



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO SOCIOECONÔMICO
DEPARTAMENTO DE ECONOMIA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS
CURSO DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS

Davy Lucas Klein Balen

O mercado de créditos de carbono no Brasil: um incentivo ao aumento das fontes de energia renovável

Florianópolis
2024

Davy Lucas Klein Balen

O mercado de créditos de carbono no Brasil: um incentivo ao aumento das fontes de energia renovável

Trabalho de Conclusão de Curso submetido ao curso de Ciências econômicas do Centro Socioeconômico da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em ciências econômicas.

Orientador: Prof. Klaus Guimarães Dalgaard, Dr.

Florianópolis

2024

Balen, Davy Lucas Klein

O mercado de créditos de carbono no Brasil: :um incentivo ao aumento das fontes de energia renovável / Davy Lucas Klein Balen ; orientador, Klaus Guimarães Dalgaard, 2024.

51 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Socioeconômico, Graduação em Ciências Econômicas, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Ciências Econômicas. 2. Economia ambiental. I. Dalgaard, Klaus Guimarães . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Ciências Econômicas. III. Título.

Davy Lucas Klein Balen

O mercado de créditos de carbono no Brasil: um incentivo ao aumento das fontes de energia renovável

Florianópolis, 21 de Novembro de 2024.

O presente Trabalho de Conclusão de Curso foi avaliado e aprovado pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Dr^o Liana Bohn
Universidade Federal de Santa Catarina

Mestre Maria Lopes Fiebig da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina

Certifico que esta é a versão original e final do Trabalho de Conclusão de Curso que foi julgado adequado para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas por mim e pelos demais membros da banca examinadora.

Prof. Dr^o Klaus Guimarães Dalgaard Orientador

Florianópolis, 2024.

AGRADECIMENTOS

"Até aqui nos ajudou o Senhor" (1 Samuel 7:12). Agradeço, primeiramente e acima de tudo, a Deus, cuja bondade e fidelidade me sustentaram em cada passo desta jornada. Ele foi minha força nos momentos de fraqueza, meu alento nos momentos de dúvida e minha inspiração para perseverar. Sem Ele, nada disso teria sido possível. Ao meu orientador, manifesto minha sincera gratidão por sua paciência, apoio e valiosas orientações, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho. Agradeço, igualmente, aos membros da banca, que enriqueceram esta monografia com suas análises cuidadosas e contribuições preciosas.

À minha família, minha eterna gratidão pelo amor incondicional, pelo suporte em cada momento e pela força que me transmitiram, especialmente nos dias mais desafiadores. Vocês foram meu alicerce, minha inspiração e minha maior motivação para seguir em frente. Obrigado por acreditarem em mim, mesmo quando eu duvidei, e por me lembrarem, com suas palavras e gestos, que nenhum esforço é em vão. Este trabalho é, também, fruto do amor, da paciência e do incentivo que sempre encontrei em vocês.

Por fim, agradeço aos amigos que estiveram ao meu lado, compartilhando momentos de aprendizado, apoio e alegria, tornando esta trajetória mais leve e significativa.

RESUMO

Este estudo investiga como o mercado de créditos de carbono no Brasil incentiva o aumento das fontes de energia renovável, em resposta à preocupação global com as mudanças climáticas e à necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa. Baseando-se em marcos como o Protocolo de Kyoto de 1997 e o Acordo de Paris de 2015, o estudo busca entender de que maneira as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) no Brasil têm contribuído ao avanço no mercado de energia renovável. Utilizando metodologia qualitativa, incluindo revisão bibliográfica e análise de dados do mercado de energia renovável, busca-se compreender o papel das políticas públicas e do mercado de créditos de carbono na transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável no país. Desse modo o trabalho tanto contextualiza toda a trajetória já percorrida pelo mercado de carbono no Brasil, quanto analisa a implementação da política pública desenvolvida, de forma a buscar discernir se os objetivos originários de um desenvolvimento energético sustentável e o combate a emissão de Dióxido de Carbono (CO₂), estão sendo de alguma maneira alcançados.

Palavras-chave: crédito de carbono; fonte de energia renovável; política pública.

ABSTRACT

This study investigates how the carbon credit market in Brazil encourages the increase in renewable energy sources, in response to global concerns about climate change and the need to reduce greenhouse gas emissions. Based on milestones such as the 1997 Kyoto Protocol and the 2015 Paris Agreement, the study seeks to understand how Nationally Determined Contributions (NDCs) in Brazil have contributed to the advancement of the renewable energy market. Using qualitative methodology, including a literature review and analysis of data from the renewable energy market, the study seeks to understand the role of public policies and the carbon credit market in the transition to a cleaner and more sustainable energy matrix in the country. In this way, the work both contextualizes the entire trajectory already taken by the carbon market in Brazil and analyzes the implementation of the public policy developed, in order to discern whether the original objectives of sustainable energy development and the fight against Carbon Dioxide (CO₂) emissions are in any way being achieved.

Keywords: carbon credit; renewable energy source; public policy.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CO2	Dióxido de Carbono
COP21	21ª Conferência das Partes
GEE	Gases de Efeito Estufa
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
NDC	Contribuição Nacionalmente Determinada
REC	Reduções Certificadas de Emissões
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
CBIO	Crédito de Descarbonização
ONU	Organização Das Nações Unidas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	14
2.2 EXTERNALIDADES	15
2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS.....	17
2.4 CICLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS.....	19
3 O CASO BRASILEIRO	21
3.1 PROTOCOLO DE KYOTO	21
3.2 POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA.....	24
3.3 ACORDO DE PARIS E O COMPROMISSO COM AS NDCS	26
3.4 RENOVABIO	29
4 ANÁLISE EMPÍCA DA SITUAÇÃO BRASILEIRA	33
4.1 ANTECIPAÇÃO DOS AGENTES.....	34
4.2 . PRIMEIRO PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS NDCS	36
4.3 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DA POLÍTICA PÚBLICA.....	39
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
REFERÊNCIAS.....	46

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, o desenvolvimento econômico tem sido uma das principais metas dos países, que têm empreendido grandes esforços para alcançar posições de destaque no cenário global. Contudo, as políticas e ações adotadas para promover o crescimento econômico muitas vezes resultaram em externalidades negativas de grande escala, especialmente no que tange à degradação ambiental. Desde a década de 1980, com o avanço das evidências científicas sobre os efeitos das atividades humanas — particularmente a queima de combustíveis fósseis e o desmatamento — na concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, houve um aumento global da conscientização sobre as mudanças climáticas e a necessidade urgente de mitigar seus efeitos. Desse modo, é imperativo destacar que, o modelo de produção adotado ao longo das últimas décadas tem se revelado inadequado, uma vez que contribuiu significativamente para o agravamento de problemas climáticos, gerando impactos ambientais de longo prazo e comprometendo a sustentabilidade dos ecossistemas (Longuini, 2016).

Assim, há uma crescente preocupação com as mudanças climáticas e a sustentabilidade ambiental tem se consolidado como uma das principais pautas das discussões políticas e econômicas globais nas últimas décadas. A industrialização acelerada e a dependência de combustíveis fósseis trouxeram um cenário alarmante de degradação ambiental, exigindo da comunidade internacional uma resposta coordenada e eficaz para mitigar os impactos dessa realidade. Nesse contexto, o Brasil emerge como um ator de grande relevância, tanto por sua rica biodiversidade quanto por seu potencial considerável para a expansão das energias renováveis, o que coloca o país no centro das discussões sobre transição energética e o papel de um mercado de carbono eficiente.

A trajetória internacional na luta contra as mudanças climáticas foi marcada por importantes avanços institucionais. Entre esses marcos, destacam-se a criação da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (UNFCCC), em 1992, e o subsequente Protocolo de Kyoto, assinado em 1997, que foi um divisor de águas no estabelecimento de metas obrigatórias para a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE) pelos países industrializados, conhecidos como "Anexo I". Este protocolo também inovou ao introduzir mecanismos como o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), que permitiu que nações industrializadas investissem

em projetos de redução de emissões nos países em desenvolvimento, como o Brasil, e em troca obtivessem créditos de carbono (Silveira, 2019).

O Protocolo de Kyoto foi, portanto, um precursor fundamental do Acordo de Paris, assinado em 2015 por 195 países, incluindo o Brasil. O Acordo de Paris trouxe um novo paradigma para o enfrentamento das mudanças climáticas, baseado em metas voluntárias, mas ambiciosas, de redução das emissões, com uma ênfase no desenvolvimento sustentável e na transição para energias limpas. A criação de NDCs foi um dos instrumentos-chave desse acordo, proporcionando uma base para que os países signatários formulassem suas próprias estratégias nacionais de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (Nunes, 2022).

Apesar de o Brasil não ter sido inicialmente obrigado a reduzir suas emissões, sua participação voluntária no MDL permitiu que o país promovesse projetos sustentáveis e contribuísse para os esforços globais de mitigação das emissões. Essa participação foi intensificada com a assinatura do Acordo de Paris, em 2015, que sucedeu o Protocolo de Kyoto e estabeleceu um compromisso ainda mais ambicioso para conter o aumento da temperatura média global. O objetivo do Acordo de Paris é limitar esse aumento a bem menos que 2°C acima dos níveis pré-industriais, com esforços para limitar a elevação a 1,5°C. Para atingir essa meta, cada país signatário foi incumbido de apresentar suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que representam compromissos voluntários e revisáveis de redução das emissões (Moreira, 2008).

O Brasil, ao submeter suas NDCs, comprometeu-se a aumentar o uso de fontes de energia renovável, promover o reflorestamento e implementar um mercado de carbono que possa contribuir para a redução das emissões. No entanto, essa transição para uma economia de baixo carbono, focada no desenvolvimento de energias renováveis, enfrenta desafios significativos. Embora o país tenha um dos maiores potenciais do mundo para a geração de energia por fontes renováveis — como hidrelétrica, solar, eólica e biomassa — a consolidação de um mercado de carbono robusto e a implementação eficaz dessas fontes dependem de políticas públicas sólidas, bem como de uma regulamentação que garanta um incentivo econômico claro para empresas e setores que optem por tecnologias limpas (Guida, 2018).

A criação e a regulamentação de um mercado de carbono no Brasil são fundamentais para o cumprimento das metas estabelecidas no Acordo de Paris e nas

NDCs. O mercado de carbono funciona como um mecanismo de incentivo, no qual empresas que conseguem reduzir suas emissões abaixo de determinado limite podem vender créditos de carbono para outras que não conseguiram atingir suas metas. Cada crédito de carbono corresponde a uma tonelada de Dióxido de Carbono (CO₂) que deixou de ser emitida ou foi retirada da atmosfera. Dessa forma, o sistema se propõe a ser uma ferramenta poderosa para atrair investimentos em energias renováveis e fomentar a transição para uma matriz energética mais limpa e sustentável no país (LOPES, 2013).

Assim sendo, este trabalho busca compreender se, mediante a implementação das NDCs, e tendo em vista os objetivos originais, está sendo obtido resultados pertinentes no contexto do mercado brasileiro de energia renovável. Sob essa perspectiva, a pergunta central que esta monografia procura responder é: de que maneira a implementação das NDCs, que culminou na criação do mercado de créditos de carbono, tem contribuído para fomentar o uso de energias renováveis no Brasil?

Para tanto, a metodologia adotada no trabalho fundamenta-se, inicialmente, na pesquisa bibliográfica dos principais marcos internacionais (Prodanov e Freitas, 2013), Protocolo de Kyoto e Acordo de Paris, que levam a criação do mercado de créditos de carbono, e compreensão de como o Brasil se posiciona nesse novo contexto, mediante a Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC), que corrobora para a criação e regulamentação do mercado interno. Dado isso, será adotada uma análise qualitativa dos principais dados disponíveis do mercado brasileiro de energia renovável (Prodanov e Freitas, 2013), em artigos, livros, relatórios técnicos, dados governamentais, entre outros, de sorte a buscar compreender, se as medidas adotadas pelo governo brasileiro tem gerado efeitos tangíveis no aumento da implementação de fontes de energia renovável no Brasil (Guida, 2018).

