

UNIVERSIDADE PAULISTA – UNIP

PEDRO LUIZ CYPRIANO PIERUCCI

**IMAGINÁRIOS DE TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA
NA PERSPECTIVA DA REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE
CARBONO NO BRASIL PELA LEI 15.042/2024**

SÃO PAULO

2026

PEDRO LUIZ CYPRIANO PIERUCCI

**IMAGINÁRIOS DE TRANSIÇÃO SOCIOTÉCNICA
NA PERSPECTIVA DA REGULAMENTAÇÃO DO MERCADO DE
CARBONO NO BRASIL PELA LEI 15.042/2024**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Feni Dalano Roosevelt Agostinho.

Área de concentração: Sustentabilidade em Sistemas de Produção.

Linha de pesquisa: Avanços em Produção Mais Limpa e Economia Circular.

Projeto de Pesquisa: Economia circular e sustentabilidade para competitividade: Gestão baseada em valoração sistêmica.

SÃO PAULO

2026

Pierucci, Pedro Luiz Cypriano.

Mercado de crédito de carbono no Brasil: proposta e aplicação de abordagem sistêmica para avaliar sua transição sociotécnica / Pedro Luiz Cypriano Pierucci. —2026.

143 f.: il. color.

Tese de Doutorado Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista, São Paulo, 2026.

Área de concentração: Sustentabilidade em Sistemas de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Feni Dalano Roosevelt Agostinho.

1. Crédito de carbono. 2. Mercado regulado. 3. Mercado voluntário. 4. Teoria dos *stakeholders*. 5. Captura regulatória. 6. Sistema das transições sociotécnicas. 1. Agostinho, Feni Dalano Roosevelt (orientador). II. Título.

PEDRO LUIZ CYPRIANO PIERUCCI

**MERCADO DE CRÉDITO DE CARBONO NO BRASIL:
PROPOSTA DE ABORDAGEM PARA AVALIAR SUA TRANSIÇÃO
SOCIOTÉCNICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Paulista – UNIP, para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Produção.

Data da Aprovação: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

_____/_____/_____
Prof. Orientador Dr. Feni Dalano Roosevelt Agostinho
Universidade Paulista: UNIP

_____/_____/_____
Prof. Dr. Biagio Fernando Giannetti
Universidade Paulista: UNIP

_____/_____/_____
Prof. Dr. Fábio Sevegnani
Universidade Paulista: UNIP

_____/_____/_____
Profa. Dra. Anete Alberton
Universidade do Vale do Itajaí: UNIVALI

_____/_____/_____
Prof. Dr. Edson Talamini
Universidade Federal do Rio Grande do Sul: UFRGS

*Para minha esposa Marcia e filha Luiza,
pelo incentivo na escolha da escola e do curso,
e pelo apoio e compreensão durante os
trabalhos.*

*Aos meus pais Sebastião e Elvira, pela
base de valores, respeito à educação e cultura
e incentivo na busca contínua do
conhecimento e da ciência.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Prof. Dr. Feni Dalano Roosevelt Agostinho pela orientação ao longo deste trabalho, marcada pela combinação de rigor crítico, paciência e profundo conhecimento. Sua contribuição foi fundamental para o amadurecimento das ideias, o aprofundamento dos temas e a consistência da revisão da literatura.

Aos Professores do Programa de Pós-Graduação, Prof. Dr. Biagio Giannetti, Profa. Dra. Cecília Almeida, Prof. Dr. Fábio Sevegnani e Prof. Dr. Luís Guelmandi, pelo apoio técnico, pelas orientações e pelas valiosas contribuições ao longo do curso, especialmente nas disciplinas, nas reuniões, nos webinários e nas apresentações do Laproma.

À minha esposa, Marcia Saad, e à minha filha, Luiza Saad, pelo incentivo decisivo na escolha deste caminho acadêmico e, sobretudo, pelo apoio emocional constante durante toda a trajetória. Este trabalho também é fruto da presença e do suporte de vocês.

Aos colegas do curso, pelas trocas, pelo apoio e pelas contribuições científicas ao longo do desenvolvimento da pesquisa, e à equipe de coordenação da pós-graduação, pela disponibilidade e suporte nas questões administrativas.

À Universidade Paulista (UNIP) e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, pela qualidade e estrutura oferecidas, que possibilitaram a realização de um trabalho de nível técnico-científico consistente.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP), pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para a viabilização desta pesquisa.

Tudo parece impossível até que seja feito.

Nelson Mandela

RESUMO

O mercado de créditos de carbono foi instituído pelo Protocolo de Kyoto (COP3), como um instrumento econômico destinado ao enfrentamento das mudanças climáticas globais por meio da mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Estruturado em dois mercados, regulado e voluntário, esse mecanismo passou por transformações relevantes no Acordo de Paris (COP21), ampliando a flexibilidade dos mercados e fortalecendo a autonomia dos países nas transações internacionais de créditos. No Brasil, o mercado voluntário opera desde 1998, enquanto o mercado regulado iniciou seu processo de implantação com a promulgação da Lei nº 15.042/2024, que instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). Esta pesquisa tem como objetivo analisar (i) o potencial de aplicação da Lei nº 15.042/2024, e ii) a capacidade do mercado regulado de contribuir para o cumprimento das metas da Contribuição Nacionalmente Determinada (CND). Para isso, o estudo adota uma abordagem analítica sistêmica e interdisciplinar, combinando a teoria dos *stakeholders* e a captura regulatória com métodos de análise das transições sociotécnicas, Pentagrama de Foxon (2011), Perspectiva Multinível (MLP) Imaginários Sociotécnicos e entrevistas remotas de 60 minutos com 20 especialistas atuantes no assunto. A pesquisa qualitativa busca identificar percepções, interesses e visões de futuro dos atores envolvidos no mercado de carbono brasileiro. Os resultados indicam convergência quanto ao potencial do mercado regulado em apoiar o cumprimento das metas climáticas, mas também evidenciam riscos associados à influência de grandes emissores no processo regulatório, com impacto no desenho institucional do SBCE. A efetividade do sistema depende de governança institucional robusta, com regras claras, monitoramento transparente, infraestrutura digital para registro e rastreabilidade e padrões confiáveis de certificação e comercialização de créditos. Por fim, o estudo aponta que um dos principais riscos sistêmicos está relacionado à instabilidade política e às possíveis mudanças de orientação governamental, capazes de comprometer a continuidade e o avanço da agenda climática nacional.

Palavras-chave: Crédito de Carbono, Mercado Regulado, Mercado Voluntário, Teoria dos *Stakeholders*, Captura Regulatória, Sistema das Transições Sociotécnicas.

ABSTRACT

The carbon credit market was established by the Kyoto Protocol (COP3) as an economic instrument designed to address global climate change through the mitigation of greenhouse gas emissions. Structured into two markets, regulated and voluntary, this mechanism underwent significant transformations under the Paris Agreement (COP21), which increased market flexibility and strengthened national autonomy regarding international credit transactions. In Brazil, the voluntary market has operated since 1998, whereas the regulated market began its implementation process with the enactment of Law No. 15.042/2024, which established the Brazilian Emissions Trading System (SBCE). This research aims to analyze (i) the potential application of Law No. 15.042/2024 and (ii) the regulated market's capacity to contribute to meeting Nationally Determined Contribution (NDC) targets. To this end, the study adopts a systemic and interdisciplinary analytical approach, combining stakeholder theory and regulatory capture concepts with methods for analyzing socio-technical transitions, specifically Foxon's Pentagon (2011), the Multilevel Perspective (MLP), and socio-technical imaginaries, alongside 60 minutes remote interviews with 20 subject-matter experts. This qualitative research seeks to identify the perceptions, interests, and visions of the future held by actors involved in the Brazilian carbon market. The results indicate a consensus regarding the regulated market's potential to support the achievement of climate goals, while also highlighting risks associated with the influence of major emitters on the regulatory process and the resulting impact on the SBCE's institutional design. The system's effectiveness depends on robust institutional governance characterized by clear rules, transparent monitoring, digital infrastructure for registration and traceability, and reliable standards for credit certification and trading. Finally, the study indicates that one of the key systemic risks is linked to political instability and potential shifts in government direction, which could jeopardize the continuity and progress of the national climate agenda.

Keywords: Carbon Credit, Regulated Market, Voluntary Market, Stakeholder Theory, Regulatory Capture, System of Socio-technical Transitions.

UTILIDADE DA TESE

Esta tese apresenta duas contribuições centrais para o avanço do conhecimento sobre mercados regulados de carbono e governança climática. A primeira contribuição, de natureza teórica, consiste na aplicação de uma abordagem analítica sistêmica e integradora, não identificada na pesquisa da literatura, capaz de interpretar o mercado de carbono brasileiro, a partir da articulação entre as transições sociotécnicas, imaginários sociotécnicos (visão de futuro), teoria dos *stakeholders* e captura regulatória. Essa abordagem permite compreender a dinâmica da evolução histórica do mercado de carbono no Brasil, os processos de institucionalização do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões e as percepções dos atores e partes relacionadas quanto ao sucesso da implantação do mercado regulado.

A segunda contribuição, de caráter prático, consiste na avaliação do potencial da Lei nº 15.042/2024, considerando os desafios institucionais, regulatórios e políticos, em apoiar o cumprimento das metas climáticas brasileiras estabelecidas nas Contribuições Nacionalmente Determinadas apresentadas na COP21.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. OBJETIVOS	21
2.1 Objetivo Geral	21
2.2 Objetivos específicos	21
3. REFERENCIAL TEÓRICO	22
3.1 Teoria dos <i>stakeholders</i> e captura regulatória	23
3.1.1 Teoria dos <i>stakeholders</i>	24
3.1.2 Captura regulatória	27
3.2 O Sistema de transições sociotécnicas	29
3.2.1 O Pentagrama de Foxon	30
3.2.2 Perspectiva multinível (MLP)	32
3.2.3 Imaginários sociotécnicos	35
3.3 Análise do conteúdo e do discurso	37
4. REVISÃO DA LITERATURA	39
4.1 Mercado de carbono: procedimentos, controles e metodologias	40
4.2 Créditos verdes: políticas de investimentos e preços	42
4.3 Comercialização dos créditos, plataformas de negociação	43
4.4 Conceito das transições sociotécnicas	44
4.5 Teoria dos <i>stakeholders</i> , captura regulatória	47
4.6 Uma abordagem integradora	48
5. MÉTODOS	52
5.1 ETAPA 1 - Gestão da informação	54
5.1.1 Levantamento das informações, procedimentos e controles	55
5.1.2 Identificação dos <i>stakeholders</i>	55
5.2 ETAPA 2 – Abordagem sistêmica utilizada para análise	57
5.2.1 Aplicação do Pentagrama de Foxon (Seção 1)	58
5.2.2 Aplicação da teoria dos <i>stakeholders</i> e captura regulatória (Seção 2)	58

5.2.3 Método da perspectiva multinível (Seção 3)	62
5.2.4 Identificação dos imaginários sociotécnicos (Seção 4)	63
5.2.4.1 Pesquisa qualitativa	63
5.2.4.2 Identificação dos imaginários sociotécnicos	65
5.2.4.3 Método da análise de conteúdo	66
6. RESULTADOS	69
6.1 ETAPA 1	69
6.1.1 <i>Stakeholders</i> distribuídos nos subsistemas do Pentagrama de Foxon	69
6.2 ETAPA 2	69
6.2.1 Resultado do questionário enviado via <i>Google Forms</i>	69
6.2.2 Atores e partes relacionadas representantes dos <i>stakeholders</i>	71
6.2.3 Especialistas que aceitaram participar das entrevistas	73
6.2.4 Tipificação e captura regulatória dos <i>stakeholders</i>	75
6.2.4 Perspectiva multinível (MLP) do mercado de carbono do Brasil	83
6.2.6 Resultados da busca dos imaginários sociotécnicos nas entrevistas	89
6.2.7 Imaginários sociotécnicos identificados	96
6.2.7.1 Imaginário sociotécnico do regramento e implementação	97
6.2.7.2 Imaginário sociotécnico da operação e comercialização	99
6.2.7.3 Imaginário sociotécnico de consenso	100
7. DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS	103
7.1 Consistência dos imaginários sociotécnicos identificados	104
7.2 Influência dos <i>stakeholders</i> na implantação do SBCE	111
8. CONCLUSÕES	114
9. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS	116
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	117
11. ANEXOS E APÊNDICES	125
ANEXO 1 – Parecer de aprovação da Pesquisa Qualitativa	125
APÊNDICE 1 – Atividades elegíveis para geração de créditos de carbono	128

APÊNDICE 2 – Resumo indicativo dos itens da Lei 15.042/2024	130
APÊNDICE 3 - Questionário da pesquisa qualitativa	136
APÊNDICE 4 - <i>Stakeholders</i> identificados na Etapa 1	142

LISTA DAS SIGLAS E ABREVIações

Sigla	Nomenclatura	Função ou Significado
ACR	Registro Americano de Carbono	Registro e certificador do mercado voluntário (Winrock); desenvolve metodologias e emite créditos de carbono.
ART	Arquitetura para Transações REDD+	Sistema internacional de certificação e registro de créditos florestais sob o Acordo de Paris.
AePR	Atores e Partes Relacionadas	Stakeholders que participam e atuam no mercado de carbono do Brasil.
CAR	Reserva de Ação Climática	Registro norte-americano de créditos de carbono, com protocolos para projetos florestais, agrícolas e de resíduos.
CBAM	Mecanismo de Ajuste de Carbono na Fronteira	Política da União Europeia que taxa importações com base em emissões de carbono embutidas.
CCS	Captura e Armazenamento de Carbono	Tecnologia para capturar CO ₂ e armazenar de forma permanente no subsolo.
CER	Redução Certificada de Emissões	Crédito gerado por projetos CDM (1 CER = 1 tonelada de CO ₂ eq).
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada (CND)	Compromissos de redução de emissões assumidos pelos países no Acordo de Paris.
COP	Conferência das Partes	Reunião anual dos países signatários da UNFCCC para negociar avanços climáticos.
CO ₂ eq	Carbono equivalente	Medida internacional que expressa a quantidade de gases de efeito estufa em termos equivalentes da quantidade de dióxido de carbono.
ETS	Sistema de Comércio de Emissões	Mecanismo de “cap and trade” que estabelece limites e permite a negociação de permissões.
EU-ETS	Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia	Maior mercado regulado de carbono do mundo.
GHG	Gás de Efeito Estufa (GEE)	Substâncias que causam o aquecimento global (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, etc.).
GS	Padrão Ouro	Certificadora do mercado voluntário que garante benefícios sociais e ambientais adicionais.
IPCC	Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima	Órgão científico da ONU que avalia a base científica da mudança climática.
CDM	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL)	Criado pelo Protocolo de Kyoto para gerar créditos (CERs) em países em desenvolvimento.
MRV	Monitoramento, Relato e Verificação	Sistema que garante a integridade e rastreabilidade dos créditos de carbono.
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente	Agência da ONU voltada à conservação ambiental e ao apoio a políticas climáticas.
REDD+	Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+)	Mecanismo da ONU que recompensa a conservação de florestas tropicais.
SBCE	Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões	Sistema nacional de comércio de emissões criado pela Lei nº15042/2024.
TENs	Tecnologias de Emissão Negativa	Soluções para remover CO ₂ da atmosfera (ex.: BECCS, DAC).
UK-ETS	Sistema de Comércio de Emissões do Reino Unido	Mercado regulado britânico “cap and trade”, sucessor da participação no EU-ETS.
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima	Tratado internacional que estrutura a política climática global.
VCS/VERRA	Padrão Verificado de Carbono	Padrão de certificação líder no mercado voluntário de carbono.
VER	Redução Verificada de Emissões	Crédito de carbono emitido em mercados voluntários, verificado por entidades privadas.

LISTA DAS FIGURAS

Figura 1: Tipologia e Classificação dos <i>stakeholders</i>	25
Figura 2: Subsistemas do Pentagrama de FOXON	31
Figura 3: Níveis da Perspectiva Multinível	33
Figura 4: Conceito da Perspectiva Multinível da Transição Sociotécnica	35
Figura 5: Etapas da execução do estudo	52
Figura 6: Fluxo das atividades do método de Análise de Conteúdo	67
Figura 7: <i>Stakeholders</i> alocados no Pentagrama de Foxon	69
Figura 8: Alocação dos <i>stakeholders</i> nos níveis da Perspectiva Multinível	84
Figura 9: Perspectiva Multinível do mercado de carbono no Brasil	85
Figura 10: Linhas de Base do Imaginário Sociotécnico	91
Figura 11: Imaginários sociotécnicos identificados por grupos dos subsistemas do Pentagrama de Foxon	97

TABELAS

Tabela 1 – Evolução do regramento do mercado de carbono no Brasil.....	18
Tabela 2 – Artigos científicos utilizados como referência no estudo	40
Tabela 3 – Descrição dos subsistemas do Pentagrama de Foxon	57
Tabela 4 – Tipologia dos <i>stakeholders</i> com atributos e características	60
Tabela 5 – Tipologia das capturas regulatórias	61
Tabela 6 – Principais respostas obtidas na aplicação do questionário	71
Tabela 7 – AePR alocados nos subsistemas do Pentagrama	72
Tabela 8 – Entrevistados classificados nos subsistemas de Foxon	74
Tabela 9 – Tipificação e classificação dos AePR entrevistados	77
Tabela 10 – Influência e captura regulatória dos AePR entrevistados	80
Tabela 11 – Influência dos AePR nos imaginários sociotécnicos	82
Tabela 12 – Categorias e subcategorias temáticas, discursos e comentários	95
Tabela 13 – Imaginários sociotécnicos de consenso	102
Tabela 14 – Similaridade entre os resultados do questionário e entrevistas	105
Tabela 15 - Assuntos críticos identificados nos grupos dos subsistemas	107
Tabela 16 - Assuntos positivos do mercado regulado	109
Tabela 17 - Discursos e comentários pelos temas e subtemas	110
Tabela 18 – Setores e atividades elegíveis a gerar créditos de carbono	129
Tabela 19 – Principais Itens da Lei 15.042/2024	134

1. INTRODUÇÃO

Emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) e sua concentração na atmosfera atingiram os níveis mais elevados desde a era pré-industrial (Crippa et al., 2019). O resultado é o aquecimento do sistema climático numa taxa sem precedentes, e muitos impactos negativos sobre recursos naturais e sistemas humanos, como o aumento de eventos extremos e a ascensão do nível do mar. A continuação das emissões causará um maior aquecimento e alterações duradouras no sistema climático, aumentando a probabilidade de impactos graves, generalizados e irreversíveis nos ecossistemas, especialmente nas comunidades pobres (IPCC, 2014).

O mercado de crédito de carbono foi discutido e aprovado na II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (ECO-92, 1992) como uma estratégia econômica da política climática mundial, para reduzir emissões de gases de efeito estufa (Spilker e Nugent, 2022). Dados mais recentes do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) indicam que, mesmo que todos os compromissos sejam implementados, o aquecimento global ainda seria de (no mínimo) 2,4°C com consequências severamente impactantes. Para manter as chances de não extrapolar o limite de 1,5°C seria imprescindível reduzir as emissões em 45% até 2030 (ONU Report, 2023).

O Crédito de Carbono é uma medida quantitativa, representando uma tonelada de CO₂eq (dióxido de carbono equivalente), que deixou de ser emitida para a atmosfera ou foi capturada e estocada, contribuindo para a redução do efeito estufa. Esse conceito foi desenvolvido e evoluiu como uma das ferramentas para uso em políticas climáticas, com o objetivo de reduzir o impacto do Gás de Efeito Estufa na atmosfera terrestre e ajudar a limitar o aquecimento global em 1,5°C acima dos níveis pré-industriais (padrões de 1990). O Crédito de Carbono funciona como uma moeda negociável em dois tipos de mercados globais, para incentivar a redução e o controle das emissões de países e organizações (Vargas et al., 2021). As atividades elegíveis ao crédito de carbono estão sumarizadas no Apêndice 1.

Os primeiros mecanismos de conformidade global do mercado de carbono, destinados a enfrentar as mudanças climáticas, foram estabelecidos pelo Protocolo de Kyoto, durante a 3ª Conferência das Partes (COP3) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas, realizada no Japão, em 1997. A meta do Protocolo era reduzir, no período de 2008 a 2012, as emissões globais de GEE dos

países industrializados em 5,2%, em relação aos níveis em 1990, utilizando três procedimentos específicos que foram elaborados para estimular o mercado de créditos de carbono: o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), a Negociação das Emissões Internacionais (NEIs) e o Certificado de Redução de Emissões (CRE; Spilker, Nugent, 2022).

A partir de 2005, o mercado de crédito de carbono experimentou crescimento significativo, com mais de 8.000 projetos operando em mais de 100 países, gerando mais de 1,9 bilhão de t de Reduções Certificadas de Emissões, necessárias para a comercialização dos créditos de carbono (Michaelowa et al., 2019). O Brasil se destacou como um dos principais beneficiários, com 354 projetos registrados aptos a gerar créditos. Contudo, o mercado perdeu força a partir de 2010, devido às incertezas em torno das regulamentações futuras das políticas climáticas, a serem definidas nas Conferências das Partes subsequentes (Vargas et al., 2021).

Durante a 21ª Conferência das Partes (COP21) realizada em Paris (2015), foi aprovado o Acordo de Paris (AP), que estabeleceu as diretrizes e objetivos das políticas climáticas dos países signatários. O acordo permite que as organizações cumpram suas metas de redução de emissões de GEE enquanto mantêm suas ambições de crescimento econômico, por meio da cooperação voluntária em um mercado internacional de créditos de carbono. Essas transações podem ocorrer entre as organizações resultando em mitigação mútua (AP Art. 6.2; Ahonen et al., 2022), ou entre entidades públicas e privadas autorizadas pelas partes (AP Art. 6.4; Ahonen et al., 2022). O mecanismo de mercado instituído pelo Acordo de Paris é considerado como o sucessor do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo estabelecido no Protocolo de Kyoto (Spilker e Nugent, 2022).

Na 26ª Conferência das Partes sobre mudança climática (COP26), realizada em Glasgow, foi estabelecido um conjunto de regras referentes ao Acordo de Paris, definindo como cada país deve determinar e atualizar suas metas de emissões, conhecidas como Contribuições Nacionalmente Determinadas (Spilker e Nugent, 2022). Durante a COP26, o Brasil revisou suas metas climáticas, comprometendo-se a reduzir as emissões em 50% até 2030 (em comparação aos níveis de 2005) e alcançar a neutralidade climática até 2050, além de declarar a intenção de eliminar o desmatamento ilegal até 2028 (Vargas et al., 2021). Na 27ª Conferência das Partes (COP27), realizada em Sharm-el-Sheikh em 2022, foram definidas as diretrizes de transparência, que as partes deveriam seguir ao relatar suas Contribuições

Nacionalmente Desenvolvimento incluindo a definição da linha de base das emissões de gases de efeito estufa, o planejamento, e os progressos alcançados para atingir as metas de redução das emissões (World Resources Institute, 2019).

Desde o Protocolo de Kyoto, os mercados de carbono evoluíram globalmente em duas formas principais: (i) o mercado regulado, com os preços e as emissões controlados por autoridades públicas ou comissões institucionais; (ii) o mercado voluntário, operado em plataformas independentes, em que os créditos são negociados diretamente entre as organizações e governos, sem a necessidade de registro na Comissão do Clima da ONU (Sobrinho, 2023).

No Brasil, a história do mercado de carbono pode ser representada pela linha do tempo apresentada pela Tabela 1, iniciando com a aprovação do Protocolo de Kyoto, que criou o mercado de crédito de carbono como uma ferramenta econômica com objetivo climático da redução das emissões de GEE. Segundo o Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio, o Brasil negociou créditos através do mercado regulado controlado pela ONU, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, produto de 354 projetos de redução do GEE. Com Acordo de Paris, a comercialização internacional de créditos foi modificada para impulsionar o mercado e facilitar os países a atingirem suas metas climáticas CND apresentadas. O Acordo de Paris gerou um novo impulso aos mercados regulado e voluntário.

A Lei 15.042/2024 sancionada em Dez/24, sumarizada no Apêndice 2, criou o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), e estabeleceu as diretrizes para o mercado regulado de carbono do Brasil, os setores envolvidos, os limites de emissão, e as regras para a venda de títulos de compensação. A expectativa é que a Lei sancionada gere uma redução das emissões de até 25% em 2029, em um cenário otimista, com inclusão dos principais setores da economia brasileira (Senado Notícias, 2024). Atualmente, maio/2026, a regulamentação está na fase de regramento da definição do órgão regulador, dos procedimentos, controles e uso de créditos de carbono do mercado voluntário. O modelo brasileiro segue regulamentação completamente nova e de alcance nacional, e baseia-se em modelos de sucesso já existentes em outros países, como o Sistema de Comércio de Emissões da União Europeia (EU-ETS) e Reserva de Ação de Carbono (CAR) da Califórnia (EUA) (Spilker e Nugent, 2022).

Tabela 1 – Evolução do regramento do mercado de carbono no Brasil

1998–2005	Entrada no Protocolo de Kyoto e início do comércio via Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) O Brasil, ratifica o Protocolo de Kyoto, tornando-se elegível ao MDL.
2004 – 2012	Brasil foi um dos maiores emissores de Certificados de Carbono (CERs) no mundo, via projetos de energia renovável, tratamento de resíduos e uso da terra.
2009	Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) (Lei 12.187/2009) Instituiu a PNMC e previu a possibilidade de criação de um Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), porém nesse período, as discussões ficaram concentradas no mercado voluntário de redução de emissões.
2015	Acordo de Paris (PA) (COP21) O Brasil apresenta sua Contribuição Nacionalmente Determinada (CND), com meta de reduzir as emissões em 37% até 2025 e 43% até 2030 (base 2005). O Acordo de Paris inclui o Artigo 6º, que trata de mecanismos de mercado e cooperação internacional que potencializa a discussão sobre a criação de um mercado regulado brasileiro.
2018–2020	Retomada do debate no Congresso Nacional e no Poder Executivo Surge na Câmara dos Deputados o projeto de lei (PL 528/2021) que propõe a criação de um mercado nacional regulado, para dar clareza ao setor privado e alinhar com as metas apresentadas na CND.
2021–2023	Debate político intenso no Congresso Nacional O projeto de lei PL 528/2021 ganha força, com apoio da frente parlamentar ambientalista e setores da indústria.
2022	Ministérios da Economia e do Meio Ambiente começam a estruturar estudos técnicos para modelagem do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE). O resultado da eleição presidencial de 2022 faz o retorno do Brasil ao protagonismo climático internacional.
2024	Publicação da Lei de Regulamentação do Mercado de Carbono no Brasil em Dez/24 (Lei 15042/2024). O Senado da República elabora o projeto de lei (PL 182/2024) produto da consolidação de diferentes versões anteriores (inclusive do PL 528/2021). Em novembro de 2024, o Congresso Nacional aprova o projeto de lei PL 182/2024, que é sancionado como Lei 15.042/2024 em 11 de dezembro de 2024, finalmente indicando a implantação do mercado regulado de carbono brasileiro em 5 anos.

Fonte: autor

Nesse contexto de incertezas, para o Brasil atingir sua CND, é fundamental implementar a regulação dos mercados de carbono o mais rápido possível como defendido por Sobrinho (2023). O cronograma descrito na Lei indica que os dois primeiros anos serão para regramento, o terceiro ano será para implantação piloto e correção, no quarto ano a operação e no quinto ano a operação plena.

Reconhecendo a importância do mercado voluntário do Brasil, segundo Fankhauser et al. (2021), esse mercado precisa evoluir, especialmente na transparência dos métodos de quantificação de emissões de GEE e no controle dos planos de mitigação, podendo ser alcançado através da padronização baseada em métodos científicos e práticas já implementadas no mercado internacional. Essa evolução deve considerar um entendimento mais abrangente do mercado de carbono do Brasil, construído sob uma perspectiva sistêmica, envolvendo todos os *stakeholders*, e avaliando se esses mercados estão de fato contribuindo para a política climática e trazendo benefícios para as empresas e para o país (Durão, 2017). Há uma necessidade urgente de controle centralizado das emissões, mitigações, certificações e comercializações de créditos de carbono (Helmreich e Kreibich, 2019), além de uma regulamentação baseada em modelos científicos para a quantificação das emissões de GEE (Sobrinho, 2023).

A oferta de créditos de carbono no mercado voluntário brasileiro ainda é baixa. De acordo com a consultoria *McKinsey & Company* (2022), o País emitiu menos de 1% do seu potencial anual de crédito, majoritariamente com créditos de projetos de conservação de áreas verdes e projetos de geração de energia a partir de resíduos. Do potencial brasileiro, aproximadamente 80% eram projetos de restauração florestal em áreas de pastagem degradadas capazes de remover carbono da atmosfera. Segundo levantamento da ICC Brasil e *WayCarbon* (2022), o Brasil poderia suprir até 28% da demanda global do mercado regulado e 48,7% do mercado voluntário até 2030. Com isso, o País levantaria receitas de até US\$ 120 bilhões.

Diante desse cenário, os mercados de créditos de carbono desempenham um papel importante no combate do aquecimento global, gerando a necessidade de uma regulamentação dos mercados, baseada em modelos científicos e práticas robustas de quantificação de emissões. A lei brasileira pode-se tornar um passo importante, porém há a necessidade de considerar a visão de futuro dos *stakeholders* sobre a lei, se eles entendem que a lei pode-se tornar eficaz e/ou só precisa de melhorias e complementos para seu sucesso. Para alcançar esses objetivos, esta tese usa os

métodos de análise utilizados nas Transições Sociotécnicas em conjunto com a teoria dos *stakeholders* e captura regulatória, que se mostram como instrumentos adequados para essa avaliação.

A abordagem de avaliação sistêmica proposta e utilizada no estudo está fundamentada nos conceitos das transições sociotécnicas, nas teorias dos *stakeholders* e captura regulatória, e seu objetivo é avaliar a implementação do mercado regulado de carbono no Brasil e o papel dos *stakeholders* nesse novo arranjo institucional, e sua influência no *modus operandi* do novo mercado, assim procura-se avaliar o apoio e o engajamento dos diferentes *stakeholders*, considerando suas expectativas e interferências quanto às regras, mecanismos de governança, instrumentos de controle e potencial de contribuição do sistema para o cumprimento das metas da CND brasileira, buscando responder as seguintes perguntas de pesquisa:

- 1) Como a implantação do mercado regulado de carbono no Brasil contribuirá para o cumprimento das metas estabelecidas na Contribuição Nacionalmente Determinada?
- 2) Como os *stakeholders* envolvidos no processo de regramento da Lei nº 15.042/2024, podem exercer maior poder de influência sobre a configuração final do instrumento normativo?

Esta tese está organizada estruturalmente em 9 capítulos principais, e as apresentações ocorrerão na sequência indicada: i) introdução o assunto, ii) objetivos que indicam porquê do estudo, iii) referencial teórico para fundamentação dos métodos e conceitos utilizados, iv) revisão da literatura sendo o referencial científico do ‘estado da arte’, v) métodos aplicados na abordagem sistêmica, vi) resultados da pesquisa qualitativa, vii) discussões sobre abrangência e pontos de atenção, viii) conclusões gerais sobre os resultados obtidos e ix) sugestões de trabalhos futuros.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Analisar o potencial de contribuição do mercado regulado de carbono instituído pela Lei 15.042/2024, para o cumprimento das metas CND, considerando a influência exercida pelos diferentes stakeholders no processo de formulação e configuração do instrumento normativo.

2.2 Objetivos específicos

- a) Propor uma abordagem baseada nos conceitos da teoria dos *stakeholders* e captura regulatória, e na utilização de métodos de análise utilizados nas transições sociotécnicas, especificamente o Pentagrama de Foxon, a Perspectiva Multinível e os Imaginários Sociotécnicos para avaliar qual é o potencial de sucesso do novo mercado regulado de carbono.
- b) Identificar as transições temporais da evolução do mercado de carbono no Brasil, desde o Protocolo de Kyoto até a promulgação da Lei 15.042 em dez/2024 e identificar e detalhar o envolvimento dos *stakeholders* nos ciclos de transições, em cada nível de participação no mercado, conforme estabelecido pela perspectiva multinível.
- c) Analisar a visão de futuro (imaginários sociotécnicos) dos *stakeholders* sobre a Lei de Regulamentação do Mercado de Carbono no Brasil, e identificar a possível influência e risco dos *stakeholders* no processo de regramento e impacto na implantação do mercado regulado.
- d) Avaliar se no modelo futuro dos *stakeholders* e a implantação do novo mercado irão impactar positivamente no cumprimento das metas estabelecidas na CND apresentada na COP21 e atualizada na COP26.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Para melhor compreensão e detalhamento das informações e conceitos referentes aos temas tratados nesta tese, este capítulo apresenta as bases conceituais, que fundamentam a abordagem sistêmica aplicada para interpretar a trajetória e as perspectivas do mercado de carbono no Brasil, no contexto da Lei nº 15.042/2024. O referencial teórico apresenta os fundamentos conceituais e técnicos, que sustentam essa abordagem sistêmica e explicita as razões da escolha teórica, preparando o terreno para a aplicação empírica no caso do SBCE. A abordagem sistêmica adotada é composta por dois conceitos teóricos e três métodos referenciais conforme explicado a seguir.

Os conceitos teóricos utilizados incorporam a Teoria dos *stakeholders* e o debate sobre Captura Regulatória. A Teoria dos *stakeholders*, desenvolvida por Freeman (2010), destaca processos institucionais e políticas públicas influenciados por diversos grupos de interesse, como governos, empresas, instituições financeiras, certificadoras, consultorias e organizações da sociedade civil. Associado a isso, o conceito de captura regulatória (Stigler, 1971; Dal Bó, 2006) aponta para o risco de que processos regulatórios sejam influenciados de forma desproporcional por interesses de determinados grupos, afetando o desenho e a efetividade das políticas públicas.

O primeiro método referencial incorpora o Pentagrama de Transições de Foxon (2011), que estrutura a análise a partir da interação entre tecnologias, atores, instituições, práticas e recursos considerados elementos que coevoluem na ocorrência da transição sociotécnica. Essa abordagem possibilita operacionalizar de forma empírica a dinâmica do SBCE, organizando os elementos que compõem o sistema sociotécnico do mercado de carbono brasileiro.

O segundo método referencial, Método da Perspectiva Multinível (conhecido em inglês como *Multi-Level Perspective* ou *MLP*), desenvolvida por Geels (2002), permite compreender a evolução do mercado de carbono como resultado da interação e pressão de três níveis de *stakeholders*, que participam do processo: o primeiro nível denominado 'Paisagem' (acordos climáticos internacionais, finanças sustentáveis, metas de descarbonização), o segundo nível denominado de 'Regime Sociotécnico' nacional (estrutura produtiva, arranjos institucionais, regramento, padrões

regulatórios) e o terceiro nível denominado ‘Nicho de Inovação’ (organizações emissoras de GEE, que atuam no mercado de carbono, tecnologias de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV), plataformas de negociação e novos modelos de governança climática).

Finalmente, o terceiro método referencial apresenta a noção dos imaginários sociotécnicos proposta por Jasanoff (2028), permitindo compreender como diferentes visões de futuro pró-mercado, regulatórias, ambientalistas ou desenvolvimentistas — moldam as escolhas institucionais e a normatização do mercado de carbono. A regulamentação não é neutra: incorpora expectativas, narrativas e projetos de sociedade que influenciam a direção da transição.

A composição da teoria dos *stakeholders*, captura regulatória com os três métodos referenciais resulta na construção de uma abordagem sistêmica integrada, que apresenta a análise retrospectiva da formação do mercado de carbono no Brasil, e oferece uma leitura prospectiva sobre sua implementação e evolução futura. Ao combinar estrutura institucional, dinâmica sociotécnica, disputas de imaginário e influência de diversos *stakeholders*, a abordagem aqui proposta permite avaliar em que medida a aplicação da Lei de Regulamentação poderá promover uma transição efetiva rumo à redução das emissões e atingir as metas climáticas definidas no CND e reproduzir novos padrões do sistema sociotécnico econômico ambiental e social do mercado de carbono.

3.1 Teoria dos *stakeholders* e captura regulatória

Segundo Freeman (2010), *stakeholders* podem ser compreendidos como indivíduos ou grupos que possuem a capacidade de influenciar, ou são influenciados, pelas atividades e objetivos de uma organização. Essa influência pode manifestar-se por diferentes mecanismos, incluindo o controle de recursos estratégicos, a mobilização de movimentos sociais ou a atuação por meio de políticas privadas e institucionais, conforme destacam Barnett, Henriques e Husted (2020). No conceito das transições sociotécnicas relacionadas à sustentabilidade, a atuação dos *stakeholders* é importante, pois suas decisões, interesses e interações contribuem para direcionar os rumos e o ritmo da regulamentação e dos processos.

3.1.1 Teoria dos *stakeholders*

De acordo com a 'Teoria dos *Stakeholders*' de Freeman (2010), ao analisar as transições sociotécnicas a partir da perspectiva da 'Teoria dos *Stakeholders*', os diferentes *stakeholders* possuem papel ativo na transformação dos contextos institucionais e organizacionais. Segundo o autor as organizações tendem a orientar suas ações, buscando maximizar benefícios próprios, de modo que não existe, a priori, a predominância automática de interesses coletivos ou de vantagens compartilhadas entre todos os envolvidos.

De acordo com Nora (2022), os *stakeholders*, compreendidos como atores capazes de influenciar os objetivos organizacionais, podem ser classificados em duas categorias principais: os *stakeholders* primários, aqueles que exercem controle direto sobre recursos estratégicos da organização e os *stakeholders* secundários, que não possuem capacidade de influência direta, necessitando mobilizar ações coletivas ou mecanismos indiretos para exercer pressão e influenciar as decisões organizacionais.

