



INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

**O Regime Climático Internacional, Governança e o Potencial da Tecnologia Nuclear:
uma análise das políticas climáticas nacionais e internacionais**

AMANDA RODRIGUES DE CARVALHO

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Materiais**

**Orientador:
Prof. Dr. Jose Oscar William Vega Bustillos**

**São Paulo
2024**

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Autarquia Associada à Universidade de São Paulo

O Regime Climático Internacional, Governança e o Potencial da Tecnologia Nuclear:
uma análise das políticas climáticas nacionais e internacionais

AMANDA RODRIGUES DE CARVALHO

**Dissertação apresentada como parte dos
requisitos para obtenção do Grau de
Mestre em Ciências na Área
de Tecnologia Nuclear - Materiais**

Orientador
Prof. Dr. Jose Oscar William Vega Bustillos

São Paulo
2024

Fonte de financiamento: CAPES-PROEX, processo: 88887.659514/2021-00

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Como citar:

CARVALHO, Amanda. R. O Regime Climático Internacional, Governança e o Potencial da Tecnologia Nuclear: uma análise das políticas climáticas nacionais e internacionais. 2024. 67 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN, São Paulo. Disponível em: <<http://repositorio.ipen.br/>>. (data de consulta no formato: dd/mm/aaaa)

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de geração automática da Biblioteca IPEN, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Carvalho, Amanda Rodrigues de
O Regime Climático Internacional, Governança e o Potencial da Tecnologia Nuclear: uma análise das políticas climáticas nacionais e internacionais / Amanda Rodrigues de Carvalho; orientador Jose Oscar William Vega Bustillos. -- São Paulo, 2024.
67 f.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia Nuclear (Materiais) -- Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo, 2024.

1. Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima. 2. Política Nacional sobre Mudança do Clima. 3. governança climática. 4. energia nuclear. 5. ciência e tecnologia nuclear. I. Vega Bustillos, Jose Oscar William, orient. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autora: Amanda Rodrigues de Carvalho

Título: O Regime Climático Internacional, Governança e o Potencial da Tecnologia Nuclear:
uma análise das políticas climáticas nacionais e internacionais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Tecnologia Nuclear da Universidade de São Paulo para
obtenção do título de Mestre em Ciências.

Data: ____ / ____ / ____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ **Julgamento:** _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ **Julgamento:** _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ **Julgamento:** _____

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, que sempre me apoiaram e incentivaram para seguir na academia, em especial à minha mãe que me mostrou todos os dias como é ser uma mulher na ciência, e à toda minha família. Ao meu orientador, Prof. Dr. Oscar Vega pela paciência, incentivo, orientação e apoio, e pelas ideias que sempre me incentivam a querer ir mais longe. Aos integrantes banca pelo tempo e disponibilidade de participar desse processo. Aos meus supervisores de estágio da graduação que, mesmo sem saber, transmitiram para mim o conhecimento e a dedicação à temática de mudança do clima que foram essenciais para o desenvolvimento desse trabalho. À Charlotte, Theo, Chuck, Theodore e Luigi, pelos momentos de paz e alegria que me proporcionam. Ao IPEN e à Universidade de São Paulo, aos seus professores e funcionários, que direta e indiretamente oportunizaram a realização desse mestrado. À CAPES pelo apoio financeiro.

*It is sometimes a mistake to climb; it is always a mistake
never even to make the attempt. – Neil Gaiman*

RESUMO

CARVALHO, Amanda. R. **O Regime Climático Internacional, Governança e o Potencial da Tecnologia Nuclear: uma análise das políticas climáticas nacionais e internacionais.** 2024. 67 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Nuclear) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

A mudança do clima representa um dos desafios mais prementes do século XXI, com implicações profundas para o equilíbrio ambiental e o bem-estar humano em todo o mundo e precisa ser abordado uma escala global através da cooperação internacional, o que é feito através do regime climático internacional. Com sua origem na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em 1992, em nível nacional, as diretrizes para o enfrentamento da mudança do clima se dão através da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC). O estudo tem o objetivo de examinar o regime climático internacional, as políticas e instituições climáticas brasileiras e o potencial de contribuição da energia nuclear na transição para uma economia de baixo carbono; a partir de análise bibliográfica, pesquisa documental e análise de conteúdo. Ao analisar as estruturas políticas e institucionais que moldam as respostas internacionais e nacionais, entre outros pontos foi destacada a importância das Conferências das Partes COP como espaço de negociação e monitoramento das ações climáticas; a fragmentação da PNMC e a falta de coordenação entre as diferentes instâncias governamentais; a importância da energia nuclear tanto em nível nacional como global. Em conclusão, para promover a mitigação das emissões e impulsionar a adaptação a mudança do clima no contexto brasileiro, sugere-se maior integração e coordenação nas políticas climáticas nacionais e o fomento da energia nuclear nas políticas energéticas brasileiras, visto seu potencial para descarbonização e segurança energética do Brasil.

Palavras-chave: Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima; Política Nacional sobre Mudança do Clima; governança climática; energia nuclear; ciência e tecnologia nuclear.

ABSTRACT

CARVALHO, Amanda. R. **The International Climate Regime, Governance, and the Potential of Nuclear Technology: an analysis of international and Brazilian climate policies.** 2024. 67 p. Thesis (Master's Degree in Nuclear Technology) Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN-CNEN/SP. São Paulo.

Climate change represents one of the most pressing challenges of the 21st century, with profound implications for environmental balance and human well-being around the world. It needs to be addressed on a global scale with international cooperation, which is done through the international climate change regime. With its origins in the United Nations Framework Convention on Climate Change, at the national level, the guidelines for tackling climate change are given through the National Policy on Climate Change (PNMC). The study aims to examine the international climate regime, Brazilian climate policies and institutions and the potential contribution of nuclear energy to the transition to a low-carbon economy, based on bibliographical analysis, documentary research and content analysis. When analysing the political and institutional structures that shape international and national responses, among other points, the importance of the Conferences of the Parties (COP) as a space for negotiating and monitoring climate actions was highlighted; as well as the fragmentation of the PNMC and the lack of coordination between the different government bodies, and the role of nuclear energy in promoting sustainable development. In conclusion, to promote climate change mitigation and enhance adaptation to in the Brazilian context, there is a need for greater integration and coordination in national climate policies and the increase of the role of nuclear energy in Brazilian energy policies, given its potential for diversifying Brazil's energy production and security.

Keywords: United Nations Framework Convention on Climate Change; Brazilian National Policy on Climate Change; climate governance; nuclear energy; nuclear science and technology.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFOLU	Agriculture, Forestry and Other Land Use (agricultura, florestas e outros usos da terra)
AR	Assessment Report
BRICS	Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul
CFC	Clorofluorcarboneto
CH ₄	Metano
CMP	Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol (Conferência das Parte na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto)
CMA	Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement (Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Acordo de Paris)
CO ₂	Dióxido de carbono
CO ₂ e	Equivalente em CO ₂
COP	Conference of the Parties (Conferência das Partes)
GEE	Gás de Efeito Estufa
GtCO ₂ e	Gigatonelada de CO ₂ equivalente
INDC	Intended Nationally Determined Contributions (Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinadas)
IPCC	International Panel on Climate Change (Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima)
LULUCF	Land use, land-use change, and forestry (so da terra, mudança no uso da terra e florestas)
NDC	Nationally Determined Contributions (Contribuições Nacionalmente Determinadas)
N ₂ O	Óxido nitroso
O ₃	Ozônio
ONU	Organização das Nações Unidas
PNMC	Política Nacional sobre Mudança do Clima
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
ppm	partes por milhão
ppb	partes por bilhão

SB	Conferências Climáticas de Bonn
SBI	Subsidiary Body for Implementation (Órgão Subsidiário para Implementação)
SBSTA	Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice (Órgão Subsidiário de Assessoramento Científico e Tecnológico)
EU	União Europeia
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change (Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima)
WMO	World Meteorological Organization (Organização Meteorológica Mundial)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
3 METODOLOGIA	21
4 DISCUSSÃO	24
4.1 Mudança do Clima	24
4.1.1 Gases de efeito estufa e aquecimento global	24
4.1.2 Impactos da mudança do clima.....	27
4.2 O Regime Climático Internacional	29
4.3 O Perfil de Emissões de GEE do Brasil	37
4.4 A NDC do Brasil	42
4.5 A Internalização de Tratados na Legislação Brasileira	44
4.6 Governança Climática Nacional	46
4.7 Tecnologia Nuclear e Mudança do Clima	51
5 CONCLUSÕES	57
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

1 INTRODUÇÃO

A crise ambiental causada pela ação antropogênica possui dimensões nunca vistas, e colocam em risco o equilíbrio de todos os sistemas ecológicos no planeta. A mudança do clima é um dos grandes desafios do século XXI, devido a suas causas e consequências globais e, ao mesmo tempo, a seus impactos regionais heterogêneos e assimétricos por países e grupos socioeconômicos. O maior desafio se associa à presença de padrões produtivos e de consumo insustentáveis, dependentes de uso de combustíveis fósseis com altas emissões de carbono. Em consequência, enfrentar a mudança do clima requer a quebra de paradigmas produtivos e padrões de consumo estabelecidos. Sem mudanças sistêmicas e profundas, é impossível limitar os impactos climáticos.

É importante entender o fenômeno da mudança do clima de uma forma mais abrangente, desde suas causas até seus impactos. A mudança do clima se manifesta sobre vários fenômenos da natureza, embora alguns desses fenômenos sejam mais facilmente observados. Dentre eles, pode-se citar o aumento das temperaturas atmosféricas e oceânicas; as alterações nos padrões de regimes de chuvas; as diminuições nos volumes de gelo em grandes escalas; os incrementos dos níveis dos mares, quer pelo derretimento de gelo ou pelo aumento do volume das águas decorrente de maiores temperaturas; e de modificações nos padrões climáticos extremos. Atividades humanas são a causa fundamental do aquecimento global, cujas consequências são extremamente ameaçadoras e de difíceis previsões (IPCC, 2023; LUCA et al., 2020).

Para buscar soluções em escala global, foram estabelecidos um conjunto de regras, normas e acordos internacionais voltados para a mudança do clima. Esses arranjos têm como base a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima (*United Nations Framework Convention on Climate Change – UNFCCC*).

A UNFCCC também estabeleceu um processo intergovernamental para promover as negociações referentes a ação climática ao longo do tempo – as Conferências das Partes (*Conference of the Parties – COP*). Com periodicidade anual, as COP ocorrem entre os governos signatários da Convenção e seus objetivos incluem o monitoramento do cumprimento das obrigações assumidas pelos países-Parte e o prosseguimento das discussões sobre o combate à mudança do clima.

O controle das emissões de gases de efeito estufa (GEE) para a mitigação da mudança do clima exige que a sociedade incorra em custos imediatos ao passo que seus resultados

aparentam estar em um futuro distante – o que dificulta a criação de políticas bem-sucedidas (VICTOR, 2004).

Atualmente, a maior fonte de emissões mundiais GEE é a queima de combustíveis fósseis para a produção de energia elétrica; o setor energético como um todo representa aproximadamente dois terços do seu total. Neste cenário, um dos principais meios de reduzir as emissões seria substituir a geração de energia advinda de combustíveis fósseis por fontes alternativas como nuclear, solar e eólica. Mas a redução das emissões necessária para limitar os efeitos da mudança do clima requer investimentos consideráveis na descarbonização do setor energético.

Enquanto país membro da UNFCCC, o Brasil editou sua Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) em 2009, logo após a entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Ela foi instituída pela lei nº 12.187/2009 e teve origem nos trabalhos do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, sendo guiada pelas diretrizes que o regime internacional definiu à época.

Com as negociações para o estabelecimento do Acordo de Paris (UNFCCC, 2024), cada Parte da Convenção submeteu sua Pretendidas Contribuições Nacionalmente Determinada (*Intended Nationally Determined Contributions – INDC*), com as respectivas ações para combater a mudança do clima, incluindo as suas metas de redução de GEE e medidas adicionais. O Brasil se comprometeu a reduzir as emissões de GEE de 2025 em 37% abaixo dos níveis de 2005, com uma contribuição indicativa subsequente de redução em 43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030. Após a aprovação pelo Congresso Nacional, o Brasil concluiu o processo de ratificação do Acordo de Paris e, com isto, as metas brasileiras deixaram de ser pretendidas e se tornaram compromissos oficiais, as chamadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (*Nationally Determined Contributions – NDC*).

É notória a participação ativa do Brasil no regime climático, por meio de sua ação diplomática, política e técnica nas COP. Essa atuação se consolida, inclusive pela contribuição significativa para o aperfeiçoamento do regime. Todavia, ao se considerar as sucessivas Conferências após a instituição da PNMC, é necessário avaliar de que forma as ações climáticas se atualizam nacionalmente.

As NDC têm um período de revisão de 5 anos, o que indica a oportunidade para seu aprimoramento e para refletir a metas mais ambiciosas de mitigação e planos para adaptação. Ademais, é fundamental que as NDC considerem adequadamente setores-chave neste processo, em especial os que mostram tendência de aumento das emissões, como é o caso do setor energético brasileiro. A energia nuclear pode desempenhar um papel importante na

transição para uma economia de baixo carbono, em especial considerando novas tecnologias como os pequenos reatores modulares (*Small Modular Reactors – SMR*).

Neste contexto, por meio de uma abordagem multidisciplinar que combina aspectos técnicos, legais, econômicos, políticos, ambientais e tecnológicos, esta dissertação analisa os obstáculos e os impulsionadores da PNMC com vistas a oferecer insights relevantes para formuladores de políticas, pesquisadores e stakeholders envolvidos na busca por soluções sustentáveis para os desafios climáticos.

1.1 Objetivos

Constitui o objetivo deste estudo é examinar o regime climático internacional; as políticas e instituições climáticas brasileiras e o potencial de contribuição da energia nuclear na transição para uma economia de baixo carbono.

Constituem os objetivos específicos da pesquisa: 1) explicar a mudança do clima e analisar a governança internacional climática; 2) identificar as tendências da governança climática brasileira; e 3) avaliar a contribuição da energia nuclear com as ações climáticas tanto para mitigação quanto para adaptação.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Para que se possa estudar a questão da mudança do clima, tanto em termos internacionais quanto por uma perspectiva brasileira, é necessário que se construa um alicerce com os estudos, conceitos e teorias-chaves que embasam as análises que são feitas nesta pesquisa.