Isto posto, utilizando a metodologia estabelecida e tendo em vista alcançar o objetivo delineado, esse trabalho irá: Apresentar a trajetória percorrida pelo Brasil, desde o Protocolo de Kyoto até a formalização do mercado de carbono mediante legislação aprovada; Descrever o impacto do Protocolo de Kyoto e do Acordo de Paris na discussão proposta; Analisar as dinâmicas do mercado de energia renovável no Brasil durante a implementação das políticas propostas.

Em seguida, o trabalho apresenta o capítulo de Referencial Teórico, que visa fundamentar os principais conceitos que serão utilizados ao longo do trabalho, como desenvolvimento sustentável, externalidades e ciclo de políticas públicas. Este

capítulo examina como esses conceitos estruturam a análise das políticas de carbono, contextualizando a importância de alinhar o desenvolvimento econômico com a preservação ambiental e de compreender os impactos indiretos das atividades econômicas. O terceiro capítulo, intitulado "O Caso Brasileiro", oferece uma visão aprofundada da trajetória do Brasil na implementação do mercado de carbono, contextualizando a evolução de políticas ambientais e energéticas no país. Esse capítulo examina os principais marcos legais, como o Protocolo de Kyoto, a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o programa RenovaBio, e explora a complexa relação entre o mercado de carbono e o setor de energia renovável, destacando os desafios e oportunidades que permeiam essa interação. A seguir, o capítulo de Análise Empírica foca na avaliação prática da situação brasileira, investigando se as políticas implementadas têm de fato conduzido ao avanço esperado em termos de mitigação das mudanças climáticas e de incentivo ao uso de energias renováveis. Por fim, o capítulo de Considerações Finais fornece uma análise crítica dos principais resultados obtidos, ponderando sobre a eficácia das políticas de carbono no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo são discutidos alguns conceitos fundamentais no que diz respeito a linha de estudo da problemática previamente evidenciada. Para isso, o referencial teórico explora inicialmente o conceito de desenvolvimento sustentável, destacando a necessidade de alinhar o crescimento econômico com a preservação ambiental. Em seguida, aborda o conceito de externalidades, que ajuda a explicar os efeitos colaterais das atividades econômicas sobre o meio ambiente e a necessidade de políticas corretivas. Após isso, são fundamentadas as políticas públicas, destacando a importância delas na busca pelas metas de sustentabilidade traçadas. O ciclo de políticas públicas é então discutido, fornecendo uma compreensão de como as políticas são formuladas, implementadas e avaliadas no contexto da promoção de práticas sustentáveis.

2.1 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O conceito de desenvolvimento sustentável surgiu como uma resposta aos impactos negativos do modelo de desenvolvimento tradicional, que se baseia principalmente na exploração intensiva dos recursos naturais e na priorização do crescimento econômico a qualquer custo. Segundo Barbosa (2008), o desafio do desenvolvimento sustentável reside na necessidade de conciliar o crescimento econômico com a proteção ambiental e a equidade social, garantindo que as necessidades das gerações presentes sejam atendidas sem comprometer a capacidade das futuras gerações de satisfazerem as suas próprias necessidades.

Na perspectiva de Romeiro (2012), o desenvolvimento sustentável é uma abordagem que enfatiza uma perspectiva econômico-ecológica, sugerindo que a sustentabilidade deve ser vista como uma relação equilibrada entre os sistemas econômicos, sociais e naturais. Esse equilíbrio é fundamental para garantir que o uso dos recursos naturais seja mantido dentro dos limites de regeneração do planeta. Romeiro também destaca a necessidade de mudanças estruturais na economia, como a transição para sistemas produtivos mais eficientes e menos dependentes de recursos não renováveis.

Sachs (2004) p. 151, amplia o conceito de desenvolvimento sustentável ao introduzir a ideia de um desenvolvimento que seja ao mesmo tempo "inclusivo, sustentável e sustentado." Para Sachs, um desenvolvimento inclusivo deve incorporar todas as dimensões sociais, garantindo a participação de todos os

segmentos da sociedade. Já um desenvolvimento sustentável deve considerar a capacidade de suporte dos ecossistemas, evitando a sua degradação. Finalmente, um desenvolvimento sustentado implica a continuidade dos processos de desenvolvimento ao longo do tempo, sem retrocessos.

De Carvalho *et. al.* (2015) ressalta que, apesar do avanço na compreensão teórica do desenvolvimento sustentável, há uma tensão contínua entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade. Eles argumentam que o modelo econômico predominante ainda promove um crescimento que tende a exacerbar as desigualdades sociais e a exploração dos recursos naturais. Para os autores, a verdadeira sustentabilidade requer uma redefinição dos objetivos econômicos, priorizando o bem-estar humano e a proteção ambiental em vez do crescimento econômico desenfreado.

Em função disso, o desenvolvimento sustentável enfrenta diversos desafios e dilemas. Um dos principais dilemas é como promover um crescimento econômico que seja ecologicamente equilibrado e socialmente inclusivo. Na prática, a busca por esse equilíbrio é frequentemente dificultada por interesses econômicos e políticos que favorecem a continuidade de práticas insustentáveis. A implementação efetiva de práticas sustentáveis exige uma mudança de paradigma, onde políticas públicas desempenham um papel crucial. Políticas que incentivem o uso de tecnologias limpas, a conservação dos recursos naturais e a redução das desigualdades sociais são essenciais para criar um modelo de desenvolvimento que respeite os limites planetários.

Em suma, o desenvolvimento sustentável, demanda mudanças profundas nas estruturas econômicas, sociais e políticas, com ênfase na necessidade de políticas públicas que promovam um equilíbrio entre desenvolvimento e sustentabilidade. Apenas com a integração dessas dimensões será possível alcançar um desenvolvimento que seja verdadeiramente sustentável, capaz de assegurar a qualidade de vida das gerações presentes e futuras.

2.2 EXTERNALIDADES

Externalidades são efeitos colaterais das atividades econômicas que impactam terceiros não envolvidos diretamente na transação, podendo ser positivas ou negativas. No contexto ambiental, as externalidades negativas, como a poluição e a degradação dos recursos naturais, representam um dos principais desafios para a

sustentabilidade econômica. Segundo Salles e Matias (2022), o conceito de externalidade ganhou destaque na economia ambiental ao abordar os custos sociais das atividades econômicas, que não são refletidos nos preços de mercado, levando a alocações ineficientes de recursos.

A abordagem tradicional das externalidades é creditada a Arthur Pigou, que propôs a intervenção do governo por meio de impostos e subsídios como uma solução para os problemas causados pelas externalidades. Pigou sugeriu que, ao taxar atividades que causam externalidades negativas, como a poluição, seria possível internalizar os custos sociais dessas atividades. Isso, segundo ele, levaria os agentes econômicos a considerar os impactos de suas ações sobre o bem-estar social, promovendo um nível de produção e consumo mais eficiente (Salles e Matias, 2022). Essa ideia é conhecida como imposto pigouviano e serve como base para muitas políticas ambientais modernas, incluindo a taxaço de carbono.

No entanto, a teoria de Pigou foi criticada por sua abordagem intervencionista. Ronald Coase, em seu trabalho seminal "The Problem of Social Cost" (1960), apresentou uma alternativa ao argumentar que, em um mundo com direitos de propriedade bem definidos e custos de transação baixos, as partes afetadas por uma externalidade poderiam negociar entre si para chegar a uma solução eficiente, independentemente de quem detenha os direitos iniciais. Essa ideia ficou conhecida como o Teorema de Coase, que sugere que, sob certas condições, o mercado pode resolver as externalidades de forma eficiente sem a necessidade de intervenção governamental direta.

Salles e Matias (2022) destacam que, enquanto Pigou vê o Estado como um agente central na correção das externalidades, Coase enfatiza a importância das negociações privadas e dos direitos de propriedade claros. No entanto, eles também apontam que a aplicação prática do Teorema de Coase é limitada. Em situações onde os custos de transação são elevados, como ocorre frequentemente em questões ambientais que envolvem múltiplos agentes e externalidades difusas, a negociação privada pode ser inviável. Nessas circunstâncias, a intervenção do governo, por meio de regulamentações ou instrumentos econômicos, torna-se essencial.

Marta (1999) contribui com uma revisão crítica dessas teorias, apontando que, enquanto a solução pigouviana de impostos e subsídios é útil, ela enfrenta desafios práticos, como a determinação do nível adequado de taxaço e a possibilidade de impactos regressivos sobre a população. Além disso, ele destaca que a aplicação do

Teorema de Coase requer mercados perfeitos e informações completas, condições raramente presentes no mundo real, especialmente no contexto das externalidades ambientais.

Gruber (2005) reforça a importância das intervenções públicas quando as externalidades estão presentes, afirmando que a falha do mercado em internalizar os custos sociais justifica a ação do governo. Ele argumenta que instrumentos como impostos, subsídios e regulamentações são necessários para corrigir essas falhas. No caso das externalidades ambientais, como as emissões de gases de efeito estufa, os impostos sobre o carbono ou os sistemas de comércio de emissões são exemplos de políticas destinadas a alinhar os incentivos privados com o bem-estar social, incentivando a redução das atividades poluentes.

No contexto da economia ambiental, a análise de Coase sobre os custos sociais e os direitos de propriedade revela a importância de definir claramente os direitos sobre os recursos naturais e os espaços ambientais. O mercado de carbono é um exemplo da aplicação dessas ideias, onde os créditos de carbono representam direitos negociáveis para emitir uma quantidade específica de CO₂. Ao estabelecer um mercado em que esses direitos podem ser comprados e vendidos, cria-se um incentivo econômico para reduzir as emissões, alinhando os interesses privados com os objetivos ambientais.

Tendo em vista isso, as teorias de Pigou e Coase oferecem perspectivas distintas sobre como abordar as externalidades. A teoria pigouviana, com seu enfoque na intervenção governamental, sugere que os impostos e subsídios são essenciais para internalizar os custos sociais das atividades econômicas. Em contraste, o Teorema de Coase propõe que, sob certas condições, as negociações privadas podem resolver eficientemente os problemas das externalidades. No entanto, como destacado por Marta (1999) e Gruber (2005), a complexidade das questões ambientais e a presença de altos custos de transação muitas vezes requerem uma combinação dessas abordagens. Essa compreensão teórica é fundamental para discutir mecanismos como o mercado de carbono, que busca mitigar os impactos negativos das atividades econômicas, incentivando práticas mais sustentáveis.

2.3 POLÍTICAS PÚBLICAS

Esta seção aborda as teorias e práticas que sustentam a formulação, implementação e avaliação de políticas voltadas para o desenvolvimento sustentável

e a gestão ambiental. No contexto das transformações globais, as políticas públicas tornam-se um instrumento crucial para que o Estado regule e medie o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e a preservação dos recursos naturais, buscando garantir um modelo de crescimento que não comprometa as gerações futuras.

Cavalcanti (2001) aborda as interações entre políticas públicas e sustentabilidade, destacando que a responsabilidade do Estado está na criação de um arcabouço regulatório que, por meio de incentivos, regulamentações e fiscalizações, possibilite o crescimento econômico com respeito ao meio ambiente. Para que o desenvolvimento sustentável seja efetivo, é preciso considerar as relações complexas entre produção econômica, uso de recursos naturais e conservação ambiental, sempre tendo em vista os direitos e necessidades da sociedade.

No contexto brasileiro, Gomes e Ferreira (2018) discutem o papel das políticas públicas na promoção dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), destacando que a integração das dimensões econômica, social e ambiental é um desafio significativo. Eles mostram como as políticas públicas desempenham um papel vital na implementação das metas dos ODS, auxiliando na criação de ambientes regulatórios propícios ao desenvolvimento sustentável, por meio de ações coordenadas entre governo, setor privado e sociedade civil.