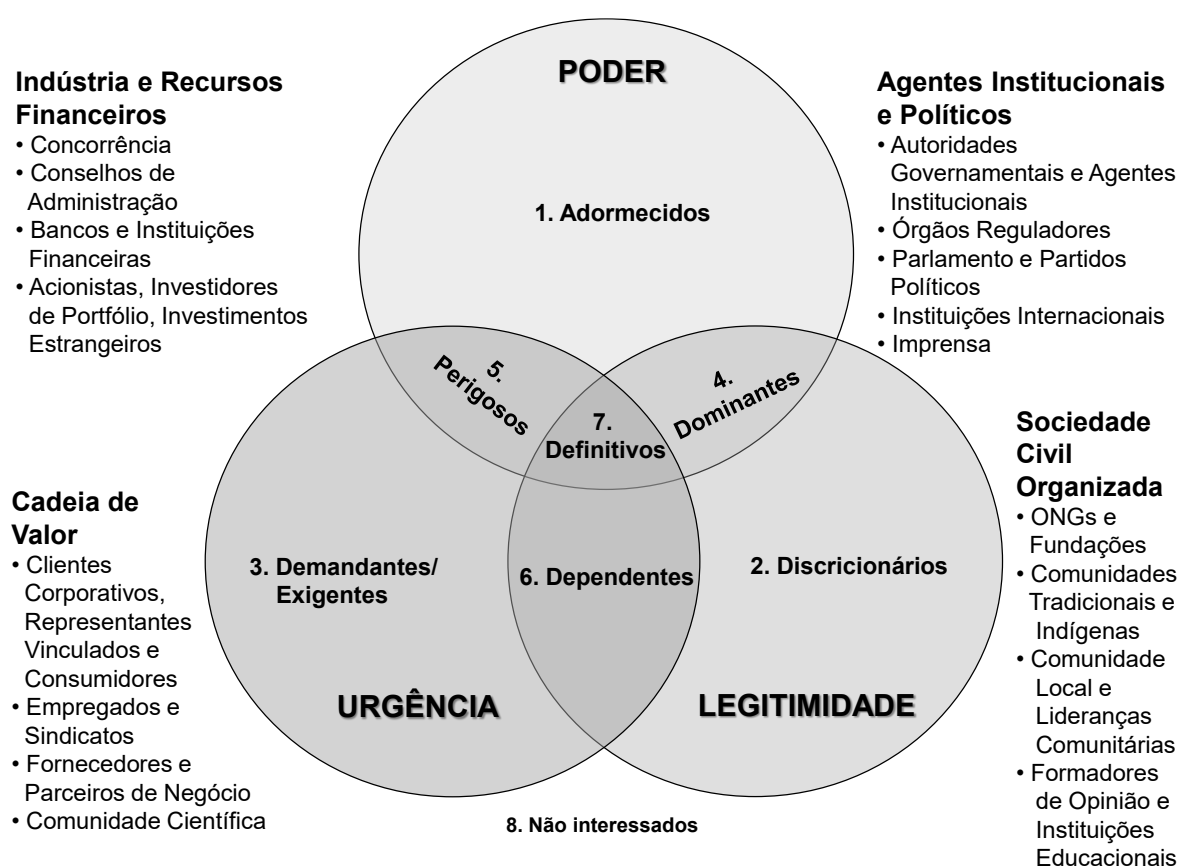
Os *stakeholders* também podem ser classificados pelo conceito de saliência ou relevância proposto por Mitchell, Agle e Wood (1997), a partir de três diferentes atributos - 'poder', 'legitimidade' e 'urgência' - que combinados, vão indicar as características dos *stakeholders*.

O atributo 'poder' é composto por três características, 'Coercitivo' (força física), 'Utilitário' (recursos materiais, recursos financeiros, investimentos) e 'Normativo' (recursos simbólicos). O atributo 'legitimidade' pode ser entendido como a percepção pública das ações de uma organização ou entidade identificada por três formas (Suchman, 1995): 'Pragmática' baseada no interesse próprio do público, 'Moral' baseada em aprovação normativa, e 'Cognitiva' baseada na abrangência das ações e pressupostos. O atributo 'urgência' é identificado pela necessidade em participar e realizar a transição.

Além desses atributos, Mitchel, Agle, Wood (1997) complementam a classificação dos *stakeholders* com mais oito (8) categorias de atributos complementares: 'adormecidos', 'discricionários', 'demandantes/exigentes', 'dominantes', 'perigosos', 'dependentes', 'definitivos' e 'não interessados'. Os três atributos e as oito (8) categorias se relacionam conforme ilustrado na Figura 1 sendo que a categoria de 'não interessados' não será abordada neste estudo.

A tipologia de *stakeholders* proposta por Mitchell, Agle e Wood (1997) permite compreender que a relevância dos atores em processos regulatórios não é homogênea, mas resulta da combinação dinâmica entre poder, legitimidade e urgência. Os *stakeholders* podem transitar entre categorias ao longo do tempo, especialmente em contextos de formulação de políticas públicas complexas, como o mercado de carbono, pois a mobilização de interesses, a capacidade técnica e a pressão institucional redefinem continuamente a posição do *stakeholder* na governança do sistema.

Figura 1 – Tipologia e Classificação dos *stakeholders*



Fonte: autor (adaptado de Mitchell, Agle e Wood, 1997)

As sete categorias de atributos consideradas no estudo, ilustradas na Figura 1 estão descritas nos perfis de detalhamento a seguir:

a) Stakeholders com um atributo (nível baixo)

- **Stakeholder Adormecido:**
 - Atributo: 'Poder'
 - Definição: Possui capacidade de influenciar, mas não exerce essa influência no momento.

- Interpretação: é um ator latente, pode se tornar relevante rapidamente se mobilizado.
- Aplicação no mercado de carbono: Grandes emissores que ainda não atuam diretamente no debate regulatório.
- *Stakeholder* Discrecional:
 - Atributo: 'Legitimidade'
 - Definição: Possui reconhecimento social ou moral, mas não tem poder nem urgência.
 - Interpretação: depende do órgão regulador para ser considerado.
 - Aplicação no mercado de carbono: academias ou ONGs pouco mobilizadas.
- *Stakeholder* Demandante:
 - Atributo: 'Urgência'
 - Definição: Faz demandas imediatas, mas sem poder ou legitimidade suficientes.
 - Interpretação: tende a ser percebido como ruído, embora possa ganhar relevância.
 - Aplicado ao mercado de carbono: consultorias e plataformas comerciais que exercem pressões pontuais por decisões rápidas no mercado.

b) Stakeholders com dois atributos (nível intermediário)

- *Stakeholder* Dominante:
 - Atributos: 'Poder' + 'Legitimidade'
 - Definição: Possui influência reconhecida e capacidade de ação.
 - Interpretação: tende a ter acesso direto ao processo decisório.
 - Aplicado ao mercado de carbono: órgãos do governo no SBCE + grandes geradores.
- *Stakeholder* Dependente:
 - Atributos: 'Legitimidade' + 'Urgência'
 - Definição: Tem demandas legítimas e urgentes, mas não possui poder próprio.
 - Interpretação: depende de outros atores para ter influência.
 - Aplicado ao mercado de carbono: comunidades impactadas por projetos de carbono.
- *Stakeholder* Perigoso:
 - Atributos: 'Poder' + 'Urgência'

- Definição: Pode exercer pressão imediata, mesmo sem legitimidade clara.
- Interpretação: representa risco de ações coercitivas ou distorções.
- Aplicado ao mercado de carbono: setores que pressionam por flexibilização regulatória.

c) **Stakeholders com três atributos (nível elevado)**

- **Stakeholder** Definitivo:
 - Atributos: 'Poder' + 'Legitimidade' + 'Urgência'
 - Definição: É o stakeholder mais relevante — deve ser atendido prioritariamente.
 - Interpretação: exerce influência direta e imediata sobre decisões.
 - Aplicado ao mercado de carbono: governo regulador no SBCE ou grandes emissores altamente mobilizados.

3.1.2 Captura regulatória

A classificação dos Atores e Partes Relacionadas (AePR) realizada, utilizando as tipologias da teoria dos *stakeholders*, é complementada pelo conceito da 'captura regulatória', com o objetivo de aprofundar a análise de governança do mercado, pois reflete um processo pelo qual determinados *stakeholders*, diretamente afetados pela regulamentação, passam a exercer influência desproporcional sobre o desenho institucional das regras e instrumentos do mercado (Lima, 2021). Essa influência pode se manifestar na definição de mecanismos de monitoramento e verificação, nos procedimentos de comercialização, nos critérios de elegibilidade de projetos e na formação dos preços dos créditos de carbono (Ramalho e Rodrigo, 2022). O conjunto dos *stakeholder*, que atuam com influência desproporcional, podem ser os grandes emissores, intermediários financeiros, setores industriais organizados, representantes do agronegócio e órgãos governamentais com funções de controle,

Embora as estratégias de captura regulatória possam assumir diversas formas, é possível identificar quatro categorias básicas principais de capturas, segundo Dal Bó (2006) e Carpenter e Moss (2014):

- (i) captura material - baseada em incentivos materiais, relacionada a benefícios econômicos diretos ou indiretos;
- (ii) captura imaterial - por incentivos imateriais, associada a prestígio, reputação ou alinhamentos ideológicos;

- (iii) captura por ameaça - caracterizada por pressões políticas ou econômicas exercidas sobre o regulador;
- (iv) captura decorrente de assimetria de informação, quando determinados atores concentram conhecimento técnico ou dados estratégicos capazes de influenciar o processo regulatório.

A captura por incentivos materiais, denominada de 'Captura Material', ocorre quando atores regulados influenciam o processo regulatório por meio de benefícios econômicos diretos ou indiretos, como financiamento político, *lobby* ou promessas de investimento. No mercado de carbono, esse mecanismo pode aparecer quando setores emissores pressionam por regras que reduzam seus custos de conformidade, como a alocação gratuita de permissões de emissão ou maior uso de créditos do mercado voluntário (Dal Bó, 2006).

A captura por incentivos imateriais, denominada de 'Captura Cognitiva e Cultural', refere-se à influência exercida por meio de reputação, prestígio profissional ou alinhamento ideológico entre reguladores e determinados grupos de interesse. Nesse caso, não há necessariamente benefícios econômicos diretos, mas os reguladores passam a internalizar a visão ou os valores dos atores regulados, o que pode influenciar o desenho da regulação climática (Carpenter e Moss, 2014).

A captura por ameaça, denominada por 'Captura Política', ocorre quando atores utilizam seu poder econômico ou político para pressionar o regulador, por meio de ameaças explícitas ou implícitas. No contexto do mercado de carbono, isso pode ocorrer quando setores industriais argumentam que regras climáticas mais rígidas podem gerar perda de competitividade ou fuga de investimentos, pressionando pela flexibilização das metas (Dal Bó, 2006).

A captura por assimetria de informação, denominada de 'Captura Técnica', ocorre quando os atores regulados possuem maior conhecimento técnico do que os reguladores, tornando-se fontes essenciais para a formulação das políticas. No mercado de carbono, isso pode ocorrer quando consultorias, certificadoras ou desenvolvedores de projetos dominam metodologias de MRV, influenciando a definição dos critérios regulatórios (Carpenter e Moss, 2014).

No contexto do mercado de carbono, esses mecanismos tendem a operar de forma combinada, destacando a complexidade institucional da governança da política climática e a multiplicidade de atores envolvidos na definição das regras do Sistema

Brasileiro de Comércio de Emissões. Dessa forma, a captura regulatória constitui um risco relevante na governança de mercados de carbono, uma vez que a definição das regras desse sistema ocorre em discussões institucionais em que diferentes *stakeholders* disputam a orientação das políticas climáticas. Segundo Stigler (1971) e Dal Bó (2006), os riscos de captura regulatória podem ser classificados em três níveis de risco:

- ‘Alto risco’, quando determinados atores possuem elevada capacidade de influência direta sobre o órgão regulador, combinada com interesse econômico relevante no regramento. Nessas situações, há forte probabilidade de que a regulação seja moldada para favorecer interesses específicos em detrimento do interesse público.
- ‘Médio risco’, quando existe capacidade de influência expressiva, mas o processo regulatório ainda mantém considerações institucionais e diversidade de atores.
- ‘Baixo risco’, quando o processo regulatório tem autonomia institucional elevada, forte transparência e participação de diversos *stakeholders*, reduzindo a possibilidade de dominação por interesses específicos.

3.2 O Sistema de transições sociotécnicas

Os sistemas sociotécnicos são constituídos por uma combinação dependente e de coevolução de tecnologias, cadeias de suprimentos, infraestruturas, mercados, regulamentações, práticas de uso e significados culturais, identificados em diferentes níveis de atuação dos *stakeholders* (Geels, 2002).

O conceito Sistemas das Transições Sociotécnicas pode ser entendido como um processo, que ocorre por múltiplos *stakeholders* localizados em diferentes níveis de comprometimento e ação, expondo as necessidades e prioridades desse meio para a definição de um futuro desejado, que se transforma no status de operação, quando a evolução e a difusão de novas práticas e tecnologias ocorre através da iteração e interação dos *stakeholders*, resultando na coevolução entre sociedade, economia, meio ambiente, política e tecnologia (Geels, 2004).

De acordo com Hall et al. (2022), as transições sociotécnicas utilizam três conceitos complementares, aplicadas de forma sequencial: (i) prospecção estratégica; (ii) *design* centrado no ser humano, que respeita os princípios de desejabilidade, viabilidade financeira, operacionalidade e relação com o meio ambiente; (iii) teatro das

decisões. A abordagem e a solução de problemas requerem a ocorrência de transformações estruturais, denominadas de ‘transições sociotécnicas’, que só podem ser conduzidas com o envolvimento de múltiplos *stakeholders* (Geels, 2011).

As transições sociotécnicas podem evoluir ao longo de décadas, e seu desenvolvimento é marcado pelo alinhamento dos diferentes elementos, resultando em uma dependência de trajetória e resistência à mudança e esses sistemas são mantidos e aprimorados de forma incremental pelos *stakeholders* incumbentes, cujas ações são orientadas por regras e instituições profundamente enraizadas, conhecidas como regimes sociotécnicos (Durão, 2017).

A coevolução entre os *stakeholders* vence o ambiente de resistência a mudanças, devido sua melhora incremental contínua através das inovações, que surgem transformando o sistema vigente e impactando os modelos de negócio. O processo de governança, que busca orientar ou modular a dinâmica das transições, por meio de processos iterativos e interativos entre *stakeholders*, é denominado de ‘gestão da transição’ (Kemp, Loorbach e Rotmans, 2007). Esse processo envolve a criação de visões e objetivos compartilhados, mobilização de mudanças através de experimentos de transição, além da aprendizagem e avaliação do sucesso relativo dessas experiências. A gestão da transição funciona para elaborar políticas participativas, fundamentadas no pensamento sistêmico. Um elemento-chave desse processo é a criação de uma arena de transição, em que um grupo relativamente pequeno de *stakeholders* voltados para a inovação e mudança do sistema vigente se reúnem para efetivar um processo de aprendizagem social sobre futuras possibilidades e oportunidades (Loorbach, 2007). A arena pode ser substituída por uma pesquisa qualitativa de aplicação de questionário e entrevistas pessoais com os envolvidos.

Os subitens a seguir detalham instrumentos importantes do conceito das transições sociotécnicas.

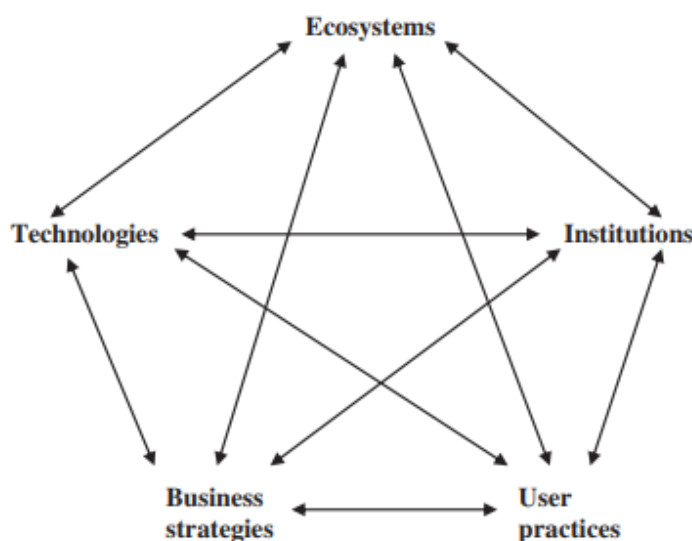
3.2.1 O Pentagrama de Foxon

Para analisar mudanças sociotécnicas de longo prazo e a transição para uma economia de baixo carbono, é útil combinar as abordagens de transições sociotécnicas e coevolução. Essa estrutura analítica permite focar nas categorias mais relevantes, sem a pretensão de construir uma teoria abrangente de todos os fenômenos (Foxon, 2011).

Na literatura de transições sociotécnicas, os mercados são compreendidos como componentes estruturantes dos regimes sociotécnicos, articulando-se com redes industriais, instituições regulatórias, infraestrutura, conhecimento técnico-científico e significados culturais (Geels, 2004; Smith et al., 2005). Esses elementos não operam isoladamente, mas coevoluem por meio de interações dinâmicas, construindo trajetórias de estabilização ou transformação dos sistemas (Schot e Geels, 2008; Foxon, 2011).

O Pentagrama proposto por Foxon (2011), ilustrado pela Figura 2, representa uma abordagem sistêmica das transições sociotécnicas ao estruturar o modelo com cinco subsistemas, que coevoluem ('ecossistemas', 'tecnologias', 'instituições', 'estratégias de negócios', 'usuários práticos'), cuja interação dinâmica molda diferentes trajetórias de rumo às mudanças para uma economia de baixo carbono. O Pentagrama evidencia que a transição geralmente não decorre através de um único vetor tecnológico ou regulatório, mas da articulação entre os subsistemas estruturais e dos *feedbacks* entre eles. O Pentagrama consolida-se como um instrumento analítico que integra dimensões técnicas, institucionais, econômicas e socioculturais, permitindo compreender a busca por uma economia de baixo carbono como um processo sistêmico, interativo e coevolutivo.

Figura 2: Subsistemas do Pentagrama de FOXON



Fonte: Foxon (2011)

De acordo com Foxon (2011), as definições dos subsistemas buscam integrar todos os *stakeholders* em um sistema. ‘Ecossistemas’ são sistemas naturais, que sustentam a vida por meio de fluxos e interações ambientais, representados pela política climática global, priorizando as fontes de energia de baixo carbono, que utilizam fluxos naturais, como biomassa, energia solar, hídrica e eólica. ‘Tecnologias’ são inovações tecnológicas, que utilizam fenômenos naturais para cumprir determinados propósitos ambientais e evoluem de acordo com as regras, conhecimentos e decisões existentes, voltados para uma política de baixo carbono. ‘Instituições’ podem ser entendidas como as estruturas, que organizam as interações humanas e representam o desenvolvimento das regras, incluindo leis, regulações, direitos de propriedade e formas de organização econômica. ‘Estratégias de negócios’ referem-se às formas pelas quais os *stakeholders* organizam as atividades para alcançar objetivos socioeconômicos e ambientais. ‘Usuários Práticos’ referem-se a padrões operacionais aplicados e compartilhados aos sistemas de ‘tecnologias’, ‘instituições’ e ‘estratégias de negócios’, relacionados a satisfazer às demandas humanas.

A estrutura sugere que os principais eventos na transição para uma economia sustentável de baixo carbono podem ocorrer através de tecnologias, mudanças, formação de instituições, revisões de estratégias de negócios ou mudanças nas práticas dos usuários e como essas mudanças interagem com mudanças nos ecossistemas, porém mediadas pela interação com estruturas existentes dentro dos cinco sistemas (Schot e Geels, 2008).

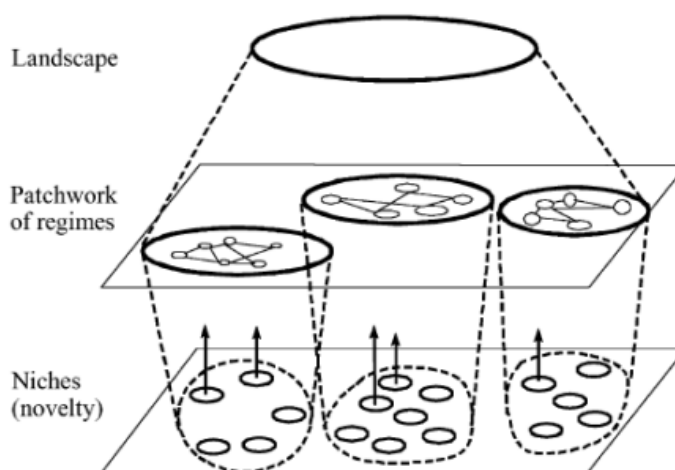
De acordo com Killip et al. (2018), os subsistemas são compostos por uma diversidade de atores formados por gestores, organizações, formuladores de políticas e agentes de comercialização, que influenciam a direção e a velocidade da transição de acordo com suas experiências, estratégias e poder político.

3.2.2 Perspectiva multinível (MLP)

A perspectiva multinível (MLP), de acordo com Geels (2002), interpreta as transições como processos não lineares, resultados da interação entre as inovações ocorridas em três níveis analíticos de atuação: os ‘nichos’ (*niches*), espaços para inovações radicais; os ‘regimes sociotécnicos’ (*patchwork of regimes*), ambiente de práticas e regras estabelecidas, que sustentam a estabilidade dos sistemas existentes e a ‘paisagem sociotécnica’ (*landscape*). Os níveis representam configurações

heterogêneas de estabilidade crescente, que podem ser compreendidas como uma hierarquia das transições no tempo, conforme ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Níveis da Perspectiva Multinível



Fonte: Geels (2002)

O nível *Landscape*, denominado de ‘Paisagem Sociotécnica’, refere-se ao desenvolvimento de contextos mais amplos, que influenciam o regime sociotécnico, demandando respostas frente a mudanças sociais, econômicas, ambientais, políticas, ideológicas, culturais e tecnológicas (Durão, 2017). As pressões exercidas pela ‘Paisagem Sociotécnica’, em regra geral, são operacionalizadas por procedimentos e controles denominados ‘Regimes Sociotécnicos’, gerando oportunidades para a aplicação e operacionalização local nos denominados ‘Nichos’ que, conforme sua evolução empírica e transformações necessárias, desafiam e alteram o ‘Regime’ estabelecido (Smith, Voss e Grin, 2010).

O nível *Patchwork of Regimes*, denominado de ‘Regimes Sociotécnicos’, consiste em um conjunto de *stakeholders* inseridos em um ambiente altamente institucionalizado e estável, manifestando as regras e funções sociais vigentes. Esses ‘Regimes’ tendem a aceitar mudanças incrementais dentro de trajetórias previamente estabelecidas, exercendo resistências à introdução de novas alternativas (Smith, Voss e Grin, 2010). São caracterizados como um conjunto semi coerente de regras

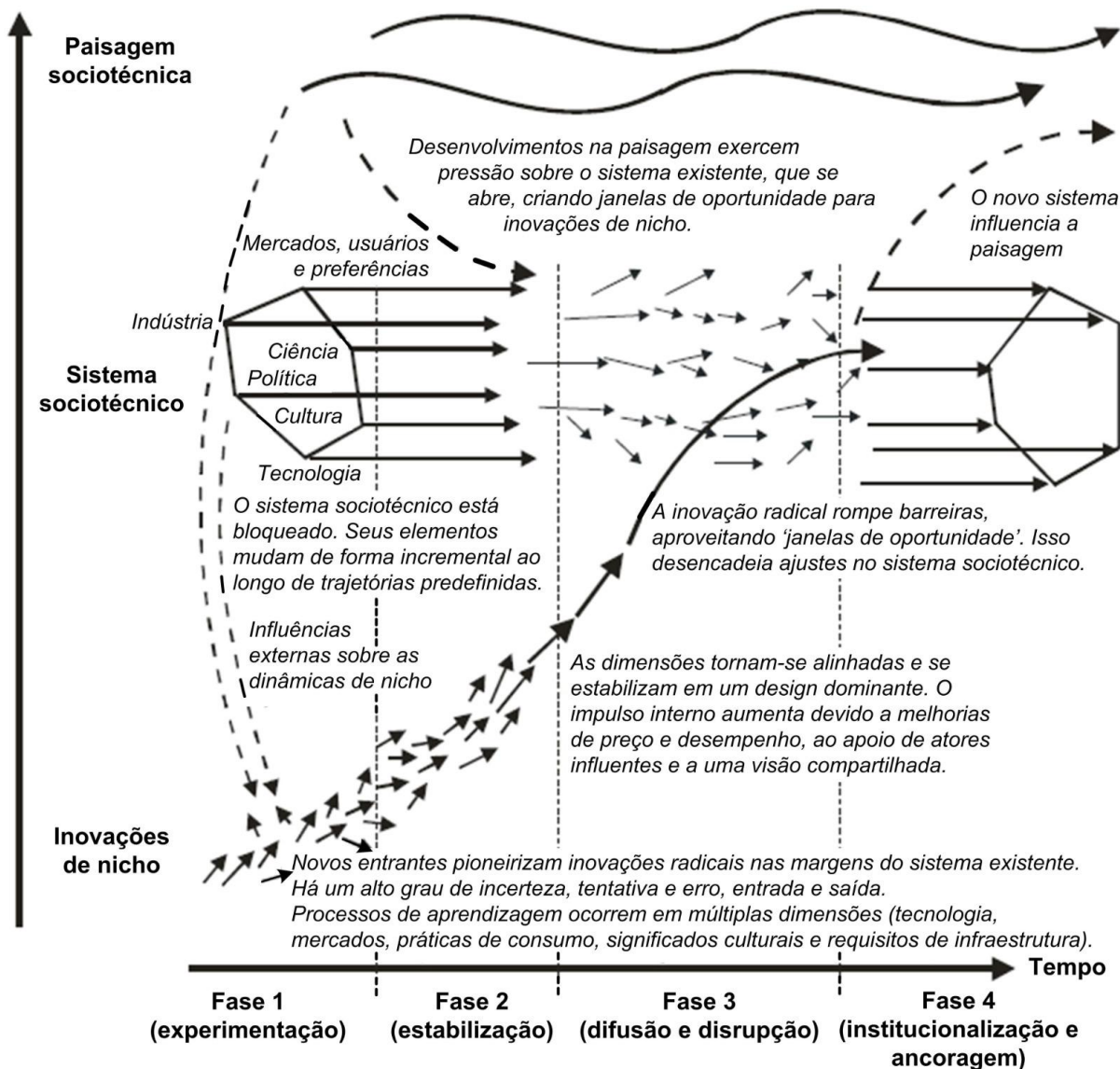
regulatórias, cognitivas e normativas interligadas, cuja conexão torna difícil a modificação das regras, dependendo do grau de estabilidade do 'Regime' (Geels, 2002). As regras operacionais desses 'Regimes' configuram barreiras consideráveis para a inovação, num processo denominado *lock-in* sociotécnico.

O nível *Niches*, denominado de 'Nichos Sociotécnicos', é composto por um conjunto de atores em um ambiente com pressões institucionais, em que novas alternativas emergem da prática operacional e iniciam processos das transições com maior facilidade. As transições dependem muito das inovações, que emergem nesse ambiente, podendo provocar transformações no sistema, mesmo que muitos nichos não consigam sobreviver ou desenvolver-se ao longo do tempo (Smith, Voss e Grin, 2010).

De acordo com Geels (2019), o processo de evolução da transição sociotécnica, estabelecido pela Perspectiva Multinível, ocorre em três ou quatro fases temporais de evolução, eliminando qualquer noção de causalidade linear em inovações de sistemas, pois envolve um processo simultâneo de múltiplas dimensões e níveis, que se reforçam mutuamente por meio da coevolução, conforme ilustrado na Figura 4.

No conceito da Perspectiva Multinível, as transições sociotécnicas ocorrem segundo roteiro: as mudanças institucionais são estabelecidas pelo nível 'Paisagem', que viram regras, processos e funcionalidades no nível 'Regime' e são estabelecidas e absorvidas operacionalmente no nível 'Nicho', que operacionalizam em suas práticas e evoluem no tempo, desenvolvendo novas práticas operacionais e tecnológicas, gerando novas demandas. Os 'Nichos', com as novas demandas, pressionam o nível 'Regime' para alterar o status atual das regras e procedimentos, gerando uma nova demanda futura. O 'Regime' pressiona o nível 'Paisagem' (institucional) que avalia, e mudanças necessárias para ocorrer no nível 'Regime' a ser aplicado no nível 'Nicho' e assim o esse ciclo se repete no tempo (Silva et al., 2020).

Figura 4 – Conceito da Perspectiva Multinível da Transição Sociotécnica



3.2.3 Imaginários sociotécnicos

As transições sociotécnicas envolvidas no processo de regulamentação exigem uma reconfiguração das infraestruturas físicas, econômicas, sociais e ambientais existentes, dado que a configuração atual reflete escolhas e modelos estabelecidos no passado (Hess e Sovacool, 2020). Essa reconfiguração necessita mapear e avaliar as diversas visões distribuídas, hegemônicas e contra hegemônicas dos atores a partes relacionadas aos envolvidos, denominadas de imaginários sociotécnicos (Chilvers e Longhurst, 2019).

De acordo com Jasanoff (2018), as imaginações sociotécnicas são visões de futuros desejáveis coletivamente mantidas, institucionalmente estabilizadas e publicamente desempenhadas, animadas por entendimentos compartilhados de forma social, econômica, ambiental e política sustentável, através dos avanços em ciência e tecnologia. Os imaginários sociotécnicos funcionam como recursos culturais que geram formas coletivamente imaginadas de vida social e ordem social refletidas no design e cumprimento de projetos científicos e/ou tecnológicos específicos da nação (Jasanoff e Kim, 2009).

Nesse mesmo artigo, os autores apresentaram exemplos de imaginários sociotécnicos pesquisados em diferentes países com assuntos diferentes, tais como implantação da energia nuclear nos Estados Unidos e na Coreia do Sul. Os autores contrastam dois imaginários principais: nos Estados Unidos, os imaginários nucleares eram dominados pelas preocupações com a contenção, incluindo não apenas os perigos da radiação, mas também os perigos políticos do desacordo público e rejeição. Por outro lado, na Coreia do Sul, os imaginários eram caracterizados por um foco de modernização e desenvolvimento técnico-econômico.

Os diferentes imaginários emergem como articulações específicas de ciência, da política e da sociedade, como detalhado no estudo de Carvalho et al. (2023) sobre os múltiplos imaginários sociotécnicos concorrentes, revelados no estudo do documento de política climática do governo português, que permitiram associações dos imaginários para o enfrentamento da crise climática global.

Embora acadêmicos tenham utilizado o conceito de imaginários sociotécnicos para examinar visões de mudança transformadora e sua estabilização e institucionalização (Trauttmansdorff e Felt, 2021), nesse caso, os imaginários representam ideias e visões críticas sobre o impacto geral da nova legislação e as transições potenciais para o sucesso do novo mercado, pois segundo Jasanoff (2018), os imaginários têm o poder de moldar tanto o presente como o futuro quando evocados e discutidos.

O conceito de imaginários sociotécnicos é essencial para levantar dimensões tecnológicas, sociais, políticas, econômicas e ambientais, que envolvem diversos *stakeholders* do mercado de carbono, bem como para entender as perspectivas necessárias para o desenvolvimento desse mercado e seu impacto no sucesso da política ambiental do país (Chang et al., 2017).

Para identificação do imaginário sociotécnico, nesta tese, utiliza-se o método da análise de conteúdo (conforme na seção de metodologia), e entende-se como importante apresentar seus principais conceitos e definições.

3.3 Análise do conteúdo e do discurso

A análise de conteúdo é um método qualitativo que busca identificar o que é dito a respeito de determinado tema e envolve um conjunto de técnicas, com objetivo de sistematizar e expressar o conteúdo das comunicações socialmente produzidas, bem como as suas condições de produção e apropriação (Chevarria, 2016). A análise de conteúdo não se trata de um estudo de linguística ou gramática (Orlandi, 2013), mas sim de compreender como e porque a mensagem foi socialmente produzida. A importância de determinada comunicação depende da sua forma de produção e circulação; da posição social de quem emite essa comunicação, e da conexão entre essa e a situação específica do contexto de sua produção (Mozzato e Grzybovski, 2011).

Segundo Minayo (2010), a abordagem qualitativa da análise de conteúdo está relacionada ao universo de significados, valores, crenças, atitudes, motivações e aspirações, abrangendo um nível mais profundo de compreensão das relações, processos e fenômenos sociais, que não podem ser reduzidos à simples quantificação de variáveis. Nessa perspectiva, define o método qualitativo como aquele que busca compreender a realidade, a partir da interpretação dos significados atribuídos pelos sujeitos às suas experiências, considerando o contexto social em que estão inseridos.

A análise de discurso e conteúdo pode ser compreendida como um processo sistemático, racional e intencional, voltado à busca de respostas para um problema identificado. Pesquisar significa investigar de forma crítica e reflexiva, com o propósito de aprofundar o conhecimento, aprimorar o que já existe ou gerar algo novo. Esse processo se estabelece em uma relação dinâmica entre o sujeito e o objeto de estudo, promovendo o desenvolvimento e o aperfeiçoamento contínuo de métodos, técnicas e formas de compreender a realidade (Valle e Ferreira, 2024).

O método de análise de conteúdo de Bardin (2016) utilizado neste estudo, é considerado um método de pesquisa, que identifica as visões mais coincidentes e congruentes dos *stakeholders*, sendo reconhecido e muito utilizado pela comunidade científica, segundo Silva et al. (2013). Bardin (2016) incluiu uma avaliação sistemática das informações, para compreensão dos significados latentes dos temas abordados,

agrupando as informações em categorias, com a possibilidade de identificação de congruência e similaridade dos temas abordados com os entrevistados (Valle e Ferreira, 2024). Análise do conteúdo e do discurso é um conjunto de técnicas de análise de comunicação visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens e indicadores (quantitativos ou não), que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 2016).

A escolha do método de análise de conteúdo deve estar alinhada com foco da pesquisa, com os objetivos propostos, com o problema investigado, com algum referencial teórico adotado, com as intenções do pesquisador e o tipo de conhecimento, que se pretende construir a partir do objeto de estudo. Para isso, é essencial uma organização lógica, coerente e sistematizada de todas as etapas, que compõem o processo analítico (Mendes e Miskulin, 2016).

De modo geral, os autores convergem ao afirmar que a análise de conteúdo é um método qualitativo fundamental para compreender os significados sociais das comunicações, permitindo identificar como as mensagens são produzidas, interpretadas e relacionadas ao contexto de que emergem. Segundo Chevarria (2016) e Bardin (2016), trata-se de um conjunto de técnicas sistemáticas, que possibilitam a descrição objetiva e a inferência de conhecimentos sobre as condições de produção e recepção das mensagens. Conforme Orlandi (2013), Mozzato e Grzybovski (2011), o foco não está na estrutura linguística, mas nas relações sociais e nos sentidos construídos pelos emissores. Para Minayo (2010), essa abordagem qualitativa abrange valores, crenças e motivações, buscando interpretar a realidade, a partir das experiências dos sujeitos. Onuma (2020) diferencia a análise de conteúdo da análise do discurso, salientando que ambas buscam compreender os sentidos presentes nas práticas sociais e comunicativas. Por fim, de acordo com Mendes e Miskulin (2016), a escolha e aplicação do método devem estar alinhadas ao problema, aos objetivos e ao referencial teórico da pesquisa, garantindo coerência, rigor e sistematização em todas as etapas do processo de investigação.

4. REVISÃO DA LITERATURA

Embora uma revisão sistemática da literatura não tenha sido realizada, a pesquisa bibliográfica foi organizada em três linhas principais. A primeira priorizou artigos científicos em língua inglesa, consultados em bases como *Scopus*, *Web of Science*, *ScienceDirect*, *MDPI*, *Academia.edu*, *SciELO*, *Google Scholar* e o Portal de Periódicos CAPES. Na pesquisa foram utilizados os termos, *carbon market*, *carbon dioxide removal policy*, *sustainable carbon economy*, *low-carbon economy*, *transitions to sustainability*, *emissions trading system (ETS)*, *cap-and-trade system*, *socio-technical systems*, *multi-level perspective*, *socio-technical imaginaries*, *carbon credit prices*, *regulatory capture* e *stakeholder influence*.

A segunda linha priorizou material acadêmico, concentrando-se em repositórios de universidades brasileiras, como Universidade de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, Universidade Estadual de Campinas, Universidade Estadual Paulista, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Universidade Federal da Bahia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Universidade do Vale do Rio dos Sinos, com foco na identificação de teses, dissertações, artigos e periódicos relevantes.

A terceira linha abrangeu publicações não científicas, institucionais e setoriais, incluindo relatórios e artigos de entidades como Confederação Nacional da Indústria, Exame, McKinsey e Company, WayCarbon e International Chamber of Commerce (ICC). Nessa etapa, foram utilizados termos em português, como crédito de carbono, atividades elegíveis, emissões setoriais, práticas relacionadas à sustentabilidade, responsabilidade social e qualidade da governança corporativa (ESG), Índice de Sustentabilidade Empresarial (ISE) da Bolsa de Valores de São Paulo (B3), mercado regulado e voluntário de carbono, comércio de créditos, *cap and trade*, transições sociotécnicas, imaginários sociotécnicos e Lei nº 15.042/2024.

Foram inicialmente selecionados 145 textos, dos quais 89 foram efetivamente utilizados na revisão da literatura, considerando sua aderência aos objetivos da pesquisa e seu potencial de aplicação na análise do mercado de carbono. A Tabela 2 resume os artigos científicos e teses utilizados, como referência bibliográfica, no desenvolvimento dos cinco temas de pesquisa identificados na pesquisa da revisão da literatura. Conforme apresentado na Tabela 2, foram identificados cinco temas abordados pelos artigos a) Mercado de Carbono: procedimentos, controles,

metodologias, b) Créditos verdes: políticas de investimentos e preços, c) Comercialização dos créditos, plataformas de negociação, d) Conceito das transições sociotécnicas, e) Teoria dos *stakeholders*, captura regulatória e análise do discurso. As seções seguintes apresentam as discussões de aspectos fundamentais e elementos-chave sobre os temas obtidos na revisão da literatura.

