 2023. (versão atualizada - setembro 2023). Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2023/11/Acordo-de-Paris-Um-guia-para-os-perplexos-1.pdf>.

REIFF, N. **What Are ERC-20 Tokens on the Ethereum Network.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.investopedia.com/news/what-erc20-and-what-does-it-mean-ethereum/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

Relatório da Comissão Interministerial para a Preparação da Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: XI Sessão. [S.l.], 1992. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/M8D00007.pdf>.

REVOREDO, T. **Digitalização de Créditos de Carbono: Como blockchain pode melhorar acessibilidade e preços no mercado fragmentado de crédito de carbono via tokenização?** [S.l.], 2021. Disponível em: <https://mittechreview.com.br/digitalizacao-de-creditos-de-carbono/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

S&P Global. **IHS Markit to Launch Global Carbon Credit Meta-Registry.** [S.l.], 2021. Disponível em: <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/mi/research-analysis/ihs-markit-to-launch-global-carbon-credit-metaregistry.html>.

S&P Global. **What are Carbon Markets?: Carbon Markets FAQs.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.spglobal.com/esg/solutions/carbon-markets#>. Acesso em: 28 jul. 2024.

SALLES, J. M. **Arrabalde**: Em busca da Amazônia. São Paulo Brazil: Companhia das Letras, 2022. 423 pages.

SASSINE, V. Desmatamento foi crescente em projeto de carbono da Petrobras, e análise cita créditos irreais. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 18 dez. 2023. Disponível em: https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2023/12/desmatamento-foi-crescente-em-projeto-de-carbono-da-petrobras-e-analise-cita-creditos-irreais.shtml?pwgt=k76g167un5a0iqxkjb7oadb22lfeps35f4dsepoc4h3frwi&utm_source=whatsapp&utm_medium=social&utm_campaign=compwagift. Acesso em: 2 ago. 2024.

SBSTA - Subsidiary Body for Scientific And Technological Advice. Views on the range of topics and other relevant information relating to reducing emissions from deforestation in developing countries. [S.I.], 2007. Disponível em: <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/docs/2007/sbsta/eng/misc02.pdf>.

SCHLETZ, M.; FRANKE, L. A.; SALOMO, S. Blockchain Application for the Paris Agreement Carbon Market Mechanism: a decision framework and architecture. **Sustainability**, v. 12, n. 12. p. 5069, 2020. DOI 10.3390/su12125069.

SCHMINK, M. Forest Citizens: Changing Life Conditions and Social Identities in the Land of the Rubber Tappers. **Latin American Research Review**, v. 46. p. 140-158. 2011. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/41261395>.

SEBASTIANI, S.; TABBAKH, A.; MASINI, G. **Carbon Credit Tokenization**: pioneering a sustainable future. [S.I.], 2024. Disponível em: <https://www.pwc.com/m1/en/publications/documents/2024/carbon-credit-tokenisation.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2024.

SEC - U.S. Securities and Exchange Commission. **Framework for “Investment Contract” Analysis of Digital Assets**. [S.I.]. Disponível em: <https://www.sec.gov/files/dlt-framework.pdf>.

SEN, J. A World to Win—But Whose World is it, Anyway?: Civil society and the World Bank, the view from the “front”: case studies. In: VAN ROOY, A.; FOSTER, J. W.; ANAND, A. **Whose World Is It Anyway? Civil Society, the United Nations and the Multilateral Future**. [S. I.], 2000 55). p. 337-390. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/270225153_Whose_World_Is_It_Anyway_Civil_Society_the_United_Nations_and_the_Multilateral_Future.

SEYMOUR, F.; BUSCH, J. **Why Forests? Why Now?**: The Science,

Economics and Politics of Tropical Forests and Climate Change. Washington, DC: Center for Global Development, 2016. ISBN 978-1-933286-85-3. Disponível em: <https://www.cgdev.org/sites/default/files/Seymour-Buschhttps://www.cgdev.org/publication/why-forests-why-now-science-economics-and-politics-tropical-forests-and-climate-change-why-forests-why-now-full-book.PDF>.

SILVA, M. **Meio Ambiente na Constituição de 88**: lições da história. [S.l.], 2008. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/publicacoes/estudos-legislativos/tipos-de-estudos/outras-publicacoes/volume-v-constituicao-de-1988-o-brasil-20-anos-depois.-os-cidadaos-na-carta-cidada/meio-ambiente-meio-ambiente-na-constituicao-de-88-lico-es-da-historia>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SIPTHORPE, A.; BRINK, S.; VAN LEEUWEN, T.; STAFFELL, I. Blockchain solutions for carbon markets are nearing maturity. **One Earth**, v. 5, n. 7. p. 779-791. 2022. DOI 10.1016/j.oneear.2022.06.004.

Six Group. **2023 Voluntary Carbon Markets**: what's the future of sustainability? [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.six-group.com/dam/download/company/report/whitepapers/six-whitepaper-voluntary-carbon-markets-2023-en.pdf>.