A obra de Da Silva e De Lima (2010) traz à tona a relevância dos indicadores na formulação de políticas públicas voltadas para a sustentabilidade. Esses indicadores servem como ferramentas para mensurar a eficácia das políticas, permitindo o monitoramento contínuo das ações e ajudando os formuladores de políticas a ajustar suas estratégias com base em evidências concretas. Indicadores como emissões de gases de efeito estufa, qualidade do ar e uso de recursos renováveis são fundamentais para garantir que os objetivos de sustentabilidade estejam sendo alcançados.

Por fim, Jannuzzi e Carlo (2018) fazem uma análise crítica da evolução das políticas públicas no contexto do desenvolvimento sustentável, destacando a transição da Agenda de Desenvolvimento do Milênio para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Eles discutem os desafios que surgem ao planejar e implementar políticas públicas em um cenário global cada vez mais complexo e interconectado, onde as ações devem ser coordenadas em múltiplas frentes para enfrentar questões como mudanças climáticas, e a degradação ambiental.

Isto posto, esta seção proporciona uma base sólida para a subsequente discussão sobre o ciclo de políticas públicas. A compreensão dos processos de formulação, implementação e avaliação dessas políticas é essencial para garantir a eficácia de ações sustentáveis, como a criação de mercados de carbono e a implementação das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), que visam mitigar os impactos ambientais e promover uma economia de baixo carbono.

2.4 CICLO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

O ciclo de políticas públicas é uma ferramenta analítica fundamental para a compreensão dos processos que envolvem a formulação, implementação e avaliação de políticas governamentais. Essa abordagem permite identificar as fases distintas pelas quais uma política pública passa e, assim, analisar de maneira mais clara os elementos que influenciam suas mudanças e adaptações ao longo do tempo. De acordo com Raeder (2014), o ciclo de políticas públicas pode ser dividido em quatro fases principais: formulação, implementação, monitoramento e avaliação. Esses estágios estão interconectados e funcionam como uma abordagem sistemática para entender como políticas são criadas e ajustadas, especialmente no contexto de mudanças políticas, sociais e econômicas.

A formulação é a primeira etapa do ciclo e envolve o processo de identificar problemas que necessitam de intervenção estatal e elaborar alternativas de solução. Segundo Raeder (2014), essa fase inclui a definição de prioridades e a análise das opções disponíveis, sendo influenciada por diversos atores, incluindo governos, especialistas, sociedade civil e o setor privado. No caso das políticas ambientais e climáticas, como as Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), essa fase é crucial para estabelecer os objetivos nacionais e internacionais em termos de redução de emissões de gases de efeito estufa e transição para uma economia de baixo carbono.

A implementação é o estágio em que as decisões tomadas na fase de formulação são colocadas em prática. De acordo com De Matos Pinto (2008), essa fase pode apresentar desafios significativos, como a necessidade de mobilização de recursos, coordenação entre diferentes níveis de governo e adequação das medidas propostas à realidade local. A implementação de políticas ambientais no Brasil, por exemplo, enfrenta obstáculos relacionados à falta de infraestrutura, resistência política e pressão de setores econômicos. A dinâmica de mudanças ao longo do processo de

implementação é comum e reflete a flexibilidade do ciclo de políticas públicas para ajustar as ações com base em novos dados ou em dificuldades imprevistas.

O monitoramento é a etapa em que os resultados da implementação são acompanhados e medidos para avaliar o progresso em relação aos objetivos estabelecidos. Segundo Secchi (2014), essa fase é essencial para identificar desvios ou falhas nas políticas e garantir que elas estejam no caminho certo. O monitoramento envolve a coleta e análise de dados e pode ser feito tanto por órgãos governamentais quanto por entidades independentes. No contexto das NDCs e do mercado de carbono, o monitoramento das emissões e dos créditos de carbono é fundamental para garantir a eficácia das políticas de mitigação climática e para cumprir os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

A avaliação é o estágio final do ciclo de políticas públicas, no qual os resultados são analisados para determinar se os objetivos foram atingidos e se a política foi eficiente. De acordo com Souza (2007), essa fase inclui a análise dos impactos econômicos, sociais e ambientais da política e pode levar à sua reformulação ou à criação de novas iniciativas. A avaliação das políticas públicas no Brasil tem ganhado destaque, especialmente no que tange à área ambiental, onde a revisão das NDCs e o desempenho do mercado de carbono são fundamentais para ajustar as estratégias de combate às mudanças climáticas.

No Brasil, a abordagem do ciclo de políticas públicas tem sido aplicada para lidar com os desafios da implementação de políticas ambientais e climáticas. Souza (2007) ressalta que, embora o país tenha avançado na criação de instrumentos como o mercado de carbono e as metas das NDCs, há lacunas no monitoramento e na avaliação dessas políticas, o que compromete sua eficácia a longo prazo. O ciclo de políticas oferece uma estrutura que permite identificar essas falhas e ajustar as estratégias de maneira mais eficiente, garantindo que o país possa cumprir seus compromissos com a sustentabilidade e a transição para uma economia de baixo carbono.

Assim, o ciclo de políticas públicas se mostra uma ferramenta analítica valiosa para compreender e melhorar a formulação e implementação de políticas ambientais no Brasil. Ele permite uma análise contínua e adaptativa, essencial para enfrentar os desafios de sustentabilidade e promover um desenvolvimento econômico que esteja em consonância com os objetivos globais de mitigação climática.

3 O CASO BRASILEIRO

O presente capítulo aborda a trajetória do Brasil na implementação de políticas públicas voltadas para o mercado de carbono e o setor de energias renováveis, com ênfase nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs). Como signatário de acordos internacionais relevantes, como o Protocolo de Kyoto em 1997 e o Acordo de Paris em 2015, o Brasil tem buscado alinhar seu desenvolvimento econômico com a mitigação das mudanças climáticas, um esforço central para o cumprimento das metas de redução de emissões de gases de efeito estufa. Nesse cenário, o conceito de desenvolvimento sustentável, como destacado por Sachs (2004), desempenha um papel fundamental, ao equilibrar crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental. A política climática brasileira foi estruturada com base em instrumentos como a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) de 2009 e o programa RenovaBio de 2017, ambos projetados para fortalecer a participação das energias renováveis na matriz energética e reduzir as emissões de carbono.

Assim sendo, esses marcos, refletem a aplicação do ciclo de políticas públicas, conforme proposto por autores como Raeder (2014) e Secchi (2014), que envolve fases de formulação, implementação, monitoramento e avaliação, garantindo a continuidade e a eficácia das políticas ambientais. Outro ponto relevante é a resposta do mercado às políticas de crédito de carbono e energias renováveis, destacando-se a importância de internalizar as externalidades ambientais. A abordagem de Pigou e Coase, discutida por Salles e Matias (2022), fornece uma base teórica para entender como os instrumentos de mercado, como o crédito de carbono, podem corrigir falhas de mercado e promover o uso de energias limpas. Desse modo, este capítulo estabelece uma linha do tempo das principais ações políticas e econômicas relacionadas às NDCs e ao mercado de carbono no Brasil, conectando-as aos conceitos teóricos de desenvolvimento sustentável, externalidades e ciclo de políticas públicas discutidos nos capítulos anteriores.

3.1 PROTOCOLO DE KYOTO

O Protocolo de Kyoto, assinado em 1997 e ratificado pelo Brasil em 2002, foi um divisor de águas na luta global contra as mudanças climáticas, estabelecendo metas concretas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) para os países desenvolvidos, também conhecidos como países do Anexo I. Esses países,

responsáveis historicamente por grande parte das emissões, foram obrigados a cumprir metas ambiciosas de redução, de acordo com seus níveis de industrialização e responsabilidade histórica sobre o aumento das concentrações de GEE na atmosfera. O Brasil, classificado como país em desenvolvimento, não foi inicialmente obrigado a cumprir essas metas rígidas de redução, mas sua participação no Protocolo foi crucial, especialmente por meio de sua contribuição no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), uma ferramenta inovadora que visava mitigar as mudanças climáticas de maneira colaborativa e economicamente viável (GODOY, 2010).

O MDL permitiu que países em desenvolvimento, como o Brasil, implementassem projetos de redução de emissões que poderiam gerar créditos de carbono. Esses créditos, formalmente conhecidos como Reduções Certificadas de Emissões (RCEs), poderiam ser adquiridos por países desenvolvidos como uma forma de compensar suas próprias emissões de GEE, cumprindo assim suas metas sob o Protocolo de Kyoto. Para o Brasil, o MDL foi uma oportunidade estratégica de conciliar desenvolvimento econômico e ambiental, permitindo ao país captar investimentos externos e fomentar projetos de energias renováveis, manejo de resíduos e reflorestamento. Conforme Andrade e Costa (2008) discutem, a postura do Brasil no cenário internacional, durante e após a assinatura do Protocolo de Kyoto, foi de vanguarda, adotando medidas que promoveram governança ambiental eficaz e impulsionaram o país a ser um dos maiores fornecedores de créditos de carbono do mundo.

Um dos setores mais destacados nesse contexto foi o setor energético brasileiro, com a utilização da biomassa da cana-de-açúcar como uma das principais fontes renováveis de energia. A biomassa, amplamente disponível devido à produção extensiva de cana no Brasil, passou a ser utilizada para gerar energia elétrica, contribuindo para a diversificação da matriz energética nacional. Conforme exposto por Meneguello e Castro (2007), o uso da biomassa na geração de eletricidade não apenas contribuiu significativamente para a redução das emissões de carbono, como também trouxe inúmeros benefícios socioeconômicos. A geração de energia a partir da biomassa criou novas oportunidades de emprego no setor rural e industrial, além de fortalecer as economias locais em regiões tradicionalmente agrícolas, gerando externalidades positivas. Entre essas externalidades, destacam-se a redução da

dependência de fontes fósseis de energia e o incentivo ao uso de tecnologias limpas, fundamentais para a promoção do desenvolvimento sustentável.

A participação ativa do Brasil no MDL foi também respaldada pelas teorias de Pigou e Coase sobre externalidades, que fornecem a base teórica para entender como o mercado de carbono promove a internalização das externalidades negativas associadas às emissões de GEE. De acordo com a abordagem de Pigou, externalidades negativas, como a poluição, deveriam ser taxadas para que seus custos sociais fossem internalizados. Já a teoria de Coase propõe que, se houver direitos de propriedade bem definidos e as partes puderem negociar sem custos elevados, o mercado poderá resolver o problema das externalidades de forma eficiente. No contexto do Protocolo de Kyoto, o crédito de carbono funcionou como um mecanismo de precificação, permitindo que os emissores de GEE internalizassem os custos ambientais de suas atividades, ao mesmo tempo que incentivavam a adoção de tecnologias menos poluentes. Conforme Salles e Matias (2022) afirmam, esse mercado criou um ambiente propício para o desenvolvimento de um ciclo econômico que favorece tanto o meio ambiente quanto a economia.

O mercado de carbono, nesse sentido, foi uma ferramenta fundamental para transformar a poluição em uma oportunidade econômica. Ao permitir a comercialização de créditos de carbono, o Brasil não apenas se beneficiou economicamente, mas também desempenhou um papel significativo na promoção de um modelo de crescimento mais sustentável. Projetos de energia renovável, como aqueles relacionados à biomassa da cana-de-açúcar, ajudaram a reduzir as emissões de GEE, ao mesmo tempo que fortaleciam as economias locais e geravam empregos verdes (Meneguello e Castro, 2007). Esse alinhamento entre objetivos econômicos e ambientais exemplifica como a internalização de externalidades pode criar benefícios mútuos para as partes envolvidas, promovendo um desenvolvimento sustentável integrado.