Tabela 2 – Artigos científicos utilizados como referência no estudo

TEMA	AUTOR
Mercado de Carbono: procedimentos, controles e metodologias	PORTO et al. (2013), KOLMUSS et al. (2015), DURÃO (2017), CRIPPA et al. (2019), HILAIRE et al. (2019), ADAMS et al. (2021), KESSLER et al. (2021), VARGAS et al. (2021), Mc Kinsey & Company (2022), ICC Brasil & Way Carbon (2022), AHONEN et al. (2022), PARISA et al. (2022), KAUR et al. (2022), SOBRINHO (2023).
Créditos verdes: políticas de investimentos e preços	YAGI & MANAGI (2018), ZHANG, ZHANG & MANAGI (2019), KRUEGER, SAUTNER & STARKS (2020), DE OLIVEIRA et al. (2020), MAMUM, FANKHAUSER et al. (2021), BOUBAKER e NGUYEN (2022).
Comercialização dos créditos, plataformas de negociação	MICHAELOWA et al. (2019), HELMREICH & KREIBICH (2019), CEBDS (2021), PEARCE (2021), SPILKER, NUGENT (2022), NEIVA (2023).
Conceito das Transições Sociotécnicas	GEELS (2002), GEELS (2004), SMITH et al. (2005), GEELS e KEMP (2007), KEMP, LOORBACH e ROTMANS (2007), MANS (2007), LOORBACH (2007), SMITH, VOSS e GRIN (2010), GEELS (2011), JASANOFF e KIM (2009), FOXON (2011), SILVA et al. (2013), ROSENBLOOM e MEADOWCROFT (2014), CHILVERS e LONGHURST (2016), CHERRY et al. (2017), CHANG et al. (2017), SORRELL (2017), DURÃO (2017), TORRES (2018), JASANOFF (2018), KARHUNMAA (2018), KONRAD e BOHELEB (2019), GEELS (2019), HESS e SOVACOOOL (2020), SILVA et al. (2020), CHRISTIANSEN e CARTON (2021), BECK et al. (2021), CARVALHO et al. (2022), HALL et al. (2022), ANDERSEN et al. (2022), CAIN (2024), TRAUTTMANSDORFF e FELT (2023), SOVACOOOL et al. (2023), PERERIA DE CARVALHO (2024), MUEHLBERGER et al (2024), POLZIN (2024), VIRENS (2024), HOUGAARD e CHRISTIANSEN (2025)
Teoria dos <i>Stakeholders</i>, Captura Regulatória e Análise de Conteúdo	STIGLER (1971), SUCHMAN (1995), DONALDSON e PRESTON (1995), MITCHEL, AGLE e WOOD (1997), STIEGLER e PELTZAN (1999), MUELLER (2001), DAL BÓ (2006), AALTONEN e KUJALA e OJALA (2008), FREEMAN (2010), SMYTH e SÖDERBERG (2010), MINAYO (2010), MOZZATO e GRZYBOVSKI (2011), ORLANDI (2013), CARPENTER E MOSS (2014), BARDIN (2016), CHEVARRIA (2016), MENDES e MISKULIN (2016), ONUMA (2020), VALLE e FERREIRA (2023), BARNETT, HENRIQUES e HUSTED (2020), NORA e ALBERTON (2020), ALKON e WONG (2020), LIMA (2021), RAMALHO e RODRIGO (2022), NORA (2022), PELLEGRINO (2024)

Fonte: autor

4.1 Mercado de carbono: procedimentos, controles e metodologias

A redução acelerada das emissões de gases de efeito estufa (GEE) requer a implementação de instrumentos regulatórios e políticas públicas de mitigação, combinadas a incentivos governamentais, que promovam a transição para uma economia de baixo carbono. De acordo com Sobrinho (2023) e Vargas et al. (2022), a adoção isolada de tecnologias no setor industrial mostra-se insuficiente para limitar o

aquecimento global ao patamar de 1,5°C, exigindo abordagens sistêmicas e integradas.

Conforme Kaur et al. (2022), a gestão das emissões envolve desafios relevantes para os setores público e privado, especialmente no que se refere à mitigação, captura e armazenamento de carbono, bem como à geração de créditos e o alcance do carbono zero. Para Hilaire et al. (2019) e Parisa et al. (2022), essa trajetória depende tanto da adoção de soluções climáticas naturais, como práticas sustentáveis de uso da terra e do desenvolvimento de Tecnologias de Emissões Negativas (TEN), mesmo que ainda associadas a elevados custos e incertezas.

Segundo Adams et al. (2021), a estrutura do mercado de carbono pode ser compreendida a partir de três grupos principais: fornecedores, intermediários e compradores. Os fornecedores incluem desenvolvedores de projetos, validadores e verificadores; os intermediários abrangem financiadores, negociadores e gestores de risco e os compradores se dividem entre participantes dos mercados regulado e voluntário.

No plano internacional, distinguem-se dois tipos de mercado: o regulado, caracterizado por forte controle governamental, e o voluntário, baseado em negociações descentralizadas (Sobrinho, 2023). De acordo com Neiva (2023), o mercado voluntário, embora mais flexível e dinâmico, apresenta elevada fragmentação e limitações quanto à padronização e à confiança entre os agentes. Porém, segundo Porto et al. (2013), no Brasil, esse cenário é agravado por lacunas regulatórias e pela ausência de diretrizes claras, comprometendo sua expansão e credibilidade. Segundo Kollmuss et al. (2015), as limitações relacionadas à transparência e à supervisão internacional impactam negativamente a confiança na integridade ambiental desses mecanismos. Porém, para Ahonen et al. (2022) e Kessler et al. (2021), raciocínio indica que o mercado voluntário é fortemente influenciado por arranjos institucionais derivados do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, considerado o primeiro mercado regulado internacional, incluindo os sistemas privados de certificação, que incorporam metodologias semelhantes às utilizadas pelo MDL. Neste contexto, destaca-se o papel do governo como indutor do mercado, por meio da definição de regras, exigência de compromissos corporativos e criação de incentivos econômicos, como subsídios e benefícios fiscais (Neiva, 2023).

Em síntese, a literatura indica que a trajetória rumo ao equilíbrio carbono-zero ainda enfrenta desafios técnicos, financeiros e institucionais, especialmente pela falta

de padronização e regulamentação adequada dos mercados de carbono. O mercado voluntário, mais flexível e ágil, necessita de governança centralizada, transparência e padronização dos métodos para ampliar sua credibilidade e seu crescimento. O fortalecimento do mercado de carbono depende da atuação conjunta de governos, empresas e certificadoras, com mecanismos claros de verificação, incentivos fiscais e políticas, que promovam a confiança e a integridade ambiental nas transações de créditos de carbono.

4.2 Créditos verdes: políticas de investimentos e preços

De acordo com Mamum, Boubaker e Nguyen (2022), a redução de 40% das emissões de GEE até 2030 depende de fatores críticos como financiamento e tecnologia, destacando o papel do financiamento verde no apoio a ações de mitigação e adaptação por meio de recursos públicos, privados e alternativos. Eles analisaram 46 países e identificaram que os Títulos Verdes são mecanismos relevantes para promoção de energias renováveis e redução das emissões, contribuindo expressivamente para a diminuição de CO₂eq e para o desenvolvimento dos mercados de carbono. Para Sobrinho (2023), o estudo de Mamum, Boubaker e Nguyen (2022) indica que diversos países têm adotado os incentivos fiscais, tributários e financeiros, como instrumentos de política climática, para o fortalecimento dos mercados de carbono locais, visando o cumprimento das metas das CNDs.

Conforme Yagi e Managi (2018), o financiamento climático exerce papel estratégico na mitigação e adaptação às mudanças climáticas, ao mesmo tempo reduzindo riscos associados aos investimentos, como precificação de carbono, perdas de produtividade, exposição a eventos extremos e ativos irrecuperáveis. De acordo com Krueger, Sautner e Starks (2020), a viabilização da participação dos investidores passa pelo acesso a informações confiáveis sobre o desempenho financeiro desses ativos, permitindo uma melhor avaliação dos impactos climáticos nos portfólios e decisões mais alinhadas aos riscos e oportunidades emergentes.

Segundo Zhang, Zhang e Managi (2019), o financiamento climático e as políticas voltadas a investimentos de baixo carbono apresentam forte alinhamento com abordagens que incorporam fatores não financeiros na tomada de decisão em investimentos. Nesse contexto, para De Oliveira et al. (2020), há uma diferença entre o investimento orientado à sustentabilidade, que abrange dimensões econômicas,

ambientais, sociais e de governança, e o investimento verde que se concentra especificamente nos objetivos ambientais dos investidores.

Outro fator relevante para a redução das emissões refere-se às políticas de incentivo baseadas em compensações tributárias. Segundo Helmreich e Kreibich (2019), as compensações em países como Colômbia, México e África do Sul indicam que esses instrumentos têm estimulado investimentos empresariais em inovações tecnológicas e mudanças operacionais, voltadas à mitigação de emissões e à geração de créditos de carbono negociáveis.

De forma geral, os estudos indicam que o financiamento verde e os instrumentos econômicos da política climática desempenham papel central na redução das emissões de gases de efeito estufa. Mecanismos como títulos verdes, incentivos fiscais e precificação de carbono têm impulsionado investimentos em energias renováveis, eficiência energética e inovação tecnológica, favorecendo a transição para uma economia de baixo carbono. Além disso, decisões financeiras orientadas por critérios ESG ampliam a capacidade de mitigação e adaptação climática, ao reduzir riscos econômicos e estimular práticas empresariais mais sustentáveis. A disponibilidade de informações financeiras confiáveis, aliada à adoção de políticas públicas de incentivo e regulação, constitui elemento essencial para acelerar essa transição.

4.3 Comercialização dos créditos, plataformas de negociação

De acordo com Neiva (2023), os mercados regulados de carbono no mundo estruturam-se em dois modelos principais: a taxação de emissões (*carbon tax*) e o Sistema de Comércio de Emissões (*Emissions Trading System – ETS*). Entre esses sistemas, o sistema da Comunidade Europeia (EU-ETS) destaca-se por ser o mais consolidado globalmente, representando cerca de 90% do volume financeiro de créditos negociados em 2021, com € 683 bilhões de um total de € 759 bilhões (Spilker e Nugent, 2022), outros sistemas relevantes são o UK-ETS (Reino Unido) e o mercado da Califórnia. Segundo Roman (2022), esse mercado apresenta elevada maturidade, com negociações padronizadas, controles e instrumentos financeiros utilizados em bolsas e no mercado de balcão, como futuros e opções. No Brasil, o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), instituído pela Lei nº 15.042/2024, encontra-se em fase de regulamentação, com foco em setores-chave como agricultura, florestas e uso

do solo, energia e resíduos, que representam parcela importante do PIB nacional (CEBDS, 2021).

Conforme Spilker e Nugent (2022) e Bose et al. (2021), o mercado voluntário de crédito de carbono, por sua vez, caracteriza-se por uma estrutura descentralizada, composta por desenvolvedores de projetos, certificadoras, intermediários financeiros, compradores, predominantemente corporativos. Esses créditos, uma vez certificados, tornam-se ativos negociáveis e podem ser aposentados para fins de compensação de emissões. Para Vargas et al. (2021), entre os principais padrões de certificação utilizados, destacam-se o VCS (VERRA), Gold Standard, CAR e ACR, com metodologias próprias e específicas para geração e certificação de créditos. Segundo Pearce (2021), a ausência de padronização e de mecanismos robustos de controle e verificação de certificação e aposentadoria dos créditos podem comprometer a integridade ambiental desses ativos, gerando riscos de baixa adicionalidade ou dupla contagem.

Segundo Sobrinho (2023), embora a atuação de múltiplos *stakeholders* proporcione maior agilidade operacional, o mercado voluntário apresenta limitações quanto à transparência e ao acesso à informação, além de carecer de coordenação estratégica, uma vez que suas dinâmicas são orientadas por interesses individuais e não por diretrizes nacionais. Para Helmreich e Kreibich (2019), as transações seguem a lógica semelhante à dos mercados financeiros, envolvendo certificação prévia e intermediação por instituições financeiras, consultorias e *brokers*, em contraste com o mercado regulado, que opera sob controle governamental quanto a emissões, preços e regras de conformidade.

De forma geral, a literatura evidencia que, enquanto os mercados regulados apresentam maior padronização e controle institucional, os mercados voluntários oferecem flexibilidade e dinamismo, porém com fragilidades em termos de governança e integridade ambiental. A consolidação do mercado de carbono no Brasil dependerá da implementação de mecanismos robustos de regulação, monitoramento e certificação, capazes de assegurar credibilidade e integração entre os diferentes segmentos de mercado.

4.4 Conceito das transições sociotécnicas

O conceito de transições sociotécnicas tem sido amplamente explorado na literatura científica, abrangendo desde suas bases teóricas e dimensões analíticas até

sua aplicação na avaliação de políticas públicas, sistemas de inovação e estratégias voltadas à mitigação das mudanças climáticas. Os estudos identificados na revisão bibliográfica evidenciam que as transições sociotécnicas constituem processos complexos, multidimensionais e dinâmicos, resultantes da interação entre tecnologias, instituições, atores sociais, mercados, práticas culturais e estruturas regulatórias. A literatura aqui considerada destaca que a compreensão dessas transições demanda abordagens capazes de integrar fatores econômicos, políticos, sociais e tecnológicos, especialmente em setores relacionados à redução das emissões de CO₂eq e à formulação de políticas ambientais e climáticas.

Segundo Sorrell (2017), os sistemas sociotécnicos não se restringem aos componentes tecnológicos e às infraestruturas materiais, mas incorporam também dimensões institucionais e simbólicas, incluindo regras regulatórias, normas sociais, estruturas cognitivas, significados compartilhados e rotinas, que conferem estabilidade aos regimes sociotécnicos. Complementando essa perspectiva, para Silva et al. (2020), as transições sociotécnicas apresentam caráter não linear, contestado e potencialmente disruptivo, ultrapassando questões estritamente técnicas ou financeiras, uma vez que envolvem disputas políticas, transformações culturais, rearranjos institucionais e mudanças nos padrões de produção e consumo. Nessa mesma direção, de acordo com Torres (2018), as transições orientadas à sustentabilidade implicam transformações estruturais capazes de reconfigurar dimensões tecnológicas, econômicas, ambientais e sociais. Para Geels e Kemp (2007), a complexidade desses sistemas amplia a diversidade de grupos sociais envolvidos, que exercem papel fundamental tanto na manutenção da estabilidade quanto nos processos de transformação dos regimes sociotécnicos.

Outros autores aplicaram o conceito em estudos específicos sobre transformação energética e política ambiental. Por exemplo, Durão (2017), em sua tese sobre a transição para a difusão do biogás como ativo energético no Brasil, utilizou o conceito da Perspectiva Multinível para identificar as mudanças e interações entre os diferentes níveis da perspectiva multinível. Os resultados indicaram seu potencial de contribuir para promoção da segurança e diversificação da matriz energética brasileira, e gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais em diferentes contextos e setores.

De acordo com Carvalho et al. (2024), o conceito para identificar e analisar quatro imaginários sociotécnicos ilustra as formas de implementar e auxiliar a

neutralidade carbônica proposta pelo Roteiro Português para a Neutralidade Carbônica 2050 (RNC2050). Para isso fizeram dezenove entrevistas semiestruturadas e uma conversa informal, presencial e online com três grupos de *stakeholders*: (i) a equipe executora do RNC2050, (ii) atores políticos de instituições de alto nível responsáveis pela transição energética, (iii) membros da sociedade civil. Christiansen e Carton (2021) também utilizaram o conceito dos imaginários sociotécnicos, para captar as visões emergentes e concorrentes dos AePR, envolvidos com o plano climático elaborado pelo governo da Suécia denominado Caminho para um Futuro Climático Positivo, sobre o papel e a governança das Tecnologias de Emissões Negativas (NETs), focando as medidas setoriais de *BECCS* e *LULUCF*, e avaliaram as dificuldades em alterar a política para outros setores

A literatura recente sobre transições sociotécnicas e imaginários sociotécnicos também tem sido aplicada à análise de transformações estruturais em setores estratégicos relacionados à sustentabilidade. Polzin (2024) investigou a *Agrarwende* (processo de transformação da agricultura alemã orientado à sustentabilidade), a partir da perspectiva dos imaginários sociotécnicos. O estudo analisou as tensões entre visões transformadoras voltadas à agricultura orgânica e o imaginário sociotécnico dominante, associado ao modelo agrícola industrial consolidado. A autora parte da compreensão de que os imaginários sociotécnicos correspondem a visões coletivamente compartilhadas, institucionalmente estabilizadas e publicamente legitimadas sobre futuros desejáveis. Os resultados demonstraram que estruturas políticas, institucionais e econômicas historicamente estabelecidas reforçaram a trajetória dominante da agricultura industrial, dificultando a consolidação de modelos alternativos, baseados em práticas orgânicas e sustentáveis.

Em outra aplicação empírica, Andersen et al. (2024) analisaram os sistemas de aquecimento urbano na Dinamarca, utilizando o referencial dos imaginários sociotécnicos para compreender o papel atribuído aos moradores urbanos nos processos de transição energética. O estudo identificou diferentes justificativas associadas à participação dos residentes, incluindo autonomia, economia, conforto, engajamento social e sustentabilidade. A pesquisa foi desenvolvida por meio de três *workshops* envolvendo profissionais de empresas dinamarquesas de aquecimento urbano, representantes municipais, empresas de energia e organizações

habitacionais, em que foram discutidas alternativas para ampliar a participação dos moradores na geração de flexibilidade operacional e na gestão dos sistemas de aquecimento urbano.

Da mesma forma, para Cherry et al. (2017), as transições para sistemas de baixo carbono, não podem ser conduzidas exclusivamente por soluções técnicas ou decisões institucionais centralizadas, exigindo também o envolvimento ativo dos públicos afetados pelas transformações. Os autores investigaram os imaginários sociotécnicos, relacionados às habitações de baixo carbono no Reino Unido, comparando as visões de especialistas e de grupos sociais envolvidos no tema. A pesquisa utilizou um documento síntese, composto por cinquenta documentos especializados, além da realização de entrevistas com vinte e dois especialistas e cinco grupos focais que totalizaram dezesseis participantes. Os resultados identificaram duas visões concorrentes predominantes entre os especialistas: Casas Passivas (*Passive Houses*) e Casas Inteligentes (*Smart Homes*), evidenciando tensões entre os imaginários técnicos e as percepções sociais do público. O estudo conclui que essas divergências revelam os desafios inerentes às transições de baixo carbono e reforçam a necessidade de incorporar valores, percepções e preocupações sociais nos processos de formulação e implementação das políticas de transição.

De forma convergente, os estudos analisados indicam que as políticas atuais se mostram insuficientes diante da complexidade e da urgência impostas pelas mudanças climáticas, reforçando a necessidade de abordagens participativas, adaptativas e orientadas para inovação contínua. A teoria das transições sociotécnicas amplia a compreensão dos processos de sustentabilidade ao reconhecer que as transformações sistêmicas dependem da coevolução entre tecnologias, instituições, práticas sociais, modelos de governança e estratégias econômicas. A transição para uma economia de baixo carbono não se limita à difusão de tecnologias ambientais, mas envolve transformações interdependentes de natureza política, cultural, institucional e econômica, configurando um processo dinâmico e multidimensional de reestruturação sociotécnica.

4.5 Teoria dos *stakeholders*, captura regulatória

Os *stakeholders* são definidos como indivíduos ou grupos que afetam ou são afetados pelos objetivos organizacionais (Freeman, 2010). Esses atores participam

tanto da regulação quanto da operação dos mercados, podendo gerar tensões em contextos complexos que envolvem dimensões econômicas, ambientais e sociais (Alkon e Wong, 2020). A Teoria dos *stakeholders* pode ser analisada sob três perspectivas: descritiva, que explica como as organizações se relacionam com seus *stakeholders*; instrumental, que os considera meios para alcançar resultados organizacionais; e normativa, que incorpora princípios éticos sobre como devem ser tratados (Donaldson e Preston, 1995).

A captura regulatória, por sua vez, complementa essa abordagem ao analisar como interesses específicos influenciam a regulação. Duas vertentes principais se destacam: a Teoria do Interesse Público, que entende a regulação como instrumento para corrigir falhas de mercado, e a Teoria Econômica da Regulação, que a interpreta como resultado da atuação de grupos organizados com capacidade de influência (Muller, 2001). A captura ocorre quando esses interesses direcionam normas e instrumentos regulatórios em seu favor (Stigler, 1971 e Peltzan, 1976).

No mercado de carbono, esse fenômeno pode se manifestar na flexibilização de metas, na ampliação do uso de créditos do mercado voluntário ou na priorização da eficiência econômica em detrimento dos objetivos climáticos. Entretanto a maior parte dos estudos concentra-se na identificação de potenciais influências e interesses dos atores e para Dal Bó (2006), a Teoria dos *stakeholders* compreende os atores que influenciam ou são influenciados pelas organizações, destacando seu papel na dinâmica dos mercados e na geração de tensões em contextos complexos. Essa abordagem, analisada sob perspectivas descritiva, instrumental e normativa, é complementada pela teoria da captura regulatória, que explica como grupos organizados podem influenciar a regulação em benefício próprio. No mercado de carbono, esse risco se manifesta na definição de regras mais flexíveis e no uso ampliado de mecanismos como crédito do mercado voluntário. Embora a literatura reconheça a relevância do fenômeno, a maior parte dos estudos concentra-se na identificação de potenciais influências dos atores, mais do que na comprovação empírica da captura regulatória.

4.6 Uma abordagem integradora

A revisão da literatura evidenciou a complexidade do mercado de carbono no Brasil, abrangendo aspectos relacionados à governança climática, mecanismos regulatórios, financiamento verde, mercados voluntários e regulados, além das

abordagens teóricas associadas às transições sociotécnicas, à teoria dos stakeholders e à captura regulatória. O referencial das transições sociotécnicas tem sido amplamente empregado em estudos voltados à sustentabilidade, transição energética, descarbonização e governança climática, conforme demonstram trabalhos nacionais e internacionais recentes apresentados anteriormente. Entretanto, a maior parte dos estudos utiliza abordagens de forma isolada, concentrando-se em dimensões específicas dos processos de transformação sociotécnica, sem necessariamente integrar, de maneira articulada, os conceitos como Pentagrama de Foxon, Perspectiva Multinível e Imaginários sociotécnicos. Entre os artigos mencionados destacam-se os seguintes:

. Virens (2024): *Green hydrogen futures -Tensions of energy and justice within sociotechnical imaginaries*, que utilizou o conceito dos imaginários sociotécnicos através de entrevistas com especialistas para avaliar a política de substituição energética na Nova Zelândia, utilizando o hidrogênio verde.

. Beck et al. (2021): *The governance of sociotechnical transformations to Sustainability*, que utilizaram um quadro de imaginários sociotécnicos (STI) para expor questões cruciais, mas negligenciadas de governança em áreas sociotécnicas de relevância, chave para transformações em sustentabilidade como sistemas energéticos.

. Andersen et al. (2022): *Sociotechnical imaginaries of resident roles: Insights from future workshops with Danish district heating professionals*, que utilizaram o conceito dos imaginários sociotécnicos para compreender o papel atribuído aos moradores das cidades, nos processos de transição energética, relacionados ao sistema de aquecimento urbano na Dinamarca.

. Konrada e Böhleb (2019): *Socio-technical futures and the governance of innovation processes - An introduction to the special issue*, que realizaram uma revisão de doze artigos sobre imaginários sociotécnicos como elementos centrais na governança da inovação e das tecnologias.

. Hougaard e Christiansen (2025): *Domesticating technology: Sociotechnical imaginaries of carbon capture and storage in Denmark*, que utilizam o conceito dos imaginários sociotécnicos para avaliar como a captura e estocagem de carbono pode auxiliar a Dinamarca em sua política climática.

- . Karhunmaa (2018): *Attaining carbon neutrality in Finnish parliamentary and city council debates*, que utiliza os imaginários sociotécnicos para avaliar os documentos para a neutralidade de carbono da Câmara Municipal de Helsinque nos anos 2011 – 2015 e a flexibilidade interpretativa das propostas.
- . Rosenbloom e Meadowcroft (2014): *The journey towards decarbonization: Exploring socio-technical transitions in the electricity sector in the province of Ontario (1885–2013) and potential low-carbon pathways*, que utilizam a perspectiva multinível sobre transições sociotécnicas, para explorar a evolução histórica do regime de eletricidade na província de Ontário de 1885 a 2013 e interpretar o potencial para o movimento futuro em direção à descarbonização.
- . Muehlberger et al. (2024): *Socio-technical imaginaries of climate-neutral aviation*, que analisaram os imaginários sociotécnicos da aviação neutra em termos de clima, pois as diferentes percepções de várias partes interessadas sobre essa questão não foram suficientemente exploradas até o momento.
- . Torres (2023): *Transição energética para a sustentabilidade no Brasil – narrativas e imaginários dos stakeholders do setor energético brasileiro* (dissertação), que realizou o mapeamento dos imaginários sociotécnicos dos *stakeholders* relacionados à transição energética para a sustentabilidade no Brasil, através de pesquisa qualitativa de informações, coletadas por meio de entrevistas semiestruturadas, publicações, jornais de grande circulação e arquivos documentais das instituições públicas.
- . Silva et al. (2020): *Technical transition in the production chain of coffee in the state of Rondônia*, que analisaram o nível da transição sociotécnica da cadeia produtiva do café, no estado de Rondônia, através de pesquisa qualitativa auxiliada por técnicas de estatística descritiva e inferencial e avaliaram os benefícios intangíveis da evolução desse tipo de sistema sociotécnico.
- . Pereira de Carvalho (2024): *Transições sociotécnicas – análise multinível da dinâmica das comunidades rurais na experiência do algodão agroecológico* (dissertação), que utilizou a perspectiva multinível para estudar as transições sociotécnicas dos sistemas agroecológicos na agricultura familiar da microrregião de Unaí (MG) no caso do algodão.
- . Cain (2024): *Energy justice of sociotechnical imaginaries of light and life in the bush*, que utilizou o conceito dos imaginários sociotécnicos para abordar as implementações

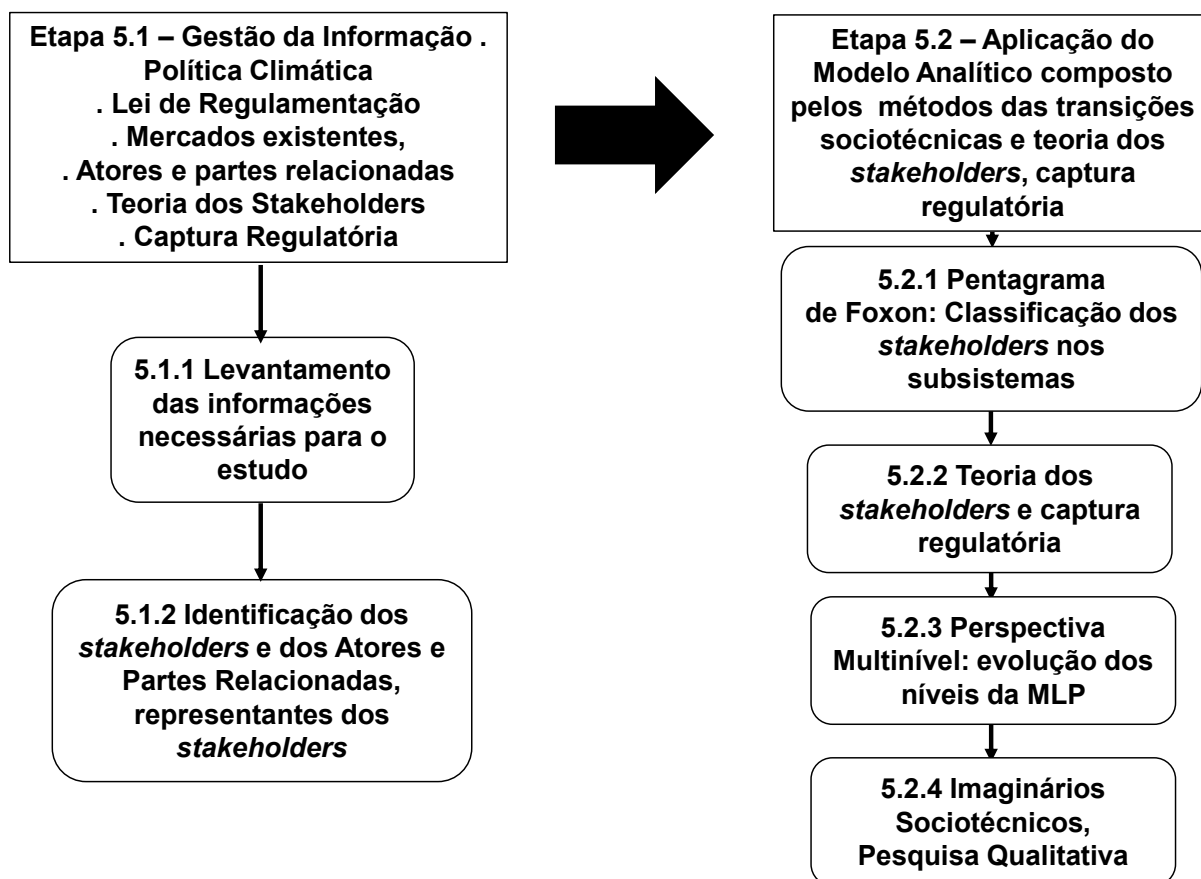
de energia renovável em comunidades indígenas no norte da Austrália. Para isso utilizou pesquisa qualitativa com entrevistas dos *stakeholders* envolvidos.

Diferentemente dessas abordagens fragmentadas, esta tese propõe uma perspectiva integradora, articulando os conceitos das transições sociotécnicas, dos imaginários sociotécnicos, da teoria dos *stakeholders* e da captura regulatória para analisar a evolução e as perspectivas do mercado de carbono no Brasil, em uma visão mais abrangente da implementação do SBCE. A proposta busca construir uma análise sistêmica capaz de compreender as interações entre atores, instituições, interesses econômicos, mecanismos regulatórios e disputas sociopolíticas, que influenciam a configuração do mercado regulado de carbono. Essa integração permite avaliar não apenas os aspectos técnicos e regulatórios da transição para uma economia de baixo carbono, mas também as relações de poder, os conflitos de interesse, os imaginários dominantes e os riscos de captura, que podem influenciar a efetividade do SBCE e sua contribuição para o cumprimento das metas climáticas brasileiras.

5. MÉTODOS

O plano de trabalho foi implementado em duas etapas interdependentes e consecutivas, conforme ilustrado na Figura 5. A Etapa 1 denominada de Gestão da Informação trata da pesquisa das informações e atividades, que caracterizam o mercado de carbono no Brasil, identificação dos *stakeholders* desse mercado. A Etapa 2 consiste na aplicação da abordagem sistêmica proposta, iniciando-se pela classificação dos *stakeholders* nos subsistemas do Pentagrama de Foxon, para modelar o Sistema do mercado de carbono do Brasil. A posteriori, realiza-se a tarefa, muito importante, de identificação e classificação dos AePR, representantes dos *stakeholders*, nos subsistemas do Pentagrama de Foxon. A partir da identificação do Sistema Mercado de Carbono, utilizam-se os conceitos da teoria da *stakeholders* e captura regulatória para qualificar a influência dos AePR na regulamentação e implantação do SBCE. Na sequência, aplica-se os métodos de análise das Transições Sociotécnicas para entender as fases de evolução do mercado e identificar a visão de futuro dos AePR.

Figura 5: Etapas da execução do estudo



Fonte: Elaborado pelo autor

A Etapa 1, denominada de gestão da informação, é realizada em duas seções complementares, a primeira seção trata de uma pesquisa ampla dos principais assuntos relacionados ao mercado de carbono do Brasil, incluindo os mercados de carbono ativos no mundo, o histórico do mercado de carbono no Brasil desde o Protocolo de Kyoto (1997), as certificadoras atuantes, as plataformas e agentes de comercialização, as consultorias de projetos e ONGs, que atuam neste tema. A segunda seção trata da identificação dos *stakeholders* envolvidos com o mercado de carbono do Brasil, e pela identificação final dos *stakeholders* e os Atores e Partes Relacionadas, representantes desses *stakeholders*. A identificação foi realizada pelo levantamento de revistas das associações, federações, institutos de ensino e pesquisa, artigos de jornais, relatórios de entidades, órgãos governamentais, anais de congressos e seminários, artigos científicos e fóruns específicos

A Etapa 2 configurou-se pela aplicação da abordagem sistêmica, composta pela utilização da teoria dos *stakeholders* (TS), captura regulatória (CR) e dos métodos utilizados nas análises das transições sociotécnicas e o impacto da regulamentação do mercado regulado. A primeira atividade foi a classificação dos *stakeholders* e seus representantes, AePR nos subsistemas do Pentagrama de Foxon, compondo o que se denominou Sistema do Mercado de Carbono no Brasil. A partir da identificação dos AePR, que interagem para coevolução do mercado de carbono, realizou-se a tipificação e classificação dos AePR segundo a Teoria dos *Stakeholders* e Captura Regulatória, avaliando-se as influências e riscos em que os AePR poderão atuar no processo de regulamentação e implantação do mercado regulado. As atividades seguintes foram caracterizadas pela aplicação de três métodos complementares do conceito das transições sociotécnicas. O primeiro, Pentagrama de Foxon, que informa quais os AePR que vão interagir e coevoluir nos subsistemas, indicando efetivamente quem irá exercer influência econômica, social e ambiental nas políticas e operação do novo mercado regulado.

O segundo, Método da Perspectiva Multinível (MLP), apresenta uma estrutura que analisa e examina a evolução no tempo, das transições (transformações) do mercado de carbono do Brasil e apura qual a projeção dos cenários futuros definidos pelos AePR. São apresentadas quatro fases de processos interativos, que representam as transformações temporais da evolução do mercado, sendo a primeira fase, a motivação estabelecida pelo nível 'paisagem' expressa nas macropolíticas

ambientais determinadas pela ONU, que gera e origina as regras, procedimentos, controles e comercialização dos créditos de carbono no nível ‘regime’, e atinge os ‘nichos’, que experimentam, difundem e articulam os processos de inovação, retornando e impactando as regras e os procedimentos do ‘regime’. A segunda fase é caracterizada pelas tensões decorrentes da disputa entre o ‘regime’ estabelecido e as inovações emergentes dos ‘nichos’. A terceira fase envolve um processo de aprendizado, abrangendo múltiplas dimensões, tais como tecnologia, preferências dos usuários, políticas, infraestrutura e significado simbólico, que são progressivamente alinhadas, convergindo para um novo design dominante. A quarta fase corresponde à projeção do cenário futuro definido pelos AePR, obtida na aplicação do terceiro método Imaginários Sociotécnicos

O terceiro método, imaginários sociotécnicos, conceito definido por Jasanoff e Kim (2009), que são visões coletivas e projeções de um futuro desejável, envolvendo a governança da inovação e explorando manifestações concretas dos *stakeholders*, como expectativas e promessas para a formação de um futuro imaginário que deve se desenvolver ao longo do tempo, moldados por diferentes práticas e em diferentes contextos (Konrada e Bohleb, 2023). Embora a maioria dos estudos considerados na revisão da literatura tenha utilizado o conceito de imaginários sociotécnicos, para examinar visões de mudança transformadora e sua estabilização e institucionalização, o termo tem implicações em transformações futuras, envolvendo as expectativas dos *stakeholders* e sociedade sobre seus papéis na nova situação que irá surgir.

5.1 ETAPA 1 - Gestão da informação

A Etapa 1 é composta por duas pesquisas de informações básicas e necessárias para a condução do estudo e sua realização. A primeira pesquisa é caracterizada pelo levantamento das informações necessárias, para o entendimento do funcionamento do mercado de carbono existente no Brasil e nos mercados operando em outros países, com referências nas regras, procedimentos, controles, comercialização, preços dos créditos e entidades e setores envolvidos.

A segunda pesquisa é caracterizada pelo levantamento e identificação dos principais *stakeholders*, que atuam de forma direta ou indireta no mercado de carbono do Brasil, representados por empresas dos setores econômico e financeiro, consultorias de inventários e projetos, certificadoras de créditos, plataformas de

comercialização, órgãos do governo envolvidos, ONGs e principalmente os emissores de GEE.

5.1.1 Levantamento das informações, procedimentos e controles

A busca das informações necessárias é conduzida por meio de uma análise documental composta por artigos científicos, relatórios de entidades representativas tais como o Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável (CEBDS), artigos de instituições de ensino e pesquisa, informativos dos órgãos governamentais e agências reguladoras, relatórios de agências, associações, federações e ONGs, anais de seminários, simpósios, artigos e matérias jornalísticas de revistas, jornais.

A pesquisa utilizou os seguintes termos de busca: *mercado de crédito de carbono, mercado regulado de carbono, mercado voluntário de carbono, mecanismo de desenvolvimento limpo, Protocolo de Kyoto, Acordo de Paris, Lei 15.042/2024 de Regulamentação do Mercado de Carbono no Brasil, mercados Cap and Trade, bolsas de comercialização de créditos, processos de certificação dos créditos, monitoramento e controle das emissões, das mitigações, da captura e estocagem, da dupla contagem e da aposentadoria dos créditos*. Também foram abordadas as normas existentes dos procedimentos de mercado estabelecidas por entidades nacionais como ABNT PR 2060:2022 e internacionais como ISO 14.064 e *GHG Protocol*, representada no Brasil pela Fundação Getúlio Vargas.

A análise documental incluiu o levantamento das regras dos principais mercados internacionais regulados e voluntários ativos no mundo representados pelas entidades *EU-ETS (Europe Union - Emissions Trading System)*, *ACR (American Carbon Registry – California EUA)*, *WCI (Western Climate Initiative – Canada e EUA)*, *CAR (Carbon Action Reserve - EUA)* e *UK-ETS (Inglaterra)* e os procedimentos e regras das principais certificadoras de crédito, que atuam no mercado brasileiro como *VERRA VCS (Verifid Carbon System)* e *SG (Global Standart)*, somando 95% de participação no mercado voluntário de carbono brasileiro (Vargas et al., 2021).

5.1.2 Identificação dos stakeholders

O processo de identificação dos *stakeholders* e seus representantes AePR, do mercado de carbono baseou-se na recorrência com que esses agentes aparecem na literatura acadêmica, na mídia especializada, em seminários e simpósios do setor,

e participação em entidades representativas, organizações não governamentais e iniciativas voltadas à promoção da economia de baixo carbono. Também foram considerados aqueles que se destacam como exemplos setoriais, na implementação de estratégias de redução de emissões ou desenvolvem atividades relacionadas ao mercado de carbono, incluindo o desenvolvimento de tecnologias e projetos voltados à mitigação de emissões e à geração de créditos de carbono.

A identificação dos *stakeholders* foi conduzida a partir de uma abordagem analítica, baseada em eixos de representação, definidos com base na relevância operacional e na capacidade de influência dos diferentes AePR no sistema do mercado de carbono. Esses eixos permitiram classificar e agrupar os agentes conforme seus papéis institucionais, econômicos e sociotécnicos na dinâmica de implementação do mercado regulado no Brasil.

O primeiro eixo, relacionado à regulação e políticas públicas, compreendeu instituições multilaterais e organismos governamentais diretamente envolvidos na formulação, coordenação e implementação do sistema, incluindo organizações internacionais, ministérios, órgãos da administração pública e a autoridade competente responsável pela governança do mercado.

No eixo dos setores emissores, foram considerados os principais segmentos econômicos sujeitos à regulação, com destaque para energia, cimento, siderurgia, indústria química, transporte de cargas, gestão de resíduos, petróleo e gás, mineração, construção civil, papel e celulose, além dos setores de uso da terra, como agronegócio, florestas e atividades associadas ao *LULUCF/AFOLU*.

O eixo de oferta de créditos abrangeu os agentes responsáveis pelo desenvolvimento e estruturação de projetos de mitigação, incluindo consultorias especializadas, desenvolvedores de projetos de carbono, bem como empresas envolvidas na elaboração de inventários de emissões e na prestação de serviços técnicos associados. Também se incluíram a dimensão de integridade e MRV, contemplando organizações responsáveis pela certificação, validação e monitoramento dos créditos de carbono, representando o papel central da credibilidade ambiental do sistema.