As Relações Internacionais surgiram como campo de estudo no período das Grandes Guerras, em um contexto de maior integração global, conflitos diversos, crises econômicas e a criação de uma nova ordem mundial. Apesar disso, durante séculos diversos autores considerados como precursores já discutiam conceitos importantes para a disciplina (ARRAES e GEHRE, 2013).

O conceito de estado é fundamental para as Relações Internacionais. De forma geral, é comumente aceita a definição de estado proposta pela convenção de Montevideu sobre direitos e deveres dos estados (REUS-SMIT e SNIDAL, 2008), assinada e ratificada também pelo Brasil. Assim, um estado deve obedecer a quatro critérios para ser considerado como pessoa de Direito Internacional, sendo eles: “população permanente; território determinado; governo; e capacidade de entrar em relações com os demais estados” (BRASIL, 1937: Art. 1).

Para entender como os estados se relacionam, o conceito de soberania é fundamental. A questão da soberania em relações internacionais implica que não existe um governo mundial e que cada estado governa seus territórios e populações de forma independente. Quando se fala em tratados internacionais, os estados só os assinam se for de seu interesse e, geralmente, existem processos legalmente complicados e que incorrem inconveniências para a saída desses tratados.

A questão da soberania é complexa e aponta limitações. Em um mundo interconectado no qual os estados dependem um do outro nos mais diversos aspectos e podem exercer pressão das mais diferentes formas (como sanções comerciais e ameaças à utilização de força física), é importante considerar que tensões externas possam influenciar as decisões dos estados (REUS-SMIT e SNIDAL, 2008). Além disso, quando um estado assina um tratado internacional que é juridicamente vinculativo, ele está sujeito aos termos desse tratado, inclusive às consequências e punições de quebrar esse compromisso.

Entende-se por ator no sistema internacional a entidade que promove e participa das relações internacionais – no contexto dos regimes internacionais os atores com maior poder são, tradicionalmente, os estados. Alguns atores não-estatais (como empresas multinacionais) têm ganhado maior influência nos últimos anos, mesmo que não tenham

ação direta na criação de normas internacionais. Entende-se por país-Parte, ou Parte os países signatários de uma conferência ou acordo internacional específico.

Ao se considerar que não existe uma força maior que controla todos os estados e que estes têm a capacidade de manter poderes e privilégios consideráveis de forma independente, costuma-se dizer que o sistema internacional é anárquico (BULL, 2002). Apesar disso, esse sistema anárquico ainda possui uma estrutura definida por elementos materiais e normativos (ARRAES e GEHRE, 2013).

Nas Relações Internacionais existem discussões sobre espaço internacional deixar de ser um sistema de estados para se tornar uma sociedade global, dentro da qual se busca exercer a governança sobre as mais diversas questões que ultrapassam fronteiras. Para tal, são criadas cada vez mais normas internacionais e quadros legais, entre outras estruturas de governança, que conectam os países (REUS-SMIT e SNIDAL, 2008). Apesar disso, não há consenso entre os autores e grande parte ainda entende esse meio como um sistema de nações. Para o escopo desse estudo, o termo utilizado para entender o ambiente no qual os países se relacionam nas mais diversas formas é sistema internacional e foco desta investigação é o papel dos estados.

Diversos outros elementos possuem influência no sistema internacional, mas os estados ainda são os principais responsáveis pela interação com outros atores internacionais e por tomar as decisões legais no meio internacional. As principais interações que ocorrem entre os estados são cooperação, conflito, neutralidade e indiferença recíproca (ARRAES e GEHRE, 2013).

Com o processo histórico de intensificação das relações entre estados e da formação de um sistema internacional, houve um esforço para a criação de organizações internacionais (ARRAES e GEHRE, 2013). Depois da Segunda Guerra foi formulado um arcabouço de instituições internacionais para reger a nova ordem mundial, com grande influência dos Estados Unidos. A Organização das Nações Unidas (ONU) surgiu nesse contexto e com o passar do tempo estabeleceu um sistema guarda-chuva próprio de instituições para lidar com as demandas específicas do sistema internacional (ARRAES e GEHRE, 2013).

O aquecimento médio da temperatura da superfície terrestre provoca diversas alterações nos sistemas naturais da terra. Essas alterações são chamadas coletivamente de mudança do clima. Visto que é uma tradução do termo em inglês *climate change*, na literatura em português é comum encontrar variações do termo como mudança climática, mudanças climáticas ou mudanças climáticas globais. Para o escopo deste estudo, será

utilizado o termo mudança do clima, usual para a tradução de tratados internacionais e para o Ministério das Relações Exteriores do Brasil.

A mudança do clima afeta o planeta como um todo, apesar de seus efeitos serem sentidos de forma particular em diferentes regiões. A efetividade das soluções para limitar o seu agravamento depende da cooperação entre os Estados, o que cria um grande potencial para as instituições internacionais agirem como mediadoras e como meio de negociação para os atores internacionais (KEOHANE e NYE, 1977).

Mesmo sem um governo, o sistema internacional ainda possui uma série de leis, padrões de conduta ou acordos que regulamentam as relações entre os estados e que podem ser entendidos dentro de uma perspectiva de direito internacional (REUS-SMIT e SNIDAL, 2008). Esses acordos, sejam eles formais ou não, podem ser estabelecidos entre dois estados (relações bilaterais), de forma regional (a exemplo do Mercosul ou da Organização dos Estados Americanos), ou em um contexto multilateral no qual a maioria dos estados se insere.

Para entender como os países cooperam no sistema internacional na questão da mudança do clima, é crucial entender o conceito de regimes internacionais. Eles podem ser definidos como um conjunto de princípios, normas, regras e processos de tomada de decisão a longo prazo, dentro de uma temática ou questão específicas, no qual os interesses e expectativas dos atores convergem. Os regimes internacionais facilitam a cooperação entre os estados, mas para que isso ocorra, é preciso que haja uma certa reciprocidade entre eles e que os interesses de curto prazo sejam restringidos para que seja possível estabelecer uma cooperação futura (KRASNER, 1983).

Os regimes internacionais são acordados e seguidos porque existe interdependência entre os atores do sistema internacional, ou seja, os impactos de ocorrências em um determinado estado, sejam eles positivos ou negativos, afetam em maior ou menor escala o resto do sistema internacional. Isso não significa que essa dependência mútua seja igualitária ou equilibrada, visto que certos atores possuem um nível de poder e influência no sistema internacional muito maior que outros (KEOHANE e NYE, 1977).

Se por um lado a interdependência afeta a política mundial e o comportamento dos estados, é igualmente verdadeiro que as ações governamentais influem sobre os modelos de interdependência, uma vez que são os governos que regulam e controlam as relações transnacionais e interestatais. Mesmo quando a cooperação sinaliza amplos benefícios, a política da interdependência econômica e ecológica implica em competição (KEOHANE e NYE, 1977), em especial quando os países sentem os impactos da mudança do clima de

forma desigual e buscam evitar os ônus econômicos de promover as alterações profundas e sistêmicas que são necessárias para minimizar esses impactos.

Entre as décadas de 1970 e 1980, foram aprovados vários tratados internacionais sobre a poluição atmosférica transfronteiriça. Já o período compreendido entre as décadas de 1980 e 1990 foi palco de grandes discussões científicas, com destaque para o grupo intergovernamental de especialistas sobre mudança do clima (*Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC). O IPCC concluiu que além dos gases responsáveis pela rarefação do ozônio, havia outros responsáveis pelo aumento da temperatura na Terra, situação essa agravada pela diminuição dos sumidouros naturais dos dióxidos de carbono, representada pela perda das extensões florestais e pela poluição dos mares e oceanos (UNFCCC, 2024).

Diante de tal quadro, foram promovidos encontros governamentais orientados à regulamentação de aspectos relacionados a degradação ambiental que deveriam abarcar: 1) políticas generalizadas de reflorestamento em todas as partes da Terra; 2) redução de gases clorofluorcarbonetos (CFC) e dos três principais gases causadores do aumento do efeito estufa (GEE): dióxido de carbono (CO₂); metano (CH₄); e óxido nitroso (N₂O); 3) preservação do ozônio troposférico; e 4) adoção de políticas de combate ao desmatamento, em particular nas florestas tropicais (SOARES, 2003).

Esse quadro possibilitou a adoção de um regime particular, que teve sua origem com a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em 1992, por ocasião da Segunda Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente, designada como Rio 92 (UNFCCC, 2024).

A adoção da Convenção do Clima é considerada como ponto de partida para o desenvolvimento de uma série de acordos destinados a reduzir e estabilizar a concentração dos GEE a níveis tais que possam prevenir os efeitos negativos do aumento da temperatura sobre a conservação dos ecossistemas e sobre o desenvolvimento das atividades humanas (UNFCCC, 2024) que, em seu conjunto, constituem o regime climático internacional.

Além dos arranjos institucionais básicos da própria convenção, que incluem uma secretaria e uma sede, a UNFCCC estabeleceu um processo intergovernamental para definir ações específicas ao longo do tempo. As COP ocorrem anualmente entre os governos signatários da Convenção e seus objetivos incluem o monitoramento do cumprimento das obrigações assumidas pelas Partes e o prosseguimento das discussões sobre o combate à mudança do clima (UNFCCC, 2024). Conforme novas normas e acordos são adotados no âmbito da Convenção do Clima, eles passam a fazer parte também do regime e podem, ocasionalmente, alterá-lo de forma significativa.

Ao ser adotada, a UNFCCC não estabeleceu obrigações concretas para limitar as emissões de GEE. O primeiro compromisso a nível mundial para frear as emissões responsáveis pelo aquecimento global se deu pelo Protocolo de Quioto, que definiu as bases para futuros acordos internacionais sobre mudança do clima à época (RODRIGUEZ e RODRIGUEZ, 2017). Adotado na COP 3 realizada em 1997, o Protocolo de Quioto entrou em vigência em 2005, com um primeiro período de compromisso de 2008 a 2012, ao passo em que a COP 18 realizada em Doha (Qatar) em 2012, estabeleceu a Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto, com definição de um segundo período de compromissos, vigente de 2013 a 2020 (GARIN, 2017).

O Acordo de Paris foi negociado por anos e finalizado durante a COP 21, realizada em Paris (2015) (FREITAS et al., 2017); ele representa um importante marco na política internacional do clima e altera o funcionamento do regime climático como um todo. Com a entrada em vigor do Acordo, as principais obrigações das Partes passaram a ser estabelecidas por meio das NDC, que são estipuladas pelos próprios países com base em suas capacidades e limitações e devem ser atualizadas a cada 5 anos (UNFCCC, 2024). O Acordo de Paris pode ser considerado como um grande sucesso para as negociações climáticas, em especial por conta das NDC.

Existem análises que focam no conteúdo das NDC e em como elas abordam as questões de mitigação e adaptação. Durante anos, a questão da mitigação dominou o espaço nas conferências climáticas. Quando o Acordo de Paris estava em processo de negociação, foi reforçada a necessidade de se ter em mente tanto questões de mitigação quanto de adaptação (TOBIN et al., 2018), o que é reforçado pelos relatórios mais atuais do IPCC, que demonstram que os impactos da mudança do clima estão sendo sentidos de forma ampla em todas as regiões do planeta.

As instruções para as submissões das primeiras INDC indicavam que, para a questão de mitigação, os países fizessem contribuições que fossem justas e ambiciosas, de acordo com as suas circunstâncias nacionais, sem que houvesse um formato padronizado e com a intenção de que as futuras atualizações às NDC trouxessem maior ambição para a abordagem das questões climáticas em âmbito nacional (TOBIN et al., 2018).

Os países também teriam que incluir algum conceito ou planejamento para adaptação. Estima-se que os países que sejam mais vulneráveis aos impactos da mudança do clima coloquem uma maior relevância nas questões de adaptação em suas NDC. Além disso, no Acordo de Paris também foram elaborados meios de providenciar financiamento para os países em desenvolvimento (TOBIN et al., 2018).

O sistema criado com o Acordo de Paris incentiva a cooperação entre os estados e uma maior proatividade na governança climática. As NDC tornam esse sistema mais flexível e legítimo (TOBIN et al., 2018), mas também abrem espaço para que a falta de ambição e prestação de contas dos países criem uma estagnação quando se fala em alcançar o objetivo geral do Acordo, que visa manter o aumento da temperatura média global abaixo dos 2°C.

Ao se considerar as NDC atuais e as políticas nacionais de mitigação dos países, pode-se afirmar que as metas gerais do Acordo de Paris não serão cumpridas. Na hipótese de que as NDC sejam completamente implementadas – o que não está acontecendo – o aumento médio da temperatura global será em torno de 2,7°C (VIOLA e BASSO, 2016). Isso reforça a necessidade de que o sistema internacional, coletivamente, tome uma posição de proatividade e aumente a ambição das ações climáticas (BAPTISTA et al., 2022).

O Brasil é um dos maiores emissores de GEE do mundo e uma das potências climáticas mais importantes. Juntamente com os outros países do BRICS (Rússia, Índia, China e África do Sul) e com os Estados Unidos, a União Europeia, o Japão e a Coreia do Sul, é responsável por uma parcela relevante do total das emissões de GEE, bem como possui a capacidade humana e tecnológica para promover a descarbonização (VIOLA e BASSO, 2016). Para isso, é necessário que se faça uma descarbonização rápida, profunda e de longo alcance em todos os sistemas da sociedade. É essencial estabilizar a concentração dos GEE na atmosfera e, idealmente, reduzi-la (VIOLA e BASSO, 2016).

Ao se considerar que as NDC fundamentam o funcionamento do acordo de Paris, as instituições climáticas nacionais são de extrema importância (HOCHSTETLER, 2021). No Brasil, as estruturas governamentais e as disputas políticas fazem com que seja difícil a coesão entre as políticas ambientais e as de outros setores. A burocracia complexa e os consideráveis níveis de corrupção do setor público também abrem espaço para políticas e leis que são prejudiciais ao meio ambiente (GALLO e ALBRECHT, 2019).