Assim, a participação do Brasil no Protocolo de Kyoto, particularmente por meio do MDL, não só promoveu a transição para uma economia de baixo carbono, mas também proporcionou uma plataforma para o país adotar um papel de liderança em questões ambientais globais. O incentivo à sustentabilidade, a diversificação da matriz energética e o fortalecimento das economias locais são exemplos claros das externalidades positivas que surgem da implementação eficaz de políticas climáticas. O Brasil demonstrou que é possível alinhar crescimento econômico com preservação

ambiental, estabelecendo um precedente para futuras iniciativas em prol do desenvolvimento sustentável e da mitigação das mudanças climáticas (Diniz, 1998).

3.2 POLÍTICA NACIONAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei n. 12.187/2009, representa um dos marcos mais significativos da trajetória brasileira no combate às mudanças climáticas. O Brasil, embora não tivesse obrigações formais de redução de emissões sob o Protocolo de Kyoto, desempenhou um papel proativo ao consolidar uma estratégia nacional focada em alinhar o crescimento econômico com a preservação ambiental. A criação da PNMC está intimamente ligada ao reconhecimento da gravidade das mudanças climáticas e à necessidade de uma política nacional robusta que oferecesse diretrizes claras para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e promovesse a adaptação aos impactos das mudanças climáticas. A principal meta voluntária da PNMC era reduzir entre 36,1% e 38,9% das emissões projetadas para 2020, uma medida que, apesar de não ser mandatária, refletia o compromisso do Brasil com a governança climática global e com o desenvolvimento sustentável (Da Motta, 2011).

A formulação da PNMC insere-se no ciclo de políticas públicas, que, conforme descrito por Secchi (2014), envolve as fases de formulação, implementação, monitoramento e avaliação. Na fase de formulação, o governo brasileiro, com base nos debates internacionais e em sua percepção dos riscos climáticos, desenvolveu uma estratégia que incluía metas voluntárias, planos de mitigação setorial e a criação de instrumentos para promover a adaptação. Segundo Bichara e Lima (2012), essa fase foi caracterizada pela construção de um arcabouço legal que buscava integrar diferentes níveis de governo (federal, estadual e municipal), setores produtivos e a sociedade civil em um esforço conjunto para enfrentar o desafio climático. Essa abordagem reflete uma resposta estratégica a uma demanda crescente por políticas que conciliem as necessidades de desenvolvimento econômico com a proteção ambiental.

A abordagem integrada da PNMC entre política ambiental e desenvolvimento econômico destaca-se como um dos seus principais trunfos. O Brasil, possuindo uma das matrizes energéticas mais limpas do mundo, devido à predominância de hidrelétricas e ao uso de biomassa, já tinha uma base sólida para avançar em políticas de baixo carbono. Nesse contexto, a PNMC visava não apenas promover a redução

das emissões, mas também fortalecer a competitividade nacional por meio da inovação tecnológica e do incentivo ao uso de energias renováveis. Da Motta (2011) explica que a política estabeleceu uma série de mecanismos de mercado, como o mercado de carbono, que permitiram o desenvolvimento de projetos de mitigação e adaptação climática. Isso estimulou o investimento em tecnologias limpas, como as energias solar e eólica, fortalecendo a transição para uma economia de baixo carbono. A PNMC, portanto, não só promoveu uma evolução nas políticas ambientais, como também impulsionou o desenvolvimento econômico, mostrando que os dois objetivos são complementares e interdependentes.

A governança climática desempenha um papel fundamental na eficácia da PNMC. A política criou uma estrutura institucional que buscava coordenar as ações entre os diferentes níveis de governo e setores da economia, envolvendo uma série de instrumentos voltados para a mitigação e adaptação. Entre os principais mecanismos instituídos pela PNMC, destacam-se o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima e os Planos Setoriais de Mitigação, focados em áreas como agricultura, energia, transportes e indústria, conforme detalhado por Da Motta (2011). Esses planos foram desenvolvidos para reduzir as vulnerabilidades dos setores e aumentar a resiliência às mudanças climáticas. Contudo, Santos (2021) ressalta que, apesar da estrutura avançada, a efetividade desses instrumentos tem sido questionada, especialmente no que tange à implementação prática das medidas de mitigação e adaptação, e à capacidade do Brasil de cumprir suas metas de redução de emissões de forma sustentável. O que é imperativamente característico do processo ciclo das política públicos, porque em virtude da sua dinâmica cíclica característica, a qual foi exposta no capítulo anterior, as medidas adotadas estão sempre em movimento, evoluindo e sendo moldadas em conformidade as necessidades empíricas de cada caso (Raeder, 2014).

Outro aspecto essencial da PNMC é seu papel na promoção do desenvolvimento sustentável. O Brasil, devido à sua vasta biodiversidade e recursos naturais, sempre esteve no centro das discussões sobre desenvolvimento sustentável. A PNMC, ao fomentar o uso de energias renováveis e tecnologias limpas, alinhou-se aos princípios de crescimento econômico sustentável, promovendo a preservação ambiental e a justiça social. O uso de biomassa, particularmente da cana-de-açúcar, e o incentivo às energias solar e eólica consolidaram o país como um líder global no uso de fontes de energia renováveis. A política reforçou a necessidade de modernizar

e expandir a matriz energética, ao mesmo tempo em que impulsionou a criação de empregos verdes e o fortalecimento das economias locais, gerando externalidades positivas que beneficiam tanto o meio ambiente quanto a economia (De Oliveira *et al.*, 2014).

A internalização das externalidades negativas das emissões de GEE é um conceito central na análise da PNMC. De acordo com Salles e Matias (2022), o mercado de carbono implementado no Brasil a partir da PNMC permitiu que os custos ambientais das emissões fossem incorporados ao preço das atividades econômicas, incentivando práticas mais sustentáveis. Esse mecanismo de precificação das emissões cria incentivos econômicos para que empresas e setores invistam em tecnologias limpas, reduzam suas pegadas de carbono e contribuam para a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas. As externalidades positivas geradas por essa abordagem incluem a redução da dependência de combustíveis fósseis, a promoção de inovações tecnológicas no setor de energia e a criação de um ambiente propício para a transição para uma economia verde.

Em síntese, a Política Nacional sobre Mudança do Clima representa um marco significativo na política ambiental brasileira, estabelecendo uma base sólida para a transição para uma economia de baixo carbono. A política reflete a integração entre os objetivos de crescimento econômico e preservação ambiental, promovendo o desenvolvimento sustentável por meio da mitigação das emissões e da adaptação aos impactos climáticos. Ao criar metas voluntárias de redução de emissões e estabelecer um modelo de governança climática robusto, o Brasil colocou-se na vanguarda das discussões globais sobre mudanças climáticas. A PNMC é um exemplo de como as dinâmicas do ciclo de políticas públicas podem ser aplicadas em questões ambientais complexas, com um enfoque na formulação de políticas que buscam equilibrar o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente, gerando externalidades positivas que beneficiam a sociedade e o planeta (Santos, 2021).

3.3 ACORDO DE PARIS E O COMPROMISSO COM AS NDCS

O Acordo de Paris, assinado em 2015, é um marco fundamental na luta global contra as mudanças climáticas, estabelecendo como principal objetivo manter o aumento da temperatura global bem abaixo de 2°C em comparação com os níveis pré-industriais, com esforços adicionais para limitar esse aumento a 1,5°C. Como

exposto por Secaf (2016), para alcançar essa meta, os países signatários concordaram em apresentar Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), compromissos de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) que são revisados periodicamente para aumentar a ambição ao longo do tempo. O Brasil, ao se juntar ao acordo, estabeleceu metas ambiciosas e voluntárias de redução de emissões, comprometendo-se a cortar 37% das emissões até 2025 e 43% até 2030, em relação aos níveis de 2005.

Como aponta Nunes (2022), a assinatura do Acordo de Paris foi crucial para o Brasil, pois formalizou seu compromisso com um futuro de baixo carbono, colocando o país em sintonia com os esforços internacionais para conter o aquecimento global. Além disso, o Brasil, com suas metas robustas, se posiciona como um ator relevante no cenário global de mitigação de GEE, aproveitando suas vantagens naturais e estruturais, como a vasta cobertura florestal, especialmente a Amazônia, que é um importante sumidouro de carbono, e a matriz energética predominantemente limpa, com uma alta participação de fontes renováveis, como as hidrelétricas.

O Brasil desempenha um papel central nos esforços globais de mitigação, não apenas por causa de seus recursos naturais, mas também devido à sua responsabilidade em combater o desmatamento e a degradação ambiental, que contribuem significativamente para as emissões de GEE. A proteção da Amazônia é vital não só para o Brasil, mas para o planeta, já que ela desempenha um papel fundamental na regulação do clima global. No entanto, apesar de ter uma matriz energética relativamente limpa, o Brasil enfrenta desafios em equilibrar a expansão econômica com a preservação ambiental, especialmente em setores como o agronegócio e a mineração, que são cruciais para sua economia, mas também geram pressões sobre os recursos naturais (Nunes, 2022).

A adesão do Brasil ao Acordo de Paris, conforme Peixer (2019), também fortalece seu compromisso com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), principalmente com o ODS 13, que trata da ação contra a mudança global do clima. No entanto, o impacto do acordo se estende a outros ODS, como o ODS 7, que busca garantir o acesso à energia acessível, confiável, sustentável e moderna para todos. O Brasil tem um grande potencial para expandir o uso de energias renováveis, como solar e eólica, o que não só contribui para a mitigação das emissões de GEE, mas também promove o desenvolvimento de uma infraestrutura energética mais resiliente e inclusiva.

O compromisso com o ODS 12, que trata de padrões de consumo e produção sustentáveis, é igualmente relevante, uma vez que a redução das emissões de GEE exige uma transformação nos padrões de produção e consumo Seixas (2020). No Brasil, isso inclui o uso mais eficiente de recursos naturais, a adoção de tecnologias limpas na indústria e na agricultura, e a promoção de cadeias de produção mais sustentáveis. A integração dessas agendas, é crucial para garantir que o crescimento econômico não venha às custas do meio ambiente, mas sim em harmonia com ele.

Embora as metas do Brasil sejam ambiciosas, a implementação das NDCs enfrenta desafios significativos, como apontam Peixer *et al.* (2019). A governança ambiental brasileira tem sido marcada por dificuldades na coordenação entre diferentes níveis de governo e na aplicação efetiva das leis ambientais. A falta de investimentos adequados e as tensões políticas sobre o controle do desmatamento complicam ainda mais a capacidade do país de atingir suas metas climáticas. No entanto, oportunidades também surgem com o fortalecimento de parcerias internacionais, que podem proporcionar financiamento para projetos de infraestrutura verde, e com o crescente interesse em energias renováveis e tecnologias sustentáveis. Dessarte, como é identificado por De Matos Pinto (2008) e Raeder (2014), as dificuldades vigentes durante a implementação da políticas, caracterizam a dinâmica do ciclo de políticas públicas, mantendo as medidas em constante evolução e sendo constantemente renovadas.

O papel do REDD+ (Redução de Emissões por Desmatamento e Degradação Florestal) é central na estratégia climática do Brasil, como discutido por Euler (2016). Ao promover a preservação das florestas, o Brasil não só reduz suas emissões, mas também pode se beneficiar de mecanismos de compensação financeira por meio de créditos de carbono. A implementação de projetos REDD+ oferece uma oportunidade de desenvolvimento sustentável para as comunidades locais, ao mesmo tempo em que contribui para a meta global de contenção das mudanças climáticas.

A governança ambiental é crucial para a implementação bem-sucedida das NDCs e para a integração dessas metas com os ODS, como observam Seixas *et al.* (2020). Embora o Brasil tenha feito progressos na construção de um sistema de governança que envolve diferentes níveis de governo, a sociedade civil e o setor privado, ainda há lacunas, especialmente na articulação intersetorial e na participação pública efetiva. Uma governança ambiental mais integrada e participativa será

essencial para garantir que as políticas climáticas sejam implementadas de maneira eficaz e que as metas do Acordo de Paris sejam alcançadas.