No segmento de mercado e finanças, foram incluídas instituições que viabilizam a operacionalização econômica do mercado, tais como bancos, seguradoras, corretoras, bolsas de negociação e entidades responsáveis pela custódia, liquidação e registro dos ativos de carbono. Por fim, o eixo de sociedade e

território incorporou atores da sociedade civil, incluindo organizações não governamentais, instituições acadêmicas e centros de pesquisa, que influenciam o debate público, a produção de conhecimento e a legitimidade social do mercado.

Os *stakeholders* e os AePR identificados foram posteriormente classificados e alocados nos cinco subsistemas do Pentagrama de Foxon (2011), ‘ecossistemas’, ‘instituições’, ‘usuários práticos’, ‘estratégias de negócios’ e ‘tecnologias’ adaptados às especificidades do mercado de carbono brasileiro, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 – Descrição dos subsistemas do Pentagrama de Foxon

SUBSISTEMAS	IDENTIFICAÇÃO
Ecossistemas	<i>stakeholders</i> que implementam políticas climáticas e regulam atividades econômicas conforme limites ambientais
Tecnologias	<i>stakeholders</i> responsáveis por inovação tecnológica voltada à economia de baixo carbono, descarbonização, certificação de créditos, consultoria de inventariação e atuação social e sociedade
Instituições	<i>stakeholders</i> que desenvolvem as interações sociais, econômicas e ambientais através de leis, regulações, tecnologias e organização econômica.
Estratégias de Negócios	<i>stakeholders</i> que atuam politicamente na implementação dos procedimentos das atividades necessárias para ocorrer o mercado de carbono.
Práticas dos Usuários	<i>stakeholders</i> que operacionam as atividades econômicas para satisfazer as demandas humanas através do compartilhamento dos subsistemas de tecnologias, instituições e estratégias de negócios.

Fonte: autor

5.2 ETAPA 2 – Abordagem sistêmica utilizada para análise

O modelo utilizado para analisar o mercado de carbono no Brasil e a implementação da Lei 15.042/2024, é composto pela aplicação dos conceitos da teoria dos *stakeholders* e da captura regulatória e de três métodos normalmente utilizados para avaliar as transições sociotécnicas. Sua aplicação ocorreu em quatro (4) seções de atividades consecutivas, gerando no final o modelo de mercado regulado de carbono desejado, que aparece como visão de futuro dos *stakeholders* formada pelos imaginários sociotécnicos e pela influência que podem impetrar na implementação do novo mercado. A Seção 1 é caracterizada pela nomeação dos

stakeholders e suas alocações nos subsistemas do Pentagrama de Foxon. Mesmo que os *stakeholders* atuem de forma diversa no mercado, o importante é a relação de coevolução entre eles, através da iteração e interação. Os subsistemas do Pentagrama podem ser avaliados e estudados isoladamente em profundidade, sem comprometer a perspectiva sistêmica essencial para uma análise abrangente como destacado por Hall et al. (2022). A Seção 2 é caracterizada pela avaliação e identificação das possíveis influências que os *stakeholders* podem incorrer na regulamentação do mercado regulado, de acordo com os conceitos da teoria dos *stakeholders* e captura regulatória.

A Seção 3 compreende o estudo da perspectiva multinível do mercado de carbono no Brasil, que desenha a evolução histórica desde o Protocolo de Kyoto (1998) até a promulgação da Lei 15.042/2024. A abordagem sistêmica analisa, nesse período, as interações e coevolução dos AePR em três níveis - paisagem, regime e nichos até o ano 2030, incluindo como projeções futuras os imaginários sociotécnicos dos AePR, sobre as possíveis transformações, que a implantação do mercado regulado vai ocasionar no mercado voluntário e no atingimento das metas climáticas da CND. A Seção 4 consiste na identificação dos imaginários sociotécnicos dos AePR em cada subsistema do Pentagrama, que poderão impactar o sucesso da Lei em relação a seus objetivos estratégicos.

5.2.1 Aplicação do Pentagrama de Foxon (Seção 1)

A partir da escolha dos *stakeholders* e sua classificação nos subsistemas do Pentagrama de Foxon, identificaram-se os AePR representantes adequados dos *stakeholders* em cada especificidade dos subsistemas do Pentagrama, em que foram alocados para mapear a interação e coevolução dos AePR.

5.2.2 Aplicação da teoria dos *stakeholders* e captura regulatória (Seção 2)

Em conjunto com a identificação e classificação dos AePR nos subsistemas do Pentagrama, realizou-se uma análise do potencial de ingerência dos AePR no processo de regulamentação, regramento e implantação do mercado regulado de carbono no Brasil, com base na amostra dos entrevistados do estudo. Para isso a análise baseou-se nos conceitos da teoria dos *stakeholders* e da captura regulatória para avaliar a interferência e os riscos, que os AePR podem implementar em todo o processo de implantação do regramento, procedimentos e controle do novo mercado.

Após a classificação dos *stakeholders* nos subsistemas do Pentagrama de Foxon, procede-se à análise do potencial de influência desses atores sobre o processo de regulamentação e implementação do mercado regulado de carbono. Essa análise busca compreender como diferentes grupos de atores podem interferir na configuração institucional, nos mecanismos operacionais e nos instrumentos de controle e gestão do novo arranjo regulatório, utilizando o referencial analítico integrado da teoria dos *stakeholders* e da captura regulatória. Essa abordagem permite avaliar não apenas o grau de influência exercido pelos AePR, mas também os potenciais riscos de captura regulatória ao longo das diferentes fases de implantação do mercado, incluindo a elaboração normativa, os instrumentos de operacionalização e a governança do sistema.

A mensuração da relevância dos AePR é realizada utilizando-se o conceito de saliência de Mitchell, Agle e Wood (1997), conforme apresentado anteriormente. Esse modelo considera três (3) atributos fundamentais: ‘poder’, ‘legitimidade’ e ‘urgência’, e sete (7) categorias, cuja combinação determina a centralidade dos atores no processo operacional e decisório do mercado, conforme sistematizado na tese de Nora (2022) e detalhada na Tabela 4.

A partir dessa estrutura analítica, torna-se possível classificar os AePR, segundo sua influência e posicionamento estratégico, bem como identificar padrões de atuação que podem indicar maior propensão à captura regulatória, seja por incentivos materiais, imateriais, assimetria informacional ou capacidade de pressão institucional.

A literatura sobre captura regulatória apresenta diferentes tipologias para explicar como agentes econômicos, políticos ou institucionais podem influenciar processos regulatórios em benefício próprio. A formulação clássica da teoria da captura desenvolvida por Stigler (1971) argumenta que a regulação tende a ser apropriada pelos próprios setores regulados, e possuem maior capacidade organizacional, recursos econômicos e incentivos para influenciar decisões públicas. Posteriormente Laffont (1993) ampliou essa abordagem ao incorporar disputas políticas, assimetrias de informação e incentivos institucionais nos processos regulatórios.

Tabela 4 – Tipologia dos *stakeholders* com atributos e características

Tipologia	Atributos	Características
1. Stakeholders Adormecidos	Poder	Possuem poder para impor sua vontade, mas não possuem legitimidade ou uma demanda urgente. É difícil prever quando podem tornar-se relevantes.
2. Stakeholders Discricionários	Legitimidade	Seu pleito possui legitimidade, mas não detêm o poder para interferir, tampouco uma demanda urgente. Sem poder ou urgência, não há qualquer pressão sobre os gestores para atender suas demandas.
3. Stakeholders Demandantes/Exigentes	Urgência	Irritantes, mas inofensivos. Possuem demandas urgentes, mas o barulho da urgência não é suficiente para demover a gestão.
4. Stakeholders Dominantes	Poder e Legitimidade	Possuem demandas legítimas e poder para agir em prol delas. Pode-se esperar que possuam algum mecanismo formal para provocar a gestão (ex.: influência no Conselho de Administração; boas relações com o governo e órgãos de controle).
5. Stakeholders Perigosos	Poder e Urgência	Não possuem legitimidade ou mecanismos formais de intervenção, mas seu poder poderá se manifestar de forma coercitiva, o que é perigoso para a organização (ex. grevistas, manifestantes).
6. Stakeholders Dependentes	Urgência e Legitimidade	O poder nesta relação não é recíproco, mas, dada a legitimidade e urgência das demandas em questão, pode ser obtido através da intervenção de outro stakeholder ou por intermédio do apelo aos valores internos da organização.
7. Stakeholders Definitivos	Poder, Urgência e Legitimidade	Prioridade para a organização. Quando a demanda de um stakeholder dotado de poder e legitimidade é urgente, a tendência é o atendimento imediato ao seu pleito, por isso, são os definitivos stakeholders.

Fonte: Nora (2022, adaptado de Mitchell, Agle e Wood, 1997)

As tipologias das capturas regulatórias, atribuídas aos *stakeholders* do mercado de carbono no Brasil, são analisadas com base nos critérios apresentados na Tabela 5, utilizada como referência para identificar as diferentes modalidades de captura regulatória associadas aos AePR atuantes nesse mercado. Essas formas de captura podem manifestar-se de maneira isolada ou combinada, conforme a classificação atribuída a esses AePR.

No contexto dos mercados de carbono e da governança climática, essas diferentes formas de captura regulatória tornam-se particularmente relevantes devido à elevada complexidade técnica dos mecanismos de ‘Monitoramento Relato e Verificação’ (MRV) dos créditos, à forte presença de interesses econômicos setoriais e às disputas em torno da definição de regras para alocação de permissões, uso de créditos do mercado voluntário, critérios de certificação e mecanismos de fiscalização. Nesse cenário, os riscos de captura podem influenciar diretamente a integridade

regulatória e a capacidade dos sistemas de comércio de emissões contribuírem para o alcance das metas climáticas nacionais.

Tabela 5 – Tipologia das capturas regulatórias

Captura material ou financeira (incentivos materiais)	Atores regulados influenciam reguladores por meio de incentivos econômicos diretos ou indiretos, como financiamento político, benefícios financeiros, promessas de investimento, lobby econômico ou perspectivas de ganhos futuros.
Captura cognitiva ou cultural (incentivos imateriais)	Atores regulados exercem influência por meio de reputação, prestígio profissional ou alinhamento ideológico entre reguladores e determinados grupos de interesse. Os reguladores passam a internalizar a visão ou os valores dos atores regulados.
Captura política ou governamental (ameaças)	Atores regulados exercem pressão aos reguladores de forma a reduzir sua autonomia e independência institucional, através de representação política-partidária que defendem seus interesses.
Captura Técnica (assimetria de informação)	Atores exercem influência aos reguladores através da dependência das informações técnicas fornecidas pelos próprios atores regulados. Esse tipo de captura é particularmente relevante em setores de elevada complexidade técnica, como energia, finanças e mercados ambientais.

Fonte: autor (baseado em Stigler (1971), Dal Bó (2006), Carpenter e Moss (2014))

Para avaliar os riscos que os AePR podem significar, seja no processo de implementação do SBCE ou na identificação dos imaginários sociotécnicos, utiliza-se uma classificação qualitativa do risco de captura, estruturada em três níveis:

- i) risco elevado - caracterizado pela presença de atores com capacidade significativa de influência sobre o órgão regulador, combinada com interesses econômicos diretos na normatização, fazendo aumentar a probabilidade do direcionamento das regras em benefício próprio.
- ii) risco médio - refere-se a contextos em que há influência relevante de determinados atores, porém reduzida pela existência de mecanismos institucionais, diversidade de participantes e um possível grau de equilíbrio no processo decisório.
- iii) risco baixo - associado a arranjos regulatórios em que predominam a autonomia institucional, a transparência dos processos e a ampla participação de vários AePR, reduzindo a probabilidade de captura.

Essa tipologia permite integrar a análise de saliência dos AePR com a avaliação dos riscos de captura regulatória, contribuindo para uma compreensão mais abrangente da dinâmica de poder e governança no processo de regramento e implementação do mercado regulado de carbono no Brasil.

5.2.3 Método da perspectiva multinível (Seção 3)

De acordo com Geels (2002), os sistemas sociotécnicos evoluem no tempo em diferentes níveis de participação dos AePR, numa combinação de coevolução interdependente dos componentes da transição, que incluem mudanças na infraestrutura, absorção de novas tecnologias, regulamentações, práticas de uso, e significados socioeconômicos e culturais.

Os três níveis definidos por Geels (2002) compõem uma matriz de evolução, que reflete as relações entre esses níveis conforme avançam no tempo os processos de transição, seguindo uma hierarquia de planos, regras e operações. Os 3 níveis que integram a Perspectiva Multinível (MLP) foram definidos como Paisagem, Regime e Nichos (Figura 3).

No nível 'Paisagem' são identificados os AePR relacionados aos fatores e gradientes que iniciam a ocorrência de uma transição institucional de evolução do mercado de carbono, representada pelas diretrizes de mercado estabelecidas no Protocolo de Kyoto e Acordo de Paris e especificadas na CND Brasil e nas políticas climáticas aplicadas em território brasileiro.

O nível 'Regime' representa o regramento da operação do mercado brasileiro, que pode significar uma transição com estabilidade das relações entre os níveis ou a mudança para a implantação de uma nova trajetória. É representado pelos órgãos do governo, bancos de desenvolvimento, certificadoras, comercializadoras, consultorias, associações e ONGs.

O nível 'Nicho' é definido como o local onde ocorre efetivamente a realização dos projetos de reduções das emissões, gerando o crédito de carbono, investimentos em novas tecnologias e processos operacionais, comercialização dos créditos e desenvolvimento de inovações emergentes nas áreas social, econômica, ambiental que se alteram conforme a redução das emissões e o desenvolvimento de novo *modus operandi*, diferente do regime sociotécnico predominante vigente, gerando questionamentos dos regimes implantados e futuras rupturas do modelo. Esse nicho

é representado pelas empresas dos setores econômicos do Brasil e sistema financeiro.

Para o caso do mercado de carbono do Brasil, a distribuição dos *stakeholders* pelos nichos da perspectiva multinível segue a classificação em que o ‘cenário’ é representado pelas políticas climáticas estabelecidas nas reuniões das COPs (ONU) e no plano de metas CND de redução de emissões estabelecido pelos países. O ‘regime’ é representado pelos órgãos, instituições, consultorias, certificadoras e comercializadoras de créditos, que estabelecem os procedimentos, regras e normas de inventário, quantificação, certificação e comercialização dos créditos e os ‘nichos’ são representados pelas organizações dos setores econômicos, que efetivamente realizam as reduções de emissões e negociam seus créditos no mercado.

Para elaborar o quadro da evolução temporal da Perspectiva Multinível do mercado de carbono no Brasil, avalia-se a retrospectiva histórica da implantação do mercado de carbono no Brasil, desde sua criação pelo Protocolo de Kyoto (COP3 1997) até a promulgação da Lei de Regulamentação do Mercado de Crédito de Carbono, em dezembro de 2024. A matriz é composta por quatro fases, indicando o caminho de evolução temporal das transições envolvidas, em que as transformações técnicas, sociais, econômicas e ambientais que ocorrem no nível nicho pressionam o regime vigente a realizar mudanças com impacto no nível paisagem para institucionalizar as mudanças e gerar uma nova fase que substitui a anterior.

A perspectiva multinível da evolução do mercado de carbono no Brasil, no período de 1998 a 2024, é composta por fases temporais caracterizadas por mudanças de regras e normas, tecnologias de mitigação, procedimentos e controles, legislações, novas plataformas de comercialização e alterações na política climática do Brasil e nas metas climáticas da ONU.

5.2.4 Identificação dos imaginários sociotécnicos (Seção 4)

5.2.4.1 Pesquisa qualitativa

A pesquisa qualitativa utilizada no estudo é classificada como de caráter descritivo, conduzida por meio de análise documental, e explora as opiniões e visão de futuro dos representantes dos níveis de paisagem, regime e nicho da perspectiva multinível, após a publicação da Lei de regulamentação do mercado de carbono no Brasil.

A pesquisa segue os procedimentos recomendados pelo Instituto Brasileiro de Pesquisa e Análise de Dados (IBPAD, 2024), que compreendem: 1) Organização dos dados - centralizar as informações em um único local, classificando-as por tipo de fonte, grupos de contexto, temas ou outros critérios; 2) Categorização dos dados: identificar características comuns e agrupar os achados com base nessas similaridades; 3) Identificação de padrões - buscar regularidades nas respostas, observações e descobertas; 4) Cruzamento dos dados - estabelecer conexões entre diferentes informações para gerar insights mais profundos; 5) Visualização dos dados - utilizar ferramentas de visualização para facilitar a interpretação e enriquecer a análise.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Paulista, de acordo com todos os pré-requisitos de submissão exigidos pela Plataforma Brasil. A Plataforma Brasil é o sistema eletrônico oficial do governo federal (administrado pelo Ministério da Saúde, por meio da CONEP – Comissão Nacional de Ética em Pesquisa) destinado ao cadastro, avaliação ética e acompanhamento de pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil. O parecer de aprovação da pesquisa é apresentado no Anexo 1.

A pesquisa qualitativa é realizada em duas ações distintas e complementares: (a) a primeira é caracterizada pela aplicação de um questionário detalhado no Apêndice 3, composto por 15 perguntas direcionadas a itens considerados básicos do mercado de carbono, obtidos nas informações pesquisadas na Etapa 1, disponibilizado através da ferramenta *Google Forms*, para os representantes dos *stakeholders* distribuídos nos subsistemas do Pentagrama de Foxon, (b) a segunda ação é caracterizada pela realização de entrevistas com especialistas identificados em cada elemento do Pentagrama, com duração de 60 minutos, tendo como conteúdo básico as perguntas do questionário, porém com discurso livre para argumentação e posicionamento do entrevistado, conforme a especificação de sua representação. A pesquisa resultou nos dados primários para identificação dos imaginários sociotécnicos.

O questionário referente à primeira etapa da pesquisa foi aplicado por meio eletrônico a um conjunto de noventa *stakeholders*, no período de 1º de março a 30 de abril de 2025, resultando em vinte e três respostas válidas coletadas via plataforma *Google Forms*. Na segunda etapa, foram conduzidas vinte entrevistas remotas, a partir de um total de vinte e cinco convites realizados, cujos conteúdos foram

integralmente transcritos para fins de análise. Destaca-se que os participantes selecionados apresentam elevado nível de conhecimento técnico sobre o tema, bem como atuação direta em fóruns e grupos de trabalho vinculados aos ministérios responsáveis pela formulação e regulamentação do mercado de carbono no Brasil. Nesse sentido, a composição da amostra privilegia a qualificação e a relevância dos atores envolvidos, em detrimento de sua representatividade numérica, conferindo maior densidade analítica e aderência ao objeto investigado.

Os cinco temas identificados vão desde o conhecimento do mercado de carbono até sua regulamentação e melhoria, conforme descritos a seguir:

- i) Conhecimento sobre o mercado de carbono no Brasil – tem a função de captar se os *stakeholders* conhecem a fundo como o mercado de carbono funciona no Brasil e no mundo;
- ii) Controle e gestão do mercado voluntário de carbono – tem a função de verificar até que ponto os *stakeholders* conhecem as regras, normas, controles, inventários, comercialização e certificação do mercado voluntário no Brasil;
- iii) Benefícios e desafios do mercado regulado de carbono – este tema tem o objetivo de verificar se os *stakeholders* têm visão estratégica para avaliar quais melhorias e impactos que o mercado pode trazer;
- iv) Regulamentação e políticas de incentivo – aqui o objetivo é avaliar a visão sistêmica dos *stakeholders* em relação à ação das variáveis exógenas;
- v) Melhoria do mercado de Carbono – este tema avalia qual a visão de futuro dos *stakeholders* e as ações necessárias para a viabilidade do novo mercado.

5.2.4.2 Identificação dos imaginários sociotécnicos

O estudo investiga quais são as visões de futuro (imaginários sociotécnicos) dos AePR, sobre a regulamentação do mercado de carbono, e explora as opiniões sobre o futuro utilizando dados primários obtidos na revisão da literatura, no resultado do questionário disponibilizado para um grupo diverso de *stakeholders*, e nas transcrições das entrevistas realizadas com especialistas.

De acordo com Mendes e Miskulin et al. (2017), a identificação dos imaginários sociotécnicos ocorre a partir de um conjunto de narrativas explicitadas pelos entrevistados e caracterizadas pela análise de conteúdo. A análise de conteúdo

corresponde a um conjunto de técnicas utilizadas para analisar dados descritivos obtidos em pesquisas qualitativas, que investiga e compreende os conteúdos nem sempre manifestos em um discurso apresentado em textos, frases, e outra forma de comunicação (Valle e Ferreira, 2024).

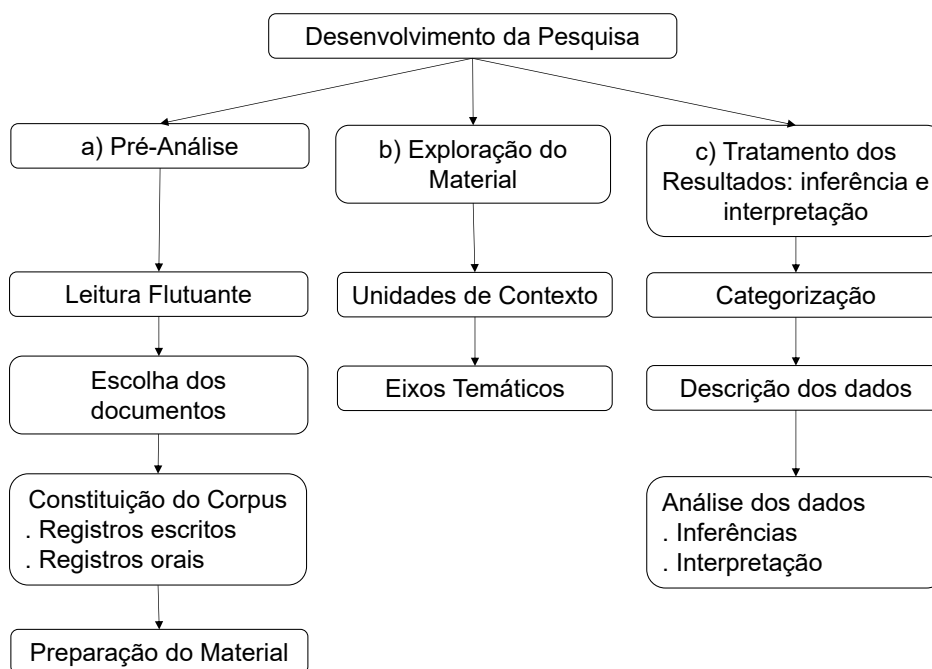
Neste estudo, utiliza-se o método de análise de conteúdo de Bardin (2005), considerado um método de pesquisa que identifica as visões mais coincidentes e congruentes dos *stakeholders*, sendo reconhecido e muito utilizado pela comunidade científica, segundo Silva et al. (2013). Ele incluiu avaliação sistemática das informações para compreensão dos significados latentes dos temas abordados, agrupando as informações em categorias, com a possibilidade de identificação de congruência e similaridade dos temas abordados com os entrevistados (Valle e Ferreira, 2024).

5.2.4.3 Método da análise de conteúdo

A análise de conteúdo corresponde a um conjunto de técnicas para analisar dados descritivos obtidos em pesquisas qualitativas, investigando e compreendendo os conteúdos nem sempre manifestos em um discurso apresentado em textos, frases, e outra forma de comunicação (Valle e Ferreira, 2024). O objetivo principal da análise de conteúdo é compreender as perspectivas e experiências dos entrevistados representantes e identificar padrões e tendências, por meio de uma análise temática que codifica e categoriza os temas e padrões observados nas respostas do questionário e no conteúdo transcrito das entrevistas.

A identificação dos principais temas e imaginários dos textos transcritos das entrevistas realizadas, utilizando o método de análise de conteúdo de Bardin (2016) tem atenção especial para as expressões de benefícios e desafios, convergência e divergência de opiniões e assuntos considerados críticos do mercado como preço do crédito, controles das certificações, dupla contagem e aposentadoria. O método é aplicado em três etapas complementares conforme o fluxo de atividades ilustrado pela Figura 6.

Figura 6 – Fluxo das atividades do método de Análise de Conteúdo



Fonte: autor (baseado em Bardin, 2016)

a) Pré-análise

Leitura flutuante dos materiais contendo informações específicas sobre o mercado de carbono no Brasil, realizada pela revisão da literatura científica, relatórios e artigos da chamada literatura cinza elaborados por entidades representativas, núcleos de ensino específicos, revistas setoriais e ONGs.

Constituição do corpus

Identificação e seleção dos materiais relevantes para o desenvolvimento da pesquisa e identificação dos temas mais abordados pelos entrevistados com base nas perguntas do questionário. Os registros são transcritos para textos do software *Word* da *Microsoft*.

b) Exploração do material

As respostas do questionário e as transcrições das entrevistas são analisadas considerando-se os temas mais comentados pelos participantes e foram codificadas de acordo com os cinco temas originais definidos na pesquisa.

c) Tratamento dos dados

Interpretação das transcrições das entrevistas

Definição, categorização e agrupamento por eixos temáticos: identificação dos eixos mais comuns nos textos transcritos das entrevistas.

Análise dos padrões emergentes.

Identificação dos temas mais recorrentes nas entrevistas, evidenciando a diversidade de perspectivas entre os entrevistados.

Interpretação com foco nos objetivos da pesquisa

Avaliação dos assuntos selecionados e dos padrões emergentes, que refletem os objetivos da pesquisa de avaliar os impactos da regulamentação do mercado, a reação do mercado voluntário e a visão de futuro dos *stakeholders*.

Para a análise de conteúdo das entrevistas utilizam-se ferramentas apropriadas, que avaliaram as possíveis diferenças significativas dos discursos dos entrevistados e a ocorrência de vieses entre grupos distintos. Os entrevistados avançaram além das perguntas realizadas e apresentaram pontos de vistas específicos sobre os temas abordados. Para o trabalho de identificação de palavras, frases e semânticas foram utilizados os softwares livres *Taguette* e *IRaMuTeQ* e o software privado Nvivo. Para a transcrição dos textos, identificação dos discursos congruentes/divergentes, diferenças semânticas, identificação de assuntos mais comentados e resumos são utilizados os serviços específicos de IA existente na web (*Whisper AI*, *Sonix.AI*, *Clipto AI* e *ChatGpt*).

Os relatórios dos softwares são comparados com as transcrições literais dos entrevistados para verificar a coerência da análise semântica dos resumos. Também são levantados os discursos referentes às visões identificadas como convergentes e divergentes dos temas abordados.

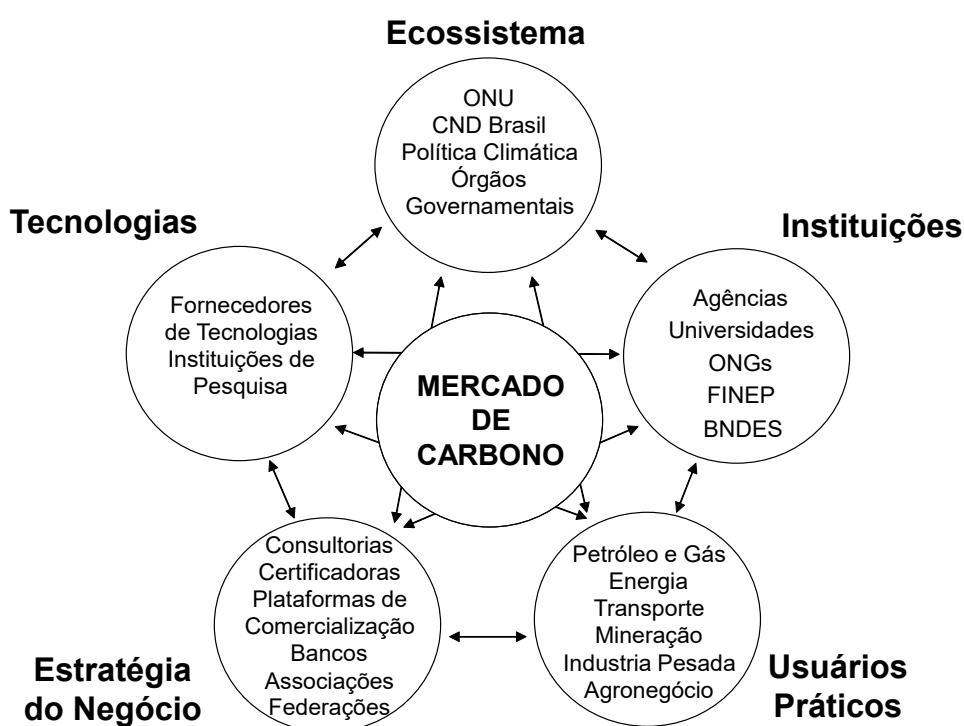
6. RESULTADOS

6.1 ETAPA 1

6.1.1 *Stakeholders* distribuídos nos subsistemas do Pentagrama de Foxon

A identificação dos *stakeholders* e seus representantes, Atores e Partes Relacionadas envolvidos no mercado de carbono do Brasil: os *stakeholders* foram classificados e alocados de acordo com os subsistemas do Pentagrama de Foxon e estão ilustrados na Figura 7.

Figura 7 – *Stakeholders* alocados no Pentagrama de Foxon



Fonte: autor

Os atores e partes relacionados representantes dos *stakeholders* foram identificados considerando seus papéis institucionais, econômicos, sociais e ambientais e estão detalhados no Apêndice 4.

6.2 ETAPA 2

6.2.1 Resultado do questionário enviado via *Google Forms*

As respostas dos AePR às perguntas direcionadas, no questionário enviado, identificaram os principais temas referentes às visões futuras sobre o mercado

regulado de carbono no Brasil. Essas informações tabuladas e avaliadas serviram como base referencial dos assuntos a serem abordados nas entrevistas com especialistas. Os assuntos mais selecionados pelos AePR nos temas abordados pelo questionário, estão apresentados na Tabela 6, divididos pelos temas conforme apresentado no Apêndice 2.

A Tabela 6 apresenta as principais escolhas realizadas pelos representantes dos AePR em cada tema abordado, permitindo identificar tendências e prioridades que refletem a percepção coletiva sobre o processo de implantação do mercado regulado de carbono no Brasil. De modo geral, há uma predominância de respostas que valorizam o fortalecimento institucional, a definição clara de papéis entre os órgãos reguladores e a necessidade de transparência e rastreabilidade nos mecanismos de certificação e registro de créditos. Esses resultados indicam que os participantes reconhecem a importância de uma governança robusta e tecnicamente estruturada, capaz de dar credibilidade ao sistema e atrair investimentos.

Ao mesmo tempo, as escolhas apontam para divergências consideráveis em temas relacionados à precificação de carbono, inserção de novos agentes de mercado e integração entre os sistemas regulado e voluntário. Essa dispersão evidencia a multiplicidade de interesses e expectativas entre os diferentes segmentos da economia e sociedade, como os emissores de CO₂eq e suas associações e federações, órgãos governamentais, universidades, consultorias e ONGs da sociedade civil, que compõem o mercado de carbono. Tais diferenças reforçam a ideia de que a transição brasileira ocorre de forma multinível, conforme propõe a Perspectiva Multinível, em que nichos de inovação (como novas metodologias e plataformas de registro) interagem com regimes institucionais estabelecidos, em meio a pressões provenientes da paisagem sociotécnica global.

A avaliação do perfil das respostas escolhidas, na pesquisa qualitativa, indica que as escolhas dos AePR refletem não apenas suas opiniões individuais, mas suas forças e seus interesses, que moldam a operacionalização do mercado de carbono no país. A partir dessas respostas, é possível inferir que o avanço desse mercado depende de ajustes contínuos de alinhamento entre inovação, regulação e governança, que determinarão a maturidade e a estabilidade institucional do SBCE.

Tabela 6 – Principais respostas obtidas na aplicação do questionário

Temas do Questionário	Principais Respostas do Questionário	% de Participantes
Conhecimento do Mercado de Carbono	Conhecimento da CND do Brasil apresentada na COP26	83%
	Conhecimento da Lei de Regulamentação do Mercado	74%
	O Sistema Cap & Trade é o mais adequado	74%
	Procedimentos transparentes com credibilidade	74%
	O mercado de carbono irá crescer	74%
Controle e Gestão do Mercado Voluntário	Certificadoras controlam veracidade dos créditos	57%
	Os controles atuais não tem transparência e eficiência	53%
	Auditorias dos Créditos e Mitigação	39%
	Os controles tem baixo monitoramento de realização	35%
	Uma agência reguladora deve controlar o mercado	35%
	Bolsa de valores e mercadorias	22%
	Autoridade nacional designada	22%
Benefícios e Desafios do Mercado Regulado	Auxilia atingir as metas do CND	79%
	Estimulo à inovação tecnológica	78%
	Redução das Emissões de GEE	70%
	Oportunidade de novos negócios	61%
	Definição Jurídico-tributária	57%
	Escolha do agente controlador	57%
Regulamentação e políticas de Incentivo	Auxilia atingir as metas do CND	78%
	Definição de quotas de emissão	70%
	Exigência de planos de mitigação	65%
	Não aceitam exclusão de setores com incentivos fiscais	61%
	Políticas de Incentivos fiscais e tributários	57%
Melhoria do Mercado de Carbono	Aceitam exclusão de setores com incentivos fiscais	39%
	Facilitação de parcerias publico privadas	78%
	Políticas de Incentivos fiscais tributários	74%

Fonte: autor

6.2.2 Atores e partes relacionadas representantes dos *stakeholders*

Os AePR identificados na pesquisa das informações da Etapa 1 totalizaram 90 (noventa), e foram distribuídos nos 5 (cinco) subsistemas do pentagrama de Foxon (2011) e classificados em cada subsistema seguindo as definições de cada subsistema detalhadas na Tabela 3. A distribuição dos 90 (noventa) atores e partes relacionadas nos subsistemas está ilustrada na Tabela 7.

Tabela 7 – AePR alocados nos subsistemas do Pentagrama de Foxon

ECOSISTEMA	1. ONU – PNUMA (COPs) 2. MCTI – Ministério da Ciência e Tecnologia e Informática 3. MMA – Ministério do Meio Ambiente 4. MDIC – Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio 5. MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária 6. MT – Ministério dos Transportes 7. MF/SPE - Ministério da Fazenda/Sec. Política Econômica 8. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente	USUÁRIOS	1. PETROBRAS 2. REPSOL 3. ENEL 4. EDS 6. ELETROBRAS 7. AES 8. VALE do Rio Doce 9. CSN 10. USIMINAS 11. GERDAU 12. JSL – Julio Simões Logística 13. RUMO Logística 14. MRS Logística 15. LATAM Airlines Brasil 16. GOL Linhas Aéreas 17. AZUL Linhas Aéreas 18. NATURA 19. BRADESCO 20. ITAU UNIBANCO 21. AMBEV 22. SUZANO 23. BRASKEM 24. SC - Consultoria 25. SOLAGORA - Energia Renovável 26. VERSA - Projetos de Energia 27. VERRA (VCS) – Consultoria e Certificadora 28. GS - Consultoria e Certificadora 29. MITRE Construtora 30. SICLO - Energia Voltaica 31. WAY CARBON - Consultoria 32. ICC Brasil - Consultoria 33. B4 – Bolsa de Comercialização de Créditos 34. SOS Mata Atlântica - Ong 35. GREENPEACE - Ong 36. CCSBR – Consultoria e Ong 37. FS – Fueling Sustainability 38. ICS – Instituto Clima e Sociedade Ong 39. CONTROL UNION - Consultoria
INSTITUIÇÕES	1. IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo 2. IMAFLORA – Inst. de Manejo e Certificação Florestal Agrícola 3. OAB – Ordem dos Advogados do Brasil 4. ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações 5. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica 6. ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocomb. 7. ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres 8. ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil 9. ANM – Agência Nacional de Mineração 10. INMETRO – Inst. Nac. de Metrologia, Qualidade e Tecnologia 11. BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social 12. FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos 13. SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste 14. SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazonia 15. COPPE (UFRG) – Inst. de Pós-Graduação e Pesquisa de Eng 16. FGV – Fundação Getúlio Vargas SP-RJ (OCBIO) 17. USP – Universidade de São Paulo 18. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas 19. UNESP – Universidade Estadual Paulista 20. CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo		
ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO	1. CNI – Confederação Nacional da Indústria 2. CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária 3. IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo 4. ABCE – Assoc. Brasileira de Companhias de Energia Elétrica 6. IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração 7. ABM – Assoc. Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração 8. ABREMA – Assoc. Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente 9. FIERJ – Federação da Indústria do Estado do Rio de Janeiro 10. FIESP – Federação da Indústria do Estado de São Paulo 11. FIEMG – Federação da Indústria do Estado de Minas Gerais 12. CNT – Confederação Nacional dos Transportes 13. CEBDES - Conselho Empr. Brasileiro p/Des. Sustentável		
		TECNOLOGIA	1. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais 2. INT – Instituto Nacional de Tecnologia 3. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas 4. LACTEC – Inst. de Tecnologia p/Desenvolvimento 5. ISI – Instituto Senai de Inovação 6. MC KINSEY - Consultoria 07. ECO Florestal - Consultoria 08. GEOMA - Consultoria 09. BOTICÁRIO - Consultoria Ambiental 10. BRAZILIAN - Carbon Company



Fonte: autor

A distribuição dos AePR nos subsistemas não é uniforme, refletindo as diferentes funções e níveis de atuação dos atores no mercado de carbono brasileiro. Essa assimetria decorre do papel desempenhado por cada ator em seu subsistema. O subsistema de ‘Usuários Práticos’ concentra um número maior de participantes, por corresponder ao nível de ‘Nicho’ da perspectiva multinível. Os imaginários sociotécnicos foram identificados, na análise de conteúdo, considerando as categorias temáticas e subtemas mais recorrentes, convergentes e coerentes dentro de cada subsistema do Pentagrama.

6.2.3 Especialistas que aceitaram participar das entrevistas

Os especialistas convidados para as entrevistas foram escolhidos de acordo com os parâmetros de representação de cada subsistema do Pentagrama de Foxon detalhados na Tabela 8. Dos vinte e cinco especialistas convidados, vinte aceitaram o convite de participar das entrevistas, porém o subsistema 'Tecnologia' não obteve representante, o que gerou uma lacuna na análise de coevolução sistêmica no Pentagrama de Foxon. Seguindo os conceitos de interação e coevolução do Pentagrama identificou-se um subsistema composto por dois atores: 'Consultorias' e 'ONGs', podendo ser o quinto subsistema, pois apresentaram discursos e argumentos coincidentes sobre os vários temas discutidos e foi denominado de subsistema 'Sociedade e Cultura'. A Tabela 8 apresenta os vinte atores entrevistados.