3 METODOLOGIA

Ao considerar que existem diversas formas de classificar as pesquisas (PRODAV e FREITAS, 2013; MARCONI e LAKATOS, 2003; SAUTU, 2005), o quadro metodológico deste estudo foi estabelecido em sua forma clássica (PRODAV e FREITAS, 2013). Do ponto de vista de seu gênero e natureza, este estudo é uma pesquisa prática de natureza aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática relacionados à solução de problemas específicos. Quanto aos seus objetivos, trata-se de pesquisa exploratória ou explicativa, quando o pesquisador procura explicar os porquês das coisas e suas causas, por meio do registro, análise, classificação e interpretação dos fenômenos observados, com vistas a identificar os fatores que determinam ou contribuem para a sua ocorrência (GIL, 2010).

A forma de abordagem do problema de pesquisa, caracteriza-se como estudo quali-quantitativo, onde se busca aprofundar questões subjetivas ao fenômeno estudado, com dados coletados em documentos, podendo-se utilizar a criação de indicadores de análise e estatísticas descritiva. Do ponto de vista dos procedimentos técnicos para coleta de dados, é empregado a pesquisa bibliográfica e a pesquisa documental (PRODAV e FREITAS, 2013), incluindo fontes de primeira e de segunda mão (GIL, 2008).

Em pesquisas na área das Relações Internacionais é importante definir os paradigmas e conceitos que embasam a pesquisa, que podem ser concretos e de fácil definição ou abstratos. A definição de conceitos é um método pertinente para identificar, descrever e classificar os elementos da realidade, bem como uma ferramenta analítica para examinar estruturas no sistema internacional. Foi também utilizada uma abordagem dual com relação aos níveis de análise, comuns nos estudos de relações internacionais. Foram feitas análises em nível sistêmico e em nível estatal, com vistas a possibilitar o estudo dos acontecimentos do sistema internacional e das suas implicações para a política interna do Brasil (ARRAES e GEHRE, 2013)

A análise em nível sistêmico busca estudar os vínculos estruturais entre os estados, o que foi feito através do conceito de regimes internacionais, tendo como objeto de estudo o regime climático internacional. Já a análise em nível estatal busca examinar em maior detalhe a estrutura interna do estado, o funcionamento do governo nacional e seus processos, bem como regimes políticos e modelos de governo. No caso desta pesquisa, a Política Nacional sobre Mudança do Clima e as instituições legislativas brasileiras foram o objeto de análise (ARRAES e GEHRE, 2013).

Assim, foi definido o referencial teórico e conceitual com base na teoria dos regimes internacionais, que estrutura essa pesquisa. Em primeiro lugar, foi feita uma pesquisa bibliográfica a partir da base de dados *Web of Science*. Foram realizadas duas buscas utilizando os seguintes descritores de pesquisa: 1) ("IPCC" or "UNFCCC" or "Convention on Climate Change" or "climate regime" or "Paris Agreement" or "CQNUMC" or "convenção sobre mudança do clima" or "Climate Change Conference") (Topic) and ("Brazil" or "brazilian") (Topic) and ("climate governance" or "climate policy" or "climate negotiation") (Topic), com 34 resultados; e 2) ("IPCC" or "unfccc" or "Convention on Climate Change" or "climate regime" or "Paris Agreement" or "CQNUMC" or "convenção sobre mudança do clima" or "Climate Change Conference") (Topic) and ("Brazil" or "brazilian") (Topic) and Public Administration or Political Science or Law or International Relations or Development Studies (Web of Science Categories), com 48 resultados. Depois de eliminadas as duplicatas, os artigos restantes foram analisados um a um com relação a sua convergência com os objetivos desta pesquisa. Também foram utilizadas referências obtidas em estudos anteriores.

Ademais, com vistas ao estudo dos demais temas abordados nesta dissertação, foi realizada busca complementar na base científica WoS, para os descritores “small modular reactor”; (“brazil”; “brazilian”; “nuclear energy”; “nuclear power”; “nuclear reactor”; “global energy”; “energy matrix”. Os descritores foram combinados entre si com operadores booleanos “AND” e “OR”. Os resultados foram analisados por meio das ferramentas “analyze results” e “Citation reports”, disponível na própria plataforma WoS, para identificação dos estudos diretamente convergentes com as temáticas estudadas. Todas as pesquisas realizadas em WoS foram validadas e atualizadas entre 01 de novembro de 2023 e 3 de fevereiro de 2024.

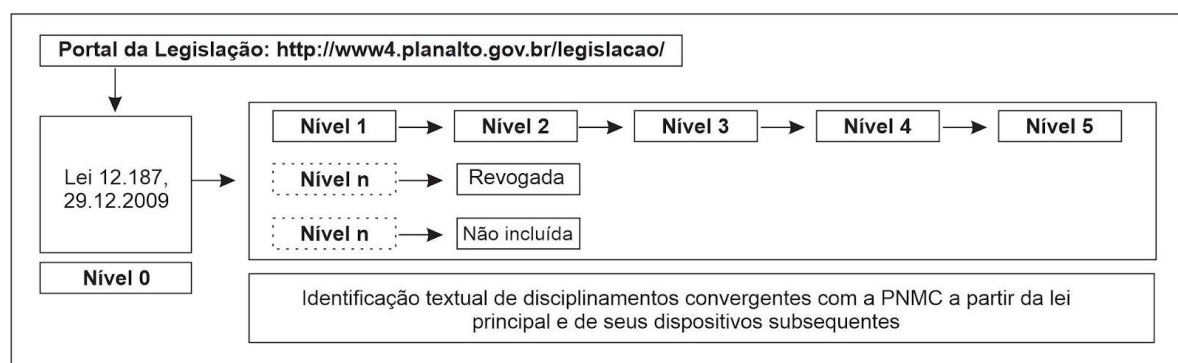
Para a discussão, foi explicada de forma resumida a ciência da mudança do clima, tendo como referencial principal o relatório mais atual (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2023), além de outras fontes relevantes. Em seguida, foi feita uma análise do regime climático internacional em nível sistêmico, desde a sua formação até os dias atuais, bem como dos processos pelos quais ele se atualiza ao longo dos anos. Depois, foi realizada análise do perfil do Brasil como emissor de gases de efeito estufa e análise em nível estatal para entender a posição do Brasil no regime climático internacional e como as normativas internacionais são internalizadas no Brasil.

Para isso, os processos governamentais do Brasil foram estudados, com análise de conteúdo no Portal da Legislação (BRASIL, 2024), tendo como base a Lei federal nº 12.187,

de 29 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009a). Foram identificadas as normativas que se relacionavam textualmente à PNMC a partir de sua ramificação. Os vínculos identificados na busca foram abertos individualmente para análise de conteúdo e verificação da correspondência da normativa. Embora o esforço para localização destas normativas tenha sido bastante abrangente, o levantamento realizado pode não representar a totalidade dos atos, já que eles se encontram fragmentados e dispersos.

Os dispositivos identificados foram sistematizados, com estabelecimento de referencial de codificação das informações, que considerou tanto os objetivos da pesquisa como o referencial teórico para análise dos dados. O referencial de codificação é entendido como um modelo sistemático de comparação, um conjunto de códigos que possibilita o tratamento do material e o delineamento de respostas, por meio da análise de conteúdo, que é a interpretação do texto à luz desse referencial de codificação (BAUER; GASKELL, 2002).

Figura 1. Esquema para identificação de dispositivos relacionados à PNMC.



Fonte: elaboração própria

Após a identificação e sistematização dos vínculos à PNMC (Figura 1), em um total de 207 registros ramificados a partir da lei federal, eles foram classificados em vigentes, revogados e sem relação (direta ou indireta) com a temática estudada. Para tanto, foi adotado como critério de convergência o conteúdo principal do dispositivo, independente do seu objetivo final. Além disso, os projetos de lei diretamente vinculados à PNMC e que ainda estão em trâmite foram também analisados.

4 DISCUSSÃO

4.1 Mudança do Clima

4.1.1 Gases de Efeito Estufa e aquecimento global

Os GEE são substâncias presentes na atmosfera que impedem a saída do calor emitido pelo sol e mantém a temperatura média da terra relativamente constante. O efeito estufa é essencial para a existência da vida na terra, visto que sem ele o planeta teria variações extremas em sua temperatura. Cerca de 48% da energia solar que chega na atmosfera consegue passar por ela e atingir a superfície terrestre, sendo então absorvida e irradiada de volta para a atmosfera em forma de calor. Em torno de 90% desse calor é então absorvido e irradiado novamente para a superfície, desacelerando assim a perda de calor da terra para o espaço (NASA, 2024; PNUMA, 2022).

Atividades antropogênicas durante o último século têm sido responsáveis pela emissão de grandes quantidades de alguns tipos de GEE. As concentrações de dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e gases halogenados (incluindo gases fluorados, dentre eles os clorofluorcarbonetos, ou CFC) na atmosfera têm aumentado, o que por consequência causa a tendência de aquecimento médio da temperatura da superfície da terra. Esse fenômeno, chamado de aquecimento global, tem sido observado por cientistas desde a metade do século XX e possui impactos a longo prazo que afetam diversos sistemas naturais do planeta (NASA, 2024; PNUMA, 2022).

A emissão de CO₂ é o principal causador do aquecimento global, em especial porque as quantidades emitidas são muito maiores do que os outros GEE e ele perdura na atmosfera terrestre por até mil anos (PNUMA, 2022). Apesar do CO₂ ser emitido também em processos naturais, como erupções vulcânicas, a intensidade das emissões antropogênicas sobrecarregam os seus sistemas e ciclos naturais, com efeitos que não ocorreriam naturalmente.

A maioria das atividades humanas depende direta ou indiretamente da queima de combustíveis fósseis (especialmente carvão, petróleo e derivados), que provocam a emissão de CO₂ e torna a descarbonização das economias um processo complexo. A concentração de CO₂ na atmosfera aumentou em 50% desde o começo da revolução industrial (NASA, 2024).

O CH₄, assim como os outros GEE, também é produzido em processos naturais como a decomposição de matéria vegetal e perdura na atmosfera por cerca de uma década. As atividades antropogênicas como produção pecuária, plantação de arroz, aterros sanitários e depósitos de lixo são as suas principais fontes, bem como a queima do gás natural, que é

composto por 70% a 90% de CH₄. O metano possui uma capacidade muito maior de aumentar o aquecimento global; embora esteja presente em menores concentrações na atmosfera, a estimativa é de que o CH₄ seja 80 vezes mais potente do que o CO₂ (NASA, 2024; PNUMA, 2022).

Outro gás com grande eficiência como GEE é o N₂O, com uma potência de 280 vezes a do CO₂. As suas principais fontes são os processos agrícolas e a produção e uso de fertilizantes, tanto orgânicos como industriais. Outras fontes de N₂O são a queima de combustíveis fósseis e de vegetação. Sua concentração na atmosfera aumentou em 18% nos últimos 100 anos e ele perdura na atmosfera por aproximadamente 120 anos (NASA, 2024; PNUMA, 2022).

Diferente dos outros GEE, os gases halogenados não são produzidos por processos naturais e sua origem é completamente industrial. Os gases fluorados são utilizados atualmente como alternativa ao CFC, que foram amplamente utilizados como gases refrigerantes, solventes e propulsores de spray em latas. Esses gases são menos prevalentes que os outros GEE, mas seu potencial de aquecimento global atinge de 460 a 16.300 vezes mais do que o do CO₂ (NASA, 2024; PNUMA, 2022). Os CFC, além de intensificarem o efeito estufa, causam danos à camada de ozônio e são regulamentados por um acordo internacional conhecido como Protocolo de Montreal. Mesmo com essa regulamentação e com seu uso em declínio, ainda existem violações ao Protocolo (NASA, 2024).

Em seu sexto e mais recente Relatório de Avaliação (AR6), o IPCC afirma que a emissão antropogênica de combustíveis fósseis, em especial relacionada ao uso desigual insustentável de energia e da terra, causou o aumento da temperatura global da superfície da terra (IPCC, 2023).

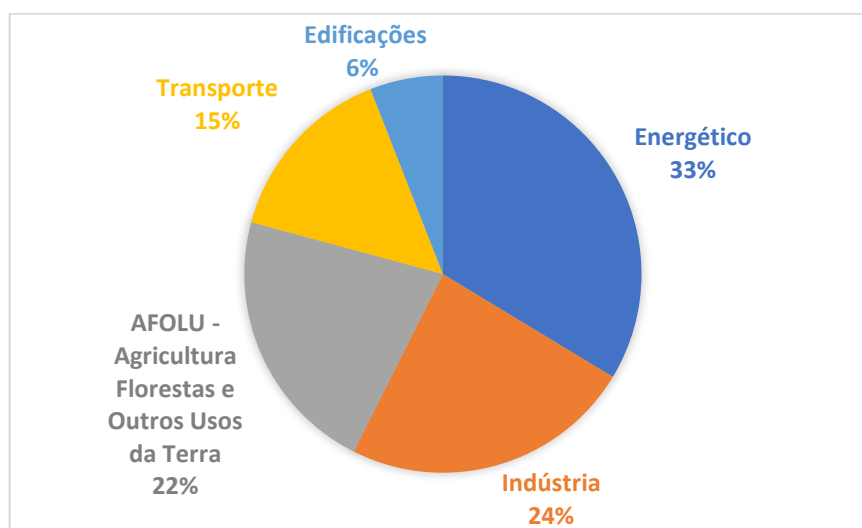
Entre os anos de 2011 e 2020, a temperatura média da superfície da terra foi cerca de 1,1°C mais alta do que no período de 1850 a 1900. Esse aumento da temperatura foi mais rápido desde 1970 do que em qualquer outro período de 50 anos durante os últimos 2000 anos. No ano de 2019 as concentrações de CO₂ chegaram a 410 partes por milhão (ppm), enquanto as de CH₄ chegaram a 1866 partes por bilhão (ppb) e as de N₂O atingiram 332 ppb. O ozônio troposférico (O₃) e os gases halogenados também são contribuidores importantes para o aquecimento global (IPCC, 2023), mas o ozônio possui outras funções importantes e essenciais na atmosfera.

As concentrações atuais de CO₂ atingiram níveis sem precedentes nos últimos 2 milhões de anos e as concentrações de CH₄ e N₂O são as maiores já vistas nos últimos 800.000 anos. Os aumentos nas concentrações de GEE desde a revolução industrial excedem

de maneira significativa as mudanças naturais entre períodos glaciais e interglaciais durante mais de 800.000 anos (IPCC, 2023).