O papel das universidades e dos centros de pesquisa na formulação e implementação das políticas climáticas também é fundamental, como destacam Menezes e Minillo (2017). As universidades podem desempenhar um papel estratégico, oferecendo inovação tecnológica, formando profissionais capacitados e gerando o conhecimento necessário para a promoção de práticas sustentáveis. A pesquisa acadêmica pode apoiar diretamente a implementação das NDCs e dos ODS, ajudando a identificar soluções para os desafios climáticos e promovendo a disseminação de tecnologias e práticas sustentáveis em setores-chave da economia, como a agricultura, a energia e a gestão de resíduos.

Isto posto, é válido destacar que a adesão do Brasil ao Acordo de Paris e seu compromisso com as NDCs representam um marco no esforço do país para mitigar as mudanças climáticas e promover o desenvolvimento sustentável. No entanto, o cumprimento dessas metas depende de uma combinação de fatores, incluindo a capacidade de implementação das políticas, a melhoria da governança ambiental e o fortalecimento da integração entre as NDCs e os ODS. O Brasil tem um papel estratégico na luta global contra as mudanças climáticas, mas alcançar seus objetivos exigirá um esforço contínuo e coordenado em todas as esferas da sociedade (Seixas, 2022).

3.4 RENOVABIO

O lançamento do RenovaBio em 2017 representou um marco decisivo para a política energética e ambiental do Brasil, com o objetivo de promover uma maior participação dos biocombustíveis na matriz energética e contribuir para a descarbonização do setor. Criado no contexto da Política Nacional de Biocombustíveis, o RenovaBio visa alinhar o setor de biocombustíveis às metas de redução de emissões de gases de efeito estufa (GEE) assumidas pelo Brasil no Acordo de Paris. Um dos principais mecanismos implementados pelo programa é a geração de Créditos de Descarbonização (CBIOs), que quantificam e certificam a redução de emissões associada ao uso de biocombustíveis em comparação com combustíveis fósseis, promovendo uma integração direta com o mercado de carbono (Chandel, 2021).

O RenovaBio foi concebido para atender às metas de descarbonização estabelecidas pelo Brasil, criando um ambiente regulatório que não apenas incentiva a produção e o consumo de biocombustíveis, mas também estimula a inovação tecnológica no setor. Ao quantificar a redução de emissões por meio dos CBIOS, o programa oferece um incentivo financeiro direto para as empresas que adotam práticas mais sustentáveis, permitindo que estas possam comercializar seus créditos no mercado de carbono, como é apontado por Lazaro (2023). Isso cria uma correlação direta entre a produção de biocombustíveis e a remuneração pela redução de emissões, incentivando um ciclo virtuoso de inovação, produção limpa e redução de emissões.

No que diz respeito à reação do mercado às políticas públicas promovidas pelo RenovaBio, Ronquim Filho (2022) aponta que o programa gerou um impulso significativo no mercado de biocombustíveis, incentivando novos investimentos e inovações tecnológicas no setor de energia renovável. A previsibilidade e o incentivo econômico oferecidos pelos CBIOS contribuíram para aumentar a confiança de investidores, favorecendo a expansão da capacidade produtiva e estimulando a pesquisa e desenvolvimento em tecnologias mais eficientes, como a bioenergia de segunda geração e os processos de biorefinarias integradas. O aumento da competitividade do setor, em decorrência das políticas do RenovaBio, também reforçou o papel do Brasil como líder global em biocombustíveis, particularmente no que se refere à produção de etanol e biodiesel, e fomentou uma maior diversificação da matriz energética nacional.

O conceito de externalidades econômicas é central para entender o impacto do RenovaBio e do mercado de carbono. As externalidades, ou os efeitos colaterais não precificados de uma atividade econômica, muitas vezes geram distorções no mercado, especialmente no caso de combustíveis fósseis, cujos impactos ambientais negativos, como a poluição do ar e as emissões de GEE, não são diretamente refletidos nos preços de mercado, Salles e Matias (2022). O RenovaBio e o mercado de carbono atuam como mecanismos de internalização dessas externalidades, ao estabelecerem um preço para a emissão de carbono e incentivarem a adoção de combustíveis renováveis. A precificação das emissões, viabilizada pelos CBIOS, corrige essas distorções, promovendo uma alocação mais eficiente de recursos ao favorecer tecnologias e práticas que reduzem o impacto ambiental, enquanto penaliza a poluição.

Ao vincular diretamente o valor econômico aos benefícios ambientais, o RenovaBio não só cria uma oportunidade para a correção de falhas de mercado, mas também reforça o papel das políticas públicas na orientação de uma transição sustentável para uma economia de baixo carbono. Segundo Salina, De Almeida e Bittencourt (2020), o programa proporciona diversas oportunidades para o crescimento do mercado de biocombustíveis no Brasil, alinhando-se ao objetivo global de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e aumentar o uso de fontes renováveis de energia. As políticas de incentivo e regulação estabelecidas pelo RenovaBio permitem que o Brasil capitalize sua já existente infraestrutura de produção de biocombustíveis, ao mesmo tempo em que cria novas oportunidades para investimentos em bioenergia avançada, como a bioeletricidade e o uso de biomassa residual.

Grassi e Pereira (2019) destacam, por exemplo, o papel da cana-de-açúcar e da "energia-cana" como vetores importantes dentro do RenovaBio. A cana-de-açúcar tem um duplo papel no desenvolvimento de biocombustíveis no Brasil, fornecendo matéria-prima tanto para o etanol quanto para a bioeletricidade, um subproduto gerado a partir do bagaço da cana. O desenvolvimento dessa cadeia de valor, impulsionado pelo RenovaBio, fortalece a capacidade do Brasil de produzir bioenergia de forma sustentável, ao mesmo tempo em que gera benefícios econômicos e ambientais.

Chandel (2021) aprofunda a análise sobre o futuro das biorrefinarias de segunda geração no Brasil, destacando que as políticas do RenovaBio criam condições propícias para a adoção dessas tecnologias, que utilizam biomassa residual para produzir biocombustíveis e outros produtos bioquímicos. O desenvolvimento de biorrefinarias avançadas não só amplia a capacidade produtiva do setor de biocombustíveis, como também oferece uma solução para a gestão de resíduos agrícolas e industriais, contribuindo para uma economia mais circular e sustentável.

De modo geral, o RenovaBio representa uma política pública de grande relevância para o setor energético e ambiental no Brasil. Ao criar um sistema de incentivos baseado na precificação do carbono e no estímulo à produção de biocombustíveis, o programa contribui para a descarbonização da economia brasileira e fortalece a competitividade do país no mercado global de energia renovável. Além disso, a internalização das externalidades por meio dos CBIOS e do mercado de

carbono oferece uma solução econômica eficiente para enfrentar os desafios ambientais, ao mesmo tempo em que abre novas oportunidades para inovações tecnológicas e investimentos sustentáveis (Lazaro, 2023).

Portanto, com vista no exposto, é válido pontuar que a trajetória do Brasil na implementação de políticas públicas de crédito de carbono e energias renováveis reflete um compromisso crescente com a sustentabilidade e a mitigação das mudanças climáticas. Ao longo dos últimos anos, o país tem buscado integrar suas metas de desenvolvimento econômico às exigências ambientais, criando um ambiente propício para a transição para uma economia de baixo carbono. Como expõe De Carvalho *et. al.* (2020), as políticas implementadas não apenas visam reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas também fomentam inovações tecnológicas e atraem investimentos em setores renováveis, demonstrando uma interdependência entre as políticas ambientais e o desenvolvimento sustentável. Essa sinergia se traduz em respostas positivas do mercado, que, por sua vez, se tornam um catalisador para a eficácia das políticas públicas (Raeder 2014). Além disso, a consolidação de uma matriz energética diversificada e a criação de mecanismos de mercado, como os créditos de carbono, são passos significativos nesse sentido, destacando o papel do Brasil como um ator global na luta contra as mudanças climáticas.

Posto isso, o capítulo seguinte, o qual trata de uma análise empírica da situação brasileira, irá proporcionar uma compreensão mais profunda dos impactos e resultados dessas políticas na prática. Essa investigação permitirá compreender melhor não apenas a eficácia das iniciativas implementadas, mas também as dificuldades enfrentadas e as oportunidades emergentes no contexto da transição para uma economia mais sustentável. Ao conectar teoria e prática, é buscado elucidar como as políticas de crédito de carbono e de energias renováveis estão moldando o futuro do Brasil em um cenário global de crescente urgência climática e sustentabilidade ambiental.

4 ANÁLISE EMPÍRICA DA SITUAÇÃO BRASILEIRA

Este capítulo inicia com uma análise empírica detalhada, destacando a importância de se examinar criticamente as políticas climáticas e de energia renovável no Brasil. O objetivo principal é avaliar a eficácia dessas políticas, com ênfase no cumprimento das metas estabelecidas pelas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), e entender o impacto real dessas políticas na promoção de uma transição sustentável para energias renováveis. Ao longo deste capítulo, serão explorados tanto os avanços quanto os obstáculos encontrados na implementação dessas políticas.

A análise busca também identificar os desafios subjacentes e os pontos negativos que surgem na aplicação prática das políticas de crédito de carbono. Entre os principais aspectos críticos, destaca-se a insuficiência dos mecanismos implementados e seus altos custos, como apontado por diversos autores. Lora (2008), em sua tese, destaca o potencial de geração de créditos de carbono no setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo, mas também ressalta a necessidade de modernização para que os benefícios econômicos e ambientais se concretizem. Dos Santos e Blanco (2016) investigam a redução de gases de efeito estufa por meio de projetos de crédito de carbono no setor energético brasileiro, apontando os limites desses projetos frente às exigências do cenário energético global.

Além disso, a análise contempla a viabilidade econômica de algumas das principais iniciativas implementadas, como o uso do bagaço da cana-de-açúcar para obter créditos de carbono, conforme explorado por Soares de Araújo (2011). Embora o potencial econômico exista, os obstáculos para a adoção em larga escala continuam a ser um entrave. Dantas (2008) reforça esse ponto ao demonstrar o impacto dos créditos de carbono na rentabilidade da cogeração sucroalcooleira, sublinhando que, embora haja ganhos financeiros, esses são limitados pelas barreiras operacionais e pelo alto custo inicial dos projetos.

Outro aspecto essencial deste capítulo é a antecipação por parte dos atores sociais, sobretudo do setor privado, que têm adotado medidas proativas antes mesmo da obrigatoriedade legal. Esse comportamento evidencia a dinâmica entre a teoria e a prática das políticas públicas, algo que merece atenção. Conforme Reis Júnior (2012) argumenta, há uma crescente potencialidade no mercado de projetos de

crédito de carbono no Brasil, mas o desenvolvimento desse mercado está aquém do esperado devido à falta de incentivos estruturais e apoio governamental eficaz.

A justificativa para a análise empírica reside no fato de que é necessário compreender como essas políticas estão sendo aplicadas no Brasil, um país marcado por desigualdades sociais e econômicas. Enquanto alguns setores avançam na direção de uma economia mais sustentável, outras regiões, especialmente aquelas menos favorecidas, ainda não conseguiram superar as primeiras etapas do desenvolvimento energético. A análise também levará em consideração os impactos sociais negativos dessas políticas, principalmente em áreas que carecem de infraestrutura e financiamento adequado para implementar as mudanças necessárias.

Por fim, será explorado o contraste entre a propaganda governamental, que muitas vezes enaltece as políticas de crédito de carbono como uma solução para a crise climática, e as críticas fundamentadas de especialistas. Abreu *et al.* (2009) analisam a viabilidade técnica e econômica do uso de biogás de aterros sanitários como fonte de energia renovável, apontando que, embora a proposta seja interessante, os desafios técnicos e o alto custo limitam sua expansão. Da mesma forma, Dos Santos e Blanco (2016) indicam que as estimativas de geração de créditos de carbono a partir de fontes renováveis, como na Ilha de Marimarituba, esbarram em desafios estruturais que comprometem sua viabilidade em termos de impacto social e econômico.