Embora o número de vinte entrevistados possa parecer reduzido, trata-se de uma amostra de elevada qualidade, composta por atores diretamente envolvidos e engajados com o tema do mercado de carbono. De forma análoga, a revisão da literatura identificou estudos que, ao empregarem o conceito de imaginários sociotécnicos, no âmbito do método das transições sociotécnicas, também recorreram a abordagens qualitativas com amostras semelhantes de especialistas. Entre esses trabalhos, destaca-se o de Carvalho et al. (2023), que, ao investigar os imaginários sociotécnicos do *RNC2050* (Roteiro Português para a Neutralidade Carbônica 2050), realizaram dezenove entrevistas com especialistas participantes do processo. De modo similar, Christiansen e Carton (2021) conduziram vinte e quatro entrevistas com especialistas de organizações envolvidas na elaboração do relatório do comitê *O Caminho para um Futuro Climático Positivo*, promovido pelo governo da Suécia, com o intuito de identificar os imaginários sociotécnicos presentes nesse plano. Da mesma forma, Cherry et al. (2017) realizaram vinte e duas entrevistas e uma consulta pública para avaliar os imaginários sociotécnicos, associados ao plano de implantação de residências de baixo carbono no Reino Unido.

A alocação dos entrevistados nos subsistemas do Pentagrama permite compreender a diversidade de perspectivas presentes entre os atores que contribuíram para o estudo. O Pentagrama, ao propor a interação entre os cinco subsistemas fundamentais, ecossistemas, instituições, tecnologias, práticas dos usuários e estratégias de negócios, oferece um instrumento conceitual, que evidencia o caráter sistêmico e interdependente do mercado de carbono brasileiro.

Tabela 8 – Entrevistados classificados nos subsistemas de Foxon

Subsistema	Ator e Partes Relacionadas
ECOSSISTEMA	MCTI - Coordenação de MDL MF/SPE - Coordenação de Sustentabilidade e Meio Ambiente MMA - Coordenação de Política Climática MDIC - Coordenação de Sustentabilidade e CND
INSTITUIÇÕES	BNDES - Gerência de Mercado de Carbono
USUÁRIOS	BB - Gerência de Mercado de Carbono Itau Unibanco - Gerência de Sustentabilidade e Meio Ambiente Petrobrás - Gerência de Crédito de Carbono Suzano - Gerência de Sustentabilidade Mitre Construtora - Gerência de Relação com o Mercado Solagora - Direção Administrativo e Comercial Siclo - Direção Administrativo e Comercial Versa Energia - Direção Adinistrativo Financeira B4 - Direção Comercial e de Marketing B4 - Direção Operacional e Relação com o Mercado
ESTRATÉGIA DE NEGÓCIO	IBP - Gerência de Sustentabilidade e Mercado de Carbono
SOCIEDADE E CULTURA	SC - Gerência de Projetos e Certificação Control Union - Consultor Senior de Projetos e Certificação Carbon Free - Gerência de Inventários de Emissões iCS - Coordenação de Projetos de Redução de Emissões

Fonte: autor

A Tabela 8 indica que houve maior concentração de representantes vinculados aos subsistemas ‘Ecossistema’ quatro atores, ‘Usuários’ dez atores, ‘Sociedade e Cultura’ quatro atores, refletindo a predominância de atores institucionais e empresariais na sugestão da visão de futuro (imaginário) de projeção do sistema, pois a participação dos representantes dos subsistemas ‘Instituições’ e ‘Estratégias de Negócios’ foi reduzida. Essa predominância na pesquisa sugere que esses elementos estão ativos na construção do novo mercado regulado de carbono, indicando uma forte participação de lógicas regulatórias e econômicas, em que o papel do Estado e das empresas é central para estabelecer normas, definir padrões de certificação e criar incentivos de mercado.

Em contrapartida, a participação mais limitada dos subsistemas ‘Instituições’ e ‘Estratégia de Negócios’ sugere que esses elementos ainda não têm uma

participação ativa no desenvolvimento do mercado, aguardando os novos direcionamentos definidos pelos órgãos do governo e setores econômicos.

O subsistema ‘Sociedade e Cultura’ composto pelos atores ‘Consultorias e ONGs’ indica que os representantes acompanham o desenvolvimento das regras e normas a serem discutidas e implantadas para a operacionalização do novo mercado e seu impacto na sociedade. As consultorias mais atuantes no mercado voluntário apresentam foco na relação entre o SBCE e os créditos do mercado voluntário. As ONGs atuantes nos órgãos responsáveis pela implantação do mercado e nos usuários, preocupam-se com a viabilidade ambiental, social, tecnológica do novo mercado.

Em síntese, o perfil de participação identificado na Tabela 8 indica que o mercado brasileiro de carbono se encontra em uma fase de consolidação institucional e empresarial, em que o foco recai sobre a estruturação de regras, mecanismos financeiros e estratégias corporativas. Entretanto, para o avanço de uma transição sociotécnica mais equilibrada e resiliente, será essencial ampliar a participação dos agentes ligados à inovação tecnológica e às práticas sociais.

6.2.4 Tipificação e captura regulatória dos *stakeholders*

A aplicação das teorias dos *stakeholders* e da captura regulatória para a classificação dos atores e a avaliação do risco, que representam a regulamentação do mercado de carbono no Brasil foi fundamentada em referências empíricas da literatura, operacionalizando esses conceitos em contextos analíticos aplicados. Nesse sentido, adotaram-se, como base metodológica, estudos que investigam a influência de atores no processo regulatório e propõem tipologias para sua categorização, com destaque para Lima (2021), ao abordar poder corporativo e governança na bioeconomia; Pellegrino (2024), ao analisar a atividade política corporativa no processo de rotulagem nutricional frontal no Brasil (2017–2023); Smyth e Söderberg (2010), ao discutirem o conflito entre interesse público e captura regulatória no mercado elétrico sueco; e Aaltonen, Kujala e Oijala (2008), ao explorarem a saliência de stakeholders em projetos globais.

A tipologia e a classificação dos stakeholders foram realizadas com base nos critérios estabelecidos na Tabela 4, complementados pelos imaginários sociotécnicos identificados nas entrevistas e pela relevância política e econômica dos setores analisados. O resultado dessa classificação está sistematizado na Tabela 7, que

apresenta os entrevistados distribuídos pelos subsistemas do Pentagrama de Foxon, com a identificação de seus interesses institucionais e sua categorização de acordo com a teoria dos *stakeholders*.

A avaliação da influência dos AePR no processo de regulamentação foi realizada considerando o conceito de saliência de *stakeholders* proposto por Mitchell, Agle e Wood (1997) estando seus resultados sistematizados na Tabela 9. Nessa tabela, são descritas e classificadas, pelos subsistemas do Pentagrama de Foxon, as formas de influência exercidas por esses atores, bem como os riscos associados ao processo regulatório, incluindo o desenho das regras, dos procedimentos e dos mecanismos de controle, especialmente no contexto de implementação do mercado regulado e suas interações com o mercado voluntário.

A tipificação e classificação dos Atores e Partes Relacionadas (AePR) entrevistados foram realizadas com base no nível de envolvimento, influência e atuação de cada ator no processo de regulamentação e implementação do mercado regulado de carbono no Brasil. Para essa análise, foram considerados os atributos de poder, legitimidade e urgência, conforme a abordagem proposta por Mitchell, Agle e Wood (1997).

Os *stakeholders*, classificados como ‘definitivos’, caracterizados por terem os três (3) atributos ‘Poder’, ‘Legitimidade’ e ‘Urgência’, incluem o Ministério da Fazenda (MF/SPE), o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Petrobrás e o Instituto Brasileiro do Petróleo (IBP), que devem exercer forte influência na regulamentação do novo mercado, pois o MF e MMA são os responsáveis pelo regramento, implantação e gestão do SBCE, e a Petrobrás e o IBP são representantes atuantes da política institucional no setor energético da economia brasileira.

Os *stakeholders*, classificados como ‘dominantes’, caracterizados pela presença de elevado poder e legitimidade, incluem o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI), o Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços (MDIC), o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), o Banco do Brasil, o Itaú Unibanco e a Suzano. Esses atores exercem influência relevante por meio do financiamento de projetos, da participação em operações vinculadas ao mercado de créditos de carbono e do suporte institucional às estratégias de regulamentação e desenvolvimento do mercado, indicando capacidade expressiva de interferência sobre a consolidação do SBCE.

Tabela 9 – Tipificação e classificação dos AePR entrevistados

Subsistemas (Foxon)	Atores e Partes Relacionadas	Interesse Institucional	Poder	Legitimidade	Urgência	Classificação
Ecossistema	MF/SPE – Sustentabilidade	Integração clima-economia	Alto	Alta	Alta	Definitivo
	MMA – Mercado de Carbono	Governança ambiental do SBCE	Alto	Alta	Alta	Definitivo
	MCTI – Coordenação MDL	Implementação da política climática	Médio	Alta	Média	Dominante
	MDIC – Sustentabilidade	Impacto no comércio e na indústria	Médio	Alta	Média	Dominante
Instituições	BNDES	Financiamento da transição climática	Médio	Alta	Média	Dominante
Usuários – setor financeiro	Banco do Brasil	Desenvolvimento de ativos climáticos	Médio	Alta	Média	Dominante
	Itaú Unibanco	Mercado financeiro de carbono	Médio	Alta	Média	Dominante
Usuários – grandes emissores	Petrobras	Redução de custos de transição	Alto	Alta	Alta	Definitivo
	Suzano	Expansão de créditos florestais	Médio	Alta	Média	Dominante
Usuários – setor imobiliário	Mitre Construtora	Estratégias ESG e neutralização de carbono	Baixo	Média	Baixa	Discricionário
Usuários – energia renovável	Solagora	Expansão de energia limpa	Baixo	Média	Baixa	Discricionário
	Siclo – Energia Fotovoltaica	Incentivo à geração renovável	Baixo	Média	Baixa	Discricionário
	Versa Energia	Projetos de baixo carbono	Baixo	Média	Baixa	Discricionário
Usuários - Intermediários de mercado	B4 – Comercialização (Marketing)	Expansão da liquidez do mercado	Médio	Média	Alta	Perigoso
	B4 – Comercialização (Operação)	Operação e negociação de créditos	Médio	Média	Alta	Perigoso
Estratégia de Negócio	IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo	Defesa de interesses do setor energético	Alto	Alta	Alta	Definitivo
Consultorias	SC – Consultoria	Desenvolvimento de projetos de carbono	Baixo	Alta	Média	Discricionário
	Control Union	Certificação e verificação de projetos	Baixo	Alta	Média	Discricionário
	Carbon Free	Inventários de emissões	Baixo	Média	Média	Discricionário
ONGs climáticas	iCS – Instituto Clima e Sociedade	Promoção da agenda climática	Baixo	Média	Baixa	Discricionário

Fonte: autor

Os atores classificados como *stakeholders* ‘discricionários’, representados por organizações como Mitre, Solagora, Siclo, Versa, Sustainable Carbon (SC), Control Union, Carbon Free e Instituto Clima e Sociedade (iCS), atuam principalmente nos segmentos de consultoria, certificação, suporte técnico, serviços especializados e assessoria socioambiental. Esses atores apresentam menor capacidade de influência

direta sobre os processos decisórios relacionados à regulamentação e implementação do mercado regulado.

A B4, plataforma especializada na comercialização de créditos de carbono no mercado voluntário, foi classificada como *stakeholder* perigoso, em razão de sua forte associação a interesses econômicos vinculados às atividades de compra e venda de créditos de carbono. Esse tipo de ator pode exercer influência relevante sobre o processo regulatório, por meio da atuação de grupos de pressão e *lobbies* econômicos interessados na ampliação da liquidez e na flexibilização dos mecanismos de comercialização de créditos do mercado voluntário no âmbito do mercado regulado.

Como complemento à análise da influência dos *stakeholders*, realizou-se a avaliação do risco de captura regulatória associado aos atores entrevistados, com base nos critérios estabelecidos na Tabela 5 de tipificação da captura regulatória. Esse fenômeno refere-se ao processo pelo qual atores diretamente afetados pela regulamentação passam a exercer influência desproporcional sobre os órgãos reguladores e sobre a formulação das regras e procedimentos do mercado regulado.

A avaliação do risco de captura regulatória adotada nesta pesquisa fundamenta-se nos conceitos teóricos de Stigler (1971) e Dal Bó (2006), considerando que a probabilidade de captura decorre da interação entre a capacidade de influência exercida pelos *stakeholders* sobre o processo regulatório, os incentivos econômicos envolvidos e o grau de autonomia institucional do órgão regulador. Com base nesses critérios, os riscos foram classificados em três níveis. (i) 'Alto': caracteriza-se pela existência de *stakeholders* com elevada capacidade de influenciar direta ou indiretamente as decisões regulatórias, associada a significativos interesses econômicos na definição do regramento, configurando elevada probabilidade de que a regulação seja direcionada pelos interesses privados em detrimento do interesse público. (ii) 'Médio': ocorre quando determinados stakeholders têm capacidade relevante de influência sobre o processo decisório, porém essa influência é parcialmente mitigada pelos mecanismos institucionais, pela participação de múltiplos atores e pela existência de contrapesos regulatórios que restringem a captura plena. (iii) 'Baixo': corresponde a contextos em que há uma elevada autonomia institucional do regulador, transparência nos processos decisórios, mecanismos efetivos de controle e ampla participação de *stakeholders*, reduzindo substancialmente a predominância de interesses particulares sobre os objetivos públicos da regulação.

Os resultados da análise do potencial dos riscos de captura dos *stakeholders* sobre o regramento do SBCE, sobre os imaginários sociotécnicos, e no processo total encontra-se detalhados na Tabela 10. A avaliação dos riscos considerou como base de análise a classificação de influência dos stakeholders indicadas na Tabela 9.

O resultado da avaliação da captura regulatória dos Atores e Partes Relacionadas que participaram das entrevistas, apresentados na Tabela 10, configuram um panorama composto de risco de captura e influência no desenho institucional do atual estágio do mercado de carbono, em que os atores BNDES, BB, Itaú, Petrobras, Suzano, IBP e B4 exercem alto risco de captura e alta influência na identificação dos imaginários e na regulamentação do SBCE. Os MF, MMA, MCTI e MDCI como órgãos do governo apresentam um risco médio de captura e média influência nos imaginários, porém alta influência no SBCE devido à regulamentação dos processos, controles e metodologias da regulamentação do mercado de carbono. Os atores SC, *Control Union*, *Carbon Free* e iCS apresentam risco baixo de captura e baixa influência no SBCE e alta influência nos imaginários, enquanto Mitre, Siclo, Solagora e Versa apresentam risco baixo de captura e baixa influência no SBCE e nos imaginários.

Do ponto de vista dos subsistemas do Pentagrama de Foxon, os ‘usuários’ (grandes emissores), ‘estrategistas de negócio’ (associações setoriais) e os ‘intermediários de mercado’ (comercializadoras) apresentam incentivos mais fortes para influenciar a regulação do mercado, especialmente em temas como permissões, uso de créditos do mercado voluntário e definição de metas setoriais. Em contraste, os ‘ecossistemas’, representados pelos atores governamentais e o subsistema ‘sociedade e cultura’, representado por organizações da sociedade civil como consultorias, ONGs e construção civil tendem a desempenhar funções de governança e monitoramento, apresentando menor risco de captura.

Tabela 10 – Influência e captura regulatória dos AePR entrevistados

Subsistema (Foxon)	Atores e Partes Relacionadas	Tipo de Captura Regulatória	Potencial de Captura	Influência no SBCE	Influência nos Imaginários
Ecosistema	MF/SPE – Sustentabilidade	Política	Médio	Alta	Média
	MMA – Mercado de Carbono	Cognitiva	Médio	Alta	Média
	MCTI – Coordenação MDL	Cognitiva	Médio	Alta	Média
	MDIC – Sustentabilidade	Política	Médio	Alta	Média
Instituições	BNDES	Material	Alto	Alta	Alta
Usuários – setor financeiro	Banco do Brasil	Material	Alto	Alta	Alta
	Itaú Unibanco	Material	Alto	Alta	Alta
Usuários – grandes emissores	Petrobras	Material / Política	Alto	Alta	Alta
	Suzano	Material	Alto	Alta	Alta
Usuários – setor imobiliário	Mitre Construtora	Cognitiva	Baixo	Baixa	Baixa
Usuários – energia renovável	Solagora	Material	Baixo	Baixa	Baixa
	Siclo – Energia Fotovoltaica	Material	Baixo	Baixa	Baixa
	Versa Energia	Material	Baixo	Baixa	Baixa
Usuários - Intermediários de mercado	B4 – Comercialização (Marketing)	Material	Alto	Alta	Alta
	B4 – Comercialização (Operação)	Material	Alto	Alta	Alta
Estratégia de Negócio	IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo	Política	Alto	Alta	Alta
Consultorias	SC – Consultoria	Material	Baixo	Baixa	Alta
	Control Union	Material	Baixo	Baixa	Alta
	Carbon Free	Material	Baixo	Baixa	Alta
ONGs climáticas	iCS – Instituto Clima e Sociedade	Cognitiva	Baixo	Baixa	Alta

Fonte: autor

Como complemento às análises de influência e risco de captura regulatória, foi elaborada uma matriz analítica, contendo informações específicas sobre cada ator entrevistado, obtidas a partir da pesquisa qualitativa. Essa matriz reúne elementos relacionados aos objetivos institucionais dos atores, suas percepções sobre o mercado de carbono e as possíveis formas de influência exercidas sobre os

imaginários sociotécnicos, associados à implementação do mercado regulado. Os resultados estão detalhados na Tabela 11, organizada conforme os subsistemas do Pentagrama de Foxon.

A análise da matriz evidencia a existência de assimetrias relevantes na capacidade de influência entre os diferentes atores envolvidos no processo de regulamentação do SBCE. Observa-se maior concentração de influência entre atores, que buscam pressionar por mecanismos regulatórios mais flexíveis, critérios favoráveis de alocação de cotas, ampliação do uso de créditos do mercado voluntário e adoção de procedimentos menos rigorosos, relacionados aos sistemas de monitoramento, relato e verificação. Em um nível intermediário de influência, situam-se os atores técnicos e operacionais que, embora possuam menor capacidade de pressão política, exercem influência importante sobre definições metodológicas, padrões técnicos e interpretações regulatórias aplicadas ao funcionamento do sistema. Por fim, identificam-se atores com menor capacidade direta de influência institucional, mas que desempenham papel expressivo na construção de legitimidade social, no contraponto normativo e na ampliação dos debates relacionados aos impactos socioambientais da regulamentação do mercado de carbono.

Os resultados dessa análise contribuem para responder à segunda (2ª) pergunta de pesquisa desta tese, sustentado a afirmação de que os *stakeholders* possuem potencial para influenciar e promover alterações nos mecanismos de regulamentação, previstos pela Lei nº 15.042/2024. Entretanto, considerando que o processo de construção regulatória do SBCE ocorre por meio de mecanismos participativos e de articulação institucional coordenados por órgãos governamentais, caracterizando uma dinâmica de construção regulatória de caráter *bottom-up*, estima-se que eventuais alterações estruturais decorrentes dessas pressões tendam a ocorrer de forma gradual e limitada no âmbito do sistema regulado.

Avaliando a integração dos resultados da pesquisa é possível afirmar que a implantação do SBCE resulta numa disputa entre diferentes interesses institucionais, econômicos e socioambientais dos AePR, gerando impactos no processo de regulamentação e implantação do mercado.

Tabela 11 – Influência dos AePR nos imaginários sociotécnicos

Subsistema (Foxon)	Stakeholders	Visão do Mercado de Carbono	Objetivo Institucional	Forma de Influência no Imaginário
Ecossistema	MF, MMA, MCTI, MDIC	Instrumento de política climática nacional	Cumprimento da NDC e governança climática	Construção de narrativa institucional sobre transição climática e governança ambiental
Instituições	BNDES	Mecanismo de financiamento verde	Expansão de instrumentos financeiros sustentáveis	Enquadramento do mercado como oportunidade de investimento climático
Usuários – setor financeiro	BB, Itaú	Ativo financeiro e instrumento de gestão de risco climático	Desenvolvimento de novos mercados financeiros	Construção de imaginário de mercado baseado em precificação de carbono
Usuários – grandes emissores	Petrobras, Suzano	Mecanismo de flexibilização de custos de transição energética	Redução de custos de compliance e adaptação regulatória	Narrativa favorável ao uso ampliado de offsets e mecanismos de mercado
Usuários – setor imobiliário	Mitre Construtora	Instrumento de compensação e valorização ambiental de empreendimentos	Adequação a exigências ESG e diferenciação competitiva	Construção de narrativa de sustentabilidade corporativa e neutralização de emissões
Usuários – empresas de energia renovável	Solagora, Siclo, Versa Energia	Incentivo à expansão da economia de baixo carbono	Ampliação de investimentos em energia limpa	Promoção de imaginário de inovação tecnológica e descarbonização
Usuários - Intermediários do mercado	B4 – Comercialização de créditos	Plataforma de negociação e liquidez financeira	Expansão do volume de transações	Enfatizam eficiência de mercado e liquidez como solução climática
Estratégia de Negócio	IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo	Instrumento de transição gradual da indústria fóssil	Proteção da competitividade do setor energético	Influência em debates regulatórios e construção de narrativa de transição energética gradual
Consultorias e certificadoras	SC, Control Union, Carbon Free	Sistema técnico de certificação e monitoramento	Expansão de projetos e serviços de certificação	Reforço do imaginário de governança técnica e credibilidade do mercado
ONGs climáticas	iCS	Instrumento de governança climática e mitigação global	Aceleração da descarbonização	Construção de narrativa de integridade ambiental e justiça climática

Fonte: autor

Esses impactos podem ser classificados como alto, médio e baixo e estão detalhados a seguir:

Alto impacto

- Atores governamentais - formulação das diretrizes e desenho do regramento
- Instituições (BNDES) - implementação dos fundos de financiamentos
- Grandes emissores (Petrobras, Suzano) - flexibilização regulatória
- Associações setoriais (IBP) - pressão política
- Setor financeiro (BB e Itaú) - estruturação do mercado

Médio impacto

- Consultorias (SC e Control Union) - traduzem regras e orientam a aplicação técnica.

- Comercializadores (B4) - potencialização do mercado voluntário

Baixo impacto (mas alta legitimidade)

- ONGs (iCS e *Carbon Free*) - aplicação e controle social
- Intermediários (Solagora, Siclo e Versa) - operacionalização.

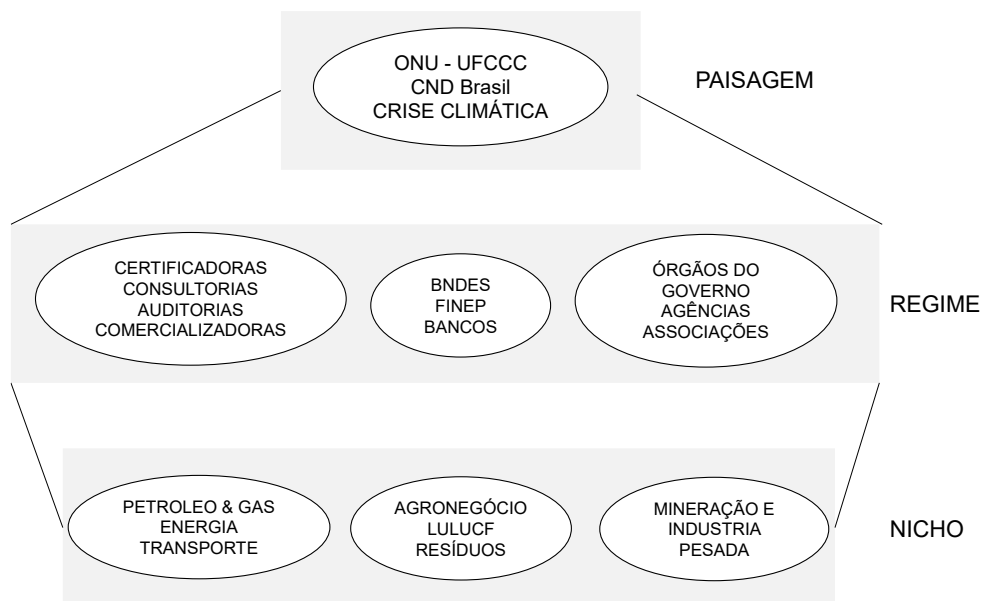
6.2.4 Perspectiva multinível (MLP) do mercado de carbono do Brasil

Aplicando o conceito da perspectiva multinível de Geels (2002), no mercado de carbono do Brasil, distribuíram-se os *stakeholders* nos três níveis de hierarquia da Perspectiva Multinível, paisagem, regime e nichos, considerando suas características heterogêneas e atuação empírica na implementação do novo mercado regulado. A Figura 8 ilustra a classificação dos *stakeholders* pelos níveis da Perspectiva Multinível.

O marco inicial do processo de implantação do conceito de mercado regulado de crédito de carbono ocorreu na COP3 (Japão) com o instrumento Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecido pelo Protocolo de Kyoto. Esse instrumento permitiu aos países considerados mais industrializados (trinta e oito (38) países definidos pela ONU) comprar créditos de carbono gerados pelas reduções das emissões de GEE em projetos de países em desenvolvimento (Spilker e Nugent, 2022).

O processo de aprovação dos projetos e liberação dos créditos para comercialização seguia um fluxo de aprovação, realizado por órgãos específicos da ONU. Os projetos eram enviados para aprovação do órgão *Clean Development Mechanism Executive Board (CDMEB - UNFCCC)*. O CDMEB era o responsável pela aprovação dos projetos de *Clean Development Mechanism (CDM)* - Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), supervisão de sua implementação e emissão do documento oficial para comercialização dos créditos denominado Reduções Certificadas de Emissões (Pierucci et al, 2025). De acordo com o CDMEB (2025), o Brasil enviou 345 projetos de MDL entre 2004 e 2019.

Figura 8 – Alocação dos *stakeholders* nos níveis da Perspectiva Multinível

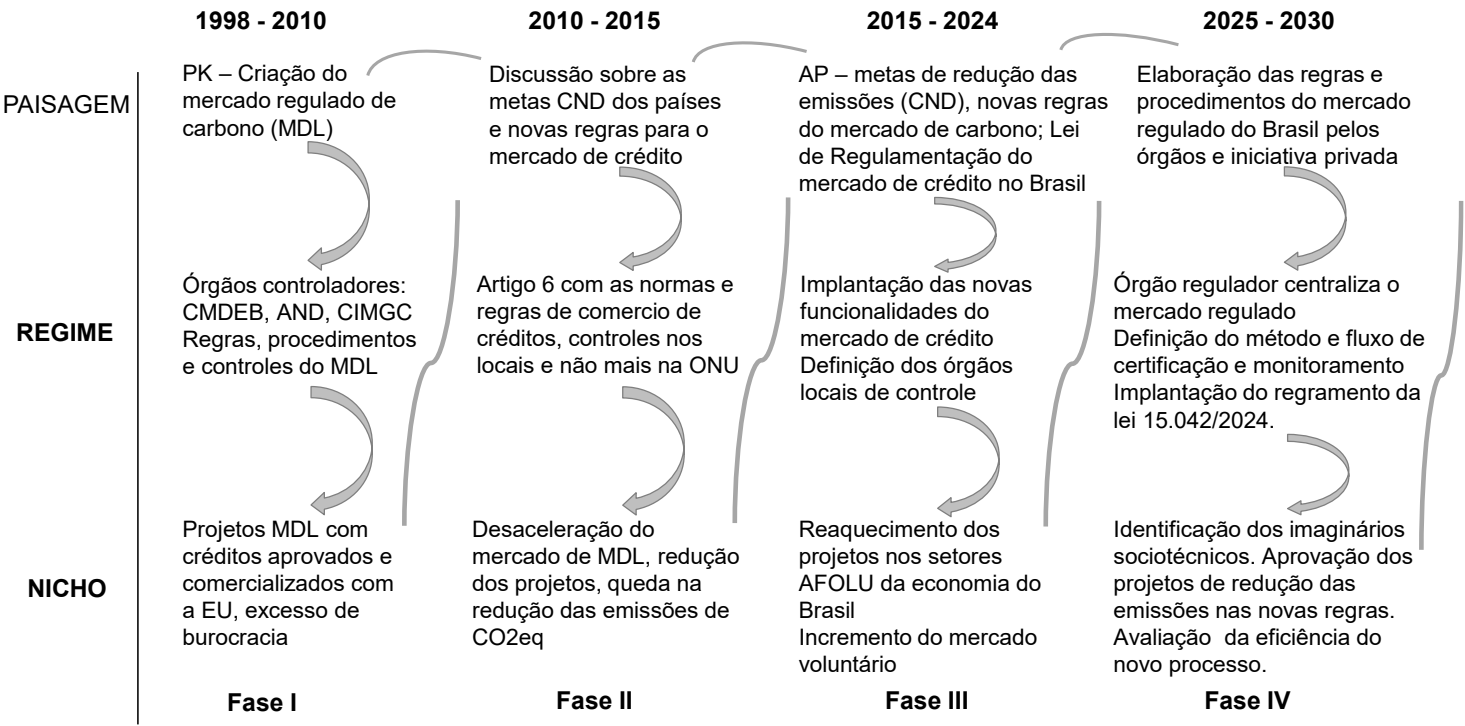


Fonte: Elaborado pelo autor

Após o início de sucesso e ascensão do instrumento MDL do Protocolo de Kyoto, o mercado regulado internacional perde força e interesse devido às incertezas sobre quais seriam as novas regras do mercado internacional de crédito a serem definidas no Acordo de Paris (AP), em conjunto com as metas de redução de emissões definidas pelos países, a Contribuição Nacionalmente Determinada. Após o Acordo de Paris, o mercado internacional inicia um novo ciclo de crescimento.

Pelas características históricas do mercado de carbono no Brasil, optou-se aqui por apresentar e discutir as três fases iniciais da MLP, refletindo o histórico do mercado que vai do início da comercialização dos créditos, via MDL em 1998, até a promulgação da Lei de Regulamentação do mercado de carbono em 2024 e a última fase de 2025 a 2030, caracterizada pela reflexão dos AePR sobre como deve ser o projeto futuro do mercado regulado de carbono no Brasil e os indicativos para seu sucesso. A Perspetiva Multinível está ilustrada pela Figura 9, onde as quatro fases consecutivas estão detalhadas em cada nível definido pelo conceito.

Figura 9 – Perspectiva multinível do mercado de carbono no Brasil



Fonte

CMDEB	- autor (com base em Geels, 2019)
AND	- Conselho Executivo do MDL (ONU)
CIMGC	- Autoridade Nacional Designada
	- Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima

FASE I (1998 a 2010)

Em 1997, o Protocolo de Kyoto (Japão,1997) estabeleceu como diretriz para os países desenvolvidos e industrializados, a redução de 5,2% nas emissões de GEE com a opção de adquirir créditos de carbono de países em desenvolvimento para suprir suas deficiências de mitigação através do Mecanismos de Desenvolvimento Limpo.

A primeira fase da MLP é caracterizada pela criação do mercado de carbono pelo Protocolo de Kyoto e o envio de projetos brasileiros de MDL para aprovação no CDMEB. O Brasil inicia o envio de projetos a partir de 2004 até 2019, totalizando 345 projetos enviados (CDMEB, 2025). O período de 2004 a 2010 é classificado como o mais significativo para o Brasil, pois houve intensa comercialização dos créditos de carbono brasileiros com países industrializados principalmente países europeus.

Em resumo, a **Fase I** é caracterizada pelos seguintes acontecimentos chaves:

- Protocolo de Kyoto cria o Mercado de Créditos de Carbono Internacional.
- Implantação do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

- Identificação da Autoridade Nacional Designada (governo).
- Comissão Interministerial de Mudança Global do Clima (CIMGC).
- Comercialização de créditos do Brasil com a União Europeia.

FASE II (2010 a 2015)

Após o período de intensa comercialização de créditos, o mercado internacional entra numa fase de desaceleração dos projetos de MDL devido às especulações sobre as alterações, que iriam ocorrer nos mecanismos de solicitação, procedimentos de certificação e aprovação que fariam parte das discussões da COP21 (Paris, 2015). Nesse período, os países participantes do mercado reduzem seus interesses nos projetos de MDL, gerando estagnação do mercado, que tem como motivo, a expectativa de como serão os novos mecanismos e regramento do mercado internacional de carbono, decorrentes da obrigatoriedade dos países em apresentar suas metas de redução das emissões denominada de Compromisso Nacionalmente Determinado (CND).

A definição das novas responsabilidades e funcionalidades do mercado de carbono são apresentadas e aprovadas na COP21 (Paris, 2015), resultando no documento oficial denominado Acordo de Paris (AP), que estabeleceu novos procedimentos de aprovação de projetos, certificação de créditos, comercialização e monitoramento, a serem realizados por órgãos locais dos países.

Em resumo, a **Fase II** é caracterizada pelos seguintes acontecimentos chaves:

- Desaceleração do mercado internacional de MDL.
- Expectativa sobre o novo regramento do mercado de carbono.
- Metas de redução das emissões definidas pelos países (CND).
- Novos procedimentos de aprovação, certificação e comercialização.

FASE III (2015 a 2024)

O mercado regulado internacional de crédito inicia sua retomada, após as definições do Acordo de Paris, confiante na necessidade dos países em atingir suas metas de redução de emissões declaradas na COP21. As novas funcionalidades e regramento legal do mercado regulado agilizam os processos de aprovação, certificação e comercialização agora realizados localmente nos países.

Os mercados regulados são implementados pelos países e adicionam-se aos mercados voluntários já operantes. Algumas regiões tais como União Europeia e

estados como California já apresentavam uma situação avançada de implementação de um mercado regulado com o modelo *Cap and Trade*.

No Brasil, os órgãos governamentais iniciam os estudos técnicos e normativos necessários para a implantação do mercado regulado, que evolui com a participação ativa dos órgãos do governo e dos *stakeholders* e finalmente é apresentado ao Congresso Nacional (CN) em forma de Lei. O CN implementa as discussões sobre o regramento do mercado regulado no Brasil com a participação dos setores econômicos, ONGs, entidades representativas e representantes dos órgãos governamentais envolvidos. A lei de regulamentação é aprovada e promulgada em Dez/24.

No período da Fase III, o único mercado de carbono ativo no Brasil era o voluntário, representado pelos atores das empresas dos setores - industrial, petróleo e gás, energia, transporte, resíduos, Agricultura, Florestas e Uso do Solo (AFOLU), consultorias de projetos, certificadoras (VERRA, GS, CAR) e comercializadoras (B4). Em resumo, a **Fase III** é caracterizada pelos seguintes acontecimentos chaves:

- Intensificação do mercado voluntário pelo setor industrial, AFOLU e energia.
- Reaquecimento do mercado regulado de carbono internacional.
- Início dos estudos e discussão do modelo de mercado regulado do Brasil.
- Discussão da Lei de Regulamentação do Mercado no Congresso Nacional.
- Promulgação da Lei de Regulamentação do Mercado de Carbono no Brasil.

FASE IV (2025 a 2030) - Fase IV representa uma visão do futuro do mercado regulado de carbono no Brasil, em Jan/25, com o início dos trabalhos de regramento do mercado regulado pelos órgãos governamentais e atores participantes do mercado. O período estimado para sua implantação e operação é de 5 anos a partir de 2025.

Essa fase é caracterizada pela definição dos procedimentos administrativos, de controle, de certificação, de monitoramento e responsabilidade do órgão regulador, que vai implementar o mercado regulado do Brasil considerando a visão futura dos *stakeholders* desse mercado.

Nessa fase, a visão futura dos AePR é muito importante porque vai credibilizar o funcionamento do mercado regulado e sua relação com o mercado voluntário. A visão futura é denominada de Imaginários Sociotécnicos pelo método das Transições Sociotécnicas.

Em resumo, a **Fase IV** é caracterizada pelos seguintes acontecimentos Chave:

- Início do regramento da Lei de Regulamentação do Mercado de Carbono.
- Participação dos AePR no regramento e implementação da Lei.
- Identificação dos imaginários sociotécnicos dos AePR, referente ao mercado regulado.
- Implantação dos procedimentos administrativos de controle, certificação, monitoramento pelo órgão regulador.
- Início da comercialização dos créditos de carbono.

A representação gráfica das fases da Perspectiva Multinível do mercado de carbono do Brasil (Figura 9) seguiu o modelo de Geels (2019), que apresenta a evolução histórica das relações entre os três níveis componentes da perspectiva multinível ('paisagem', 'regime' e 'nichos') sendo considerados como agentes ativos para a ocorrência das transições sociotécnicas do mercado de 1998 a 2024. Os marcos indutores das transições ocorridas no mercado do Brasil estão identificados em cada fase de evolução como o Protocolo de Kyoto, o Acordo de Paris, a Lei 15.042/2024 de Regulamentação do Mercado de Carbono, e o modelo futuro com base nas visões dos AePR.

Na Fase I, o cenário é representado pelas discussões sobre redução das emissões de GEE e a definição das metas do Protocolo de Kyoto (COP3). Os nichos iniciam a realização dos projetos e comercialização de créditos. Na Fase II, o cenário é caracterizado pela discussão da mudança das regras do mercado. Os nichos reagem com o desinteresse e desaquecimento do mercado de MDL e pressionam o regime para mudar as regras devido inexistência de agilidade, burocracia do sistema impactando o horizonte do mercado. Na Fase III, o cenário é identificado com a COP21 (Paris, 2015), que estabelece as novas regras do mercado regulado e voluntário de carbono em conjunto, considerando as metas CND apresentadas pelos países. O regime implanta as novas regras de funcionamento e os nichos reaquecem o mercado regulado intensificando-o. Na Fase IV, o cenário é representado pela Lei 15.042/2024, seu regramento e implantação do mercado regulado, em que o nível regime irá definir e implantar as regras normativas do novo mercado, e o nível nicho irá iniciar os projetos de geração de crédito, utilizando os investimentos e financiamentos necessários para as reduções das emissões, porém nessa fase a

aprovação dos projetos, certificação dos créditos e comercialização ocorrem no SBCE.

A MLP, no caso do Brasil, permite analisar como o mercado de carbono surge da interação entre nichos de inovação climática, regimes institucionais consolidados e pressões do ambiente sociopolítico, especialmente diante das exigências do Acordo de Paris e das metas de redução de emissões (CND). Importante observar que os regimes sociotécnicos, estruturados por regras, normas e instituições tendem a preservar práticas estabelecidas e resistir às mudanças estruturais. A dinâmica multinível explica por que a transição brasileira rumo a um mercado de carbono regulado ocorre de forma gradual, marcada por negociações, ajustes institucionais e consenso entre atores públicos e privados.

6.2.6 Resultados da busca dos imaginários sociotécnicos nas entrevistas

Devido ao volume de aproximadamente 450 páginas, do material empírico coletado, composto pelas transcrições integrais das entrevistas realizadas com os especialistas participantes da pesquisa, optou-se por não incluir esse conteúdo integralmente no corpo impresso da tese ou em seus apêndices físicos. Com o objetivo de garantir a transparência metodológica, a rastreabilidade das análises e o acesso ao material utilizado na pesquisa, as transcrições completas foram disponibilizadas em PDF no repositório digital específico da UNIP, acessível por meio do seguinte link: <https://repositorio.unip.br/pos-graduacao/programa-em-engenharia/>.