As emissões antropogênicas líquidas de GEE tem aumentado constantemente e em 2019 foram de aproximadamente $59 \pm 6,6$ GtCO₂e. O maior aumento bruto das emissões de GEE foi de CO₂ oriundo da queima de combustíveis fósseis e da indústria, seguido pelo CH₄. Desde o ano de 2010, as emissões líquidas aumentaram de forma significativa em todos os setores (IPCC, 2023). Na figura 2, é possível observar a divisão das emissões globais de GEE por setor, tendo como base o ano de 2019.

Figura 2. Emissões globais de GEE por setor no ano de 2019.



Fonte: elaboração própria com base em IPCC (2023).

Apesar da melhoria na eficiência da produção energética e nos processos industriais, o que gerou redução relativa nas emissões, ainda foi observado aumento na emissão bruta devido a intensificação das atividades industriais, da demanda por fornecimento de energia, das atividades de transporte, agricultura e edificações. Para resolver o problema da mudança do clima são necessárias ações de alteração profunda e de longo prazo nos processos de produção de energia, uso da terra, estilo de vida, padrões de consumo e de produção (IPCC, 2023).

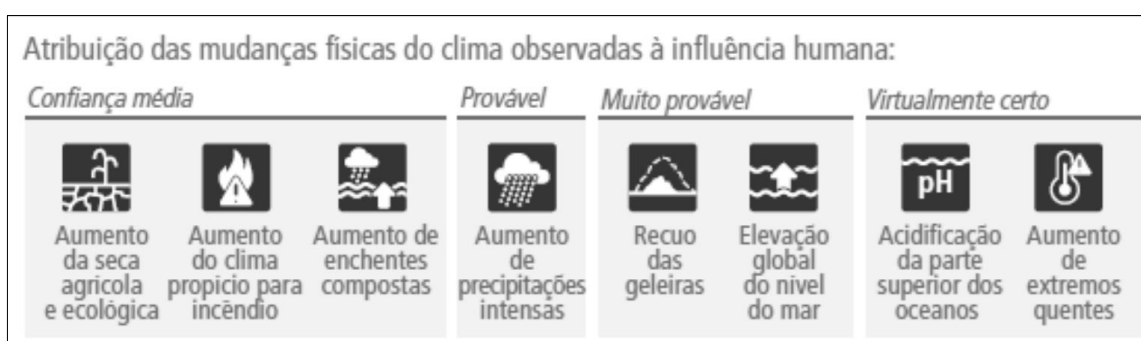
4.1.2 Impactos da mudança do clima

O aumento da temperatura do planeta tem causado mudanças rápidas e intensas na atmosfera, oceano, criosfera e biosfera. O aquecimento oceânico intensifica significativamente o aquecimento de todo o sistema climático. O nível médio dos oceanos aumentou em aproximadamente 0,2 metros entre 1901 e 2018. A estima-se que taxa de elevação dos oceanos foi de e 3,7 mm ao ano no período de 2006 a 2018, com tendências de aumento dessa taxa (IPCC, 2023).

A ação antropogênica influenciou o recuo das geleiras e a diminuição constante do gelo do ártico, bem como a diminuição da neve no período da primavera no hemisfério norte e o derretimento superficial da calota de gelo da Groenlândia. As emissões antropogênicas de CO₂ são o principal fator responsável pela acidificação dos oceanos (IPCC, 2023).

Observou-se também evidências de que a mudança do clima já é responsável pelo aumento da ocorrência e intensidade de eventos climáticos e meteorológicos extremos em todas as regiões do mundo que incluem ondas de calor, precipitações intensas, secas e ciclones tropicais. As ondas de calor marinhas duplicaram de frequência desde os anos 1980 e as ondas frias e temperaturas mais baixas estão se tornando menos frequentes e menos severas (IPCC, 2023). Os impactos podem ser observados de forma mais clara na figura 3.

Figura 3: Impactos devido a alterações em condições climáticas atribuídas a ação humana



Fonte: IPCC, 2023. Tradução realizada pelo Governo do Brasil e pelo Pacto Global da ONU no Brasil.

Os danos causados pela mudança do clima incluem também perdas irreversíveis em ecossistemas terrestres, de água doce, criosféricos, costeiros e de oceano aberto, com a extensão e magnitude desses impactos se mostrando muito maiores que em avaliações anteriores. Em torno de metade das espécies observadas houve deslocamento ou para os polos ou para maiores altitudes devido ao aumento das temperaturas. Foram observadas centenas de perdas de espécies locais e eventos de mortalidade em massa, tanto na terra quanto nos oceanos (IPCC, 2023).

Os impactos em alguns ecossistemas estão próximos a ser irreversíveis, a exemplo das alterações decorrentes do recuo das geleiras, alterações em algumas montanhas e impactos nos ecossistemas árticos em decorrência do degelo do *permafrost*. Também se observa impactos referentes a desertificação e degradação exacerbada da terra. A mudança do clima afeta a segurança alimentar e a segurança hídrica; os impactos incluem a desaceleração da produtividade agrícola e impactos no rendimento das safras, principalmente em latitudes médias e baixas. O aquecimento oceânico contribui para a diminuição no potencial de captura da pesca, agrava os impactos da pesca excessiva para algumas espécies e, somado com a acidificação dos oceanos, impacta a aquicultura e a pesca de crustáceos e moluscos (IPCC, 2023).

O aquecimento da terra também intensifica a escassez de água, em especial em terras já secas. Atualmente, metade da população mundial já enfrenta períodos graves de escassez. Em conjunto com outros fatores, como a expansão agrícola e padrões de consumo insustentáveis, a mudança do clima aumenta a vulnerabilidade dos ecossistemas e populações; e amplia a competição por terras e recursos hídricos (IPCC, 2023).

Já em ambientes urbanos os impactos adversos da mudança do clima são refletidos diretamente na saúde humana, subsistência e infraestrutura essencial. Nas cidades é observada a intensificação de ondas de calor e tempestades, piora da poluição do ar e do funcionamento das infraestruturas essenciais – que incluem sistema de transporte, de abastecimento de água, de saneamento e de energia – além de perdas econômicas, interrupções nos serviços e impactos no bem-estar das populações. Os impactos afetam desproporcionalmente as populações marginalizadas econômica e socialmente (IPCC, 2023).

Pode-se observar também o aumento da mortalidade humana devido a diferentes impactos climáticos, como as ondas de calor extremo; ocorrência de doenças de origem alimentar e hídrica; de doenças transmitidas por vetores (especialmente devido a expansão da gama e do aumento da reprodução dos vetores) e de zoonoses em novas áreas. Também são causados danos à saúde mental das populações, com o aumento da temperatura associado a alguns problemas de saúde mental, bem como traumas causados por eventos climáticos extremos e perda dos meios de subsistência e da cultura das populações (IPCC, 2023).

Figura 4. Impactos, perdas e danos atribuídos à mudança do clima.



Fonte: IPCC, 2023. Tradução realizada pelo Governo do Brasil e pelo Pacto Global da ONU no Brasil.

Os impactos atingem regiões e populações em diferentes proporções e a capacidade de adaptação a eles também é desigual, o que é exacerbado por padrões de produção e consumo díspares e insustentáveis, padrões históricos e contínuos de desigualdades, marginalização e colonialismo (IPCC, 2023).

Existem alterações que são irreversíveis, mas ainda é possível limitá-las através de uma redução rápida e profunda das emissões de GEE. Quanto maior o nível de emissões, mais alta a probabilidade de mudanças abruptas que podem desencadear outros impactos a partir de um ponto de não-retorno. Isso inclui extinção de biodiversidade e ecossistemas (IPCC, 2023), o que ressalta a importância das duas principais formas de enfrentamento da mudança do clima: mitigação e adaptação.

O Brasil se encontra entre os países que vão sentir os impactos da mudança do clima com mais intensidade. Estima-se que o aumento da temperatura, alterações nos padrões de precipitação e eventos climáticos extremos serão mais severos no Brasil, em comparação com a média global e terão consequências graves para atividades econômicas e de subsistência em diversos locais do país (VIOLA e BASSO, 2016).

4.2 O Regime Climático Internacional

O regime climático internacional visa o clima como uma unidade conceitual a ser protegida por normas internacionais *ad hoc*. Como a matéria é disciplinada por normas proibitivas que dependem de definições técnicas sensíveis ao avanço da ciência e da tecnologia, são utilizados textos normativos de grandes princípios, complementados e

atualizados por protocolos ou por anexos (SOARES, 2003). A ratificação da Convenção do Clima por 184 países, incluindo o Brasil, ocorreu em 1994 e representou a criação efetiva de um regime para enfrentar a mudança do clima. Sua promulgação pelo governo brasileiro se deu por meio do Decreto Presidencial 2.652, de 1º de julho de 1998 (BRASIL, 1998).

Existem projeções que indicam que o ponto no qual a humanidade poderia ter agido de forma decisiva para evitar completamente o aquecimento global já passou. Esta análise se baseia na constatação de que o período necessário para que os sistemas naturais da Terra processem o excesso de dióxido de carbono na atmosfera é de milhares de anos. Por outro lado, como os impactos ainda podem ser amenizados ou intensificados, as decisões que são tomadas hoje definirão a gravidade das condições de vida das gerações futuras (CADMAN, 2019).

Diversos países utilizam instrumentos legais e econômicos para fins relacionados a mitigação das emissões dos GEE, o que proporcionou o aumento da eficiência energética, redução do desmatamento e desenvolvimento tecnológico. As reduções mais significativas são relacionadas ao setor energético (descarbonização das fontes de energia, ganho em eficiência energética e redução da demanda energética). Todavia, os níveis globais de emissão de GEE continuam aumentando (IPCC, 2023).

De modo geral, a Convenção do Clima funciona como uma agência especializada da ONU, com uma sede fixa (Bonn, Alemanha), funcionários e secretaria. Ela possui um órgão supremo de governo para cada um dos seus principais acordos, sendo eles a própria COP para a UNFCCC, que é o acordo principal; a CMP para o Protocolo de Quioto (*Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Kyoto Protocol* - Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Protocolo de Quioto) e o CMA para o Acordo de Paris (*Conference of the Parties serving as the meeting of the Parties to the Paris Agreement* - Conferência das Partes na qualidade de reunião das Partes do Acordo de Paris) (UNFCCC, 2024).

A UNFCCC possui também um órgão de gerenciamento de processos, o Bureau da COP, CMP e CMA; bem como dois órgãos subsidiários permanentes: o Órgão Subsidiário para Assessoramento Científico e Tecnológico (*Subsidiary Body for Scientific and Technical Advice* – SBSTA) e o Órgão Subsidiário para Implementação (*Subsidiary Body for Implementation* – SBI). A Convenção possui também outros órgãos subsidiários *ad hoc* estabelecidos pela COP, pelo CMP ou pelo CMA conforme necessário, entre outros mecanismos (UNFCCC, 2024).

A Convenção do Clima promove duas principais reuniões anuais. As SB ou Conferências Climáticas de Bonn são reuniões dos órgãos subsidiários que acontecem no meio do ano e buscam avançar as negociações sobre questões técnicas relacionadas a COP, geralmente sem a presença de uma parte política; a última realizada foi a SB58, que ocorreu entre 5 e 15 de junho de 2023. Já a COP serve como espaço para várias reuniões ao mesmo tempo, incluindo as reuniões da CPM e da CMA, bem como as reuniões dos órgãos subsidiários (UNFCCC, 2024). As COP geralmente acontecem durante duas semanas no final do ano e possuem uma parte mais técnica na primeira semana e uma parte mais política na segunda semana, com participação de ministros e até mesmo chefes de Estado. Na tabela 1, é possível observar a evolução do regime climático internacional por meio de um histórico dos acontecimentos e decisões mais importantes.

Tabela 1. Principais acontecimentos no âmbito do regime climático internacional

Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
1988	A Organização Mundial de Meteorologia (<i>World Meteorological Organization – WMO</i>) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA (<i>United Nations Environment Programme – UNEP</i>) estabeleceram o IPCC. As avaliações do IPCC se mantêm como base científica para as negociações internacionais, ao mesmo tempo em que fornecem informações fundamentais para o gerenciamento do risco de eventos extremos.
1990	É divulgado o primeiro relatório de avaliação do IPCC (<i>First Assessment Report – ARI</i>), com evidências de que as emissões resultantes das atividades humanas estavam aumentando substancialmente as concentrações atmosféricas de GEE
1990	A Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu o Comitê Intergovernamental de Negociação para uma Convenção-Quadro sobre a Mudança do Clima. O Comitê realizou cinco sessões em que mais de 150 Estados discutiram compromissos vinculantes, metas e cronogramas para redução de emissões, mecanismos financeiros, transferência de tecnologia e responsabilidades comuns, porém diferenciadas de países desenvolvidos e em desenvolvimento.
1992	O texto da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima foi adotado em maio na sede das Nações Unidas, em Nova York.
1992	A UNFCCC é aberta para assinatura, convidando os países a tomar ações climáticas. A UNFCCC tem duas convenções irmãs: a Convenção das Nações Unidas sobre Diversidade Biológica e a Convenção de Combate à Desertificação.
1994	Em 21 de março de 1994 a UNFCCC entra em vigor. Com 196 signatários, a UNFCCC tem adesão quase universal.
1995	COP 1 – Berlim, Alemanha. Na primeira COP as Partes concordaram que os compromissos assumidos eram “insuficientes” para atender aos objetivos da Convenção. O Mandato de Berlim estabelece um processo para negociar compromissos reforçados para os países desenvolvidos, constituindo as bases para o Protocolo de Quioto.
1996	A secretaria da UNFCCC muda de Genebra para sua atual sede em Bonn, cidade que se tornou um centro internacional de sustentabilidade ao abrigar 18 organizações da ONU e empregar cerca de mil funcionários, dos quais a UNFCCC é a maior organização.

Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
1997	COP 3 – Quioto, Japão. A terceira COP alcançou um marco histórico com a adoção do Protocolo de Quioto, o primeiro tratado de redução de emissões de GEE do mundo.
2001	COP 6 – Bonn, Alemanha. É alcançado um grande avanço na segunda parte da COP 6 em Bonn; as Partes chegaram a um amplo acordo político sobre o conjunto de regras operacionais para o Protocolo de Quioto.
2001	COP 7 – Marraquexe, Marrocos. Negociação dos Acordos de Marraquexe em preparação para a entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Ocorreu a formalização de acordo sobre regras operacionais para o Comércio Internacional de Emissões, o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo e a Implementação Conjunta, juntamente com um regime de conformidade e procedimentos contábeis.
2005	O Esquema de Comércio de Emissões da União Europeia, primeiro e maior esquema de comércio de emissões do mundo, foi lançado como um importante pilar da política climática da União Europeia (UE). As instalações regulamentadas pelo regime eram coletivamente responsáveis por quase metade das emissões de dióxido de carbono (CO ₂) da UE.
2005	O Protocolo de Quioto entra em vigor com a ratificação da Rússia.
2005	COP 11 – Montreal, Canadá. Após a entrada em vigor do Protocolo de Quioto, a COP 11 foi realizada. Pela primeira vez foi realizada a CMP.
2006	COP 12 – Nairóbi, Quênia. O SBSTA foi encarregado de implementar um programa para abordar impactos, vulnerabilidade e adaptação à mudança do clima. Foi desenvolvido o Programa de Trabalho de Nairóbi.
2007	COP 13 – Bali, Indonésia. Foi adotado o Roteiro de Bali, que inclui o Plano de Ação de Bali, que traçou o caminho para um novo processo de negociação para ação climática. O Plano tem cinco categorias principais: visão compartilhada, mitigação, adaptação, tecnologia e financiamento.
2008	O mecanismo do Protocolo de Quioto “Implementação Conjunta” foi iniciado. Isso permitiu que um país com um compromisso de redução ou limitação de emissões sob o Protocolo ganhasse unidades de redução de emissões de um projeto de redução de emissões ou remoção de emissões em outro país com compromissos semelhantes.
2008	COP 14 – Posnânia, Polônia. Houve progresso nas negociações para ajudar os países em desenvolvimento, que incluiu o lançamento do Fundo de Adaptação no âmbito do Protocolo de Quioto e o Programa Estratégico de Transferência de Tecnologia de Posnânia.
2009	COP 15 – Copenhague, Dinamarca. Estabelecimento do Acordo de Copenhague. Os países desenvolvidos prometeram até US \$30 bilhões em financiamento de início rápido para o período 2010-2012. Posteriormente, as Partes enviaram compromissos de redução de emissões ou promessas de medidas de mitigação, todos não vinculantes.
2010	COP 16 – Cancún, Caribe. Foram ajustados os Acordos de Cancún, um pacote abrangente para ajudar as nações em desenvolvimento a lidar com a mudança do clima, com destaque para o Fundo Verde para o Clima, o Mecanismo Tecnológico e o Marco de Adaptação de Cancún.
2011	COP 17 – Durban, África do Sul. Lançamento do Momento para a Mudança, iniciativa da UNFCCC que lança luz sobre a ação climática inovadora e transformadora realizada em todo o mundo. Durante a COP 17 as Partes se comprometeram com um novo acordo universal sobre mudança do clima até 2015 para o período após 2020, que levou ao lançamento do Grupo de Trabalho <i>Ad Hoc</i> para a Plataforma de Durban para Ação Aprimorada.
2012	COP 18 – Doha, Catar. As Partes concordaram em trabalhar rapidamente em direção a um acordo universal sobre mudança do clima até 2015 e encontrar maneiras de aumentar os esforços antes de 2020, além das promessas existentes de reduzir as emissões. Também foi adotada a Emenda de Doha ao Protocolo de Quioto pelo CMP 8, que lançou um segundo período de compromisso.

Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
2013	COP 19 – Varsóvia, Polônia. As principais decisões adotadas na COP 19/ CMP 9 incluíram o avanço da Plataforma de Durban, do Fundo Verde para o Clima e do Financiamento de Longo Prazo, do Marco de Varsóvia para REDD+ e do Mecanismo Internacional para Perdas e Danos de Varsóvia. Sob a Plataforma de Durban, as Partes concordaram em preparar suas INDC, bem antes da Conferência de Paris.
2014	COP 20 – Lima, Peru. As partes adotaram o “ <i>Lima Call for Action</i> ”, que elaborou os principais elementos do Acordo de Paris.
2015	COP 21 – Paris, França. Adoção do histórico Acordo de Paris. Em 12 de dezembro de 2015, 195 países concordaram em combater a mudança do clima e implementar ações e investimentos para um futuro de baixo carbono, resiliente e sustentável. O Acordo de Paris, pela primeira vez, trouxe todas as nações em uma causa comum baseada em seus históricos atuais e futuras responsabilidades. O Acordo entrou em vigor em novembro de 2016.
2016	COP 22 – Marraquexe, Marrocos. Lançamento da parceria de Marraquexe para a Ação Climática Global. Um resultado crucial da Conferência do Clima em Marraquexe foi avançar na redação do livro de regras do Acordo de Paris.
2017	COP 23 – Bonn, Alemanha. A UNFCCC foi realizada na cidade sede da Convenção e foi a primeira COP presidida por um pequeno Estado insular em desenvolvimento, Fiji.
2018	COP 24 – Katowice, Polônia. Houve avanço nas negociações para o Programa de Trabalho do Acordo de Paris, com apresentação de um conjunto de diretrizes para guiar a concretização do acordo e operacionalização do seu regime climático. A sua adoção pelas Partes marcou o início da fase de implementação, o que possibilitou ações efetivas de combate à mudança do clima no âmbito do acordo.
2019	COP 25 – Madri, Espanha, com presidência do Chile. Seu objetivo foi concluir o livro de regras do Acordo de Paris em antecipação a 2020, quando entrou em vigor. Do ponto de vista do processo da UNFCCC, esperava-se que a COP 25 produzisse um conjunto robusto de decisões que informariam a COP 26. Os negociadores contavam com o sucesso em dois aspectos principais. Para perdas e danos, o Mecanismo Internacional de Varsóvia sobre Perdas e Danos recebeu um “braço de implementação” na forma da Rede de Santiago para Evitar, Minimizar e Tratar de Perdas e Danos. Já para o Artigo 6 do Acordo de Paris relacionado a mecanismos de mercado, as Partes chegaram a Madri com o objetivo de tratar de diferenças fundamentais, que incluiu “se” e “como” "transferir" créditos de carbono gerados sob o Protocolo de Quioto para suas metas do Acordo de Paris. Essa e muitas outras questões básicas de design foram enquadradas em perguntas sobre como os mecanismos de mercado poderiam incentivar a ambição. No final, as negociações não chegaram a um acordo.
2020	Diálogos Climáticos das Nações Unidas – Realizado de forma virtual devido ao COVID-19, possuíam o objetivo de fornecer uma plataforma para as Partes da COP e outros atores interessados apresentarem o progresso feito das ações climáticas de 2020 e dialogarem sobre a agenda e órgãos da COP.
2021	COP 26 – Glasgow, Escócia, Reino Unido. 151 países apresentaram novas NDC com suas ações climáticas até 2030. O Pacto Climático de Glasgow pedia que os países "revisitassem e fortalecessem" suas metas para 2030 até o final de 2022 para alinhá-las com as do Acordo de Paris. Ele também requisitou que todos os países apresentem estratégias de longo prazo até 2050 e que as nações considerem outras ações para reduzir os GEE que não sejam de CO ₂ , como o metano. Os países desenvolvidos não cumpriram suas metas de financiar ações climáticas nos países em desenvolvimento e concordaram em pelo menos dobrar o financiamento para adaptação até 2025. Foram estabelecidas as regras para o mercado global de carbono de acordo com o Artigo 6 do Acordo de Paris e decidida a permissão de transferência de créditos de carbono antigos gerados desde 2013

Ano	Marcos na evolução da política internacional do clima
	sob o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto para ajudar a cumprir os compromissos climáticos do Acordo de Paris.
2022	COP 27 – Sharm el-Sheikh, Egito. A conferência foi concluída com um avanço importante para ajudar os países vulneráveis a lidarem com as perdas e os danos causados pelos impactos climáticos através de um fundo para perdas e danos, bloqueado pelos países desenvolvidos por quase três décadas. O progresso na questão de adaptação foi pequeno, e os países desenvolvidos não honraram os compromissos assumidos na COP26 de dobrar o financiamento em adaptação; não houve negociação de um plano para a implementação dessa meta. O financiamento climático teve grande importância nas negociações, visto que os países desenvolvidos não estão cumprindo seus compromissos, e, quando esse financiamento é oferecido, vêm em forma de empréstimos, o que aumenta o ônus da dívida em países que já estão em dificuldades, e mostra a falta de responsabilidade e transparência. O progresso na área de mitigação também foi pequeno, com evidências da lacuna de emissões entre os planos climáticos nacionais atuais e o que é necessário para limitar o aumento da temperatura para cumprir as metas do Acordo de Paris. Foi adicionada uma fase política ao "balanço global" (<i>Global Stocktake</i>) que antes não existia.
2023	COP 28 – Dubai, Emirados Árabes Unidos. Foi concluído o primeiro <i>Global Stocktake</i> das ações climáticas nos termos do Acordo de Paris, com evidências de que o progresso foi muito lento em todas as áreas de ação climática. A Conferência iniciou com um acordo sobre a operacionalização de arranjos de financiamento para lidar com perdas e danos, que incluiu um novo fundo dedicado no âmbito da UNFCCC, e foi encerrada com um acordo que sinaliza o "começo do fim" da era dos combustíveis fósseis. As Partes concordaram com metas para o Objetivo Global de Adaptação e a sua estrutura, com identificação de onde o mundo precisa chegar para ser resiliente aos impactos de um clima em mudança e para avaliar os esforços dos países. Pela primeira vez, foi incluída a energia nuclear entre as tecnologias de baixo carbono que devem ser utilizadas para uma descarbonização rápida e profunda.
2024	COP 29 – Baku, Abseron, Azerbaijão. A COP 29 será também a sexta Reunião das Partes do Acordo de Paris (CMA 6), com o objetivo de concluir a primeira estrutura de transparência aprimorada e a nova meta coletiva quantificada sobre finanças, entre outros assuntos.
2025	COP 30 – Belém, Pará, Brasil. A sede da COP 30 foi decidida através de negociações iniciadas em 2022. Seu objetivo é trazer o foco para as questões florestais e as políticas de redução das emissões de GEE a partir da redução do desmatamento, bem como para o papel do Sul Global no regime climático.

Fonte: Elaboração própria, com base em Alayza et al. (2022); Luca et al. (2020); Mountford et al., 2021; UNFCCC (2024); SEMAS PR (2024) e IISD (2019).

O texto da Convenção do Clima reconhece que os países desenvolvidos são responsáveis pela maior parte das emissões históricas de GEE e reconhece que a resposta internacional à mudança do clima deve reconhecer essa responsabilidade. Assim, é criado um princípio muito importante para o regime climático, que são as responsabilidades comuns, porém diferenciadas (*Common But Differentiated Responsibilities – CBDR*) (UNFCCC, 1992). Com o Protocolo de Quioto, esse princípio se concretizava na divisão das Partes em dois grupos: os países do Anexo I – países desenvolvidos, que possuíam metas compulsórias de redução das emissões de GEE, em especial por conta de suas emissões históricas advindas dos processos de industrialização; e os países Não-Anexo I – países em

desenvolvimento, que apesar de serem incentivados a reduzir emissões, não receberam metas de mitigação obrigatórias (UNFCCC, 2015; 1992).

Isso fez com que países emissores importantes, como os Estados Unidos, não ratificassem o protocolo de Quioto. Com o Protocolo de Quioto, a bifurcação entre os países do Anexo I e não-Anexo I era mais clara, o que causava estagnação nas negociações. Além disso, mesmo os países signatários não cumpriam suas metas plenamente. O crescimento constante das emissões de GEE deixou claro que a forma como o Protocolo de Quioto operava não era a mais eficiente para mitigar as emissões, o que mostrou a necessidade de uma abordagem diferente para o acordo que substituiria o Protocolo após sua vigência.

Com esse objetivo se negociou o Acordo de Paris durante vários anos, até sua adoção em 2015. Ela representa um marco na política internacional do clima, em especial por ser um acordo vinculativo juridicamente com grande aceitação (assinado por 195 países dos 197 signatários da Convenção) (FREITAS et al., 2017). O Acordo estabelece uma meta em comum de aquecimento global comum para todos os países - não ultrapassar o aumento de 2°C na média da temperatura da terra - ao mesmo tempo em que determina a criação de um quadro legal para sua implementação e para que as Partes contribuam com a mitigação e adaptação à mudança do clima.

Enquanto no Protocolo de Quioto a redução das emissões de GEE foi fixada por um percentual obrigatório restrito aos países desenvolvidos (menos 50% em relação aos níveis emitidos em 1995 – meta essa que não foi cumprida), no Acordo de Paris as metas de redução abarcam todos os países, independente do seu estágio de desenvolvimento econômico (FREITAS et al., 2017).

A abordagem do Acordo de Paris encontrou como solução principal o estabelecimento das NDC, que permitem que cada país determine sua própria meta de mitigação e estratégias para adaptação. Além disso, o Acordo cria mecanismos de prestação de contas para que essas ações sejam revisadas. Assim, a aplicação do princípio CBDR fica subentendida em questões como o próprio estabelecimento das NDC, financiamento, transferência de tecnologia, ações de treinamento e cooperação entre as partes, entre outros (ACORDO DE PARIS, 2015).

Quer por entrar em vigência em tempo recorde (pouco mais de cinco meses), quer pelo número elevado de adesão alcançada (que superou a todos os demais acordos anteriormente estabelecidos), o Acordo de Paris foi qualificado como uma conquista histórica (BERRUEZO e JIMENEZ, 2017). Os seus mecanismos e instrumentos para sua implementação foram negociados durante as COP seguintes a sua adoção.

Desde a criação da UNFCCC, apesar de passadas mais de duas décadas de negociações, aspectos como o contínuo aumento das emissões de GEE e a dificuldade de se chegar a um consenso entre as Partes fez com que se desacreditasse na possibilidade do sucesso das negociações multilaterais do clima.

O endosso do Acordo por países com interesses bastante divergentes representou um sucesso para as negociações multilaterais, cuja conclusão só foi possibilitada pelo esforço genuíno de se buscar um consenso (DIMITROV, 2016). Esse sucesso teve, entre outras consequências, a renovação da credibilidade do funcionamento do multilateralismo e da diplomacia através da ONU.