SNOWDEN, E.; WORTHAM, J.; DOCTOROW, C.; RUSHKOFF, D.; CYRIL, M.; COLEMAN, G.; ANGWIN, J. **The End of Trust**: an investigation of surveillance in the digital age. San Francisco, 2018. Disponível em: https://www.eff.org/files/2019/02/22/end_of_trust_interior_pages_lores.pdf#page=115. SORENSEN, D. Tokenized Carbon Credits. **Ledger Journal**, v. 8. 2023. DOI 10.5195/LEDGER.2023.294.

STALLINGS, W. **Criptografia e Segurança de Redes**: princípios e práticas. Tradução: Daniel Vieira. [S.l.]: Pearson Education do Brasil, 2015. 578 p. ISBN 9788543014500.

STANTON, M. S. Análise do Programa Estadual de Certificação de Unidades Produtivas Familiares do Acre/Brasil. **Sistemas Estaduais de Pagamento por Serviços Ambientais: relatórios estaduais**. p. 197-257. 2014. Disponível em: https://www.academia.edu/40790332/An%C3%A1lise_do_Programa_Estadual_de_Certifica%C3%A7%C3%A3o_de_Unidades_Produtivas_Familiares_do_Acre_Brasil.

STICKLER, C.; DUCHELLE, A. E.; NEPSTAD, D.; ARDILA, J. P. Subnational Jurisdictional Approaches.

STIGLITZ, J.; STERN, N. **The Social Cost of Carbon, Risk Distribution,**

Market Failures: an alternative approach. Boston, 2021. Disponível em: https://www.nber.org/system/files/working_papers/w28472/revisions/w28472.rev0.pdf

STRECK, C.; DYCK, M.; TROUWLOON, D. **How can the voluntary carbon market support REDD+?** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://vcprimer.org/chapter-14-how-can-the-voluntary-carbon-market-support-redd/>. Acesso em: 17 jul. 2024.

TAMBS, L. A. Rubber, Rebels, and Rio Branco: The Contest for the Acre. **The Hispanic American Historical Review**, 46, n. 3. p. 254-273. 1966.

TAPSCOTT, Don; TAPSCOTT, Alex (Ed.). **Blockchain Revolution:** how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world. New York NY: Penguin, 2016. ISBN 9780399564062.

TAVARES, A.; JEZEK, P.; MEDEIROS, M.; KANOPPA, A. P.; BRANDÃO, M.; MELLO, R.; SOUZA, K.; HUTCHISON, S. **Mecanismos Financeiros Inovadores para Conservação e Desenvolvimento Sustentável:** Remuneração de Resultados de REDD+ no Acre. Rio Branco, 2018. Disponível em: https://wwfbr.awsassets.panda.org/downloads/wwf_mecanismos_final_web.pdf.

TELPNER, J. **The Lion, the Unicorn, and the Crown:** Striking a Balance between Regulation and Blockchain Innovation. [S.l.]: Blockchain Research Institute, 2018. Disponível em: <https://www.blockchainresearchinstitute.org/project/the-lion-the-unicorn-and-the-crown/>.

The Guardian. **Revealed: more than 90% of rainforest carbon offsets by biggest certifier are worthless, analysis shows.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2023/jan/18/revealed-forest-carbon-offsets-biggest-provider-worthless-verra-aoe>. Acesso em: 12 fev. 2023.

The Integrity Council for the Voluntary Carbon Market – ICVCM. **The Core Carbon Principles:** building integrity and transparency in the voluntary carbon market. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://icvcm.org/core-carbon-principles/>. Acesso em: 18 jul. 2024.

TAI, D.; POTENZA, R.; QUINTANA, G.; CARDOSO, A.; SILVA, F.; GRACES, I.; COLUNA, I.; SILVA-JUNIOR, C.; SOUZA, E.; SHIBO, J.; ALENCAR, A.; ANGELO, C.; HERSCHMANN, S.; ARAÚJO, S. **Análise das Emissões de Gases de Efeito Estufa e suas Implicações para as Metas Climáticas do Brasil: 1970-2022.** [S.l.], 2023. Disponível em: <https://seeg.eco.br/wp-content/uploads/2024/02/SEEG11-RELATORIO-ANALITICO.pdf>.

TSUI, E. **How Blockchain is Revolutionizing Carbon Markets.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://bit.ly/4eANzp1>.

TSVCM - Taskforce on Scaling Voluntary Carbon Markets. **Final Report.** [S.l.], 2021. Disponível em: https://www.iif.com/Portals/1/Files/TSVCM_Report.pdf. Acesso em: 20 jun. 2024.

UNCTAD. **International Tropical Timber Agreement.** [S.l.]. Disponível em: <https://treaties.un.org/doc/Publication/UNTS/Volume%201393/volume-1393-I-23317-English.pdf>.

UNDP - United Nations Development Programme. **Jurisdictional Redd+ Approaches: Lessons from The Governors' Climate & Forests Task Force.** 2020.