Os resultados da análise de conteúdo de acordo com a metodologia BARDIN (2016) seguem detalhados pelos procedimentos do método.

a) Pré-Análise – As entrevistas abordaram percepções, preocupações, benefícios, desafios, e futuro dos mercados de carbono regulado e voluntário (Lei 15.042/2024).

b) Categorização Temática – Para a análise da pesquisa utilizando o questionário via *Google Forms*, consideraram-se cinco categorias temáticas baseadas em informações obtidas e avaliadas na Etapa 1 desta tese:

- Conhecimento sobre o mercado de carbono no Brasil,
- Controle e gestão do mercado voluntário de carbono,
- Benefícios e desafios do mercado regulado de carbono,

- Regulamentação e políticas de incentivo,
- Melhoria do mercado de Carbono.

As categorias temáticas identificadas nas entrevistas somaram oito (8), que são mais abrangentes do que as abordadas no questionário, caracterizadas pelos seguintes assuntos:

- Governança e Regulamentação do Mercado
- Regramento, Procedimentos e Controles
- Precificação e Impactos Econômicos
- Mercado Voluntário
- Desafios e Barreiras
- Benefícios e Oportunidades
- Educação e Conscientização
- Visão Futura do Mercado

A partir da análise de conteúdo das entrevistas, foi possível qualificar os assuntos mais comuns que compõem os Imaginários Sociotécnicos indicados pelos especialistas. A qualificação dos assuntos identificou oito temas interativos e complementares, desenhando a visão holística necessária para o entendimento, viabilização e implantação do que se pode chamar de Sistema do Imaginário Sociotécnico do Mercado de Carbono no Brasil. A Figura 10 ilustra a composição das linhas de base do imaginário sociotécnico, refletindo uma visão sistêmica do futuro observada pelos entrevistados para a viabilização do mercado regulado. Em cada tema, foram identificadas as linhas de base necessárias para a construção do imaginário de consenso dos entrevistados, pois a análise de conteúdo apresentou uma congruência das opiniões dos participantes favoráveis ao modelo de mercado regulado e suas regras. As linhas de base estão descritas na Figura 10.

Figura 10 – Linhas de base do Imaginário Sociotécnico



Fonte: autor

c) Resultados categorizados – A análise do material transcrito das entrevistas evidenciou um direcionamento consistente das opiniões e argumentações dos especialistas em torno de oito categorias temáticas principais e vinte e quatro subcategorias derivadas dos discursos. Essas categorias refletem os eixos centrais de debate sobre a evolução e a estruturação do mercado regulado de carbono no Brasil. Os pontos convergentes e divergentes identificados nas categorias temáticas indicaram existência de demandas e posições conceituais dos entrevistados.

c.1) Governança e regulamentação do mercado

Pontos convergentes:

- Necessidade de um órgão regulador centralizado tipo Agência Regulatória
- Regulação híbrida (*Cap and Trade* + Créditos do Mercado Voluntário) positiva exige estrutura robusta.
- Dúvida sobre a definição jurídico-tributária dos créditos como ativos contábeis.

Pontos divergentes:

- Alguns setores econômicos temem burocracia e lentidão.
- Consultorias e ONGs veem o fortalecimento do mercado com mais regras.

c.2) Regramento, procedimentos e controles**Pontos convergentes:**

- A participação dos representantes dos 'usuários', 'instituições' e 'sociedade e cultura' nas definições do regramento do mercado deve viabilizar a implantação.
- As certificadoras do mercado regulado devem ser cadastradas e avaliadas pelo órgão gestor.
- Os projetos de créditos de CO₂eq deverão apresentar planos de mitigação e controles periódicos da evolução.
- Os procedimentos para inserção de créditos do mercado voluntário no mercado regulado devem ser simplificados e sem burocracia.

Pontos divergentes:

- Nenhum ponto divergente foi identificado para essa categoria.

c.3) Precificação e impactos econômicos**Pontos convergentes:**

- Empresas emissoras - impacto direto com necessidade de comprar créditos ou inovar processos.
- Setores indiretos (construção civil, serviços) - impacto via aumento de custos de insumos (aço, cimento, energia).
- Previsão de estabilização dos preços de créditos, mas em patamar mais alto.
- Dúvida sobre incremento de faturamento - pode beneficiar quem inovar, mas muitos terão apenas custos adicionais.

Pontos divergentes:

- Nenhum ponto divergente foi identificado para essa categoria.

c.4) Mercado voluntário**Pontos convergentes:**

- As metodologias apesar de convergentes são fragmentadas (VERRA, GS, CRA): baixa transparência e risco de dupla contagem.
- Sugestão recorrente: criar um carimbo ISO para créditos voluntários.

- O mercado voluntário deve ser controlado por uma Agência Reguladora.

Pontos divergentes:

- Alguns atores defendem integração mínima entre voluntário e regulado, outros acreditam que devem ser mercados separados.

c.5) Desafios e barreiras

Pontos convergentes:

- Barreiras institucionais: lentidão na criação do órgão regulador, pressão de *lobbies*, resistência de setores econômicos.
- Custos de implementação: monitoramento, sistemas digitais, auditorias.
- Desigualdade setorial: agronegócio isento inicialmente gera percepção de injustiça.
- Risco político: mudanças de governo podem paralisar ou reverter avanços.

Pontos divergentes:

- Nenhum ponto divergente foi identificado para essa categoria.

c.6) Benefícios e oportunidades

Pontos Convergentes:

- Redução de emissões de forma mais estruturada.
- Melhoria da imagem internacional do Brasil como líder em créditos verdes.
- Estímulo à inovação tecnológica (ex.: carro elétrico, energia renovável, eficiência industrial).
- Novos nichos de mercado (produtos e serviços com pegada de carbono reduzida).

Pontos divergentes:

- Nenhum ponto divergente foi identificado para essa categoria.

c.7) Educação e conscientização

Pontos Convergentes:

- Gap educacional: empresas não sabem lançar créditos como ativos nem construir planos de mitigação.
- Necessidade de conscientização pública, exemplos como limpeza urbana e uso de resíduos indicam falta de cultura ambiental.

Pontos divergentes:

- Nenhum ponto divergente foi identificado para essa categoria.

c.8) Visão futura do mercado**Futuro desejado:**

- Brasil como protagonista global, aproveitando matriz energética renovável e a biocapacidade.
- Mercado regulado transparente, digitalizado e confiável, com integração dos fundos verdes internacionais.

Temores (ameaças):

- Burocratização excessiva sem resultados práticos.
- Regulação mal implementada, gerando mais custos do que benefícios

Os discursos categorizados dos entrevistados apresentam concordância na maioria dos temas e poucas divergências, o que já indica um consenso de aceitação da lei de regulamentação e da implantação do mercado regulado de carbono.

A Tabela 12 apresenta em detalhe as subcategorias identificadas, acompanhadas dos trechos representativos dos discursos dos entrevistados e dos comentários interpretativos elaborados pelo autor desta tese. Essa sistematização permite compreender como as percepções individuais se articulam em torno de temas recorrentes, oferecendo uma visão mais aprofundada das convergências, divergências e significados compartilhados, que sustentam as representações sociotécnicas observadas no estudo.

Pode-se verificar, entre os entrevistados, uma preocupação convergente quanto à necessidade de operacionalizar o mercado regulado de carbono e de estabelecer novas regras e metodologias para o mercado voluntário, sob a supervisão de uma agência reguladora nacional. Essa entidade seria responsável pelo gerenciamento dos processos de certificação, aposentadoria e prevenção de dupla contagem de créditos, além de atuar no equilíbrio dos preços de comercialização por setor econômico.

Os entrevistados destacam, ainda, a importância da criação de uma base de dados centralizada, unificada e de acesso público, que garanta transparência, rastreabilidade e confiabilidade às operações do sistema. De modo geral, os atores e partes relacionadas expressam o desejo de um mercado de carbono robusto e

funcional, capaz de atrair investimentos, assegurar governança eficiente e alcançar resultados efetivos na redução das emissões de CO₂eq no Brasil.

Tabela 12 - Categorias e subcategorias temáticas, discursos e comentários

Categorias	Subcategorias	Discursos	Comentários
Governança e Regulação	Necessidade de órgão regulador	"Precisamos de algo como a CVM, um órgão centralizado que dê segurança e monitoramento."	Consenso de que o sucesso do mercado depende de governança clara e centralizada, evitando múltiplos órgãos desconectados.
	Modelo híbrido (Cap & Trade + Offset)	"O modelo é positivo, vai padronizar o mercado e trazer mais controle."	O modelo adotado é bem recebido, mas há dúvidas sobre a capacidade operacional do governo para implementá-lo.
	Burocracia e lentidão	"Temo que o governo acabe travando processos com excesso de burocracia."	Setores como construção civil e serviços temem perda de agilidade, risco de aumento de custos sem benefícios imediatos.
Regramento Procedimentos e Controles	Órgão regulador misto	"A viabilização do mercado regulado passa por um órgão regulador participativo"	O órgão regulador não deverá ser um órgão do governo, mas sim um órgão participativo com comitês.
	Cadastro das certificadoras para os mercados	"As certificadoras devem ser cadastradas e avaliadas pelo órgão regulador"	As certificadoras não devem continuar livres sem o aval do órgão regulador. Cadastro e auditorias são importantes.
	Métodos padronizados de certificação e de projetos	"Atualmente a transparência das certificações inexistente e cada uma usa um método"	Os controles atuais do mercado voluntário não são transparentes o suficiente para o mercado regulado.
	Controle efetivo das mitigações	"Atualmente quem garante o sucesso das mitigações é o próprio emissor"	As certificadoras do mercado voluntário não apresentam estrutura para controlar as mitigações dos clientes.
	Canal exclusivo para Offsets	"Os offsets poderão se tornar um grande aliado para o Brasil atingir as metas CND"	A aceitação dos offsets no mercado regulado é a evolução dos mercados para uma situação futura conjunta.
Precificação e Impactos Econômicos	Custos diretos e indiretos	"Mesmo sem ser emissor direto, vamos sentir no preço do aço, do cimento, da energia."	A regulamentação afeta toda a cadeia produtiva, não apenas grandes emissores; setores indiretos projetam impactos inflacionários.
	Estabilização dos preços	"Vai ter estabilidade de preço, mas num patamar mais alto."	Há percepção de que os créditos ficarão mais elevados em um novo piso de mercado.
	Incremento de faturamento	"Não acredito em aumento de faturamento, alguém vai ter que pagar essa conta."	Divergência: consultorias veem oportunidades de negócios. Indústrias tradicionais não esperam ganhos diretos.
Mercado Voluntário e Transparência	Fragmentação de metodologias	"Cada certificadora usa seu padrão... é um futebol de criança."	Falta padronização e confiabilidade; reconhecido risco de greenwashing e dupla contagem.
	Agência para Mercado Voluntário	"Precisava de um 'carimbo ISO' para dar credibilidade aos créditos voluntários."	Sugere-se criar uma agência reguladora no padrão internacional, sem substituir totalmente a flexibilidade do voluntário.
Desafios e Barreiras	Definição jurídico-tributária	"As empresas nem sabem como lançar esses ativos no balanço."	Indefinição contábil e jurídico gera insegurança e pode travar investimentos.
	Custos elevados de implementação	"Vai ser caríssimo montar esse controle, só PPP pode dar conta."	Sem parcerias público-privadas, o custo da regulação pode ser inviável para pequenos players.
	Resistência setorial	"O agro ficou de fora e isso gera sensação de injustiça."	Exceções setoriais fragilizam a legitimidade da política climática, criando desequilíbrios competitivos.
	Risco político	"Se mudar o governo, pode paralisar tudo, como já aconteceu."	Instabilidade política ameaça a continuidade do mercado, evidenciando a necessidade de marcos legais robustos.

Fonte: autor

Tabela 12 - Categorias e subcategorias temáticas, discursos e comentários
(continuação)

Categorias	Subcategorias	Discursos	Comentários
Benefícios e Oportunidades	Redução de emissões	“A redução das emissões é a consequência, não o objetivo direto.”	Entendimento de que os benefícios climáticos virão indiretamente, via inovação e eficiência.
	Inovação tecnológica	“Se quiserem parar de só emitir e comprar crédito, terão que investir em inovação.”	A regulação estimula tecnologias limpas, que serão novos nichos de mercado para soluções verdes.
	Imagem internacional	“Melhora a imagem do Brasil lá fora, atraindo fundos internacionais.”	Percepção unânime: mercado regulado fortalece a reputação do país e atrai fundos verdes globais.
Educação e Conscientização	Falta de cultura ambiental	“As empresas não sabem nem montar um plano de mitigação.”	Necessidade urgente de educação corporativa e social para integrar o mercado de carbono ao dia a dia.
	Conscientização pública	“Se houvesse mais educação, até limpeza urbana seria mais barata.”	Reconhecimento de que comportamentos individuais e culturais impactam diretamente os custos ambientais.
Visão do Futuro	Brasil como protagonista	“O Brasil tem a biocapacidade que a Europa não tem mais.”	Visão de futuro otimista: Brasil como líder global por matriz renovável e recursos naturais.
	Temor da implementação falhar	“Na teoria é bom, mas na prática muita lei no Brasil não funciona.”	Medo de repetir falhas históricas de políticas ambientais, resultando em mais custos do que benefícios.

Fonte: autor

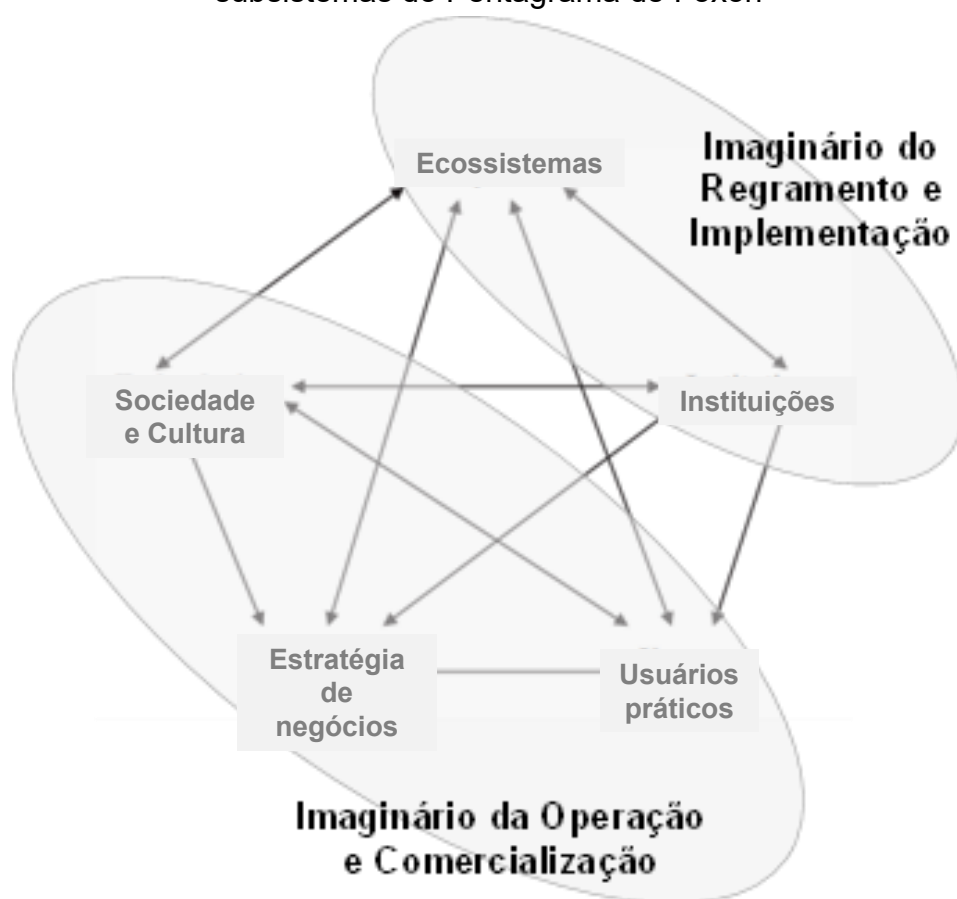
6.2.7 Imaginários sociotécnicos identificados

Com a análise de conteúdo realizada, foi possível identificar dois imaginários, compostos pelas visões dos entrevistados, através de argumentos e opiniões coincidentes. O primeiro imaginário representa as opiniões de consenso dos subsistemas do Pentagrama de Foxon ‘Ecossistemas’ e ‘Instituições’, cujas opiniões são mais institucionais, e foi nomeado de *‘Imaginário do Regramento e Implementação’*. O outro imaginário identificado é composto pelas opiniões de consenso dos subsistemas ‘Usuários’ e ‘Estratégias de Negócios’ e ‘Sociedade e Cultura’, nomeado de *‘Imaginário da Operação e Comercialização’*. Esse imaginário inclui opiniões coincidentes em aspectos sociais, ambientais, políticos e culturais. Os dois imaginários identificados apresentam questionamentos e discussões consensuais.

A Figura 11 apresenta os imaginários sociotécnicos identificados em cada grupo de subsistemas do Pentagrama de Foxon. Pode-se observar que o subsistema ‘Tecnologia’ não foi contemplado na análise empírica, em razão da não adesão de seus representantes às entrevistas. Em seu lugar, foi incorporado o subsistema ‘Sociedade e Cultura’, composto pelos AePR oriundos de consultorias e ONGs. Os

discursos desses atores revelaram convergência e consistência, com ênfase em temas relacionados à geração de conhecimento, capacitação e dinâmicas de trabalho no contexto do mercado de carbono.

Figura 11 – Imaginários sociotécnicos identificados por grupos dos subsistemas do Pentagrama de Foxon



Fonte: autor

6.2.7.1 Imaginário sociotécnico do regramento e implementação

Esse imaginário é resultado do agrupamento das visões comuns e coincidentes, defendidas pelos órgãos governamentais representados pelos ministérios MF/SPE, MMA, MCTI e MDCL, responsáveis pelas regras, procedimentos, métodos e controles e pelo BNDES, instituição administradora e implementadora dos fundos de investimentos verdes e financiamentos à economia de baixo carbono, ambos agentes ativos durante elaboração das bases da Lei 15.042/2024, e na implementação e consolidação do futuro mercado regulado. O imaginário é composto pelas seguintes opiniões identificadas.

- Mercado deve ser gerenciado e administrado pelo órgão regulador composto por representantes dos ministérios do governo com a participação do setor privado. Deve utilizar controles rígidos e transparentes das reduções das emissões, das certificações, inventários, auditorias, e documentos de compra e venda, com objetivo de credibilizar o funcionamento do mercado.
- Os procedimentos e métodos devem ser padronizados e reavaliados periodicamente por um Comitê Interministerial.
- Os créditos de carbono oriundos do Mercado Voluntário devem seguir as regras e processos específicos, estabelecidos pelo órgão controlador e contabilizados no mercado regulado devido os incentivos aos planos de mitigação de CO₂eq.
- O Ministério da Fazenda (MF) deve ser o coordenador geral, devido ao impacto nas finanças públicas decorrentes de subsídios, incentivos e política tributária necessários para a viabilidade do novo mercado. O MF deve dividir a coordenação sobre políticas ambientais com o Ministério do Meio Ambiente e com o Ministério da Ciência e Tecnologia e Informação os assuntos relacionados ao desenvolvimento de tecnologia.
- A administração deve buscar a eficiência da gestão, através do uso de sistemas digitais transparentes na operação e controle das atividades, gerando um repositório de dados que indique o status do projeto, comercialização e preços negociados, com livre acesso aos *stakeholders* participantes do mercado e pesquisadores científicos.

Esse grupo acredita que esse modelo de gestão trará crescimento do mercado de crédito, crescimento da demanda por serviços de consultoria, certificação e mitigação.

6.2.7.2 Imaginário sociotécnico da operação e comercialização

O imaginário da operação e comercialização é o produto da consolidação das opiniões, pensamentos e ideias comuns dos representantes, que atuam e desenvolvem estratégias voltadas ao mercado voluntário do Brasil. As premissas mais coincidentes observadas sinalizam preocupações com os investimentos elevados em novas tecnologias e novos insumos, isenções fiscais e tributárias, financiamento a juros baixos, eficiência do órgão regulador, burocracia nos procedimentos de aprovação e venda, exposição a *lobbies* dos setores mais influentes da economia, e principalmente, a falta de segurança jurídica necessária para a operacionalidade do novo sistema. A seguir, apresentam-se as principais opiniões e preocupações dos *stakeholders* alocados aos subsistemas do Pentagrama – ‘estratégias de negócios’, ‘usuários’ e ‘sociedade e cultura’, sobre a implantação do mercado regulado no Brasil.

- O órgão regulador deve ter a participação de representantes dos setores da economia que mais emitem CO₂eq, e não deve ser burocrático nos procedimentos de aprovação e comercialização dos créditos regulados e dos créditos do mercado voluntário.
- O órgão deve ter uma estrutura compatível com a demanda crescente do mercado e utilizar sistemas digitais para eficiência e transparência das atividades e dos créditos negociados.
- As transferências dos créditos do mercado voluntário para o mercado regulado devem ocorrer através de procedimentos rápidos e transparentes.
- As informações geradas nas atividades do mercado de carbono devem ser mantidas em uma base única, um repositório de dados acessível, e deve conter o cadastro das certificadoras, consultorias, vendedores e compradores, com acesso ao sistema.
- A base única de informações deve conter informações dos controles de dupla contagem, aposentadoria, certificações, metodologia de auditoria,

relatórios dos inventários, dos projetos de créditos, e dos planos de mitigação, metodologia padrão para certificação.

- A implementação do mercado regulado deve incluir uma política de incentivos tributários, fiscais e de investimentos.
- Os preços dos créditos devem ser administrados pelo órgão regulador, respeitando as especificações de cada setor econômico, com objetivo de manter o equilíbrio da oferta e demanda.
- O novo mercado não pode ser suscetível aos *lobbys* setoriais, que atuam para criar oportunidades de isenção de controles como o setor da Agropecuária.
- O mercado voluntário deve se adaptar ao mercado regulado. A definição jurídica-tributária deve ser segura e estável, sem instabilidade regulatória. Com esse modelo de gestão, o mercado regulado pode se viabilizar e influenciar o mercado voluntário a se aproximar do mercado regulado.

Apesar dos imaginários apresentarem conceitos e ideias divergentes, essa situação não gerou impacto na aceitação e aprovação da Lei de Regulamentação do Mercado, pois os *stakeholders* dos imaginários apresentados foram convidados a participarem da elaboração dos itens dos capítulos, que compuseram a Lei 15.042/2024 enviada para o Congresso Nacional.

6.2.7.3 Imaginário sociotécnico de consenso

Os dois imaginários sociotécnicos identificados na pesquisa qualitativa (Figura 12) apresentam opiniões e ideias, que não se contradizem ou se opõem indicando conceitos equivalentes e complementares. Pode-se observar que '*Imaginário do Regramento e Implementação*' tem um perfil voltado à normatização dos processos do SBCE, incluindo implantação de métodos padrões para projetos, auditoria e certificação e controles rígidos de comercialização, dupla contagem e aposentadoria dos créditos. O '*Imaginário da Operação e Comercialização*' reflete as ambições e os receios de quem vai investir e atuar no mercado regulado, solicitando facilidades de

financiamentos e base de dados única e acessível para a gestão do SBCE. Os dois imaginários não se contrapõem, na verdade eles se complementam no ideário de viabilização do mercado regulado com as características de agilidade, eficiência e transparência.

Os resultados indicam a aceitação do novo mercado regulado de carbono em todos os AePR entrevistados, e que sua implantação vai ajudar o Brasil a atingir suas metas do CND. As diferenças surgem em assuntos mais específicos do setor representado, e da necessidade de agilidade e eficiência dos processos, que são frutos da preocupação com excesso de burocracia nas atividades.

A análise comparativa dos dois imaginários indica a existência de um imaginário consensual, produto da relação unívoca entre vários itens e observações dos AePR identificadas nas entrevistas (Tabela 13). Além dessa correspondência de opiniões, pode-se observar que os argumentos são complementares e juntos formam uma solução de atividades e controles básicos necessários para a implantação e viabilização do SBCE. Os AePR entrevistados decidiram parametrizar e aproximar os controles das atividades do mercado regulado e voluntário, e padronizar as metodologias de certificação e comercialização dos projetos de mitigação. Para isso indicam a necessidade de ter uma agência reguladora responsável pelo mercado voluntário.

Os imaginários de consenso foram classificados em temas consensuais identificados nas entrevistas e estão detalhados em tópicos na Tabela 13. Com base nos imaginários de consenso, os AePR entrevistados acreditam que o mercado regulado de carbono vai auxiliar o Brasil no cumprimento das metas CND. Essa constatação contribui para responder a primeira (1ª) pergunta de pesquisa, indicando que a Lei 15.042/2024 contribuirá para o Brasil alcançar seus objetivos climáticos relacionados às metas apresentadas na Contribuição Nacionalmente Determinada apresentada na COP26 em Glasglow.

Tabela 13 – Imaginários sociotécnicos de consenso

Objetivos e Metas	O objetivo maior é a redução das emissões com base nas metas do NDC do Brasil. Preços negociados que viabilizem o SBCE e os investimentos dos AePR. O Brasil como protagonista do mercado internacional de crédito devido sua biocapacidade.
Órgão Gestor	Órgão regulador misto (governo + iniciativa privada). Coordenação do órgão regulador pelo MF com participação dos órgãos. MF/SPE – Assuntos econômicos, tributários e jurídicos. MMA – Políticas e Metas Ambientais. BNDES – Fundos de fomento, e financiamento.
Gestão Institucional	Órgão deve administrar com suporte de agências reguladoras. Certificadoras e Consultorias cadastradas e aprovadas pelo SBCE. Metodologia de certificação e inventariação padronizada e única. Operação do SBCE em sistema digital fechado na web. Repositório de dados – base única e de livre acesso. Transparência e Eficiência nos procedimentos do SBCE O SBCE deve ser consolidado por leis e regras rígidas, órgão regulador estruturado com representação da iniciativa privada e sociedade, que resista a atuação de lobbys e ao risco político da mudança da governança do Brasil.
Comercialização	Modelo do SBCE – "Cap and Trade" + "Offsets". Política de isenção fiscal e tributária para os setores. Política de equilíbrio dos preços dos créditos por setor. Controle centralizado da comercialização e dos preços realizados. Novo mercado garantidor de compradores. Controles rígidos de dupla contagem e aposentadoria.
Setores de excessão	Exceções para metas de redução de emissão somente para casos específicos com dificuldades tecnológicas como Industria Pesada. O Agronegócio deve ser inserido no mercado regulado.
Mercado Voluntário	Mercado Voluntário regulado e controlado por uma Agência com controles centralizados de certificação, comercialização, dupla contagem e aposentadoria em sistema digital e segurança por blockchain. Todos os créditos negociados pelo Mercado Voluntários devem ser registrados em uma Agência e repassados para o órgão gestor SBCE.

Fonte: autor

7. DISCUSSÕES SOBRE OS RESULTADOS

A síntese da análise do conteúdo das narrativas dos atores revela uma expectativa positiva, porém com cautelas, sobre a regulamentação do mercado de carbono no Brasil. O imaginário sociotécnico, resultado da pesquisa, pode ser sumarizado pelas seguintes argumentações:

- Há consenso de que o modelo híbrido (regulado + voluntário) é adequado e necessário para integrar o Brasil ao mercado global.
- Os ganhos devem vir da transparência, inovação tecnológica e credibilidade internacional, principalmente para grandes emissores.
- Os maiores riscos envolvem burocratização, custos de implementação, resistência de setores privilegiados (agronegócio) e instabilidade política, que pode frear avanços.
- O mercado voluntário é visto como necessário, mas caótico, precisando de padrões e controles centralizados para evitar fraudes.
- A visão futura projeta um protagonismo do Brasil no mercado de economia verde, porém há o receio sobre o órgão regulador e problemas de implementação das políticas climáticas.

Os resultados revelam algumas recomendações relevantes, citadas pelos entrevistados, para viabilizar a implantação do mercado regulado no Brasil.

- Criar um órgão regulador misto, com participação pública e privada, para garantir governança e eficiência.
- Desenvolver sistema digital integrado para monitoramento, auditoria e registro de créditos.
- Promover educação corporativa para contabilidade de ativos ambientais e elaboração de planos de mitigação.
- Estabelecer regras e controle centralizado para o mercado voluntário, evitando dupla contagem e *greenwashing*.
- Incrementar fundos verdes para reduzir custos de implementação e incentivar e agilizar a inovação tecnológica.
- Garantir estabilidade regulatória para evitar retrocessos com mudanças de governo.

Com o objetivo de avaliar a consistência dos imaginários identificados, realizou-se uma análise comparativa entre as percepções do público geral de *stakeholders*, obtidas por meio do questionário aplicado via *Google Forms* e as opiniões dos especialistas participantes das entrevistas. A seção seguinte apresenta e discute os resultados dessa comparação, buscando verificar o alinhamento entre as escolhas dos grupos analisados.

7.1 Consistência dos imaginários sociotécnicos identificados

As opiniões dos entrevistados refletem o conhecimento individual dos especialistas, com base em suas experiências empíricas no mercado de carbono. Esses posicionamentos apresentam convergência com as respostas do questionário aplicado a diferentes *stakeholders* do setor.

A Tabela 14 sintetiza essa correspondência ao comparar as respostas do questionário com os discursos mais recorrentes identificados nas entrevistas, a partir da análise de conteúdo. Os resultados estão organizados por tema, conforme a estrutura do instrumento de pesquisa. Em diversos itens, verifica-se uma correspondência direta entre as percepções dos entrevistados e as escolhas dos participantes do questionário, também se observa que determinados pontos são complementares entre si, compondo, de forma integrada, um conjunto de diretrizes percebidas como necessárias para a viabilização do mercado regulado, bem como para a credibilidade e a transparência do mercado voluntário.

Esse resultado constitui um ponto relevante para a análise, na medida em que indica consistência entre as respostas espontâneas dos 23 participantes do questionário e os discursos dos 20 especialistas entrevistados. Essa convergência sugere a existência de um alinhamento interpretativo entre diferentes grupos de *stakeholders*, podendo indicar maturidade no debate sobre o mercado de carbono no Brasil, porém é necessário ponderar que o alinhamento das opiniões pode refletir a predominância de enquadramentos dos discursos, associados a interesses compartilhados entre atores com maior capacidade de influência. Os resultados apontam para uma percepção quanto à importância do estabelecimento de um mercado regulado como instrumento para viabilizar o mercado voluntário e o cumprimento das metas climáticas assumidas pelo país na CND.

Tabela 14 – Similaridade entre os resultados do questionário e entrevistas

Categorias Temáticas	QUESTIONÁRIO	ESTREVISTAS
Governança e Regulação	O Sistema Cap & Trade é o mais adequado Definição de quotas de emissão Exigência de planos de mitigação Criação de agência ou órgão de regulação e controle	Órgão regulador misto (governo + privado). Repositório e controle de dados públicos. Metodologia padrão para cálculo e certificação. Exigência e controle dos planos de mitigação. Área específica e atuante para MRV. Agilidade na gestão dos offsets do mercado voluntário Regramento do SBCE deverá ser de fácil compreensão.
Regramento Procedimentos e Controles	Procedimentos transparentes com credibilidade Padronização e centralização dos Controles Maior monitoramento e controle das emissões	Definição jurídico-tributária baseada em ativos ambientais. Controle de inventário, certificação e comercialização digital com ferramentas tipo blockchain. Certificadoras cadastradas no órgão regulador.
Precificação e Impactos Econômicos	Facilitação de parcerias público privadas O mercado de carbono irá crescer Não aceitam exclusão de setores com incentivos fiscais Políticas de Incentivos fiscais e tributários Aceitam que setores incentivados possam ser exceções	Administração para estabilização e previsibilidade de preços. Preços dinâmicos por setor com características específicas. Implementação de fundos verdes nacionais e internacionais para inovação tecnológica. Setor AFOLU deve ser tratado com políticas e controles Inclusão do Agronegócio no SBCE. Setores com dificuldade de cálculo de inventário, redução das emissões (indústrias pesadas) e infraestrutura complexa deverão ter tratamentos específicos.
Mercado Voluntário e Transparência	Certificadoras controlam veracidade dos créditos Uma agência reguladora deve controlar o mercado Os controles atuais não tem transparência e eficiência	Criação de agência para controle dos créditos negociados e aposentados (repositório único). Consultorias cadastradas na agência para MRV dos planos de Não existência de burocracia para tratar Offsets do mercado regulado.
Desafios e Barreiras	Definição Jurídico-tributária Escolha do agente controlador Custos elevados de implementação Aumento da burocracia Elaboração e aprovação do regramento	O SBCE deve funcionar sem burocracia. Risco político - estrutura legal e operacional robusta que resistam à troca de governo. Liberar parcerias público-privadas para viabilizar os pequenos Custos elevados de implementação. Resistência setorial (Ex: agronegócio). Definição jurídico-tributária baseada em ativos ambientais.
Benefícios e Oportunidade	Estímulo à inovação tecnológica Auxilia atingir as metas do CND Redução das Emissões de GEE Oportunidade de novos negócios	Incentivo de tecnologias limpas aos setores econômicos. Administrar a imagem do Brasil no mercado internacional. Redução das emissões. Impacto positivo para o Brasil atingir sua CND.
Educação, Conscientização	Conhecem a Contribuição Nacionalmente determinada Conhecem a Lei de Regulamentação Melhoria da educação e conscientização ambiental	Política para conscientização ambiental para as empresas e prestadores de serviços. As empresas devem treinar e atualizar os colaboradores que atuam no mercado de carbono. Governo deve realizar campanhas de orientação ambiental com apresentação do SBCE. Governo deve realizar campanhas sobre a CND e controlar a evolução das metas. O órgão regulador deve intensificar campanhas contra o desmatamento dos biomas.
Visão de Futuro	Melhoria da Imagem internacional Auxilia atingir as metas do CND	Administrar a imagem do Brasil no mercado internacional. Brasil como protagonista da política climática mundial

Fonte: autor

Outro resultado relevante da pesquisa refere-se à identificação de dez temas críticos, considerados centrais para a implantação e viabilização do mercado regulado no Brasil. Os três grupos de subsistemas do Pentagrama identificados na análise dos imaginários sociotécnicos — Grupo 1 ('Ecossistemas' e 'Instituições'), Grupo 2 ('Usuários' e 'Estratégias de Negócio') e Grupo 3 ('Sociedade e Cultura') — apresentaram elevado grau de convergência em relação a esses temas, apesar de que cada conjunto de *stakeholders* interpreta a partir de seus próprios interesses e objetivos estratégicos.

Além dos discursos que viabilizam a implantação mercado regulado, foram identificados assuntos considerados críticos para seu sucesso, em 10 (dez) temas preocupantes - importância do mercado regulado; burocracia e custos; integração entre ministérios; exclusão do agronegócio; definição do órgão regulador; inovação tecnológica; educação e conscientização; transparência do mercado voluntário; resistência e atuação de *lobbies*; e risco político.

A Tabela 15 sistematiza, de forma comparativa, as principais preocupações compartilhadas entre os grupos de subsistemas para viabilidade do modelo futuro, bem como as convergências e divergências observadas em cada tema. Embora existam diferenças de ênfase entre os *stakeholders*, essas preocupações comuns são consistentes nos diferentes subsistemas analisados.

Um dos pontos críticos de maior consenso é a crítica à exclusão do setor agropecuário do escopo regulatório. Esse aspecto é interpretado pelos entrevistados como um potencial fator de fragilização do sistema, associado à influência de interesses setoriais e à atuação de grupos de pressão no processo legislativo e regulatório. Tal percepção sugere a existência de vulnerabilidades institucionais, que podem comprometer a abrangência e a efetividade do SBCE.

Outros pontos de consenso entre os entrevistados incluem os temas 'educação e conscientização', 'transparência do mercado voluntário' e 'risco político', todos reconhecidos como fatores críticos para a operacionalização do sistema. No caso específico da 'educação e conscientização', os entrevistados destacam sua importância em várias escalas, desde a formação de uma cultura institucional no setor público até a capacitação técnica de empresas e agentes de mercado. A ausência do conhecimento é percebida como um risco estrutural, capaz de comprometer tanto a implementação quanto o funcionamento do SBCE.

O assunto Transparência de Mercado é uma demanda estrutural, vinda dos atores do mercado voluntário, e aplica-se aos mercados regulado e voluntário. Na visão desses atores, o SBCE terá sucesso e será respeitado se implantar métodos e controles transparentes de certificação, comercialização, dupla contagem, aposentadoria dos créditos e deve administrar um repositório digital único de dados com acesso dos *stakeholders*

Tabela 15 – Assuntos críticos identificados nos grupos dos subsistemas

Assunto	Ecossistema + Instituições	Usuários + Estratégia de Negócios	Sociedade e Cultura	Convergência	Divergência
Importância do mercado regulado	Considera essencial para cumprir metas CND e melhorar imagem internacional	Reconhece a necessidade, mas teme custos e perda de agilidade	Apoia fortemente para dar credibilidade ao setor	Todos veem como necessário e inevitável	Empresas mais preocupadas com custos e processos
Burocracia e custos	Reconhece que haverá aumento de exigências, mas considera necessário	Teme aumento de custos e processos mais lentos	Aponta que burocracia é inevitável, mas pode ser minimizada com boa governança	Todos admitem mais burocracia	Empresas sentem maior impacto financeiro
Integração entre ministérios	Reconhece falta de comunicação interna	Critica sobreposição de exigências e insegurança jurídica	Alerta para risco de exigências conflitantes	Consenso de que há desorganização	Governo tenta justificar a transição
Exclusão do agronegócio	Justifica exclusão temporária por questões políticas	Critica fortemente por ser maior emissor	Considera incoerente para metas climáticas	Todos reconhecem que o agro é crítico	Governo defende gradualidade; demais atores querem inclusão imediata
Órgão regulador e agência para mercado voluntário	Defende criação de órgão misto governo + iniciativa privada	Quer agência que garanta transparência sem travar processos	Apoia agência independente com padrão internacional	Todos concordam na necessidade	Divergência no modelo (público, privado ou híbrido)
Inovação tecnológica	Espera estimular inovação via regulamentação	Vê como custo alto e de difícil retorno sem incentivo	Considera essencial para competitividade	Todos reconhecem a importância	Empresas exigem mais fundos e incentivos para viabilizar
Educação e conscientização	Vê como parte da transição cultural	Reconhece falhas técnicas (contabilidade, gestão)	Aponta como gargalo para implementação	Consenso que é um problema estrutural	Sem grandes divergências
Transparência do mercado	Acredita que precisa de mais controle e integração	Critica falta de padronização e risco de dupla contagem	Sugere certificadoras globais e centralização	Todos concordam que falta transparência	Divergência sobre quem deve controlar
Resistência e lobby	Reconhece pressão de setores emissores	Relata lobby e pressão política para suavizar regras	Confirma resistência setorial como barreira	Consenso que existe forte lobby	Governo mais tolerante à pressão
Risco político	Mudanças de Governo	Instabilidade regulatória	Alerta para risco de descontinuidade	Consenso sobre o risco	Como garantir continuidade

Fonte: autor

O risco político surge como um item de grande impacto negativo na implementação de políticas ambientais, que visam atingir as metas do CND, e no caso

do Brasil pode gerar descrédito na implantação do mercado regulado e desinteresse dos *stakeholders* em participar do novo mercado. Essa preocupação surge forte nos discursos devido às recentes experiências com governanças mundiais, que negam a crise climática global em países desenvolvidos e mesmo no Brasil, e reduziram os esforços e boicotam a implantação de medidas ambientais, atuam na redução dos investimentos em economia de baixo carbono, e preferem as rotas tecnológicas tradicionais, gerando estagnação tecnológica do mercado de carbono.