Dessa forma, este capítulo visa não apenas analisar o impacto das políticas de crédito de carbono no Brasil, mas também apresentar uma visão crítica sobre os limites dessas políticas, utilizando amplamente as contribuições de autores renomados para fundamentar a análise.

4.1 ANTECIPAÇÃO DOS AGENTES

A antecipação dos atores privados e da sociedade civil no Brasil no contexto das políticas de crédito de carbono e energia renovável revela uma importante tendência de adoção voluntária e proativa de práticas sustentáveis. Esse movimento é percebido tanto em empresas quanto em organizações não governamentais (ONGs), que, visando a competitividade e a conformidade ambiental, têm implementado práticas sustentáveis antes mesmo da plena regulamentação por parte do governo (Salles, 2022). Essa seção examinará as razões, os benefícios e os impactos dessa antecipação, evidenciando como ela contribui para o fortalecimento

do setor de energias renováveis e para o desenvolvimento de um sistema de créditos de carbono mais robusto.

Marta (1999), em seu estudo sobre externalidades, fornece uma base teórica para compreender os efeitos positivos que essas ações voluntárias geram. De acordo com Marta, iniciativas antecipadas podem levar a benefícios que extrapolam os interesses imediatos das empresas, criando um ciclo de externalidades positivas que beneficiam não apenas o mercado, mas a sociedade e o meio ambiente como um todo. Por exemplo, a implementação antecipada de práticas de baixo carbono pode reduzir os custos de adaptação futura, tornando as empresas mais preparadas para futuras regulamentações ambientais e mais competitivas em um mercado global que valoriza a sustentabilidade.

A perspectiva de Gruber (2005) também é relevante para a discussão, pois ele argumenta que a expectativa de novas regulamentações ambientais tem o poder de induzir mudanças comportamentais no mercado. Para muitas empresas brasileiras, essa antecipação surge como uma estratégia para minimizar riscos e explorar oportunidades associadas à sustentabilidade. A adoção de medidas como a redução de emissões de gases de efeito estufa, o investimento em tecnologias limpas e o aumento da eficiência energética tornam-se assim componentes centrais para empresas que buscam se alinhar às futuras exigências do mercado de carbono.

Casos práticos de empresas brasileiras que estão implementando práticas sustentáveis reforçam essa tendência. Um exemplo é o setor sucroalcooleiro, onde algumas empresas vêm utilizando o bagaço da cana para a geração de energia renovável e para a obtenção de créditos de carbono, uma prática que atende não só às exigências futuras como também gera ganhos econômicos a curto prazo. Outro exemplo pode ser encontrado no setor de gestão de resíduos, onde empresas estão investindo em projetos de biogás para transformar resíduos sólidos em energia, como analisado por De Ávila (2013) e Abreu et al. (2009). Essas práticas representam um compromisso de longo prazo com a sustentabilidade e um passo em direção a uma economia de baixo carbono, essencial para o cumprimento das metas das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

Ademais, é importante ressaltar o impacto que essas ações voluntárias têm no setor de energias renováveis no Brasil. A antecipação de medidas ambientais tem promovido a criação de novos projetos e impulsionado a inovação, especialmente em áreas como energia solar, eólica e biomassa. A análise de Goulart e Alvim (2011)

destaca que a comercialização de créditos de carbono tem, de fato, incentivado o investimento no setor de energias renováveis, trazendo oportunidades econômicas significativas para empresas e investidores. Reis Júnior (2012) complementa essa visão ao demonstrar como o mercado de créditos de carbono possui um potencial de crescimento robusto no Brasil, especialmente se a adoção proativa de práticas sustentáveis continuar a ser promovida.

Não obstante o exposto, também é imperativo ressaltar a análise crítica de dos Santos e Blanco (2016), a qual, questiona a validade de algumas práticas sustentáveis ao apontar que a geração de créditos de carbono por meio de fontes renováveis pode, por vezes, ser um processo dispendioso e socialmente desigual. Esses autores argumentam que iniciativas de crédito de carbono em comunidades específicas, como em Marimarituba-Santarém-PA, apesar de terem o potencial de gerar energia limpa, nem sempre produzem os benefícios sociais amplamente anunciados. Esse caso ressalta um ponto importante: embora a antecipação seja uma estratégia promissora, ela não elimina as dificuldades estruturais, especialmente em regiões com menor acesso a tecnologias e financiamento adequado para a transição sustentável. Portanto, é importante reconhecer as limitações dessa abordagem. Como é demonstrado por Goulart e Alvim (2011), o mercado de carbono e a comercialização de créditos trazem oportunidades econômicas, mas também estão sujeitos a flutuações e desafios operacionais. Esses desafios podem ser exacerbados em contextos onde há desigualdade no acesso às tecnologias e aos recursos necessários, como ocorre em algumas regiões do Brasil, limitando o alcance das práticas de antecipação.

Assim, ao analisar o movimento de antecipação das empresas e da sociedade civil no Brasil, é observada uma resposta pragmática aos desafios e às oportunidades que o mercado de carbono representa. Essa postura antecipada não apenas reforça a competitividade das empresas em um contexto global cada vez mais ambientalmente exigente, mas também contribui para um desenvolvimento econômico mais sustentável, onde as externalidades positivas e a inovação tecnológica desempenham papéis fundamentais.

4.2 . PRIMEIRO PERÍODO DE AVALIAÇÃO DAS NDCS

No primeiro ciclo de monitoramento das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) do Brasil, observa-se uma resposta complexa e variada dos

atores sociais que, em alguns casos, se adiantaram à oficialização das políticas, adotando medidas voluntárias para redução de emissões e adaptação ao mercado de carbono. Atores como empresas do setor energético e organizações da sociedade civil, cientes das implicações de longo prazo da transição para uma economia de baixo carbono, anteciparam ações estratégicas, ainda que a formalização das diretrizes estivesse em progresso. Essa antecipação é coerente com a teoria do ciclo de políticas públicas, conforme proposto por Raeder (2014) e Secchi (2014), que enxerga a formulação de políticas como um processo cíclico e colaborativo entre o Estado e os *stakeholders*. Esse processo de formulação, implementação e ajustes contínuos permite que as políticas climáticas se adaptem a novos desafios, mantendo-se relevantes e eficazes ao longo do tempo.

O Brasil, ao estabelecer metas para 2020, propôs um compromisso ambicioso de reduzir emissões e aumentar a participação de energias renováveis em sua matriz energética. Dados analisados por Carvalho et al. (2020) e Siriwardana & Nong (2021) mostram avanços em certas áreas, como o crescimento do uso de fontes renováveis, especialmente eólica e solar. No entanto, o progresso ainda esbarra em desafios estruturais significativos. A redução de emissões de carbono, embora tenha avançado em alguns setores, é limitada pelo alto nível de emissões provenientes de transportes e atividades econômicas intensivas em carbono, refletindo uma matriz energética ainda parcialmente dependente de combustíveis fósseis.

Um dos principais desafios identificados reside na dificuldade de operacionalizar a transição em setores economicamente estratégicos, mas altamente emissores. Essa realidade coloca em evidência a necessidade de políticas de financiamento e infraestrutura que suportem a transição para energias renováveis e tecnologias de baixa emissão, áreas onde as metas, embora progressivas, permanecem ambiciosas e exigem mais suporte público e privado. Além disso, os indicadores utilizados para monitorar esses avanços, embora fundamentais, carecem de aprimoramento em termos de abrangência e precisão, o que, segundo Carvalho et al. (2020), prejudica a análise detalhada do progresso.

O monitoramento contínuo das NDCs e o ajuste progressivo das políticas públicas, segundo Raeder (2014) e Secchi (2014), oferecem uma estrutura resiliente para enfrentar as complexidades da implementação climática. O ciclo de políticas permite que os agentes responsáveis revisem periodicamente as metas, ajustem as abordagens e corrijam falhas na implementação, adaptando a política à medida que

surgem novas demandas ambientais e sociais. Esse sistema dinâmico não apenas sustenta a eficácia das políticas, mas também incorpora inovações e lições aprendidas ao longo do tempo, fomentando uma governança climática mais adaptativa. Essa abordagem cíclica se mostra especialmente relevante no Brasil, onde as mudanças no contexto econômico, os impactos de longo prazo das políticas climáticas e as restrições fiscais requerem flexibilidade e inovação.

A medição precisa e transparente da eficácia das políticas climáticas por meio de indicadores de sustentabilidade é central para a execução das NDCs, como argumenta Da Silva (2010). Esses indicadores oferecem uma base para monitorar o progresso, tornando o processo mais transparente e orientado a resultados. No entanto, conforme apontam Mehrotra & Benjamin (2022) e Wills et al. (2022), o modelo brasileiro de crédito de carbono enfrenta desafios críticos, incluindo custos elevados e barreiras de implementação que questionam sua eficácia. Embora o governo apresente um discurso otimista sobre os avanços, a realidade econômica e operacional revela limitações expressivas. Os custos elevados para implementação de políticas de crédito de carbono no Brasil são um fator limitante, especialmente quando se considera a necessidade de uma infraestrutura robusta para monitoramento e verificação. Muitos dos projetos em setores de alta emissão ainda carecem de suporte financeiro adequado, tornando a transição mais onerosa e menos acessível, particularmente para empresas menores ou segmentos econômicos menos capitalizados. Nesse sentido, os indicadores de sustentabilidade, embora essenciais, ainda apresentam limitações na captura da complexidade e dos desafios financeiros da implementação das NDCs.

As críticas oferecidas por diversos autores reforçam o descompasso entre as expectativas teóricas e as limitações práticas encontradas no Brasil. Nascimento Anater et al. (2016), ao analisar o setor energético, destacam que os projetos de redução de emissões, embora benéficos, ainda são insuficientes para abarcar a necessidade total de descarbonização do país. No setor sucroalcooleiro, conforme discutido por Dantas (2008), a rentabilidade das iniciativas de crédito de carbono e cogeração se limita às empresas com capacidade financeira para realizar investimentos substanciais, enquanto as demais enfrentam barreiras econômicas significativas.

Outros estudos, como o de Abreu et al. (2009), que avaliam a geração de energia a partir de biogás em aterros sanitários, indicam que, apesar da viabilidade

técnica desses projetos, os altos custos de implementação tornam-se obstáculos substanciais. De Ávila (2013) acrescenta que a comercialização de créditos de carbono em empresas florestais, embora promissora, envolve complexidades financeiras que dificultam sua ampla adoção. No panorama mais amplo, Goulart e Alvim (2011) destacam que a comercialização de créditos de carbono no Brasil enfrenta efeitos econômicos e sociais que vão além do benefício ambiental, apontando para a necessidade de uma análise mais ampla sobre o impacto socioeconômico dessas políticas.

Em síntese, o primeiro período de avaliação das NDCs no Brasil revela tanto o potencial das políticas climáticas nacionais quanto as lacunas significativas na sua implementação prática. A antecipação de medidas por parte dos atores sociais e o uso de uma estrutura de políticas cíclicas e adaptativas mostram-se essenciais para responder aos desafios da transição energética, embora as limitações estruturais e financeiras ainda representem um obstáculo considerável. A análise das NDCs sugere que o Brasil, enquanto realiza progressos, ainda precisa enfrentar desafios operacionais e ampliar o apoio institucional para que a política de créditos de carbono e de energia renovável alcance maior viabilidade e alcance, aproximando-se das metas definidas e das expectativas globais de mitigação climática.