United States Joint Economic Committee. **What is a Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and What are Some Legislative Proposals to Make One?** Washington, DC, 2024. Disponível em: <https://www.jec.senate.gov/public/index.cfm/democrats/2024/2/what-is-a-carbon-border-adjustment-mechanism-cbam-and-what-are-some-legislative-proposals-to-make-one>. Acesso em: 14 ago. 2024.

US EPA - US Environmental Protection Agency. **Definition of CO₂e.** [S.l.], 2015. Disponível em: <https://www3.epa.gov/carbon-footprint-calculator/tool/definitions/co2e.html>. Acesso em: 26 jun. 2024.

USA - United States of America. **Voluntary Carbon Markets Joint Policy Statement and Principles.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2024/05/VCM-Joint-Policy-Statement-and-Principles.pdf>.

Varadouro. **Varadouro:** um jornal das selvas. [S.l.], 2024. Quem somos. Disponível em: <https://ovaradouro.com.br/quem-somos/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

VASSALLO, L. **Quem é o “rei do carbono” acusado de grilagem e propina na Amazônia.** [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.metropoles.com/negocios/quem-e-rei-do-carbono-grilagem-amazonia>. Acesso em: 31 jul. 2024.

VERBIN, E. **Behavioral Crypto-Economics:** The Challenge and Promise of Blockchain Incentive Design. [S.l.], 2018. Disponível em: <https://medium.com/lunar-ventures/behavioral-crypto-economics-6d8befbf2175>. Acesso em: 27 jun. 2022.

Veridium. **Whitepaper:** Unlocking the World's Environmental Asset Markets. [S.l.]. Disponível em: <https://www.veridium.io/static/whitepaper.pdf>.

Verra. **Project ID 1654**: Review notification. Washington, DC, 2024. Disponível em: https://registry.verra.org/mymodule/ProjectDoc/Project_ViewFile.asp?FileID=114139&IDKEY=0kjalskjf098234kj28098sfkjl098098kl32lasjdfk9098157397681. Acesso em: 31 jul. 2024.

Verra. **Public Consultation on Third-Party Crypto Instruments and Tokens**. [S.l.], 2022. Disponível em: <https://verra.org/wp-content/uploads/2022/08/Verra-Public-Consultation-on-Crypto-Instruments-and-Tokens.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2024.

Verra. **Verra Statement on Crypto Market Activities**. [S.l.], 2021. Disponível em: <https://verra.org/statement-on-crypto/>. Acesso em: 22 jul. 2024.

VILKOV, A.; TIAN, G. Blockchain's Scope and Purpose in Carbon Markets: a systematic literature review. **Sustainability**, v. 15, n. 11. p. 8495. 2023. DOI 10.3390/su15118495.

WATSON, A. **Integrity helps scale a high-impact VCM: here's why**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://blog.toucan.earth/digital-technology-for-vc-integrity/>. Acesso em: 19 jul. 2024.

WEF - World Economic Forum. **Forests for Climate**: Scaling up Forest Conservation to Reach Net Zero. [S.l.], 2022. Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjn-bnjpZP_AhX-qJUCHWpCBm8QFnoECBkQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww3.weforum.org%2Fdocs%2FWEF_Forests_for_Climate_2022.pdf&usg=AOvVaw3pvmiq3l22DTeQ6QtqWzhq.

WEF - World Economic Forum. **How Can Blockchain Open Access to Carbon Markets?** [S.l.], 2022. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2022/07/how-can-blockchain-open-access-to-carbon-markets/>. Acesso em: 28 jul. 2022.

WERBACH, Kevin (Ed.). **The Blockchain and the New Architecture of Trust**. Cambridge MA: MIT Press, 2018. 322 p. (Information policy series). ISBN 9780262038935.

World Bank. **Climate Warehouse Simulation III: FINAL REPORT | SEPTEMBER 2022**. Washington, DC, 2022^a. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/79974c11-c81d-5c09-945e->

f00be9bb7b53.

World Bank. **Digital Monitoring, Reporting, and Verification Systems and Their Application in Future Carbon Markets**. Washington, DC, 2022b. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/65c60731-7b65-5ab6-a083-9c4243183607>.

World Bank. **Pricing Carbon**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://www.worldbank.org/en/programs/pricing-carbon>. Acesso em: 25 jun. 2024.

WRI BRASIL - World Resources Institute Brasil. **4 Gráficos para Entender as Emissões de Gases de Efeito Estufa por País e por Setor**. [S.l.], 2023. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/4-graficos-para-entender-emissoes-de-gases-de-efeito-estufa-por-pais-e-por-setor>. Acesso em: 23 fev. 2023.

Zero13. **Digitally interconnecting ESG markets to achieve Net Zero**. [S.l.], 2024. Disponível em: <https://zero13.net/>. Acesso em: 6 ago. 2024.

ZETZSCHE, D.; ARNER, D.; BUCKLEY, R. Decentralized Finance. **Journal of Financial Regulation**, 2020/Vol. 6. p. 172-203. 2020. DOI 10.1093/jfr/fjaa010. Disponível em: <https://bit.ly/DeFiOxford>.