A Tabela 16 apresenta uma síntese de pontos positivos básicos identificados e considerados nos discursos dos AePR, e estão resumidos em quatro categorias temáticas – governança, impacto econômico, benefícios e desafios. Conforme Tabela 15, como ponto favorável observado nos discursos dos três grupos de subsistemas é a defesa da implantação do mercado regulado no Brasil, e conclusão de que ele vai auxiliar o país a atingir suas metas da CND e com isso obter o protagonismo no mercado internacional devido à potencialidade de sua biocapacidade em gerar créditos de carbono.

Esses pontos positivos não representam apenas recomendações isoladas, mas desenharam um conjunto coerente de diretrizes, que formam as bases mínimas para a construção de um ambiente institucional confiável, funcional e legitimado. Ao mesmo tempo, a própria tabela explicita os desafios associados a essas condições, indicando que sua efetividade depende da capacidade do órgão regulador de estruturar mecanismos de governança capazes de mitigar riscos e coordenar interesses diversos.

Os discursos dos entrevistados revelam, de maneira consistente, a presença de uma racionalidade compartilhada sobre os requisitos da estrutura do SBCE. Essa racionalidade se expressa de forma recorrente à necessidade de uma infraestrutura robusta, baseada em sistemas digitais de gestão, mecanismos transparentes de formação de preços e dispositivos confiáveis de rastreabilidade e verificação, bem como no fortalecimento da profissionalização do mercado de crédito de carbono. Esses elementos refletem uma articulação entre os diferentes subsistemas do Pentagrama de Foxon, evidenciando que o desempenho do SBCE depende da coevolução de todos.

Tabela 16 – Assuntos positivos do mercado regulado

Grupos	Visão sobre Governança	Visão Econômica	Benefícios	Desafios
Ecosistema + Intituições	Órgão regulador vai organizar o mercado de carbono	Subsídios e incentivos devem potencializar o mercado	Fortalecimento da política climática (CND), acesso a fundos internacionais	Resistência de setores econômicos, coordenação interministerial
Usuários + Estratégia de Negócios	Regulação híbrida (governo + privados) bem estruturada; querem segurança jurídica	Economia verde deve gerar inovação tecnológica para amenizar custos	Melhora imagem, atrai fundos internacionais, gera vantagem competitiva	Lobby setorial, alto custo tecnológico, incerteza política
	Segurança fiscal e jurídica credibiliza o mercado	Políticas específicas para amenizar custos dos insumos	Inovação maior do que a cadeia de produto	
	Padronização dos controles de certificação, comercialização e aposentadoria centralizados	O mercado controlado e confiável gera impacto positivo		Ausência de informação no setor; fornecedores pouco eficientes
	Regulação robusta para reduzir risco		Geração de novos produtos financeiros verdes mais acessíveis	Falta de padronização, risco de "greenwashing"
Sociedade e Cultura	Regulação trará mais negócios e padronização para o mercado	O mercado deve gerar crescimento da demanda por serviços de consultoria, inventário, certificação e mitigação	Transparência e credibilidade aumentam mercado	Falta de clareza regulatória, múltiplas metodologias de certificação no voluntário

Fonte: autor

A integração dos discursos dos AePR permite desenhar uma visão sistêmica sobre o funcionamento esperado do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, sintetizada em oito (8) categorias temáticas, apresentadas na Tabela 17. Entre os aspectos mais recorrentes, destacam-se preocupações comuns dos entrevistados quanto à definição clara das responsabilidades dos participantes do sistema, à necessidade de consolidação de procedimentos rigorosos de Monitoramento, Relato e Verificação (MRV) e à adoção de tecnologias digitais como *blockchain*, voltadas à segurança e transparência das transações em meio digital.

Tabela 17 – Discursos e comentários pelos temas e subtemas

Categorias	Subcategorias	Discursos	Comentários
Modelo Regulatório do Mercado de Carbono	Lei híbrida (cap and trade + offsets + inclusão social); integração com Art. 6.4 da ONU; aceitação parcial de créditos voluntários	"A lei vai além do cap and trade, inclui comunidades tradicionais e créditos de desmatamento evitado." (Usuários) ; "A regulação precisa dialogar com mecanismos globais" (Ecosistema)	Há consenso de que a lei é inovadora e híbrida, mas ainda falta detalhamento normativo para consolidar segurança jurídica.
Governo e Monitoramento Resultado e Verificação (MVR)	Papel do Ministério da Fazenda; indefinição sobre órgão regulador e agência reguladora	"Ministério da Fazenda lidera o tema, mas falta clareza sobre agência reguladora." (Usuários) ; "Pode ser agência como ANEEL" (Consultorias/ONGs)	Divergência sobre modelo institucional (agência independente x ministérios), gerando insegurança política.
	Reputação global; uso de controles digitais blockchain e imagens de satélites; inventário empresarial integrado	"MRV robusto garante reputação dos créditos e acesso a financiamentos verdes." (Usuários) ; "Blockchain e satélite vão baratear custos" (Consultorias/ONGs)	MRV é visto como pilar central da credibilidade, porém há divergência sobre quem controlará e como padronizar o processo.
	Indústria tem menor peso que uso da terra; políticas diferenciadas para agro e florestas	"O maior desafio para CND é desmatamento, não a indústria." (Usuários) ; "Mercado não resolve uso do solo sozinho" (Ecosistema)	Consenso de que o mercado regulado ajuda, mas não resolve desmatamento, exigindo políticas complementares.
Precificação e Impactos Econômicos	Crescimento de brokers e mesas de trade; oportunidades em economia verde; custos iniciais altos	"Vai surgir mercado de brokers, mas com custo alto no começo." (Usuários) ; "Regulação cria empregos, mas aumenta burocracia." (Consultorias/ONGs)	Oportunidades econômicas são amplas, mas custo das transações iniciais e burocracia são barreiras para entrada rápida.
	Preço alto incentiva inovação; preço setorial x preço único; volatilidade internacional de preços	"Crédito barato desestimula inovação tecnológica." (Usuários) ; "Precificação setorial equilibrada evita distorções" (Consultorias/ONGs)	Há consenso sobre importância do preço como sinal econômico, mas não há consenso sobre método (setorial/global).
Mercado Voluntário	Falta de transparência; controle de certificação da Verra e GS; necessidade de diversificação de certificadoras	"Precisamos tirar o monopólio da Verra para baratear custos." (Ecosistema) ; "Não deve haver centralização, só diretrizes" (Ecosistema)	Todos reconhecem a importância do voluntário, mas divergem sobre como deve ser a regulação e controle.
Desafios e Barreiras	Agro como ponto crítico; mineração e siderurgia mais alinhadas; negociação política	"Mineração e siderurgia já aceitaram, agro ainda não." (Usuários) ; "Agro precisa solução própria." (Consultorias/ONGs)	Agro é o principal foco de resistência e indefinição, com risco de atrasar implementação.
Benefícios e Oportunidade	Transparência; reputação internacional; atração de investimentos verdes; estímulo à inovação	"Transparência e imagem internacional são ganhos claros." (Usuários) ; "Reduz greenwashing e dá previsibilidade" (Consultorias/ONGs)	Todos convergem nos benefícios de reputacionais e econômicos, reforçando narrativa positiva.
Educação e Conscientização	Capacitação técnica; educação ambiental; formação institucional; disseminação do conhecimento	"O maior desafio é a falta de conhecimento sobre o mercado." (Consultorias/ONGs) ; "Empresas ainda não entendem como operar." (Usuários) ; "É preciso capacitar governo, estados e empresas." (Ecosistema)	Consenso elevado sobre educação como condição estruturante do mercado; ausência de capacitação é vista como risco sistêmico para implementação do SBCE
Visão de Futuro	Consolidação do mercado regulado; integração com mercado global; papel do Brasil como líder climático	"O Brasil pode ser protagonista no mercado de carbono." (Usuários) ; "Se bem estruturado, o mercado atrai investimento internacional." (Consultorias/ONGs) ; "Depende da credibilidade do sistema." (Ecosistema)	Predomina um imaginário otimista e convergente, condicionado à credibilidade institucional, estabilidade regulatória e integridade ambiental

Fonte: autor

Os discursos analisados dão sustentação empírica à existência de um imaginário sociotécnico de consenso entre os AePR. Esse imaginário não se manifesta como uma uniformidade de opiniões, mas como uma convergência em torno de princípios, que orientam a estrutura e a construção do mercado de carbono no país, conforme apresentado na Tabela 17. Essa convergência abrange dimensões relacionadas à governança, aos aspectos legais, à viabilidade econômica e às dinâmicas comerciais, indicando a visão compartilhada de um sistema baseado em transparência, credibilidade e participação.

O imaginário de consenso também revela uma expectativa quanto à forma de transição sociotécnica associada ao SBCE. Os resultados indicam a escolha de um processo de construção, que combina coordenação institucional, engajamento ativo dos AePR, sugerindo uma dinâmica que ‘nichos’ e ‘regime’ interagem de maneira fazer acontecer as transições sociotécnicas. Essa perspectiva indica para um movimento predominantemente *bottom-up*, porém sua efetivação dependerá da capacidade dos órgãos do governo de estabelecer diretrizes claras e evitar assimetrias de poder, que possam comprometer a integridade e a legitimidade do sistema.

7.2 Influência dos *stakeholders* na implantação do SBCE

A implementação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões no Brasil configura-se como um processo sociotécnico complexo, em que vários *stakeholders* atuam de forma interdependente, influenciando o desenho institucional, os instrumentos operacionais e a trajetória de implantação do sistema. A análise da influência e dos riscos de captura regulatória desses atores mostra sua distribuição entre os diferentes subsistemas do Pentagrama de Foxon, indicando que a governança do mercado de carbono não se concentra em um único núcleo decisório, mas emerge da interação entre múltiplas formas de influência exercidas pelos *stakeholders* envolvidos. A seguir são discutidos os vários tipos de influência identificadas:

Influência institucional: definição das regras do jogo

Nos subsistemas ‘ecossistema’ e ‘institucional’, os atores governamentais como MF, MMA, MCTI e MDIC em conjunto com o BNDES desempenham papel central na formulação das diretrizes do SBCE, no alinhamento com a CND do governo

brasileiro. Esses atores possuem alta legitimidade e poder formal, sendo classificados como *stakeholders* ‘definitivos’. Entretanto, conforme o levantamento dos discursos, a atuação desses atores não ocorre de forma isolada, pois há uma influência indireta de outros *stakeholders*, por meio de captura cognitiva e política, exercida por instituições financeiras, associações setoriais e grandes emissores. A estrutura do SBCE tende a refletir o equilíbrio entre ambição climática e viabilidade econômica dos atores, moldada nas discussões institucionais. Essa influência se manifesta pelas seguintes formas – i) visão do mercado como instrumento econômico, e não apenas ambiental, ii) pressão para compatibilizar metas climáticas e competitividade industrial, iii) definição de parâmetros regulatórios mais flexíveis.

Influência econômica: modelagem dos incentivos do mercado

Nos subsistemas de ‘estratégias de negócios’ e ‘usuários’, onde estão situados os grandes emissores (Petrobras, Suzano, BB, Itaú, Bolsa de Comercialização B4 e IBP), há um alto potencial de captura material e política, assim o mercado regulado tende a ser mais flexível, refletindo interesses econômicos que podem afetar a ambição ambiental. Esses atores podem exercer influência direta através da definição de preços do carbono, desenho dos mecanismos de alocação dos créditos e uso e limites de créditos do mercado voluntário. Essa influência ocorre por meio de pressão para a redução de custos de compliance, defesa de mecanismos de flexibilização (créditos do mercado voluntário e transição gradual) e atuação em encontros institucionais e regulatórios.

Influência nas práticas de difusão e operacionalização do sistema

No subsistema de ‘práticas dos usuários’, observa-se a atuação de empresas de diferentes setores, incluindo energia, indústria e construção, que influenciam a implantação do SBCE ao internalizar práticas de gestão de emissões, adotar instrumentos de compensação e integrar o carbono às estratégias ESG.

No caso do setor da construção, a influência ocorre menos pela pressão regulatória e mais pela construção de um imaginário de sustentabilidade corporativa, em que o carbono é utilizado como instrumento de valorização de ativos. Isso evidencia que a implementação do SBCE não se limita ao cumprimento regulatório, mas envolve também processos de difusão cultural e organizacional.

Papel dos intermediários e da sociedade civil

O subsistema denominado 'Intermediários de Mercado', representados pelas Consultorias e ONGs, desempenham funções distintas, mas complementares, as consultorias facilitam os processos e operacionalizam o mercado e as ONGs atuam como mecanismos de controle e pressão por integridade. Enquanto os primeiros podem reforçar a lógica de mercado (com risco moderado), os segundos tendem a reduzir riscos de captura ao promover transparência e responsabilidade.

A análise integrada utilizando a tipificação, captura regulatória e imaginários sociotécnicos indicam que o mercado de carbono brasileiro se configura como um campo de disputa sociotécnica, com diferentes atores buscando influenciar o desenho institucional do SBCE de acordo com seus interesses, capacidades e visões de futuro. Neste contexto, a captura regulatória não se manifesta apenas como interferência direta, mas como um fenômeno difuso, incorporado às estruturas institucionais, às metodologias técnicas e às narrativas que orientam a implementação do novo mercado. Ela surge como um risco estrutural que deve ser monitorado continuamente. A compreensão desse risco, articulada com as dimensões de poder, legitimidade e urgência dos *stakeholders*, constitui um elemento central para avaliar a efetividade e a credibilidade da política climática brasileira.

O problema central não é apenas identificar quem possui maior risco de captura, mas compreender como o poder está distribuído no sistema. No contexto do SBCE, a concentração de capacidade técnica, econômica e política em poucos grupos pode desequilibrar a formulação das regras, em temas como alocação de permissões, critérios de compensação, reconhecimento de créditos do mercado voluntário e requisitos de monitoramento e verificação. Dessa forma, recomenda-se a continuidade desse estudo para avaliar as regras e os procedimentos efetivamente implantados do mercado regulado, e constatar o funcionamento e o provável sucesso da Lei 15.042/2024 na redução das emissões do Brasil.

8. CONCLUSÕES

A abordagem sistêmica proposta e aplicada neste estudo permitiu concluir que a implantação do mercado regulado de carbono no Brasil vai além da dimensão técnica ou jurídica, configurando-se como um processo sociotécnico complexo, caracterizado por disputas institucionais, negociações políticas e diferentes visões sobre o papel do mercado de carbono na transição climática brasileira. A composição da abordagem sistêmica composta pelas transições sociotécnicas, teoria dos *stakeholders* e o conceito de captura regulatória possibilitaram compreender que a implantação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, instituído pela Lei nº 15.042/2024, ocorre a partir da interação entre os atores relacionados ao mercado de carbono, com diferentes níveis de poder, legitimidade e urgência, interesses e capacidade de influência sobre os mecanismos de governança e regulamentação do sistema.

Os resultados obtidos no estudo permitem responder aos objetivos específicos indicados neste estudo:

- a) A abordagem sistêmica proposta para avaliar o potencial de sucesso do novo mercado regulado de carbono do Brasil, baseada nos conceitos das transições sociotécnicas, teoria dos *stakeholders* e captura regulatória permitiu identificar, a partir das respostas dos *stakeholders* e entrevistados, uma percepção favorável quanto à viabilidade de implantação do mercado regulado e sua contribuição para o fortalecimento e regulamentação do mercado voluntário de carbono
- b) A utilização da Perspectiva Multinível permitiu identificar as fases de evolução das transições sociotécnicas do mercado de carbono no Brasil, bem como analisar a atuação dos *stakeholders* nos diferentes níveis de participação ('paisagem', 'regime' e 'nichos'), que contribuíram para o desenvolvimento do mercado até a promulgação da Lei de Regulamentação.
- c) A aplicação da abordagem sistêmica evidenciou que a implementação do mercado regulado ocorre em um ambiente marcado por assimetrias de poder, conflitos de interesse e pressões institucionais exercidas por atores econômicos, políticos, governamentais e sociais. Nesse contexto, o risco de captura regulatória está diretamente associado à própria estrutura de construção e regulamentação do mercado de carbono.

- d) A análise sociotécnica também indicou que os *stakeholders* reconhecem a importância estratégica da regulamentação do mercado de carbono para o cumprimento das metas climáticas do Brasil, para o fortalecimento da posição do país nos mercados internacionais e para o estímulo à inovação tecnológica e à transparência das atividades relacionadas às emissões de gases de efeito estufa.

Os resultados obtidos no estudo permitem responder ao objetivo geral desta tese e à primeira pergunta de pesquisa, indicando que a Lei nº 15.042/2024 apresenta potencial para alcançar seus objetivos estratégicos de regulamentação do mercado de carbono e contribuir para o cumprimento das metas da Contribuição Nacionalmente Determinada assumidas pelo Brasil.

A aplicação da abordagem sistêmica possibilitou responder a segunda (2ª) pergunta de pesquisa, ao identificar que determinados *stakeholders* possuem maior capacidade de interferência sobre o desenho institucional e operacional do SBCE, especialmente aqueles vinculados aos subsistemas, 'ecossistema', 'instituições', 'usuários' (grandes emissores) e 'estratégias de negócios'. Os atores e partes relacionadas, classificados como *stakeholders* 'dominantes', em função de seus elevados níveis de poder, legitimidade e urgência representados pelos 'órgãos governamentais', 'BNDES', 'Petrobras', 'Suzano', 'Banco do Brasil', 'Itaú' e 'Instituto Brasileiro do Petróleo', possuem maior potencial de influência sobre os processos de regulamentação e implementação do novo mercado. Diante desse cenário, conclui-se que o sucesso do SBCE dependerá da capacidade do Órgão Gestor em administrar, controlar e equilibrar interesses divergentes, reduzir assimetrias de influência e assegurar transparência, integridade ambiental e segurança regulatória.

Por fim, esta pesquisa apresenta limitações que devem ser consideradas, entre elas a aplicação das teorias dos *stakeholders* e da captura regulatória foi realizada de forma sintética frente à elevada complexidade desses referenciais teóricos, que demandariam investigações específicas e aprofundadas sobre os mecanismos de influência e poder exercidos pelos diferentes atores envolvidos. Finalmente, os imaginários sociotécnicos identificados se concentram predominantemente nas dimensões econômicas e operacionais do mercado de carbono, não abrangendo de forma aprofundada os possíveis impactos sociais e ambientais decorrentes da implementação do SBCE.

9. SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Os resultados desta tese possuem caráter exploratório e indicativo, o que pode indicar uma limitação no aprofundamento do assunto, o que reforça a necessidade de aprofundamento e continuidade da pesquisa sobre a influência dos *stakeholders* na regulamentação. Recomenda-se o desenvolvimento de estudos futuros que amplie a base empírica de análise, aprofunde a investigação sobre os mecanismos de influência e captura regulatória e incorpore abordagens capazes de avaliar, de maneira integrada, os impactos legais, institucionais, econômicos, sociais e ambientais associados à implementação e consolidação do SBCE no Brasil.

Entre as teorias indicadas que podem ser exploradas para aprofundar e ampliar a análise deste tema estão a Teoria Ator-Rede, o Institucionalismo do Discurso e os Métodos das Controvérsias, resumidamente descritas a seguir.

- Teoria Ator-Rede - abordagem que analisa como sistemas sociais, tecnológicos, científicos e institucionais são construídos por meio de redes dinâmicas formadas por humanos e não humanos. Isso seria importante, pois ferramentas técnicas como metodologias, plataformas digitais, relatórios climáticos, CBEs e CRVEs passam a ser agentes influenciadores de poder, transparência e governança.
- Institucionalismo do Discurso - abordagem teórica das ciências sociais e da ciência política, que procura explicar como ideias, narrativas, argumentos e discursos influenciam a construção, transformação e legitimação das instituições, das políticas públicas e dos processos. Isso seria importante, pois a regulamentação do mercado de carbono é também uma disputa narrativa pela legitimidade dos discursos dos entrevistados, que podem tornar-se institucionalizados.
- Método das Controvérsias - abordagem analítica que busca compreender como disputas, conflitos, incertezas e negociações entre diferentes atores moldam a construção de conhecimentos, tecnologias, políticas públicas e processos sociotécnicos. Isso seria importante, pois permitiria transformar os conflitos em objeto de análise para um mapeamento dos conflitos estruturais dos discursos dos entrevistados.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AALTONEN K., KUJALA J., OIJALA T., Stakeholder salience in global projects. *International Journal of Project Management*, v. 26, n. 5, p. 509–516, 2008.
- ABNT Agência Brasileira de Normas Técnicas PR 2060:2022 - <https://abntcatalogo.com.br/grd.aspx>
- AHONEN H.M. et al., Governance of Fragmented Compliance an Voluntary Carbon Markets Under the Paris Agreement, Cogitatio, 2022
- ALKON M., WONG A., Authoritarian Energy Transitions Undermined? Environmental Governance Cycles in China's Power Sector. *Energy Research & Social Science*, v. 68, p. 101531, 2020.
- BABKIN A. et al., Framework for assessing the sustainability of ESG performance in industrial cluster ecosystems in a circular economy, *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity* V. 9, 2023.
- BAIRD M. F., Teorias da regulação: captura e instituições. In: *Alimentação em jogo: o lobby na regulação da publicidade no Brasil* [online]. Santo André: Editora UFABC, 2021, pp. 49-66. ISBN: 978-65-89992-26-4. <https://doi.org/10.7476/9786589992264.0004>.
- BARDIN L., *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARNETT M.L., HENRIQUES I., HUSTED B.W., The Rise and Stall of Stakeholder Influence: How Digital Age Limits Social Control. *Academy of Management Perspectives*, [s.l.], v. 34, n. 1, p. 48-64 fev. Academy of Management. 2020.
- BASTIDAS D., MC ISAAC F., Reaching Brazil's Nationally Determined Contributions: an assessment of the key transitions in final demand and employment. *Energy Pol.* 135, 2–12. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110983>.
- BASTOS LIMA M.G., Corporate power in the bioeconomy transition: the policies and politics of conservative ecological modernization in Brazil. *Sustainability*, v. 13, n. 12, p. 6952, 2021.
- BECK et al., The governance of sociotechnical transformations to Sustainability. *Environmental Sustainability*, 2021.
- BONILLA M.A.M., *Framework com Barreiras à Sustentabilidade no E-Varejo: Uma abordagem MCDM Integrando Delphi-BWM e Dematel*. Tese de doutorado do Programa de Pós-graduação da UFSC, 2025.
- CAIN, A., Energy justice of sociotechnical imaginaries of light anda life in the bush. *Renewable and Sustainable Energy Transition* 5. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.rset.2023.100073>.
- CALESTINI, E.D.N., MANFREDINI PDA S., *A questão dos créditos de carbono e sua viabilidade econômica social*, FFLCH USP, 2012.
- CAMPOLI J.S., FEIJÓ J.R., Preço do carbono para projetos de investimentos de infraestrutura no Brasil, Nota Técnica Nº 102, Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas IPEA, 2022.
- CARLOMAGNO M. C., ROCHA L. C., Como criar e classificar categorias para fazer análise de conteúdo: Uma questão metodológica, *Revista Eletrônica de Ciência Política* vol. 7, 2016.
- CARPENTER D., MOSS D., *Preventing Regulatory Capture: Special Interest Influence and How to Limit It*. Cambridge University Press. 2014.
- CARVALHO A., RIQUITO M., FERREIRA V., Sociotechnical imaginaries of energy transitions – bringing in Strategic Roadmap for Carbon Neutrality 2050, *Energy Reports*, 2022.
- CEBDS, (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável), *Posicionamento do setor empresarial brasileiro sobre o mercado regulado de carbono nacional*, 2022.

CEBDS, (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável), Proposta de Marco Regulatório para o Mercado de Carbono Brasileiro, 2021.

CEBDS, (Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável), Precificação de Carbono: o Que o Setor Empresarial Precisa Saber para Se Posicionar. CEBDS, Rio de Janeiro, 2016.

CHANG, R.; ZUO, J.; ZHAO, Z.; ZILLANTE, G.; GAN, X.; SOEBARTO, V. Evolving theories of sustainability and firms: History, future directions and implications for renewable energy research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, [s.l.], v. 72, p. 48-56, maio 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.29>.

ChatGpt. <https://chatgpt.com/>.

CHEVARRIA D.G., A agência na abordagem multinível da transição sociotécnica sustentável, Tese de doutorado em administração na Pós-Graduação em Administração da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2016.

CHILVERS J., LONGHURST N., Participation in transition(s): Reconceiving public engagements in energy transitions as co-produced, emergent and diverse. *J. Environ. Policy Plan.* 18, 585–607. <http://dx.doi.org/10.1080/1523908X.2015.1110483>, 2016.

CHRISTIANSEN K.L, What ‘climate positive future’? Emerging sociotechnical imaginaries of negative emissions in Sweden, *Energy Research & Social Science* 76. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2021.102086>

CHRISTIANSEN K.L. et al., Our burgers eat carbon: Investigating the discourses of corporate net-zero commitments, *Environmental Science and Policy* 142, 2023.

COLISIUM, Conselho da União Européia, 2023. <https://www.consilium.europa.eu/pt/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>.

COELHO P.F.C., SÁ DE ABREU M.C., Socio-Technical transition to sustainable urban Mobility in Brasil, *Revista de Administração da UFSM*, XX Engema, 2019.

CROLEY, S.P., *Regulation and public interests: the possibility of good regulatory government*. Princeton: Princeton University Press, 2011.

CUNHA F.A.F. et al, Can sustainable investments outperform traditional benchmarks? Evidence from global stock markets, *Business Strategy and the Environment*, 29(2), 682–697. <https://doi.org/10.1002/bse.2397>, 2020.

CUNHA F.A.F. et al., Do low-carbon Investments in emerging economies pay off? Evidence from Brazilian stock market. *International Review of Financial Analysis*, 2021.

DAL BÓ, E., Regulatory capture: a review, *Oxford Review of Economic Policy*, Oxford, v. 22, n. 2, p. 203–225, 2006.

DE OLIVEIRA E.M. et al., On the effects of uncertainty measures on sustainability indices: An empirical investigation in a nonlinear framework, *International Review of Financial Analysis*, 70, 101505. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2020.101505>, 2020.

DURÃO J.V., Transição para uso do biogás: análise baseada na perspectiva multinível, Tese de Doutorado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2017.

FANG D., CHEN B., HAYAT T., ALSAEDI A., Emery evaluation for a low-carbon industrial park, *Journal of Cleaner Production* 163, 392-400. 2017. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.10.122>

FANKHAUSER et al., The meaning of net zero and how to get it right. *Nat. Clim. Change* 1–7, 2021.

FENG X., ZHAO Y., YAN R., Does carbon emission trading has policy emission reduction effect? Na empirical study based on quasi-natural experiment method, Journal of environmental management, 2024.

FOXON T. J., A coevolutionary framework for analysing a transition to a sustainable low carbon economy, Ecological Economics 70 (12), 2011.

FREEMAN R.E., Strategic Management: A stakeholder approach. Cambridge University Press, 2010.

GEELS F.W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case - study. Research Policy 31, 1257–1274. 2002

GEELS, F. W., From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory. Research Policy, 33(6-7), 897-920. 2004. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>.

GEELS F.W., Processes and patterns in transitions and system innovations: Refining the co-evolutionary multi-level perspective, Technological Forecasting and Social Change, 2005.

GEELS F.W., KEMP R., Dynamics in socio-technical systems: Typology of change processes and contrasting case studies. Technology in Society, 2007.

GEELS F.W., The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms. Environmental Innovation and Societal Transitions, [s.l.], v. 1, n. 1, p. 24-40, jun. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eist.2011>.

GEELS F.W., Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. Current Opinion in Environmental Sustainability 39, 187-201. 2019. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2019.06.009>

GEELS F.W., SOVACOL B.K., SCHWANEN T., SORREL S., The Sócio-Technical dynamics of low carbon transition, Joule, 2024.

GHG PROTOCOL, Inventário das Emissões de GEE, Fundação Getúlio Vargas e WRI Brasil, 2022. Climatic Change, 2019. <https://eaesp.fgv.br/centros/centro-estudos-sustentabilidade/projetos/programa-brasileiro-GHG-protocol>.

GONÇALVES A. T. P., Análise de Conteúdo, Análise do Discurso e Análise de Conversação: Estudo Preliminar sobre Diferenças Conceituais e Teórico-Metodológicas, Administração: Ensino e Pesquisa V7 N°2 Mai-Jul, 2016. <https://doi.org/10.13058/raep.2016.v17n2.323>

HILAIRE et al., Negatives emissions and international climate goals—learning from and about mitigation scenarios, 2019. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02516-4>.

HALL et al., Doing business model innovation for sustainability transitions — Bringing in strategic foresight and human centred design., Energy Research & Social Science, 2022.

HARVEY V., WORKMAN M., HEAP R., Developing carbon dioxide removal policy and anticipatory perspectives in the United Kingdom and United States, Energy Research & Social Science, 2023.

HELMREICH H.W., KREIBICH N., The potential impacts of domestic offset component in a carbon tax on mitigation of national emissions, Requirement Engineering, 2019.

HESS J.H., SOVACOLL B., Sociotechnical matters: Reviewing and integrating science and technology studies with energy social science, Energy Research & Social Science 65, 2020. DOI:10.1016/j.erss.2020.101462

HENDRIKS A., KARHUNMAA K., DELVENNE P., Shaping the future: A conceptual review of sociotechnical imaginaries, Futures. 2025. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2025.103607>

HONG H., KAROLVI G.A. & SCHEINKMAN J.A., Climate Finance. The Review of Financial Studies, 33(3), 1011–1023. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz146>, 2020.

HONGXI L. et al., Exploring zonation strategy in land management of urban agglomeration, *Ecological Indicators* 145, 2022.

IBPAD Instituto Brasileiro de Pesquisa e Análise de Dados, 2022. <https://ibpad.com.br/politica/quais-sao-as-tecnicas-para-analisar-dados-de-pesquisas-qualitativas-e-quantitativas/>

ICC Brasil & WayCarbon, Oportunidades para o Brasil em mercados de carbono, Relatório 2022, https://www.iccbrasil.org/wp-content/uploads/2022/10/RELATORIO_ICCBR_2022_final.pdf.

IPCC, Climate Change: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report, 2022.

IPCC, Global Warming of 1.5°C: IPCC Special Report on Impacts of Global Warming of 1.5°C above Pre-Industrial Levels in Context of Strengthening Response to Climate Change, Sustainable Development, and Efforts to Eradicate Poverty, 1st ed, Cambridge University Press, 2022. <https://doi.org/10.1017/9781009157940>

IRaMuTeQ - <http://www.iramuteq.org>

ISO Organização Internacional de Padronização 14.064 - <https://www.iso.org/standard/66453.html>

JASANOFF S., KIM S.H., Containing the atom: Sociotechnical imaginaries and nuclear power in the United States and South Korea. *Minerva* 47, 119–146. <http://dx.doi.org/10.1007/s11024-009-9124-4>, 2009.

JASANOFF S., Just transitions: A humble approach to global energy futures. *Energy Res. Soc. Sci.* 35, 11–14. <http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2017.11.025>, 2018.

KARHUNMAA K., Attaining carbon neutrality in Finnish parliamentary and city council debates, *Futures* 109, 170-180. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2018.10.009>

KAUR R. et al, Carbon accounting management in complex manufacturing supply chains: A structured framework approach, 55th CIRP Conference on Manufacturing Systems, *Procedia CIRP* 107, 2022.

KEMP, R., LOORBACH D., ROTMANS J., Transition management as a model for managing processes of co-evolution for sustainable development, *The International Journal of Sustainable Development and World Ecology* (special issue on (co)-evolutionary approach to sustainable development) 14: 78-91, 2007.

KEMP R., ROTMANS J., Managing the Transition to Sustainable Mobility, in Boelie Elzen, Frank Geels and Ken Green (eds.). *System Innovation and the Transition to Sustainability: Theory, Evidence and Policy*, Edgar Elgar, Cheltenham, 137-167, 2004.

KESSLER et al. Ensuring transparency of Article 6 cooperation – designing robust and feasible reporting and review processes and building capacities, *Perspectives Climate Research*, 2021.

KOLLMUSS A., SCHNEIDER L., ZHEZHERIN V., Has joint implementation reduced GHG emissions? Lessons learned for design of carbon market mechanisms. *Stockholm Environmental Institute*, 2015.

KONRAD K., BOHLE K., Socio-technical futures and the governance of innovation processes—An introduction to the special issue, *Futures* 109, 101-107. 2019.

KRUEGER P., SAUTNER Z. & STARKS L.T., The importance of climate risks for institutional investors. *The Review of Financial Studies*, 33(3), 1067–1111. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz137>, 2020.

LEGISLAÇÃO, Senado Federal do Brasil, 2023. <https://www25.senado.leg.br/web/atividade/legislacao>

LAFFONT, J.J., TIROLE J., A theory of incentives in procurement and regulation. Cambridge: MIT Press, 1993.

LIMA M.G.B., Corporate Power in the Bioeconomy Transition: The Policies and Politics of Conservative Ecological Modernization in Brazil. *Sustainability* 13. 2021.

LONG Z. et al., Spatially explicit carbon emissions at the county scale, *Resources, Conservation and Recycling* V. 173, 2021.

LOORBACH D., Transition management: New mode of governance for sustainable development. Dutch Research Institute for Transitions (DRIFT), *Energy Policy* 35, 2007.

LUCA C., NICCOLUCCI V., GIANNETTI B.F., PULSELLI F.M., MARCHETTINI N., SUTTON P.C., Implications of Land-Grabbing on the Ecological Balance of Brazil, *Resources* 44. 2018.

MACHADO R.C., CUNHA S.K., BULGACOV Y.L.M., Sistemas de práticas sociais e transição sociotécnica para a sustentabilidade outro olhar para a estabilidade do sistema sociotécnico do varejo de vestuário. XXII SEMEAD, 2019.

MAGALHÃES I., MARTINS A.R., DE MELO RESENDE V. Análise de discurso crítica: um método de pesquisa qualitativa, SciELO Editora, UNB, 2017.

MAMUN AL., BOUBAKER S., NGUYEN D. K., Green finance and decarbonization: Evidence from around the world, *Finance Research Letters*, 2022.

MARTINS J., 2021. Parecer de Plenário ao Projeto de Lei 2.148/25, 2015.

MAXWELL J.A., Qualitative research design: An interactive approach. Sage, 2012.

McKinsey & Company, <https://www.mckinsey.com.br/our-insights/all-insights/mercado-voluntario-de-carbono-tem-potencial-gigantesco-no-brasil>, 2022.

MENDES R. S., MISKULIN R. G. S. G., A Análise de Conteúdo como uma Metodologia, *Cadernos de Pesquisa* v.47 n.165 p.1044-1066 jul./set. Scielo. 2017.

MENEZES D. C.; VIEIRA D.M., *Stakeholders*, fatores críticos de sucesso e geração de valor em parcerias público-privadas. *Colloquium Socialis, Presidente Prudente*, v. 6, n. 2, p. 1–15, 2022.

MICHAELOWA et al., Evolution of international carbon markets: lessons for the Paris Agreement, *Wire Climate Change*, Vol 10, 2019.

MITCHELL, R.K., AGLE, B.R., WOOD D. J., Toward a theory of stakeholder identification and salience: defining the principle of who and what really counts. *Academy of Management Review*, New York, v. 22, n. 4, p. 853–886, 1997.

MINAYO M.C.S., Qualitative analysis: theory, steps and reliability, *Ciência & Saúde Coletiva* 17, 2012.

MOZZATO A.R., GRZYBOVSKI D., Análise de conteúdo como técnica de análise de dados qualitativos no campo da administração: potencial e desafios. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 15, n. 4, p. 731-747, 2011.

MUEHLBERGER C.M., GRUEN L., LIEFNER I., LOSACKER S., Socio-technical imaginaries of climate-neutral aviation, *Energy Research & Social Science* 114. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103595>.

MULLER, P., Les politiques publiques. 5. éd. Paris: Presses Universitaires de France, 2001.

NEIVA H.S., Mercado Voluntário de Carbono no Brasil. Rio de Janeiro, Dissertação de Mestrado - Departamento de Geografia e Meio Ambiente, PUC/RJ, 2023.

NEREUS, Núcleo de Economia Regional e Urbana da Universidade de São Paulo, 2021. Sistema de Matrizes de Insumo-Produto para o Brasil 2018 - 68 setores. Dados e Programas.

URL. <http://www.usp.br/nereus/?dados=sistema-de-matrizes-de-insu> mo-produto-brasil-2010-2017.

NORA, G.A.M., The Role of Stakeholder Networks in Energy Transitions: A Perspective from Brazil, Tese de Doutorado em Administração – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2022.

NORA, G.A.M., ALBERTON A., Transições Sociotécnicas, Sustentabilidade e Energia: Reflexão à Luz da Teoria dos *stakeholders*, Engema XXII, Novembro, 2020. ISSN: 2359-1048.

NVIVO - <https://nvivo.de/pt/>

ONU, UNEP Report 20.11.2023, <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorio-sobre-lacuna-de-emissoes-2023>.

ONUMA F. M. S., Contribuição da Análise Crítica do Discurso em Norman Fairclough para além de seu uso como método: novo olhar para as Organizações, Revista Organizações & Sociedade 27 (94), 2020. <https://doi.org/10.1590/1984-9270949>.

ODUM H.T., Environmental Accounting: Emery and Environmental Decision Making, John Wiley & Sons, Inc, 1996.

ORLANDI E. P., Análise de discurso: Princípios e procedimentos, Ed. Campinas: Pontes, 2013. ISBN 9788571131316.

PARISA et al., The time value of carbon storage, Forest Policy and Economics 144, 2022.