Por outro lado, com o passar dos anos, essa credibilidade foi se perdendo novamente. Houve turbulência nas tentativas de se finalizar os instrumentos para a implementação do Acordo de Paris e dificuldade de se estabelecer um mecanismo de perdas e danos (com o impedimento do aprofundamento desse tópico pelos países mais ricos). Os relatórios mais novos do IPCC mostraram que as consequências da mudança do clima são mais graves e chegarão mais rápido do que se esperava. Os resultados das últimas COP podem ser considerados pouco satisfatórios, em especial para grupos da sociedade civil que acompanha as negociações.

No Acordo de Paris, as principais obrigações das Partes são estabelecidas por meio das NDC, estipuladas pelos próprios países, que levam em conta suas capacidades e limitações. Todavia, isso permite que os países tenham menor ambição em suas metas, o que representa um dos maiores desafios para o cumprimento do Acordo. Ainda assim, a revisão das NDC abre a possibilidade para um aumento das ambições.

Em conjunto com as NDC, são estabelecidas também obrigações para os países desenvolvidos apoiarem os esforços dos países em desenvolvimento através de financiamento de projetos, capacitação e transferência de tecnologias, o que será complementado pelo Fundo Verde do Clima, mecanismo da UNFCCC que serve também ao Acordo de Paris. A transparência, que possibilita o compartilhamento de informações pelas Partes, é implementada através de relatórios das ações climáticas dos países, que serão submetidos à revisão internacional através do *Global Stocktake*. Como essa revisão leva em consideração as limitações dos países em desenvolvimento, ela oferece uma certa flexibilidade (UNFCCC, 2024).

Pode-se inferir que a adoção do Acordo de Paris na COP 21 só foi viável por dar espaço para que cada governo criasse suas próprias metas dentro de suas capacidades. Ao mesmo tempo, essas metas estão sujeitas a revisão, o que se soma às obrigações legais

internacionais assumidas pelos países, e faz com que o Acordo possua abordagens tanto *bottom-up* quanto *top-down* para a governança climática (DIMITROV, 2016).

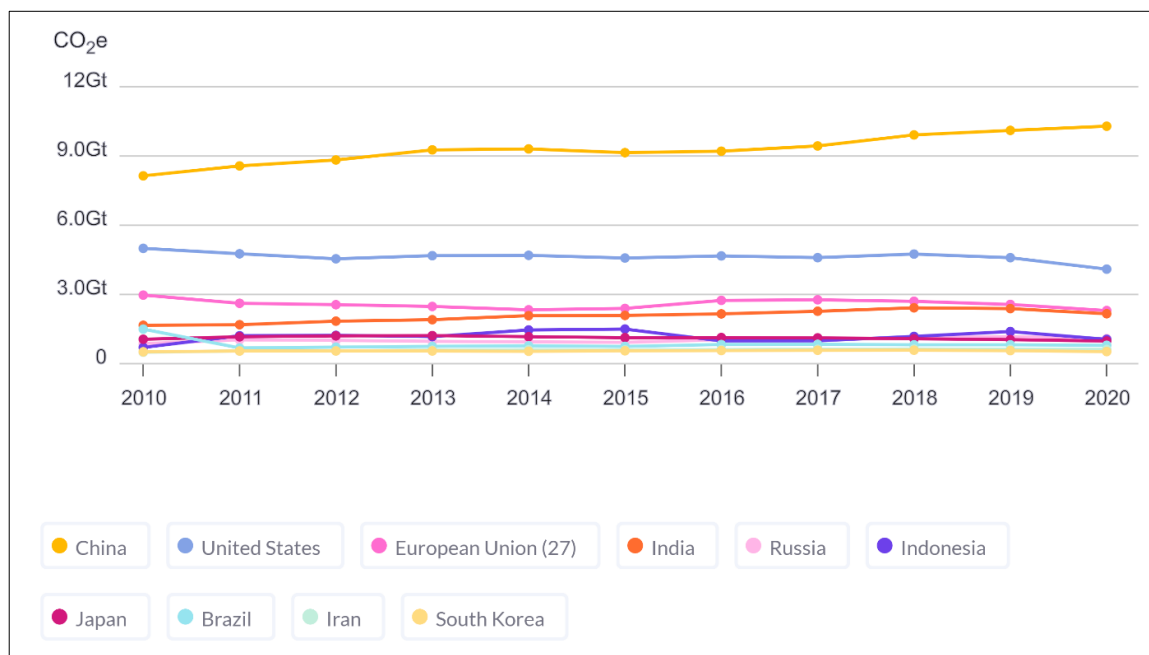
O Acordo de Paris opta por utilizar normas procedimentais que possibilitam maior confiança e aceitação dos resultados ao incentivar tanto os países a tomar a iniciativa como encorajar a transparência e compartilhamento de boas práticas. É necessário, porém, que se reconheça a lacuna entre as metas do Acordo e o resultado estimado do cumprimento das NDC. Neste contexto, para que o Acordo de Paris realmente tenha um impacto positivo, serão necessárias ações adicionais, tanto no nível nacional quanto internacional (STRECK et al., 2016).

Essa abordagem também permite que se questione a sua eficiência na redução das emissões de GEE. Se todos os países cumprirem à risca suas NDC, o nível de aquecimento global estimado ainda seria em torno de 2,7°C, muito acima do limite de 2°C estabelecido no Acordo. Existe, ainda, a possibilidade de que os países não cumpram suas NDC (STRECK et al., 2016). Isso reforça a urgência da implementação de medidas tanto de mitigação quanto de adaptação para a redução dos impactos nas populações e no meio ambiente (IPCC, 2023).

4.3 O Perfil das Emissões de GEE do Brasil

A produção de energia elétrica do Brasil é relativamente baixa em CO₂. Entretanto, a matriz energética brasileira é bastante carbonizada. Isso ocorre porque o setor energético inclui as emissões advindas de transporte de cargas e passageiros - e o transporte brasileiro é, em sua maioria, rodoviário e a base de combustíveis fósseis. Além disso, as usinas termoelétricas estão em crescente uso, em especial para suprir a demanda energética em períodos de seca. Ainda, a maior parte das emissões brasileiras tem origem na categoria de Agricultura, Florestas e Outros Usos da Terra (*Agriculture, Forestry and Other Land Use – AFOLU*) principalmente devido ao desmatamento, queimadas e ao setor agropecuário. Assim, o Brasil se encontra entre os dez maiores emissores de GEE do mundo (figura 5).

Figura 5: Emissões anuais de GEE dos dez maiores emissores (período 2010 – 2020)



Fonte: Climate Watch (2022).

O desmatamento e queimada de florestas entram no setor Uso da Terra, Mudança do uso da Terra e Florestas (*Land Use, Land-Use Change, and Forestry – LULUFC*). A maior parte do desmatamento ocorre no bioma amazônico e 80% é ilegal. Apesar de quedas da intensidade do desmatamento na Amazônia por alguns períodos, ele nunca deixou de acontecer. O Brasil também tem dificuldade de inibir o desmatamento em outros biomas importantes, a exemplo do Cerrado, que é uma das grandes fronteiras agrícolas brasileiras (VIOLA e BASSO, 2016) e é constantemente impactado por queimadas intencionais e acidentais. Pode-se observar mais detalhes das emissões brasileiras na figura 6.

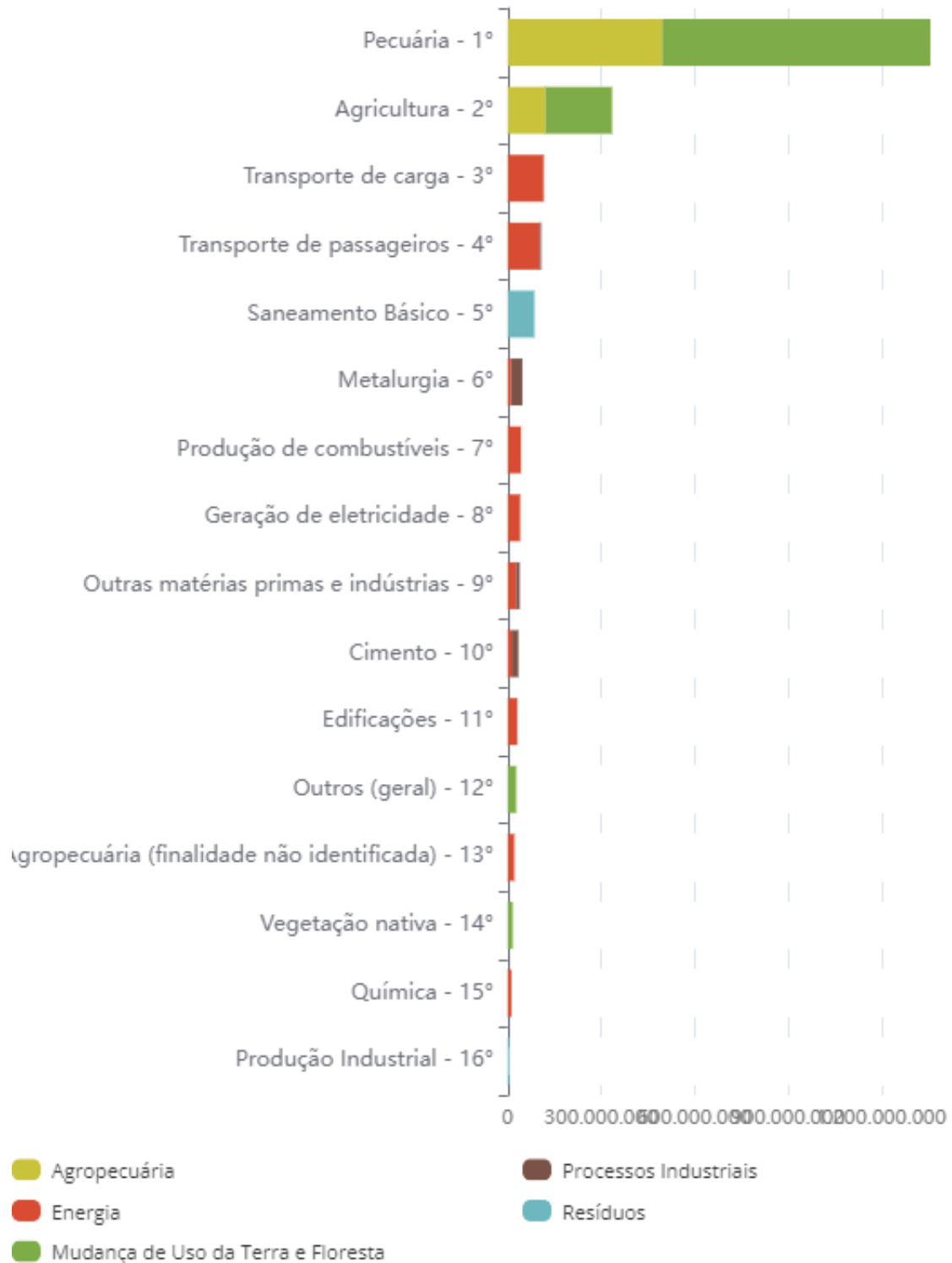
Figura 6: Emissões brasileiras de GEE por ano e por setor (tCO₂e)

Fonte: Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG – 2024).

O setor agropecuário (incluído na categoria AFOLU) é a segunda maior fonte de emissões de GEE do Brasil, seguido pelo setor energético. Com emissões comparativamente menos significativas e muito próximas entre si, há os setores de processos industriais e resíduos. Para que se possa reduzir as emissões brasileiras de forma substancial, é necessário considerar as principais fontes: desmatamento e queimadas, agropecuária e produção de energia. É importante mencionar que o setor agropecuário é o maior emissor de metano, o que destaca a sua relevância, visto que o metano tem um potencial de efeito estufa muito maior que o CO₂.

De igual relevância é a análise das atividades de origem dessas emissões, para que se possa criar políticas e medidas mais adequadas ao manejo das emissões brasileiras. Na figura 7, estão distribuídos os setores de emissão por atividade.

Figura 7: Ranking das emissões por atividade de origem, categorizadas por setor



Fonte: SEEG (2024).

Como mesmo as emissões que aparentam ser pequenas no gráfico são calculadas em toneladas de CO₂ equivalente, estes dados evidenciam a quantidade elevada dessas emissões. Na tabela 2 são apresentados os valores das emissões de GEE por atividade e setor em 2022, para o melhor entendimento dessas dimensões.

Tabela 2: Emissões de GEE de 2022 por atividade e setor

Atividade (por ordem de maiores emissões em tCO ₂ e aprox.)	Setor de emissão					Total
	Agropecuária	Mudança do Uso da Terra e Floresta	Energia	Processos Industriais	Resíduos	
Pecuária	496.040.351	862.187.634				1.358.227.985
Agricultura	121164020	214092068				335256088
Transporte de carga			115040171	1106310		116146481
Transporte de passageiros			101837446	5858107		107695553
Saneamento Básico					85744711	85744711
Metalurgia			10256259	36705269		46961528
Produção de combustíveis			42461336			42461336
Geração de eletricidade			39961421			39961421
Outras matérias primas e indústrias			26455765	12015888		38471653
Cimento			13382656	20828103		34210759
Edificações			29811256	1569070		31380326
Outros (geral)		27322142				27322142
Agropecuária (finalidade não identificada)			21221143			21221143
Vegetação nativa		16066541				16066541
Química			12058619			12058619
Produção Industrial					5588679	5588679

Fonte: elaboração própria, com base em SEEG (2024).

Ao analisar os dados de atividades e de setores emissores, a atividade produção pecuária aparece em primeiro lugar, com emissões tanto no setor LULUFC quanto agropecuário. Em segundo lugar observa-se a atividade agricultura, com emissões também nos setores LULUFC e agropecuário. Em terceiro e quarto lugar, respectivamente, estão as atividades de transporte de carga e transporte de passageiros, ambas com a maior parte das emissões com origem no setor de energia e uma pequena parcela no de processos industriais.

Em relação aos três maiores setores de emissões, as emissões da categoria de energia estão distribuídas em várias atividades, enquanto as emissões de LULUCF e agropecuária estão concentradas majoritariamente em duas atividades, o que facilita a criação de diretrizes unificadas para o corte de emissões nesses setores. Por outro lado, não se pode desconsiderar o setor energético de lado, algo que acontece com frequência quando se discute emissões de GEE no Brasil.

4.4 A NDC do Brasil

Como anteriormente discutido, com a entrada em vigor do Acordo, as principais obrigações de ação climática das Partes passaram a ser estabelecidas por meio das NDC (UNFCCC, 2024). A INDC original do Brasil foi apresentada à UNFCCC em 2015. Com a ratificação do acordo de Paris no ano seguinte, ela passou a ser a primeira NDC brasileira e se tornou a principal obrigação do país no âmbito do regime climático.