4.3 ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DA POLÍTICA PÚBLICA

O desenvolvimento das políticas de créditos de carbono no Brasil tem se mostrado um campo fértil para a interação entre atores privados e sociais, que desempenham um papel crucial na implementação e na continuidade dessas iniciativas. A atuação proativa desses setores não apenas sugere um alinhamento com as metas climáticas nacionais, mas também indica um ciclo de políticas públicas que evolui em resposta às dinâmicas do mercado e à pressão social. Em acordo com Ronquim Filho (2022), o uso de mecanismos de mercado, como os Certificados de Recebíveis do Agronegócio (CBIOS), exemplifica como a inovação e o engajamento privado podem facilitar a transição para uma economia de baixo carbono, promovendo investimentos em práticas sustentáveis e tecnologias limpas.

Ao analisar criticamente a evolução da política de créditos de carbono no Brasil, observa-se que, embora os CBIOS tenham sido instituídos como um instrumento promissor, sua eficácia depende de uma série de fatores estruturais e contextuais. Esses mecanismos têm o potencial de gerar receitas significativas para

projetos de descarbonização e, ao mesmo tempo, proporcionar incentivos para que empresas e produtores rurais adotem práticas mais sustentáveis. Contudo, os desafios associados à sua implementação não podem ser ignorados. Questões de governança, financiamento e infraestrutura ainda são barreiras significativas. A fragmentação institucional e a falta de coordenação entre os diferentes níveis de governo e setores envolvidos dificultam a eficácia das políticas e a materialização de seus objetivos (Chandel, 2021).

Além disso, a expansão do mercado de carbono e das energias renováveis apresenta oportunidades significativas, especialmente em setores emergentes, como a tecnologia verde e a inovação energética. Esses setores, como apontam Salina, De Almeida e Bittencourt (2020), não apenas contribuem para a redução das emissões, mas também criam empregos e fomentam um novo paradigma econômico que pode ser vital para a recuperação econômica pós-pandemia. A interseção entre a política de créditos de carbono e a inovação tecnológica é um campo de oportunidades que deve ser explorado com mais rigor, especialmente considerando as necessidades de adaptação e mitigação diante das mudanças climáticas.

A utilização das teorias de externalidades e do ciclo de políticas públicas permite uma análise mais profunda dos impactos que essas políticas têm no mercado e na sociedade. O conceito de externalidades é fundamental para entender por que a regulamentação e a intervenção estatal são necessárias em setores que, de outra forma, não internalizariam os custos sociais e ambientais de suas atividades. Por outro lado, a teoria do ciclo de políticas públicas, conforme discutido por Raeder (2014) e Secchi (2014), sugere que a eficácia das políticas pode ser aprimorada através do monitoramento contínuo e da adaptação em resposta a novas evidências e desafios. Essa abordagem cíclica é essencial para garantir que as políticas climáticas brasileiras permaneçam relevantes e eficazes em um contexto global em constante mudança.

Ao concluir este capítulo, é imperativo refletir sobre a eficácia das políticas de créditos de carbono no Brasil. Embora existam avanços notáveis no cumprimento das metas das Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs), é crucial questionar se essas políticas estão, de fato, incentivando uma transição substancial para energias renováveis. Conforme aponta o estudo de Carvalho et al. (2020), o mercado já tem mostrado avanços significativos após a implicação das medidas em questão; por um lado, há um reconhecimento crescente da importância das energias

renováveis, mas, por outro lado, a implementação de políticas ainda é vista como lenta e, muitas vezes, insuficiente para provocar as mudanças necessárias. É vital comparar as propostas formuladas pelo governo e as realidades do mercado. Como inicialmente exposto por Abreu *et al.* (2009), e posteriormente por Dos Santos e Blanco (2016), é imperativo ressaltar as críticas em relação à eficácia das medidas adotadas, tal como a viabilidade de prática e financeira de sua aplicação, e à percepção do mercado sobre a viabilidade dessas mudanças. A resistência de setores estabelecidos, a falta de incentivos financeiros adequados e a desconfiança nas intenções governamentais podem levar a um clima de incerteza, dificultando a adoção ampla das novas políticas.

Finalmente, pode-se pontuar que as políticas de crédito de carbono têm o potencial de moldar o Brasil no cenário global de urgência climática. Elas oferecem uma estrutura para fomentar práticas sustentáveis e incentivar inovações necessárias para enfrentar as adversidades ambientais. Contudo, a relevância dessas políticas para o desenvolvimento sustentável depende de sua capacidade de responder aos desafios práticos e às críticas levantadas, alinhando-se aos interesses tanto sociais quanto empresariais. O sucesso dessa abordagem exige um compromisso coletivo de todos os atores envolvidos para garantir que as promessas climáticas se traduzam em ações concretas e eficazes. Assim, a jornada do Brasil rumo à sustentabilidade não é apenas uma questão de política pública, mas uma oportunidade de transformação social e econômica que pode redefinir seu papel no mundo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo final destina-se a sintetizar e refletir de maneira abrangente sobre os resultados obtidos ao longo da monografia, em especial quanto à análise das políticas públicas de crédito de carbono e energias renováveis no Brasil. Busca-se, aqui, avaliar a eficácia dessas políticas frente aos compromissos assumidos pelo país nas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) e seus desdobramentos para a transição a uma economia de baixo carbono, ancorada no desenvolvimento sustentável. Assim sendo, conferindo ao leitor uma compreensão mais ampla da relevância de uma implementação prática e contínua das políticas climáticas no Brasil, considerando a urgência imposta pelo cenário climático global. O propósito central desta monografia foi avaliar de maneira crítica a eficácia das políticas de crédito de carbono e sua adequação aos compromissos de desenvolvimento sustentável, principalmente no que tange ao cumprimento das metas climáticas estabelecidas pelas NDCs. Ao longo da análise, foi explorado a evolução e a implementação dessas políticas e discutido suas implicações em um contexto marcado por complexas interações entre governo, mercado e sociedade civil.

Do modo geral, é válido dizer que, no que diz respeito aos resultados, observa-se que as políticas de crédito de carbono no Brasil passaram por uma trajetória de evolução importante, com avanços significativos na estruturação de mecanismos de mercado, como os Créditos de Descarbonização (CBIOS), que têm desempenhado um papel central na promoção de práticas sustentáveis. No entanto, esse progresso tem sido limitado por diversos fatores, revelando tanto desafios estruturais quanto barreiras financeiras (Chandel, 2021). A análise empírica mostra que, embora os CBIOS e outros mecanismos regulatórios tenham incentivado a redução de emissões e a transição para energias renováveis, esses instrumentos ainda enfrentam obstáculos que limitam seu alcance e eficácia Carvalho *et al.* (2020).

A trajetória das políticas de crédito de carbono no Brasil, como exposto por Salles, (2022) é marcada pela adoção de práticas proativas por atores privados e pela sociedade civil, que muitas vezes se anteciparam às regulamentações. Empresas motivadas tanto pela responsabilidade socioambiental quanto pela busca por competitividade, têm implementado práticas sustentáveis antes mesmo da regulamentação formal. Este movimento voluntário de adequação ao mercado de carbono representa uma significativa contribuição para a efetividade das NDCs, corroborando a teoria do ciclo de políticas públicas proposta por Raeder e Secchi

(2014), que sugere um modelo de formulação e adaptação contínua das políticas a partir do envolvimento dos *stakeholders*. A participação desses atores sinaliza um amadurecimento das políticas climáticas no país e sugere que, com o engajamento de todos os setores, há potencial para se alcançar uma transformação mais ampla e sólida em direção à sustentabilidade. A análise desse comportamento proativo indica que o ciclo de políticas públicas tende a continuar nessa direção, dado o crescente alinhamento dos setores produtivos e civis com as demandas ambientais globais. Por outro lado, o papel do governo na regulamentação e fiscalização de tais práticas ainda se mostra limitado e carece de ações mais integradas e incisivas para que o setor público exerça um papel mais orientador e coordenador no esforço coletivo para a redução das emissões (Carvalho et al., 2020).

No que tange aos principais desafios enfrentados pela implementação das políticas de crédito de carbono, identifica-se uma série de entraves que vão desde questões de governança e infraestrutura até limitações no financiamento, como é argumentado por Dos Santos e Blanco (2016), particularmente para pequenos e médios produtores. A infraestrutura disponível no país ainda não atende plenamente às exigências do mercado de carbono, o que dificulta o avanço de iniciativas sustentáveis em setores estratégicos, como o de energias renováveis. Além disso, a ausência de mecanismos de financiamento robustos e acessíveis limita a capacidade de adesão de atores menores, restringindo o impacto potencial das políticas de crédito de carbono.

Em contrapartida, há oportunidades consideráveis para o Brasil, especialmente com a expansão do mercado de carbono e o crescimento das energias renováveis. A busca por inovações tecnológicas no campo energético, como fontes solares e eólicas, aliada à adoção de tecnologias verdes, oferece ao Brasil uma posição privilegiada para o desenvolvimento sustentável. A capacidade de inovação que o país apresenta, associada à sua rica matriz energética, pode consolidar o Brasil como um dos principais atores globais na transição para uma economia de baixo carbono (Salina, De Almeida e Bittencourt 2020).

Com base nas teorias abordadas, a eficácia das políticas de crédito de carbono é analisada sob a ótica das metas estabelecidas pelas NDCs e do incentivo à adoção de energias renováveis. Embora as iniciativas do mercado de carbono, como o CBIO, tenham se mostrado promissoras, há um descompasso entre o discurso oficial e a realidade prática de implementação. A literatura crítica, fundamentada em

autores como Da Silva (2010) e Wills et al. (2022), sugere que os elevados custos de implementação, a complexidade burocrática e a falta de mecanismos inclusivos de adesão limitam a efetividade das políticas atuais. Portanto, mesmo que essas políticas tenham incentivado práticas sustentáveis e contribuído para a transição energética, sua eficácia em termos de alcance de metas ainda é limitada. Este descompasso revela a necessidade de políticas públicas mais abrangentes, que possam incluir uma maior diversidade de atores e fomentar uma verdadeira transformação na matriz energética do país.

A presente pesquisa contribui para o entendimento aprofundado das políticas de crédito de carbono no Brasil, elucidando os desafios e as oportunidades que essas medidas representam em um cenário de urgência climática global. O Brasil, detentor de uma matriz energética limpa e de vastos recursos naturais, possui um papel estratégico no contexto das metas de mitigação climática. A relevância desta monografia reside na identificação de como as políticas climáticas e de energias renováveis podem posicionar o país como um líder ambiental, enfatizando a importância de ajustes e aprimoramentos contínuos que fortaleçam o compromisso brasileiro com o desenvolvimento sustentável e contribuam para o enfrentamento das mudanças climáticas globais. Com base nas evidências empíricas e nas teorias discutidas, é imperativo ressaltar a necessidade de que as políticas de crédito de carbono no Brasil sejam continuamente monitoradas e revisadas. A adoção de um ciclo de políticas que inclua avaliações periódicas e adaptações baseadas em resultados práticos permitirá a criação de políticas mais eficazes e inclusivas (Raeder, 2014).

Dessa forma, é válido apontar que as políticas de crédito de carbono no Brasil representam um passo essencial para o combate às mudanças climáticas, promovendo a integração do país em um cenário global de enfrentamento da crise climática. Essas políticas têm o potencial de consolidar o Brasil como um ator-chave na transição para uma economia de baixo carbono, evidenciando seu compromisso com a sustentabilidade e o desenvolvimento ambiental responsável. No entanto, para que esse potencial seja plenamente realizado, é fundamental que as políticas climáticas brasileiras se adaptem constantemente, atendendo não apenas às metas regulatórias, mas também às necessidades socioeconômicas e aos desafios de uma transição energética justa e inclusiva.

Isto posto, é importante reafirmar a importância de uma abordagem que combine políticas públicas adaptativas, engajamento do setor privado e participação ativa da sociedade civil, garantindo que o Brasil esteja preparado para responder aos desafios climáticos globais e contribuir efetivamente para a construção de um futuro sustentável.