PEARCE F. Is the legacy carbon credit market a climate plus or just hype, Yale E360 March 9, 2021.

PENNA C.R., YANDY O., GOYENECHE R., Exploring indicators for monitoring sociotechnical system transitions through portfolio networks, Science and Public Policy, 2023.

PELLEGRINO A.C.G.T., Atividade política corporativa na indústria de alimentos e bebidas no Brasil: um estudo do processo regulatório de rotulagem nutricional frontal (2017–2023). Dissertação (Mestrado em Política Científica e Tecnológica) – Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, 2024.

PELTZMAN S., Toward a More General Theory of Regulation. The Journal of Law and Economics, 1976.

PERERIA DE CARVALHO, Transições sociotécnicas – análise multinível da dinâmica das comunidades rurais na experiência do algodão agroecológico. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Agrárias UFMG, 2024.

PIERUCCI et al., Modern colonialism in carbon markets? Insights from emery accounting. Ecological Modelling, 2025.

PORTAL DA LEGISLAÇÃO, Governo do Brasil, 2023. <https://www4.planalto.gov.br/legislacao/legis-federal>.

PORTO W.S. et al., Mercado voluntário de Carbono no Brasil: Uma análise dos critérios estabelecidos pela NBR15948:2011, XVI Engema, 2013.

PROBST et al., Systematic assessment of the achieved emission reductions of carbon crediting projects, Nature Communications, 15:9562, 2024.

PROLO C., Como vão funcionar os mercados de carbono do Artigo 6 do Acordo de Paris. Jornal Valor Investe. Disponível em: <https://valorinveste.globo.com/blogs/caroline-prolo/coluna/como-vaofuncionar-os-mercados-de-carbono-do-artigo-6-do-acordo-de-paris.ghtml>. 10/02/2021.

RAMALHO P. I. S., RODRIGO D., Interests and Influence: Stakeholder Participation in the Regulatory Process. Open Journal of Political Science 12. 2022.

REICHLE D., Carbon, climate change, and public policy, The Global Cycle and Climate Change, 2020.

RICKELS W. et al, Procure, Bank, Release: Carbon Removal Certificate Reserves to Manage Carbon Prices on the Path to Net-Zero, Energy Research & Social Science 94, 2022.

ROMAN O., The evolution of carbon markets and their role in climate mitigation and sustainable development, Oxford Institute of Energy Studies Vol. 132, 2022.

ROSENBLOOM D., MEADOWCROFT J., The Journey towards descarbonization: Exploring sociotechnical transitions in electricity sector in province of Ontario (1885-2013) and potential low-carbon pathways, Energy Policy 65, 670-679, 2014.

SAFULLAH Md. KABIR N., MIAH M.D., Carbon emissions and credits ratings, Energy Economics, 2021.

SCHIPPERS E.J., MASSOL O., Unlocking CO₂eq infrastructure deployment: the impact of carbon removal accounting, Energie Police, 2020.

SENADO NOTÍCIAS, <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2023/12/26/senado-volta-a-debater-em-2024-regulamentacao-do-mercado-de-carbono>. 2024.

SILVA et al., Análise de conteúdo: fazemos o que dizemos? Um levantamento de estudos que dizem adotar a técnica. VI Encontro de Ensino e Pesquisa em Administração e Contabilidade, Brasília. Anais. Rio de Janeiro: Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração, 2013.

SILVA et al., Socio-technical transition in the production chain of coffee in the state of Rondônia, Revista Ciências da Sociedade 4, 144-163 UFOPA, 2020. <https://doi.org/10.30810/rcs.v4i7.1404>

SIPTHORPE et al., Blockchain solutions for carbon markets are nearing maturity, One Earth 5, (2022).

SMYTH R., SÖDERBERG M., Public interest versus regulatory capture in the Swedish electricity market. Journal of Regulatory Economics, v. 38, n. 3, p. 292–324, 2010.

SMITH A., VOSS, J.P., GRIN, J. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. Research Policy, v. 39, n. 4, p. 435–448, 2010.

SOBRINHO V.G., All the loners mingle – Where do they all come from and belong? Regulating sectorial emissions and carbon markets in Brazil, Journal of Clear Production, 2023.

SONIX.AI. https://sonix.ai/accounts/sign_up

SORREL S. Explaining Sociotechnical Transitions: a Critical Realist Perspective. Working Paper Series. SWPS. University of Sussex. 2017.

SOUZA A.L.R., Perfil do Mercado de Carbono no Brasil: Análise Comparativa Entre os Mercados Regulado e Voluntário, Dissertação de Mestrado, Núcleo de Pós-graduação em Administração NPGA, Universidade Federal da Bahia – UFBA. 2012.

SOUZA CUNHA F.A.F. et al., Do low-carbon investments in emerging economies pay off? Evidence from the Brazilian stock market, International Review of Financial Analysis, 2021.

SOUZA D.T., PAIM F.A.P., NOGUEIRA JUNIOR L. R., RONQUIM C.C., CAVALCANTE FILHO P.G., Precificação do carbono na agricultura: uma revisão sistemática da literatura, Revista de Economia e Sociologia Rural 63. 2025.

SOVACOOOL et al., Reviewing the sociotechnical dynamics of carbon removal. Joule, 2023.

SPIKER G., NUGENT N., Voluntary carbon market derivatives_ Growth, innovation & usage, Borsa Istanbul Review 22-S2, S109-S118, 2022.

STIGLER, G.J., The theory of economic regulation. *The Bell Journal of Economics and Management Science*, Santa Monica, v. 2, n. 1, p. 3–21, 1971.

SUCHMAN, M.C., Managing legitimacy: strategic and institutional approaches. *Academy of Management Review*, New York, v. 20, n. 3, p. 571–610, 1995.

TAGUETTE - <https://guides.nyu.edu/QDA/Taguette>

TORRES A.C., A evolução do etanol no Brasil: uma análise a partir da perspectiva multinível, Tese de Doutorado, Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

TORRES B.E.B.R., Transição Energética para a Sustentabilidade no Brasil, Narrativas e Imaginários dos *stakeholders* do Setor Energético Brasileiro, Dissertação de Mestrado, Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Campus Baixada Santista, 2023

TRINKS A., MULDER M., SCHOLTENS B., External carbon costs and internal carbon pricing, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 168, 2022.

TRIVIÑOS A.S., Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação, O positivismo, a fenomenologia, o marxismo. São Paulo: Atlas, 1994.

UNCCC, United Nations Climate Change Annual Report, United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC, ONU, 2021. https://unfccc.int/sites/default/files/resource/UNFCCC_Annual_Report_2021.pdf

VALLE P. R. D., FERREIRA J. L., Análise de Conteúdo na Perspectiva de Bardin: Contribuições e Limitações para Pesquisa Qualitativa em Educação, *EDUR Educação em Revista*, 2025. <https://doi.org/10.1590/0102-469849377>

VARGAS D. B., DELAZERI L. M. M., FERREIRA V. H. P., Mercado de Carbono Voluntário no Brasil na Realidade e na Prática, OCBIO, FGV EESP, 2021.

VERBONG G., GEELS F.W., The Ongoing Energy Transition: Lessons from a Socio-Technical, Multi-Level Analysis of the Dutch Electricity System, *Energy Policy*, 2007.

VIRENS A., Green hydrogen futures: Tensions of energy and justice within sociotechnical imaginaries. *Energy Research & Social Science*, 2024.

WEIDAN Z., ZHANG L., HU J., Green credit, carbon emission and highquality development of green economy in China, *Energy Reports* V. 8, 2022.

Whisper AI. <https://whisperai.com/signin>

WRI World Resources Institute, World Greenhouse Gas Emissions, <https://www.wri.org/data/world-greenhouse-gas-emissions-2019>.

YAGI M. & Managi S., Decomposition analysis of corporate carbon dioxide and greenhouse gas emissions in Japan: Integrating corporate environmental and financial performance, *Business Strategy and the Environment*, 27(8), 1476–1492. <https://doi.org/10.1002/bse.2206>, 2018.

ZHANG D., ZHANG Z. & MANAGI S., A bibliometric analysis on green finance: Current status, development, and future directions. *Finance Research Letters*, 29, 425–430, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2019.02.003>.

11. ANEXOS E APÊNDICES

ANEXO 1 – Parecer de aprovação da Pesquisa Qualitativa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Mercado de Crédito de Carbono no Brasil: Um Estudo Focado na Regulamentação, Gestão, Controles e Comercialização.

Pesquisador: PEDRO PIERUCCI

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 85875925.8.0000.5512

Instituição Proponente: ASSOCIACAO UNIFICADA PAULISTA DE ENSINO RENOVADO OBJETIVO-

Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.374.934

Apresentação do Projeto:

O mercado de crédito de carbono criado na II Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento da ONU (ECO-92, 1992) e regulamentado pelo Protocolo de Kyoto na Conferência das Partes (COP-3, 1997), foi substituído pelo Acordo de Paris (COP-21, 2015), onde as nações estabeleceram suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) para redução das emissões de GEE.

Objetivo da Pesquisa:

Avaliar, utilizando uma visão sistêmica, a evolução do mercado de crédito de carbono no Brasil e o modelo futuro de sua regulamentação, seu impacto nas metas de redução das emissões da Contribuição Nacionalmente Determinada, e as perdas e ganhos da comercialização com outros países.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos médios O benefício do voluntário decorrente de sua participação nesta pesquisa será conhecer qual é o imaginário sociotécnico dessa amostra de atores e partes relacionadas e quais as diferenças em relação ao projeto de Lei aprovado no CN. Com isso o voluntário poderá ter acesso a uma visão sistêmica sobre o assunto, composta pela opinião do universo de atores e partes relacionadas envolvidos nesse mercado.

Endereço: Rua Dr. Bacelar, 1212 4º andar

Bairro: Vila Clementino

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5586-4086

CEP: 04.026-002

E-mail: cep@unip.br



UNIVERSIDADE PAULISTA -
UNIP



Continuação do Parecer: 7.374.934

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa pertinente e consoante com as normas éticas da pesquisa científica.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Ok! Os requisitos da pesquisa foram atendidos satisfatoriamente.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2486645.pdf	06/02/2025 14:03:58		Aceito
Outros	Carta_Resposta_sobre_Riscos.pdf	06/02/2025 14:02:28	PEDRO PIERUCCI	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Afrm_termo_de_consentimento_TCLE.docx	06/02/2025 11:33:14	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	AProjeto_de_Pesquisa.docx	06/02/2025 11:30:47	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Orçamento	frm_orcamento_do_projeto.pdf	22/01/2025 09:15:51	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Folha de Rosto	AFolha_de_Rosto.pdf	20/01/2025 17:49:42	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Cronograma	Cronograma_do_Projeto.pdf	17/01/2025 14:25:09	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Declaração de Pesquisadores	Termo_de_Compromisso_do_Pesquisador.pdf	17/01/2025 14:16:28	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Declaração do Patrocinador	Carta_de_Apresentacao_do_Projeto_de_Pesquisa.pdf	17/01/2025 14:16:08	PEDRO PIERUCCI	Aceito
Declaração de concordância	Carta_de_Anuencia.pdf	17/01/2025 14:14:09	PEDRO PIERUCCI	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Dr. Bacelar, 1212 4º andar

Bairro: Vila Clementino

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5586-4086

CEP: 04.026-002

E-mail: cep@unip.br



UNIVERSIDADE PAULISTA -
UNIP



Continuação do Parecer: 7.374.934

SAO PAULO, 11 de Fevereiro de 2025

Assinado por:
Vânia Cristina Lamônica
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Dr. Bacelar, 1212 4º andar

Bairro: Vila Clementino

CEP: 04.026-002

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)5586-4086

E-mail: cep@unip.br

APÊNDICE 1 – Atividades elegíveis para geração de créditos de carbono

A geração de créditos de carbono decorre da necessidade de quantificar e valorizar as reduções de gases de efeito estufa geradas por projetos de mitigação. Para que essas reduções sejam reconhecidas, a atividade deve indicar adicionalidade, mensurabilidade, verificabilidade e permanência, evitando dupla contagem (PROBST et al., 2024).

Para que uma atividade possa gerar crédito de carbono deve seguir os critérios e requisitos utilizados pelos programas internacionais de certificação da VERRA (VCS), Gold Standard (GS) para créditos do mercado voluntário e os padrões estabelecidos no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo para créditos do mercado regulado (PROBST et al., 2024). Os critérios e requisitos são descritos por:

- **Adicionalidade** — A redução ou remoção deve ocorrer porque o projeto foi implementado; ou seja, ela não teria ocorrido na linha de base (*business as usual*).
- **Linha de base (baseline)** — é a estimativa de emissões/remoções que ocorreria sem o projeto, usada como ponto de comparação.
- **Quantificação e monitoramento** — uso de metodologias padronizadas para medir as reduções ou remoções de GEE ao longo do tempo.
- **Permanência / risco de reversão** — em projetos florestais há risco de incêndios, corte ou mudança de uso. Soluções incluem seguridade, reservas, seguros, períodos de crédito mais curtos etc.
- **Evitar dupla contagem / contabilidade clara** — assegurar que o benefício climático não seja reivindicado mais de uma vez (por países, empresas ou projetos).
- **Integridade ambiental e social** — assegurar que os projetos não causem efeitos negativos (nas comunidades locais, biodiversidade, direitos fundiários etc.).
- **Validação e verificação independente** — auditorias externas (entidades certificadoras) para confirmar que o projeto realmente gerou os créditos declarados.

As atividades elegíveis dos setores econômicos para a redução das emissões estão descritas na Tabela 17, que também apresenta informações complementares como os mecanismos de redução de carbono referentes a cada atividade, exemplos dos tipos de projetos e as referências técnicas e científicas que embasam as informações.

Tabela 18 – Setores e atividades elegíveis a gerar créditos de carbono

Setor / Categoria	Tipo de Atividade Elegível	Mecanismo de Redução / Remoção de Emissões (tCO ₂ e)	Exemplos de Projetos	Referência Científica / Técnica
Florestal e Uso da Terra (AFOLU / LULUCF / REDD+)	Reflorestamento, restauração ecológica, manejo florestal sustentável, conservação (REDD+), agrofloresta	Remoção de CO ₂ por sequestro biogênico ou prevenção de desmatamento	Plantio de espécies nativas; manutenção de reserva legal; reflorestamento em áreas degradadas	IPCC AR6 – WGIII, Cap. 7 (2022); Verra VCS AFOLU Methodologies
Energia Renovável	Substituição de fontes fósseis por solar, eólica, hídrica de pequeno porte, biomassa	Evitação de emissões de CO ₂ da queima de combustíveis fósseis	Instalação de fazendas solares, turbinas eólicas, usinas a bagaço de cana	IPCC SRREN (2011); Gold Standard Renewable Energy Methodology
Eficiência Energética e Processos Industriais	Otimização de consumo energético; modernização de caldeiras; reaproveitamento térmico	Redução direta de emissões por menor uso de energia fóssil	Troca de sistemas de iluminação e refrigeração industrial; cogeração de energia	CDM AMS-II, III; OffsetGuide.org (2024)
Tratamento de Resíduos e Efluentes	Captura e aproveitamento de metano (CH ₄); compostagem; biodigestão anaeróbica	Evitação da liberação de GEE (CH ₄ , N ₂ O)	Geração de biogás em aterros; tratamento de esgoto com biodigestores	IPCC AR6 – WGIII, Cap. 12 (2022); Verra VCS Waste Handling Methodologies
Agricultura de Baixo Carbono (ABC)	Plantio direto, recuperação de pastagens, integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), fixação biológica de nitrogênio	Redução e sequestro de CO ₂ no solo; menor emissão de N ₂ O e CH ₄	Projetos ABC+ (MAPA/MMA); manejo sustentável do solo	IPCC AR6 – WGIII, Cap. 7; MAPA Plano ABC+ (2023)
Tecnologias de Captura e Armazenamento de Carbono (CCS / CCUS)	Captura direta de CO ₂ em fontes industriais e armazenamento geológico	Remoção permanente de CO ₂ atmosférico	Instalação de CCS em termelétricas, cimento, aço	IEA CCS Report (2023); IPCC SRCCS (2018)
Bioenergia com Captura de Carbono (BECCS)	Combinação de biomassa renovável com CCS	Remoção líquida de CO ₂ (emissão negativa)	Usinas de etanol com captura de CO ₂ ; termelétricas a biomassa com CCS	IPCC AR6 WGIII; ScienceDirect (2024)
Produção e uso de Biochar	Pirólise controlada de biomassa e incorporação ao solo	Fixação estável de carbono no solo por décadas	Produção de biochar a partir de resíduos agrícolas	IPCC AR6 WGIII, Sec. 12.3.1; Verra Methodology VM0044
Transporte Sustentável	Mudança modal (rodoviário → ferroviário, elétrico, ciclovitário); biocombustíveis	Evitação de emissões diretas de CO ₂ de combustíveis fósseis	Frota elétrica urbana, biometano, biodiesel avançado	Gold Standard “Transport Energy Efficiency”; UNFCCC ACM0012
Construção Sustentável e Materiais	Uso de cimento verde, aço de baixo carbono, reciclagem de materiais	Redução de emissões em processos industriais	Substituição de clínquer, captura em fábricas de cimento	IPCC AR6 WGIII, Cap. 10; Verra Industrial Process Methodologies

Fonte: Probst et al. (2024)

APÊNDICE 2 – Resumo indicativo dos itens da Lei 15.042/2024

A Lei nº 15.042, de 11 de dezembro de 2024, institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE) e promove alterações em diferentes marcos legais incluindo a legislação ambiental, o Código Florestal, as normas relativas à Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e os dispositivos referentes aos registros públicos.

Essa lei estabelece um sistema regulado de comércio de emissões, baseado na definição de limites de emissão de gases de efeito estufa para operadores que emitam ou possam vir a emitir tais gases no território nacional. A Lei também permite a negociação de ativos representativos de emissão, redução ou remoção de GEE, criando um ambiente estruturado e controlado para transações no mercado de carbono. Também prevê a possibilidade de integração de créditos do mercado voluntário ao sistema regulado, desde que atendidos critérios específicos.

De forma adicional, a lei determina que os ativos vinculados ao sistema, como cotas de emissão e certificados, poderão assumir a mesma natureza à de valores mobiliários, quando negociados nos mercados financeiro e de capitais. Para fins analíticos, a Lei nº 15.042/2024 pode ser sintetizada a partir de um conjunto de elementos apresentados a seguir como referenciais básicos para seu entendimento.

a. Objetivo Geral

- Institui o SBCE como mercado regulado de carbono no Brasil.
- Visa cumprir a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) e os compromissos do Brasil no Acordo de Paris.
- Estabelece regras para limitar emissões, negociar ativos e integrar mecanismos voluntários e regulados.

b. Âmbito de Aplicação

- Aplica-se a atividades, fontes e instalações no Brasil que emitam GEE.
- Exceções: produção primária agropecuária e bens ligados à infraestrutura rural não entram no regime obrigatório.

c. Limites de emissão para regulação

- Acima de 10.000t CO₂eq/ano → obrigação de monitoramento e relato.
- Acima de 25.000t CO₂eq/ano → obrigação de conciliação periódica (cumprimento com ativos).

d. Ativos Criados

- Cota Brasileira de Emissões (CBE): direito de emitir 1t CO₂eq; pode ser gratuita ou leiloadada.
- Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões (CRVE): representa redução/remoção real de 1t CO₂eq, com metodologia validada.
- Créditos de Carbono (mercado voluntário): reconhecidos, mas só viram CRVE se registrados no SBCE.

e. Governança

- Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM): órgão deliberativo, define diretrizes e aprova Plano Nacional de Alocação.
- Órgão Gestor do SBCE: normativo, regulatório, fiscalizador e sancionador (define atividades reguladas, emite CBEs, credencia metodologias, aplica multas).
- Comitê Técnico Consultivo Permanente: com participação de União, estados, setor privado, academia e sociedade civil.

f. Plano Nacional de Alocação Define

- Limite máximo de emissões nacionais por período.
- Quantidade de CBEs e sua forma de distribuição (gratuita ou onerosa).
- Percentual máximo de CRVEs aceitos para cumprimento.
- Mecanismos de estabilização de preços e competitividade internacional.
- Deve ser aprovado 12 meses antes do início do período.

g. Registro Central do SBCE

- Plataforma digital que registra emissões, remoções, concessão, transferência e cancelamento de CBEs/CRVEs.
- Garante rastreabilidade e interoperabilidade internacional.

h. Obrigações dos Operadores

- Submeter Plano de Monitoramento.
- Apresentar relato anual de emissões/remissões (MRV obrigatório).
- Realizar conciliação periódica (entrega de CBEs/CRVEs equivalentes às emissões líquidas).

i. Infrações e Penalidades

- Penalidades: advertência, multa (até 3–4% do faturamento bruto ou até R\$ 20 milhões), embargo, suspensão de atividades, perda de incentivos fiscais e restrição a financiamentos.
- Infrações apuradas por processo administrativo, com direito à defesa e recurso.

j. Mercado Financeiro e Tributação

- CBEs, CRVEs e créditos de carbono são valores mobiliários (CVM regula negociações).
- Ganhos tributados pelo IRPJ/IRPF, com regras específicas:
- Dedução de despesas de geração de créditos/ativos.
- Alienação não sujeita a PIS/Cofins.
- Conversão de créditos voluntários em CRVE não gera tributação.

k. Recursos do SBCE

- Fontes: leilões de CBEs, multas, convênios, doações.
- Destinação prioritária (por 5 anos):
- 15% - Manutenção do SBCE.
- 75% - Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (investimentos em descarbonização).
- 5% - Compensação a povos indígenas e comunidades tradicionais.
- 5% - Outras fontes complementares a serem definidas em regulamento.

l. Mercado Voluntário e Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+)

- Reconhecido, mas com regras para evitar dupla contagem.
- Titularidade dos créditos definida conforme área: União, Estados, Municípios, comunidades tradicionais, povos indígenas, quilombolas e assentados.
- Projetos podem ser privados, públicos ou jurisdicionais (REDD+ de mercado ou não mercado).
- Direitos de exclusão garantidos a proprietários e usufrutuários.

m. Povos Indígenas, Quilombolas e Comunidades Tradicionais

- Direito garantido à comercialização de créditos/CRVEs em seus territórios.

- Exige consulta livre, prévia e informada (Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho).
- Garantia de repartição justa dos benefícios (mínimo 50% em projetos de remoção, 70% em REDD+ de mercado).

n. Fases de Implementação

- Fase I (até 12 + 12 meses): regulamentação.
- Fase II (1 ano): operadores relatam emissões.
- Fase III (2 anos): obrigações limitadas a monitoramento e relato.
- Fase IV: 1º Plano Nacional de Alocação, distribuição gratuita de CBEs.
- Fase V: implementação plena (mercado em funcionamento).

o. Transferência Internacional (Art. 6º do Acordo de Paris)

- Regras definidas por ato do CIM.
- Exige autorização formal, com limites e ajustes correspondentes.

p. Alterações em Outras Leis

- Lei 12.187/2009 (PNMC): inclui estímulo ao SBCE.
- Código Florestal (Lei 12.651/2012): define crédito de carbono como ativo transacionável.
- Lei da CVM (6.385/1976): inclui CBEs/CRVEs como valores mobiliários.
- Lei de Registros Públicos (6.015/1973): prevê averbação de contratos de crédito de carbono.

Para facilitar o entendimento das responsabilidades diretas dos *stakeholders* apresentadas nos artigos da Lei, suas responsabilidades e direitos, instrumentos e prazos, elaborou-se a Tabela 18, que representa um resumo dessa relação.

Tabela 19 – Principais Itens da Lei 15.042/2024

Categoria/Ator	Principais Obrigações	Instrumentos / Ativos	Prazos / Fases
Operador regulado (empresas acima de 10.000 tCO ₂ e/ano → relato; acima de 25.000 tCO ₂ e/ano → cumprimento)	- Elaborar Plano de Monitoramento- Enviar Relato Anual de Emissões e Remoções (MRV) - Realizar Conciliação Periódica (entregar CBEs/CRVEs equivalentes às emissões) - Cumprir obrigações adicionais do órgão gestor	- CBE (Cota Brasileira de Emissões) - CRVE (Certificado de Redução ou Remoção Verificada de Emissões) - Créditos voluntários (limitados e com registro)	- Fase I: regramento da regulamentação - Fase II: apenas relato de emissões - Fase III: relato + monitoramento - Fase IV: 1º Plano de Alocação, CBEs gratuitas - Fase V: mercado pleno
Órgão Gestor do SBCE (executor e regulador)	- Definir atividades e setores regulados - Emitir e leiloar CBEs - Credenciar metodologias e certificadores - Administrar Registro Central - Aplicar penalidades	- Plataforma digital do Registro Central - Leilões de CBEs - Definição de metodologias e parâmetros de MRV	- Regulamentação em até 12+12 meses (Fase I) - Publica regras de credenciamento, alocação e estabilização de preços
CIM (Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima)	- Estabelecer diretrizes gerais- Aprovar Plano Nacional de Alocação - Aprovar uso de recursos arrecadados	- Plano Nacional de Alocação (limite de emissões, CBEs, % CRVEs, estabilização de preços)	- Plano deve ser aprovado com 12 meses de antecedência de cada período
Comitê Técnico Consultivo Permanente (União, estados, sociedade civil, academia)	- Apresentar subsídios e recomendações - Avaliar critérios de metodologias, alocação e recursos	- Pareceres e recomendações sobre metodologias, critérios técnicos	- Permanente, consultado em momentos - Chave da regulamentação

Fonte: autor

Tabela 19 – Principais Itens da Lei 15.042/2024 (continuação)

Categoria/Ator	Principais Obrigações	Instrumentos / Ativos	Prazos / Fases
Indígenas, Quilombolas, Comunidades Tradicionais e Assentados	- Podem gerar e comercializar créditos/CRVEs em seus territórios- Devem ser consultados via Consentimento Livre, Prévio e Informado (OIT 169)	- CRVEs e créditos de carbono originados de REDD+ e outros projetos- Direito a pelo menos 50% (remoção) ou 70% (REDD+ de mercado) dos benefícios	- Aplicável em todos os períodos e fases, com proteção contratual e repartição de benefícios
Recursos e Fundo Clima	- Leilões e multas financiam o sistema	- 15%: manutenção do SBCE - 75%: Fundo Nacional sobre Mudança do Clima - 5%: compensação a povos indígenas e comunidades tradicionais - 5%: outras fontes complementares a serem definidas em regulamento	- Regras valem por 5 anos após início da arrecadação
Fases de Implementação	- Regulamentação, relato, monitoramento, alocação e plena operação	- Distribuição gratuita - Leilões progressivos	- Fase I: 12+12 meses (regulamentação) - Fase II: 1 ano (relato) - Fase III: 2 anos (relato + monitoramento) - Fase IV: 1º Plano de Alocação (CBEs gratuitas) - Fase V: mercado pleno

Fonte: autor

APÊNDICE 3 - Questionário da pesquisa qualitativa

Prezado(a) Sr(a). solicitamos que participe deste questionário, para contribuir no desenvolvimento da tese de doutorado MERCADO DE CRÉDITO DE CARBONO NO BRASIL: UM ESTUDO FOCADO NA REGULAMENTAÇÃO, GESTÃO, CONTROLES E COMERCIALIZAÇÃO em estudo pelo aluno Pedro Luiz Cypriano Pierucci, do curso de pós-graduação em engenharia de produção da Universidade Paulista – UNIP.

O objetivo deste estudo é analisar a evolução do mercado de crédito de carbono no Brasil, a lei da regulamentação (15040/2024), aprovada no Congresso Nacional, e avaliar qual o impacto desse mercado nas metas de redução das emissões definidas pelo Brasil em sua Contribuição Nacionalmente Determinada (CND) apresentada no Acordo de Paris.

O questionário tem como objetivo levantar a visão dos *stakeholders* relacionada ao mercado de carbono do Brasil, sobre o atual mercado voluntário e o futuro mercado regulado. O questionário é composto por 15 perguntas de múltiplas escolhas distribuídas em cinco temas relativos ao assunto: 1º) Conhecimento sobre o mercado de carbono no Brasil, 2º) Controle e gestão do mercado voluntário de carbono, 3º) Benefícios e desafios do mercado regulado de carbono, 4º) Regulamentação e políticas de incentivo, 5º) Melhoria do mercado de Carbono.

Observe que a pesquisa segue os princípios éticos relacionados ao sigilo determinados na resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, e controle do Comitê de Ética de Pesquisa da UNIP, através da confidencialidade, anonimato, uso responsável dos dados e armazenamento seguro e deve ser respondido em 15 dias uteis.

MSc. Pedro Luiz Pierucci

Cel: (11) 9.9288.9787

E-mail: pedro.pierucci@aluno.unip.br

TEMA 1 - Conhecimento sobre o Mercado de Carbono no Brasil:

1/15 – O(a) Sr(a). aceita participar deste questionário?

- i) Sim
- ii) Não
- iii) Outro: _____

2/15 – Favor identificar sua representação.

- i) Órgãos governamentais
- ii) Institutos
- iii) Empresas
- iv) Sistema Financeiro
- v) Certificadoras
- vi) Associações
- vii) ONGs
- viii) Federações
- ix) Consultorias
- x) Universidades
- xi) Superintendências
- xii) Agências Reguladoras
- xiii) Comercializadoras
- xiv) Outro: _____

3/15 - O(a) Sr.(a) tem conhecimento da Contribuição Nacionalmente Determinada (CND) revisada e apresentada pelo Brasil na COP21

- i) Sim
- ii) Não
- iii) Outro: _____

4/15 - O(a) Sr.(a) tem conhecimento do conteúdo do projeto de lei da regulamentação do mercado de carbono no Brasil em trâmite no congresso Nacional?

- i) Sim
- ii) Não
- iii) Outro: _____

5/15 - No seu entendimento qual o modelo que deveria ser adotado nos Projetos de Lei PL 412/24 (senado) e PL 2158/15 (Câmara dos Deputados) que regulamentam o mercado de carbono no Brasil?

- i) *Carbon Tax*
- ii) *CRA Regional (EUA) e Cap and Trade (EU)*
- iii) *Western Climate Initiative (WCI – Canadá/Califórnia)*
- iv) Híbrido (*Carbon Tax + Cap and Trade*)
- v) Outros (especificar): _____

6/15 - A implantação do Mercado Regulado de Carbono (MRC) irá gerar qual impacto no mercado de carbono do Brasil? (Escolher 3)

- i) Crescimento do mercado de créditos
- ii) Padronização e centralização dos controles das operações
- iii) Monitoramento e controle das mitigações
- iv) Maior transparência e credibilidade
- v) Estabilidade nos preços dos créditos
- vi) Burocracia nas operações
- vii) Redução das mitigações e vendas dos créditos
- viii) Perda da agilidade e eficiência
- ix) Insignificante

Tema 2 - Controle e Gestão do Mercado Voluntário de Carbono:

7/15 - Qual entidade realiza atualmente os controles de monitoramento, verificação das emissões/mitigações e certificações/comercializações dos créditos no Mercado Voluntário de Carbono do Brasil? (Escolher até 2).

- i) Certificadoras de Créditos
- ii) Consultorias de Projetos de Créditos
- iii) Auditorias dos créditos e mitigações
- iv) Comercializadoras de créditos
- v) Órgãos Governamentais
- vi) Outros (especificar)

8/15 - Qual o nível de transparência, eficiência e confiança dos controles de monitoramento das emissões/mitigações, créditos/dupla contagem, comercialização/aposentadoria existentes no Mercado Voluntário de Carbono do Brasil?

- i) Alto
- ii) Médio
- iii) Baixo

9/15 - Os controles de monitoramento e verificação do Mercado Voluntário de Carbono do Brasil, deveriam ser realizados por qual entidade, para que seus créditos sejam contabilizados na Contribuição Nacionalmente Determinada (CND)?

- i) Órgãos reguladores do governo
- ii) Agência reguladora
- iii) Bolsa de Valores ou Mercadorias
- iv) Certificadoras e comercializadoras
- v) Outros (especificar): _____

TEMA 3 - Benefícios e Desafios do Mercado Regulado de Carbono:

10/15 - Quais são os principais benefícios do Mercado Regulado Carbono?

(Escolher até 3)

- i) Redução das emissões de GEE
- ii) Atingir as metas climáticas do CND
- iii) Estímulo à inovação tecnológica
- iv) Melhoria da imagem internacional
- v) Oportunidades de novos negócios
- vi) Incremento no faturamento
- vii) Outros (especificar): _____

11/15 - Quais os maiores desafios para a implementação do mercado regulado de carbono no Brasil? (Escolher até 3)

- i) Processo de aprovação no Congresso Nacional
- ii) Definição jurídico-tributária dos créditos
- iii) Escolha do agente controlador
- iv) Custos elevados de implementação
- v) Resistência dos setores econômicos
- vi) Investimentos em inovação tecnológica
- vii) Outros (especificar)

TEMA 4 - Regulamentação e Políticas de Incentivo:

12/15 - A regulamentação do Mercado de Carbono deve auxiliar o Brasil a atingir suas metas climáticas (CND)?

- i) Sim
- ii) Não

13/15 - Quais parâmetros mais importantes na regulamentação do mercado de carbono do Brasil? (Escolher até 3)

- i) Definição de quotas de emissão por setores
- ii) Taxação das emissões acima das quotas
- iii) Exigência de planos de mitigação
- iv) Preços dos créditos específicos por setor
- v) Incentivos fiscais e tributários
- vi) Fundos de investimentos verdes
- vii) Outros (especificar)

14/15 - O(a) Sr.(a) concorda que na regulamentação do Mercado de Carbono do Brasil, alguns setores da economia com elevadas taxas de emissões de GEE, que recebem recursos e incentivos fiscais/tributários, podem ter obrigações e exigências mais brandas que outros setores, devido suas características?

- i) Sim
- ii) Não

TEMA 5 - Melhoria do Mercado de Carbono:

15/15 - O que o governo brasileiro pode fazer para melhorar a eficiência dos mercados de carbono? (Escolher até 3).

- i) Implementar políticas mais rígidas
- ii) Oferecer incentivos fiscais às novas tecnologias
- iii) Melhorar a educação e conscientização
- iv) Facilitar parcerias público-privadas
- v) Criar agência de controle dos créditos
- vi) Outros (especificar)

APÊNDICE 4 - Stakeholders identificados na Etapa 1

1. ABCE – Associação Brasileira de Companhias de Energia Elétrica
2. ABM – Associação Brasileira de Metalurgia, Materiais e Mineração
3. ABPIP – Associação Brasileira de Produtores Independentes de Petróleo
4. ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente
5. AES – Aes Brasil Energia Elétrica
6. AMBEV – Ambev Empresa de Bebidas
7. ANAC – Agência Nacional de Aviação Civil
8. ANATEL – Agência Nacional de Telecomunicações
9. ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
10. ANM – Agência Nacional de Mineração
11. ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível
12. ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
13. AZUL – Azul Linhas Aéreas
14. B4 – Bolsa de Negociação de Créditos
15. BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social
16. BOTICÁRIO Consultoria Ambiental
17. BRADESCO – Banco Brasileiro de Descontos
18. BRASKEM – Braskem Química
19. BRAZILIAN Carbon Company
20. CCSBR – Captura e Armazenamento de Carbono no Brasil
21. CEBDES - Conselho Empresarial Brasileiro p/ Desenvolvimento Sustentável
22. CETESB – Cia Ambiental do Estado de São Paulo
23. CNA – Confederação da Agricultura e Pecuária
24. CNI – Confederação Nacional da Indústria
25. CNT – Confederação Nacional dos Transportes
26. CONTROL UNION – Control Union Warrants
27. COPPE – UFRG – Instituto de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia
28. CSN – Companhia Siderúrgica Nacional
29. ECO Florestal Consultoria
- 30. EDS - Energy Drawing System**
31. ELETROBRAS – Axia Energia
32. ENEL – Enel Brasil SA

33. FGV – Fundação Getúlio Vargas SP-RJ (OCBIO)
34. FIEMG – Federação da Indústria do Estado de Minas Gerais
35. FIERJ – Federação da Indústria do Estado do Rio de Janeiro
36. FIESP – Federação da Indústria do Estado de São Paulo
37. FINEP- Financiadora de Estudos e Projetos
38. FS – Fueling Sustainability (CCS)
39. GCG – Gestão de Carbono e Gestão Ambiental
40. GEOMA Consultoria
41. GERDAU – Metalurgia e Siderurgia
42. GOL – Gol Linhas Aéreas Inteligentes
43. GREENPEACE – Organização Ambiental
44. GS - Gold Standart Certificadora
45. IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente
46. IBP – Instituto Brasileiro do Petróleo
47. IBRAM – Instituto Brasileiro de Mineração
48. ICC Brasil – Internacional Chambers of Commerce
49. iCS – Instituto Clima e Sociedade
50. IMAFLORA – Instituto de Manejo e Certificação Florestal Agrícola
51. INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
52. INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
53. INT – Instituto Nacional de Tecnologia
54. IPE – Instituto de Pesquisas Ecológicas
55. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas
56. ISI – Instituto Senai de Inovação
57. ITAÚ UNIBANCO – Itaú Unibanco SA
58. JSL - Júlio Simões Logística
59. LACTEC – Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
60. LATAM – Latino América Airlines
61. MAPA – Ministério da Agricultura e Pecuária
62. MC KINSEY Consultoria
63. MCTI – Ministério da Ciência e Tecnologia e Informática
64. MDIC – Ministério do Desenvolvimento da Indústria e Comércio
65. MF/SPE – Ministério da Fazenda/Secretária de Política Econômica
66. MITRE – Mitre Realty Empreendimentos e Participações

- 67. MMA – Ministério do Meio Ambiente
- 68. MRS Logística – Empresa Brasileira de Transporte Ferroviário
- 69. MT – Ministério dos Transportes
- 70. NATURA – Natura Cosméticos
- 71. OAB – Ordem dos Advogados do Brasil
- 72. ONU – PNUMA (COPs)
- 73. PETROBRAS – Petróleo Brasileiro
- 74. REPSOL - Repsol Sinopec Brasil
- 75. RUMO Logística – Empresa Brasileira de Logística
- 76. SC - Sustainable Carbon
- 77. SICLO – Siclo Energia Voltaica
- 78. SOL AGORA – Sol Agora Serviços Financeiros
- 79. SOS Mata Atlântica – Fundação SOS Mata Atlântica
- 80. SUDAM - Superintendência do Desenvolvimento da Amazonia
- 81. SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
- 82. SUZANO – Suzano Papel e Celulose
- 83. UNESP – Universidade Estadual Paulista
- 84. UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas
- 85. USIMINAS - Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais
- 86. USP – Universidade de São Paulo
- 87. VALE – Companhia Vale do Rio Doce -
- 88. VERRA (VCS) – Padrão de Carbono Verificado
- 89. VERSA – Energia Solar
- 90. WAYCARBON – Consultoria em Transição Climática