As suas metas podem ser consideradas relativamente ambiciosas, com uma redução das “emissões de gases de efeito estufa em 37% abaixo dos níveis de 2005, em 2025”, além de apontar uma contribuição subsequente de redução em “43% abaixo dos níveis de 2005, em 2030” (BRASIL, 2015: 2). A primeira NDC é também quantificada, com metas e valores objetivos, o que apresenta uma vantagem para o país visto que mais de um terço das NDC não possuem metas claras de redução de emissões, algo que dificulta o acompanhamento do progresso da ambição e enfraquece a transparência das informações, uma das principais premissas do Acordo (BRASIL, 2015).

As ações previstas na NDC para garantir o cumprimento das metas brasileiras incluem o aumento da proporção de energia descarbonizada na matriz energética do país; o reforço de cumprimento do Código Florestal; a restauração de 12 milhões de hectares de florestas; a redução do desmatamento ilegal da Amazônia brasileira a zero; o aumento da eficiência no setor elétrico em 10%; o incentivo do uso de tecnologias pela indústria e o estímulo da eficiência e infraestrutura no transporte público em zonas urbanas (BRASIL, 2015).

Todas essas medidas têm aplicação por meio das leis já existentes no país, sendo elas a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei 12.187/2009); a Lei de Proteção das Florestas Nativas (Lei 12.651/2012) – designado Código Florestal; e a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (Lei 9.985/2000) (BRASIL, 2000; 2009; 2012).

A NDC brasileira passou por um processo complexo de atualizações através de alterações na metodologia ao utilizar estimativas de diferentes fontes para o ano base das reduções de emissão de GEE. Isso mascarava uma redução nas ambições de suas metas, ao contrário do que pede o Acordo de Paris. Com mudanças de governo e a reorganização de um Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, houve tentativas de reverter e corrigir essas alterações, o que resultou na retomada dos compromissos assumidos na NDC original em 2023.

A atualização de 2023 à NDC brasileira também reitera o objetivo de longo prazo de atingir a neutralidade climática até 2050; reforça um compromisso de apresentar uma NDC nova para o próximo ciclo que reflita os resultados do *Global Stocktake* de 2023; busca atingir o fim do desmatamento até 2030 – objetivo esse que foi incorporado no Plano de Prevenção e Combate ao Desmatamento na Amazônia (TALANOA, 2023).

Diferente das anteriores, a atualização de 2023 apresenta suas metas de redução de emissões como limites absolutos de emissões de GEE ao invés de percentuais referentes ao ano base, o que faz com que alterações futuras na metodologia de cálculo das emissões do ano base não alterem as metas em si (TALANOA, 2023).

Ainda existem lacunas importantes que a última atualização não cobre. Não foi padronizado um processo ou metodologia para o desenvolvimento das NDC futuras e, apesar de mencionar a questão de adaptação, ela não estabelece políticas e medidas claras e específicas. Há também uma lacuna entre as medidas de curto prazo e as metas de longo prazo e falta esclarecimento de como essas metas se alinham (TALANOA, 2023). A tabela 3 compara as metas de mitigação das NDC brasileiras.

Tabela 3. Metas de mitigação de GEE (GtCO₂e) da NDC do Brasil e suas atualizações

NDC		Original (2015/2016)	Primeira atualização (2020)	Segunda atualização (2022)	Terceira atualização (2023)
Comunicação Nacional utilizada para calcular as emissões de GEE no ano base		Segunda (presumido)	Terceira	Quarta	Quarta (presumido)
Emissões no base (2005)		2,10	2,84	2,56	2,56
Níveis máximos de emissão de GEE (GtCO₂e)	2025	1,3 (redução de 37%)	1,79 (redução de 37%)	1,61 (redução de 37%)	1,32 (redução de 48%)
	2030	1,2 (redução de 43%)	1,62 (redução de 43%)	1,28 (redução de 50%)	1,20 (redução de 53%)
Diferenças em relação à NDC 2015/2016	2025	-	+ 0,49 aumenta as emissões, reduz a ambição	+ 0,31 aumenta as emissões, reduz a ambição	igual a emissões, não altera a ambição
	2030	-	+ 0,42 aumenta as emissões, reduz a ambição	+ 0,08 aumenta as emissões, reduz a ambição	igual a emissões, não altera a ambição
Diferenças em relação à atualização de 2020	2025	-	-	-0,17	-0,47
	2030	-	-	-0,34	-0,42
Diferenças em relação à atualização de 2022	2025	-	-	-	-0,29
	2030	-	-	-	-0,08

Fonte: Elaboração própria, com base em Política por Inteiro, Instituto Talanoa, 2023.

4.5 A Internalização de Tratados na Legislação Brasileira

No sistema internacional, atualmente os tratados são a principal fonte de direito. Os tratados são definidos pela Convenção de Viena de 1969 como “*um acordo internacional concluído por escrito entre Estados e regido pelo Direito Internacional, quer conste de um instrumento único, quer de dois ou mais instrumentos conexos, qualquer que seja sua denominação específica*” (BRASIL, 2009b: Art. 2).

Existem diversos processos pelos quais um tratado passa antes que ele seja válido no Brasil, sendo o primeiro deles a negociação. Ela é competência do poder executivo e pode contar com diversos negociadores a depender do tipo, conteúdo e do meio no qual o tratado está sendo negociado. No caso dos tratados no âmbito da Convenção do Clima, tradicionalmente fazem parte das negociações técnicas os diplomatas e representantes do Ministério das Relações Exteriores e do Ministério do Meio Ambiente e, ocasionalmente para as negociações políticas, o Ministro do Meio Ambiente ou o Presidente da República.

Depois das negociações, o tratado deve ser assinado. Em tratados multilaterais com um só exemplar a ser assinado, a ordem dos países seguida é a alfabética em inglês ou em francês. Em grandes conferências, a depender do tipo do tratado, as vezes apenas a assinatura do presidente da conferência é necessária (RIBEIRO, 2006). Em algumas conferências, a exemplo das COP, mais de um tratado pode ser negociado simultaneamente por diversos negociadores.

No Brasil, após assinado, um tratado deve ser aprovado pelo congresso nacional. Essa questão está inserida na Constituição Federal: “*Art. 49. É da competência exclusiva do Congresso Nacional: I – resolver definitivamente sobre tratados, acordos ou atos internacionais que acarretem encargos ou compromissos gravosos ao patrimônio nacional; (...)*” (BRASIL, 1988). É importante ressaltar que o congresso pode apenas aprovar ou rejeitar o texto dos tratados, mas não os alterar.

Após a aprovação do congresso, o tratado passa para a fase de ratificação, que é o ato no qual o chefe de Estado declara que o conteúdo do tratado foi aceito e que os tramites internos foram feitos conforme necessário (RIBEIRO, 2006). Mesmo com a aprovação do congresso, o Presidente da República pode, por qualquer motivo, decidir não ratificar um tratado. A exemplo, a Convenção de Viena mencionada acima foi assinada pelo Brasil em 1969, mas ratificada somente em 2009.

Após a ratificação, é necessária que seja feita a promulgação do tratado, o que ocorre porque os tratados não são fonte do direito interno brasileiro. Ela deve ser implementada por decreto do Presidente da República e o texto do tratado deve ser publicado na íntegra no Diário Oficial da União. Nessa fase, é possível fazer ressalvas ou reservas a partes específicas de um tratado, em especial se elas interferem com a Constituição Federal. É importante ressaltar que deve ocorrer a publicação tanto do decreto legislativo no qual o tratado é aprovado pelo congresso, quanto do decreto do Poder Executivo, no qual ele é promulgado. Ao ser incorporado à legislação brasileira, o tratado torna-se equivalente as leis

ordinárias; ele é inferior à Constituição Federal, mas possui força de uma lei interna (RIBEIRO, 2006).

4.6 Governança Climática Nacional

A promulgação da Convenção do Clima pelo Brasil se deu por meio do Decreto Presidencial 2.652, de 1º de julho de 1998 (BRASIL, 1998). Por sua vez, o Protocolo de Quioto, complementar à Convenção Quadro, firmado durante a COP 3 em 1997, estabeleceu obrigações quantificáveis de redução de emissões para os países desenvolvidos, o que exclui o Brasil, sendo ratificado apenas em 2005 pelo número mínimo de países necessários para sua implementação.

As políticas climáticas brasileiras começaram a ser formuladas em 2007, e o governo brasileiro anunciou seu Plano Nacional sobre Mudança do Clima em 2008, na COP 14, com compromissos voluntários de redução de desmatamento. No mesmo ano foi estabelecido o Fundo Amazônia, com um modelo de pagamento por resultados e financiamento nacional e internacional (GALLO e ALBRECHT, 2019).

Enquanto país membro da Convenção do Clima, o Brasil instituiu a PNMC em 2009, pouco tempo depois da entrada em vigor do Protocolo de Quioto. Isso ocorreu através da lei nº 12.187/2009 e teve origem nos trabalhos do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima, sendo guiada pelas diretrizes que o regime internacional possuía à época. Com ela, foram fixados os objetivos, princípios, diretrizes e instrumentos da PNMC; o país assumiu um compromisso voluntário junto à UNFCCC de atingir metas de redução de emissão de GEE, com reduções de 26,1% e 38,9% das emissões projetadas até 2020 (BRASIL, 2009a).

A PNMC possui um caráter norteador que visa: 1) reduzir as emissões antropogênicas por fontes e fortalecer as remoções por sumidouros de GEE; e 2) definir e implementar medidas para promover a adaptação à mudança do clima em âmbito local, estadual, regional e de setores econômicos e sociais, com atenção àqueles especialmente vulneráveis a seus efeitos (BRASIL, 2009a).

Como ela foi instituída pouco tempo depois da entrada em vigor do Protocolo de Quioto, que abarcou como primeiro período de compromisso os anos de 2008 a 2012, pode-se inferir que houve, à época, um esforço político para a internalização de forma unificada dos compromissos assumidos pelo Brasil no âmbito do regime climático internacional.

Mesmo que esses compromissos sejam voluntários no nível internacional, internamente eles são obrigatórios por serem estabelecidos como lei e dependem

majoritariamente da redução das emissões de GEE decorrente da supressão do desmatamento (GALLO e ALBRECHT, 2019). De modo geral, o grande enfoque do Brasil em questões de desmatamento para atingir seus objetivos de mitigação faz com que as áreas relacionadas a combustíveis fósseis – que possuem um papel cada vez maior no perfil brasileiro de emissão – passem relativamente despercebidas (HOCHSTETLER, 2021).

Ao analisar a PNMC e as leis vinculadas a ela através do Portal da Legislação (BRASIL, 2024), há evidências de que a PNMC se materializou ao longo de 11 anos de vigência por meio de uma rede de disciplinamentos fragmentados. Foram identificados 207 registros correspondentes a citações de normativas dos quais apenas 52% (N=107) continuam vigentes e podem guardar alguma relação (direta ou indireta) com a política climática nacional, ao passo que 22% (N=46) foram revogados e outros 26% (N=54) não apresentaram qualquer convergência com a temática estudada, ainda que indiretamente (LUCAS e CARVALHO, 2021).

Esta distribuição evidencia que, embora instituída em 2009, a maior parte das normativas que materializam a PNMC (68%) são anteriores à própria política climática brasileira. E, embora o Brasil tenha se posicionado como negociador chave na política climática global nas COP que levaram ao estabelecimento do Acordo de Paris em 2015, o período de 2010-2015 totaliza apenas 18% (N=19) de registros de normativas editadas, que podem guardar alguma relação com a questão climática. Este quadro se repete no período de 2016 a 2020 que apresenta somente 14% (N=15) dos registros.

Os dispositivos identificados a partir da Lei 12.187/2009 evidenciam a fragmentação do arcabouço normativo que sustenta a política climática do Brasil e o seu descompasso em relação ao regime climático internacional. Embora esta investigação não alcance o grau de convergência entre cada um desses disciplinamentos e a lei principal, muito provavelmente a maioria dos dispositivos identificados, embora vinculados à PNMC por ramificação textual com origem na Lei 12.187/2009, apresentem correlação muito baixa ou inexistente para a implementação política.

Existem, ainda, três projetos de lei que pretendem atualizar a PNMC. O Projeto de Lei nº 6539, de 2019, busca renovar a PNMC ao contexto do Acordo de Paris; o Projeto de Lei nº 1539, de 2021 visa alterar as metas de redução das emissões de GEE; e o Projeto de Lei nº 691, de 2022 objetiva estabelecer objetivos de maximização da participação de fontes renováveis na matriz energética brasileira. Os projetos de lei foram aprovados no Senado e remetidos à Câmara dos Deputados entre 2021 e 2022, onde permanecem em trâmite desde

então. Os PL 1539/2021 e 691/2022 foram apensados ao PL 6539/2019 na Câmara dos Deputados, ou seja, por terem assuntos semelhantes foi estabelecida sua tramitação conjunta.

É notória a participação ativa do Brasil do regime climático internacional, por meio de sua ação diplomática, política e técnica nas sucessivas Conferências das Partes. Por outro lado, este dinamismo presente no regime internacional caminha em descompasso com a PNMC.

A gestão dos recursos naturais no Brasil, de forma geral, apresenta fragmentação e inconsistências consideráveis, tanto quando se fala em questão de setores, quanto relacionada a competências das distintas esferas governamentais. Os interesses políticos divergentes podem resultar em assimetrias de poder, competição por recursos e conflito entre os setores; a exemplo, uma política eficiente para um determinado setor pode comprometer outro (PAIM et al., 2020).

O processo legislativo brasileiro envolve pelo menos uma das três esferas de governo: federal, estadual ou municipal; e os governos federais e estaduais podem criar órgãos reguladores para lidar com questões específicas. Isso se soma à participação ativa do Brasil na esfera internacional e em tratados, bem como à presença forte de setores privados importantes que tem alta capacidade de influência na esfera governamental, o que cria um cenário complexo para as legislações e instituições brasileiras (PAIM et al., 2020).