REFERÊNCIAS

ABREU, Fábio Viana; COSTA FILHO, Manoel Antônio Fonseca; SOUZA, Mauro Carlos Lopes. Biogás de aterros sanitários para geração de energia renovável e limpa- um estudo de viabilidade técnica e econômica. In: **IX Congresso Iberoamericano de Ingeniería Mecânica (CIBIM)**. 2009.

ALVES, Raíza Silva; DE OLIVEIRA, Louise Antunes; DE LAVOR LOPES, Paloma. **CRÉDITO DE CARBONO: O mercado de crédito de carbono no Brasil**. X Simpósio Excel. Em Gestão e Tecnologia, 2013.

ANDRADE, José Célio Silveira; COSTA, Paulo. Mudança climática, protocolo de Kyoto e mercado de créditos de carbono: desafios à governança ambiental global. **Organizações & Sociedade**, v. 15, p. 29-45, 2008.

BARBOSA, Gisele Silva. O desafio do desenvolvimento sustentável. **Revista Visões**, v. 4, n. 1, p. 1-11, 2008.

BRASIL. Senado Federal. Subsecretaria de Edições Técnicas. **Protocolo de Quioto e legislação correlata**. Brasília: Subsecretaria de Edições Técnicas do Senado Federal, 2004. v. 3 (Coleção Ambiental). 88 p.

BICHARA, Jahyr-Philippe; LIMA, Raquel Araújo. **Uma análise da política nacional sobre mudança do clima de 2009**. Cadernos de Direito, v. 12, n. 23, p. 165-192, 2012.

CARVALHO, N. B. et al. How likely is Brazil to achieve its NDC commitments in the energy sector? A review on Brazilian low-carbon energy perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 133, Article 110343, 2020.

CAVALCANTI, Clóvis et al. **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. 2001.

CHANDEL, Anuj K. et al. Brazilian biorefineries from second generation biomass: critical insights from industry and future perspectives. **Biofuels, Bioproducts and Biorefining**, v. 15, n. 4, p. 1190-1208, 2021.

COASE, Ronald H. **"The problem of social cost."** *Classic papers in natural resource economics*. Palgrave Macmillan, London, 1960. 87-137.

DA MOTTA, Ronaldo Seroa. **A política nacional sobre mudança do clima: aspectos regulatórios e de governança**. Mudança do clima no Brasil, p. 31, 2011.

DANTAS, Guilherme de Azevedo. **O impacto dos créditos de carbono na rentabilidade da co-geração sucroalcooleira brasileira**. 2008. Tese de Doutorado. Instituto Superior de Economia e Gestão.

DA SILVA, Christian Luiz; DE LIMA, José Edmilson. **Políticas públicas e indicadores para o desenvolvimento sustentável**. Editora Saraiva, 2010.

DE ÁVILA, Patricia Regina Teles. Os impactos financeiros da comercialização dos créditos de carbono em uma empresa florestal brasileira. **Revista Mineira de Contabilidade**, v. 4, n. 52, p. 44-52, 2013.

DE CARVALHO, Nathália Leal et al. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL X DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, n. 3, 2015.

DE MATOS PINTO, Isabela Cardoso. Mudanças nas políticas públicas: a perspectiva do ciclo de política. **Revista de Políticas Públicas**, v. 12, n. 1, p. 27-36, 2008.

DE OLIVEIRA, Anderson Ramos; BRAGA, Marcos Brandão; SANTOS, Bruno Leonardo Santana. **Produção de biomassa de cana-de-açúcar no Vale do São Francisco**. 2014.

DO NASCIMENTO ANATER, Mônica Joelma et al. Redução de gases de efeito estufa pelos projetos de crédito de carbono no setor energético brasileiro. **Holos**, v. 1, p. 310-326, 2016.

DOS SANTOS, Veronica Solimar; BLANCO, Claudio José Cavalcante. Estimativa de crédito de carbono na geração de energia com fontes renováveis na Ilha de Marimarituba-Santarém-PA. **Revista de Estudos Ambientais**, v. 18, n. 1, p. 17-29, 2016.

DINIZ, Eliezer Martins. O protocolo de Kyoto. **Revista Brasileira de Economia**, v. 52, n. 2, p. 311-322, 1998.

EULER, Ana Margarida Castro. **O acordo de Paris e o futuro do REDD+ no Brasil**. 2016.

GODOY, Sara Gurfinkel Marques de. **O Protocolo de Kyoto e os países em desenvolvimento: uma avaliação da utilização do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. 2010. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

GOMES, Magno Federici; FERREIRA, Leandro José. Políticas públicas e os objetivos do desenvolvimento sustentável. **Revista Direito e Desenvolvimento**, João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 155-178, 2018

GOULART, Bruno; ALVIM, Augusto Mussi. A comercialização de crédito de carbono e seu impacto econômico e social. **Análise (PUCRS)**, 2011.

GRASSI, M. C. B.; PEREIRA, G. A. G. **Energy-cane and RenovaBio: Brazilian vectors to boost the development of Biofuels. Industrial crops and products**, v. 129, p. 201-205, 2019.

Gruber, Jonathan. **Public finance and public policy**. Macmillan, 2005.

GUIDA, Elisa da Costa. **Evolução, Desafios e Tendências dos Créditos de Carbono da Geração Elétrica a partir de Fontes Renováveis**. Dissertação de Mestrado, Comissão de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, SP, 2018.

JANNUZZI, P. de M.; CARLO, S. de. **Da agenda de desenvolvimento do milênio ao desenvolvimento sustentável: oportunidades e desafios para planejamento e políticas públicas no século XXI**. Revista Bahia Análise & Dados, Salvador, v. 28, n. 2, p. 6-27, 2018.

JENKINS-SMITH, Hank C.; SABATIER, Paul A. The study of public policy processes. **The Nation's health**. 7. ed. Jones & Bartlett Learning. p. 135-142, 1993.

LAZARO, Lira Luz Benites et al. What is green finance, after all?—Exploring definitions and their implications under the Brazilian biofuel policy (RenovaBio). **Journal of Climate Finance**, v. 2, Article 100007, 2023.

LONGUINI, Mayara Ferrari. **A atuação do Estado como corretor e condutor na proteção do meio ambiente**. Curitiba: CRV, 2016, p. 24.

LORA, Beatriz Acquaro. **Potencial de geração de créditos de carbono e perspectivas de modernização do setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo através do mecanismo de desenvolvimento limpo**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NUNES, Matheus Simões. O Brasil no Acordo de Paris sobre Mudanças Climáticas um estudo sobre o cumprimento das metas de redução de emissões no setor de energia. In: NUNES, Matheus Simões (Org.). **Estudos em Direito Ambiental: Desenvolvimento, desastres e regulação**. Campina Grande: Editora Licuri, 2022, p. 1-47.

MARTA, José Manuel Carvalho. Externalidades: uma resenha. **Revista de Estudos Sociais**, v. 1, n. 2, p. 17-26, 1999.

MEHROTRA, Nishchay; BENJAMIN, Emmanuel Olatunbosun. Evaluating the enhancement of the Nationally Determined Contributions (NDCs) of developing countries: an international support programme perspective. **Climate Policy**, v. 22, n. 6, p. 728-742, 2022.

MENEGUELLO, Luiz Augusto; CASTRO, Marcus Cesar Avezum Alves de. O Protocolo de Kyoto e a geração de energia elétrica pela biomassa da cana-de-açúcar como mecanismo de desenvolvimento limpo. **Interações (Campo Grande)**, v. 8, p. 33-43, 2007.

MENEZES, Henrique Zeferino de; MINILLO, Xaman Korai. Pesquisa e extensão como contribuição da universidade na implementação dos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) no Brasil. **Meridiano 47**, v. 18, p. 1-16, 2017.

MOREIRA, Helena Margarido; GIOMETTI, Analúcia Bueno dos Reis. Protocolo de Quioto e as possibilidades de inserção do Brasil no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo por meio de projetos em energia limpa. **Contexto internacional**, v. 30, nº 1, p. 9-47, 2008.

PAIM, Maria-Augusta et al. Mainstreaming the Water-Energy-Food Nexus through nationally determined contributions (NDCs): the case of Brazil. **Climate Policy**, v. 20, n. 2, p. 163-178, 2020.

PEIXER, Janaína Freiberger Benkendorf et al. **A contribuição nacionalmente determinada do Brasil para cumprimento do Acordo de Paris: metas e perspectivas futuras**. 2019.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo/RS: Feevale, 2013.

RAEDER, Savio. Ciclo de políticas: uma abordagem integradora dos modelos para análise de políticas públicas. **Perspectivas em Políticas Públicas**, v. 7, n. 13, p. 121-146, 2014.

REIS JÚNIOR, José Affonso dos. **Análise da Potencialidade do mercado de projetos de crédito de carbono no Brasil**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

RONQUIM FILHO, Adhemar; DE ARAÚJO, Geraldo Jose Ferraresi; CEZARINO, Luciana Oranges. **RENOVABIO: CONCEITO, OBJETIVOS E IMPORTÂNCIA**

DESTA POLÍTICA PÚBLICA PARA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA. Revista **Direito UFMS**, p. 120-145, 2022.

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. **Estudos avançados**, v. 26, p. 65-92, 2012.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. In: **Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado**. 2004. p. 151-151.

SALINA, Fernando Henriques; DE ALMEIDA, Isabela Aroeira; BITTENCOURT, Felipe Ribeiro. RenovaBio opportunities and biofuels outlook in Brazil. In: **Renewable Energy and Sustainable Buildings: Selected Papers from the World Renewable Energy Congress WREC 2018**. Springer International Publishing, 2020. p. 391-399.

SALLES, Alexandre Ottoni Teatini; MATIAS, Ariella Lopes. Uma análise da teoria das externalidades de Pigou e Coase e suas aplicações na abordagem teórica da Economia Ambiental. **Informe Econômico (UFPI)**, v. 44, n. 1, 2022.

SANTOS, Andre C. **Política Nacional sobre mudança do clima no Brasil: uma avaliação de instrumentos e de efetividade**. Espaço Público, Revista de Políticas Públicas, 2021.

SECCHI, Leonardo. **Políticas públicas: conceitos, esquemas de análise, casos práticos**. Cengage Learning, 2014.

SECAF, Beatriz Stuart. O acordo de paris. **AGROANALYSIS**, v. 36, n. 1, p. 34-35, 2016.

SEIXAS, Cristiana Simão et al. Governança ambiental no Brasil: rumo aos objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS). **Cadernos Gestão Pública e Cidadania**, v. 25, n. 81, 2020.

SILVEIRA, Gustavo Madeira da; CARVALHO, Carlos Augusto Thives de. A política do clima no Brasil e no mundo: da criação da UNFCCC a NDC. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. v. 4, p. 73-91, 2019.

SIRIWARDANA, Mahinda; NONG, Duy. Nationally Determined Contributions (NDCs) to decarbonise the world: A transitional impact evaluation. **Energy Economics**, v. 97, p. 105184, 2021.

SOARES DE ARAÚJO, Patrícia. **Viabilidade econômica da utilização do bagaço da cana-de-açúcar para obter créditos de carbono: um estudo de caso**. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.

SOUZA, Celina. Estado da arte da pesquisa em políticas públicas. **Políticas públicas no Brasil. Rio de Janeiro: Fiocruz**, p. 65-86, 2007.

SOUZA, Maria Cristina Oliveira; CORAZZA, Rosana Icassatti. Do Protocolo Kyoto ao Acordo de Paris: uma análise das mudanças no regime climático global a partir do estudo da evolução de perfis de emissões de gases de efeito estufa. **Desenvolvimento e meio ambiente**. Curitiba, PR. v. 42, nº1, p. 52-80, nov. de 2017.

WILLS, William et al. Economic and social effectiveness of carbon pricing schemes to meet Brazilian NDC targets. **Climate Policy**, v. 22, n. 1, p. 48-63, 2022.