Segundo a Constituição Federal, a competência para a gestão energética é federal, enquanto a de água é dividida entre as esferas federais e estaduais, com participação dos municípios. Apesar do setor da agricultura ser de responsabilidade do governo federal, existem arranjos que delegam algumas competências para os estados e municípios. Já para a questão ambiental, a Constituição estabelece que todas as esferas governamentais possuem o dever de proteger o meio ambiente, o que inclui a capacidade de legislar com relação a suas particularidades regionais. As leis federais têm predominância e são vinculantes aos estados e municípios, que podem suplementá-las de acordo com os seus interesses (BRASIL, 1988; PAIM et al., 2020).

A PNMC e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA, 2016) criado em seu escopo, possuem metas que são explicitamente intersetoriais. Até o ano de 2019, os instrumentos institucionais da PNMC eram compostos de representantes de diversos setores, e os governos estaduais e municipais possuíam um papel relevante na implementação dessas políticas (PAIM et al., 2020), o que demonstra um esforço para a implementação de políticas climáticas de uma forma mais unificada.

A democracia presidencial brasileira no modelo atual existe desde o ano de 1985, e nela os presidentes possuem uma grande quantidade de poderes sobre as mais diversas instituições e que podem ser observados principalmente através dos decretos presidenciais, que são utilizados regularmente para reorganizar as instituições federais no começo de novos mandatos, e dos orçamentos federais (HOCHSTETLER, 2021).

A administração do Presidente Jair Bolsonaro (2019 a 2022) trouxe alterações significativas para a governança climática em nível federal, em especial por esse governo possuir apoio forte do chamado grupo ruralista, que é principalmente composto pelo setor agropecuário, com grandes propriedades de terra que produzem monocultura ou pecuária majoritariamente para exportação, bem como outros grupos que são ligados ao setor de forma econômica ou cultural. Esse grupo representa uma das maiores forças econômicas do Brasil, cuja economia ainda depende muito da exportação de *commodities*, e é também um dos maiores empecilhos para as políticas ambientais brasileiras (HOCHSTETLER, 2021).

Os departamentos federais com funções climáticas foram removidos ou incorporados a outros e suas atribuições foram passadas em grande parte para o Ministério da Agricultura. O governo federal também bloqueou 96% dos fundos destinados às políticas climáticas (PAIM et al., 2020) e instrumentalizou instituições ambientais para funcionarem de acordo com os interesses da agropecuária.

Essas alterações demonstraram um desequilíbrio de poder entre os setores (PAIM et al., 2020) e como grandes forças não governamentais da economia brasileira influenciam as decisões governamentais. Essa influência, apesar de se mostrar mais clara com o governo Bolsonaro, existe desde a criação da república e pode ser percebida durante todo o processo de criação de leis de proteção ambiental no Brasil.

A exemplo, em 2003, com Marina da Silva como Ministra do Meio Ambiente, ocorreu o primeiro sucesso significativo para a redução do desmatamento no Brasil. Por conta disso, surge uma oposição forte pelo grupo ruralista, o que causou um aumento das candidaturas advindas desse grupo para o congresso nacional em 2010, possibilitando assim que eles possuíssem mais poder para barrar políticas e instituições ambientais (HOCHSTETLER, 2021).

Uma particularidade das instituições governamentais brasileiras é que, enquanto são criadas e desfeitas instituições com o propósito específico de lidar com a questão climática, são as instituições pré-existentes que criam e implementam a maior parte da agenda climática no país. Ao mesmo tempo, com mudanças de governo, instituições que deveriam ser centrais

para a governança climática, como o Ministério do Meio Ambiente, podem ser conduzidas de forma a atrapalhar ou desarranjar as ações climáticas (HOCHSTETLER, 2021).

As instituições climáticas governamentais instituídas têm demonstrado continuidade organizacional considerável, a exemplo da Comissão Interministerial (1999) e do Comitê Interministerial que a substituiu em 2007. O Comitê está sob controle da Casa Civil e as instituições de implementação são ministérios já estabelecidos, com algumas agregações para assumir tarefas climáticas específicas, que foram definidas pela combinação de acordos internacionais e de deliberações internas sobre a questão climática (HOCHSTETLER, 2021).

O histórico e a formação das políticas climáticas brasileiras mostram que é possível obter uma descarbonização significativa com um modelo institucional de coordenação de ministérios já existentes com novas responsabilidades climáticas (HOCHSTETLER, 2021). Por outro lado, o sucesso e a ambição desse modelo são limitados pela pressão de forças não estatais poderosas e pelo nível de suporte governamental que essas forças encontram em certos períodos.

Existe um dilema ao se considerar as instituições e políticas climáticas brasileiras; o sucesso e a eficácia na mitigação das emissões de GEE através da redução do desmatamento no início dos anos 2010 gerou uma reação política de oposição muito forte; anos depois, o governo Bolsonaro minou e desmantelou abertamente as instituições ambientais com o emprego de ferramentas políticas amplas (HOCHSTETLER, 2021).

Apesar da mudança geral da direção das políticas federais no governo Bolsonaro é fato que esse governo encontrou grande suporte do setor agropecuário e comandou de acordo com os interesses desse setor. Nesse período, houve alterações que se mostram confusas no Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima através de 3 decretos distintos (nº 10.223/2020, Art. 1º, inciso CXCVIII que revogou o Comitê Interministerial de 2007; nº 10.145/2019 que criou um novo Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima; e nº 10.845/2021, que alterou o Comitê anterior para o Comitê Interministerial sobre a Mudança do Clima e o Crescimento Verde). Essas alterações apresentam um quadro bastante complexo e a sua análise foge ao escopo do presente estudo, mas o seu registro é importante (BRASIL, 2019; 2020; 2022).

O governo Lula (2023-2026) reformulou o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima através do decreto nº 11.550 de 2023 (BRASIL, 2023), de acordo com os novos ministérios e atribuições criadas em seu comando. Ao analisar o website da Casa Civil, na página que discorre sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima:

<<https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/colegiados/comite-interministerial-sobre-mudanca-do-clima>>, foram encontradas evidências de que a página ainda se baseia em ambas as leis de 2019 e 2021, que foram revogadas. Apesar do novo Comitê ter se reunido e aprovado resoluções, inclusive com a aprovação do seu regimento interno (MMA, 2023), o regimento interno que está disponível para o público ainda é do Comitê de 2019.

4.7 Tecnologia Nuclear e Mudança do Clima

A geração de energia elétrica é uma das principais utilizações da tecnologia nuclear. Em um panorama mundial sobre a energia nuclear, 447 reatores nucleares estavam em operação em 2019, localizados em 30 países com capacidade instalada total de 398,154 MWe, sendo responsáveis por 10,4% da produção de energia elétrica no mundo (ELETRONUCLEAR, 2020). O crescimento da demanda por energia descarbonizada e as vantagens trazidas pelo setor demonstram o crescimento do mercado de fontes alternativas mesmo sem a intervenção governamental. Isso não seria, porém, suficiente para impulsionar uma descarbonização profunda, o que indica a necessidade da adoção de políticas de incentivo.

As primeiras centrais nucleares comerciais começaram a funcionar na década de 1950 e constituem a segunda maior fonte de energia de baixo carbono (26% do total em 2020). Mais de 50 países utilizam energia nuclear, mas existe uma tendência de redução desse fornecimento devido ao envelhecimento da frota instalada (IAEA, 2019).

Essa diminuição do uso da energia nuclear pode causar atrasos para as metas de mitigação. O uso de uma grande diversidade de fontes de energia é fundamental para a descarbonização da matriz energética global, e isso inclui o uso da energia nuclear. Para atingir as metas de mitigação, a produção de energia elétrica do planeta deveria atingir uma parcela de 85% de fontes descarbonizadas até 2040. Para isso, estima-se que o aumento da produção de energia nuclear global até o mesmo ano deveria ser da ordem de 80% (IAEA, 2019).

Sem maior investimento em energia nuclear, a construção de um sistema energético de baixo carbono será difícil de ser alcançado e irá requerer um esforço adicional muito mais expressivo. As maiores fontes de energia descarbonizadas que poderiam substituir a energia nuclear são a eólica e solar; e o seu crescimento teria que acelerar em níveis sem precedentes (IAEA, 2019). Nos últimos 20 anos, a taxa total de crescimento das fontes solar e eólica foi de 580 GW em economias desenvolvidas, e para suprir o declínio da energia nuclear esse

aumento teria que ser cinco vezes maior. Por outro lado, a energia nuclear pode contribuir para reduzir os custos imediatos da descarbonização e proporcionar uma maior flexibilidade para os sistemas energéticos dos países (AIEA, 2019).

Os custos das diversas fontes de energia, tanto por queima de combustíveis fósseis quanto de origem descarbonizada é uma questão complexa e apresenta variação significativa entre países e regiões, portanto um estudo mais aprofundado sobre a viabilidade das diversas fontes alternativas será feito no futuro. Para que se possa descarbonizar a produção de energia de forma eficiente e com a urgência necessária, é preciso construir sistemas energéticos de baixo carbono diversificados e resilientes, e a energia nuclear se integra de forma significativa nesses sistemas de forma conjunta com outras fontes alternativas de baixa emissão de GEE.

Assim, a energia nuclear consiste em uma fonte energética de baixo carbono importante. As usinas nucleares podem também atuar como fontes de calor de baixo carbono para outras aplicações, como produção de hidrogênio, dessalinização de água e aquecimento de domicílios (IAEA, 2023).

Com a COP 28, realizada em 2023 em Dubai (Emirados Árabes), pela primeira vez a energia nuclear foi incluída no regime climático internacional entre as tecnologias de baixo carbono que devem ser utilizadas para uma descarbonização rápida e profunda (UNFCCC, 2024), o que pode significar um aumento futuro de investimento no setor de energia nuclear.

Com relação a questão de adaptação aos impactos climáticos, as tecnologias nuclear e isotópica têm contribuído nas mais diversas áreas. Entre elas, destacam-se: 1) segurança alimentar – podem ser usadas na avaliação e adaptação dos impactos climáticos na produção agrícola para o desenvolvimento de práticas que considerem os riscos climáticos e de variedades de cultura e pecuária mais produtivas e resilientes; 2) segurança hídrica – técnicas nucleares e isotópicas apoiam estudos sobre o ciclo, a qualidade e o suprimento de água, o que proporciona uma gestão mais eficiente e resiliente dos recursos hídricos; e 3) oceanos e clima: a ciência e tecnologias nucleares e isotópicas são utilizadas na coleta e análise de dados sobre os impactos climáticos nos ecossistemas marinhos, com vistas ao aprofundamento das investigações sobre o tema, bem como sobre os impactos nas economias costeiras em cenários de projeção da acidificação dos oceanos (RODRIGUES et al., 2022).

Apesar de diversos países demonstrarem a intenção de reduzir suas emissões, as políticas e compromissos em nível nacional diferem de forma significativa em termos de escopo, especificidade e setor. Existe um atraso na adoção e desenvolvimento de tecnologias

de baixa emissão de GEE nos países em desenvolvimento que se agrava nos países menos desenvolvidos (IPCC, 2023).

A energia nuclear também pode proporcionar soluções para esse atraso através dos pequenos reatores modulares (*Small Modular Reactors – SMR*), que são reatores com potência menor que 300 MW, cujos sistemas e componentes podem ser montados e transportados de forma unitária até o local no qual será utilizado, com redução dos custos e da burocracia para a sua instalação em relação aos reatores comuns (LIOU, 2023). Outro benefício das tecnologias nucleares para a mitigação das emissões de GEE é o impulsionamento de soluções baseadas na natureza. Elas proporcionam o desenvolvimento, avaliação e aplicação de soluções que evitam, absorvem ou sequestram emissões de GEE (IAEA, 2024).

No Brasil, o perfil das emissões de GEE se diferencia dos outros grandes emissores (VIOLA e BASSO, 2016). Enquanto a descarbonização do setor energético é o maior desafio para boa parte dos países, o LULUCF é o setor mais expressivo para as emissões de GEE brasileiras, como discutido anteriormente. O Brasil passou por um processo de redução da taxa de desmatamento na floresta amazônica entre o final da década de 2000 e o início da década de 2010; o que gerou uma redução consequente em suas emissões de GEE. Todavia, no mesmo período, as emissões de todos os outros setores aumentaram.

Isso tornou as emissões do setor agropecuário e energético mais relevantes (BASSO, 2019). As emissões do setor energético aumentaram em 120,65% entre os anos de 1990 e 2012, enquanto as do setor agropecuário aumentaram em 46,60% no mesmo período (VIOLA e BASSO, 2016).

Apesar de boa parte da energia elétrica brasileira ser produzida por fontes descarbonizadas, essa porcentagem tem se reduzido por dois principais motivos sendo eles o atraso na construção de novas usinas hidrelétricas, tanto por falta de financiamento quanto por controvérsias sobre os seus impactos ambientais; e o emprego da tecnologia de usinas a fio d'água, que exigem reservatórios menores, mas trazem mais instabilidade na produção energética devido a sua suscetibilidade aos constantes e cada vez mais frequentes períodos de secas. Assim, as usinas termoelétricas têm sido introduzidas como respaldo para ocorrências de insuficiência na produção energética por outros meios (VIOLA e BASSO, 2016).

O Brasil é, também, um país com grande ineficiência energética e altos níveis de desperdício de energia. Ademais, os combustíveis fósseis são amplamente utilizados em um sistema de transporte majoritariamente rodoviário, tanto para pessoas quanto para cargas e

mercadorias. Esse sistema é, também, altamente ineficiente, com o diesel como principal combustível para transporte de cargas. A indústria automotiva brasileira, em especial com o lobby de empresas estadunidenses e europeias, aceita apenas rotulações vagas com relação a eficiência energética dos seus veículos e a maioria da população leva em conta apenas os custos financeiros de curto prazo para a compra de automóveis (VIOLA e BASSO, 2016).

Embora a energia nuclear tenha representado apenas 2,5% da produção de eletricidade brasileira nos anos de 2017 e 2018, o cenário energético do país e as crises hídricas que impactaram negativamente sua produção energética nos últimos anos evidenciam que é essencial para a segurança energética do país a discussão do seu planejamento energético, incluindo todas as fontes utilizadas atualmente, de forma profunda e a longo prazo (ESTANISLAU et al., 2021; FERRARI et al., 2022).

Com relação a energia nuclear, atualmente o Brasil possui duas usinas nucleares em operação (Angra 1 e Angra 2) com capacidade total instalada de 1.990 MWe; e uma central nuclear em construção (Angra 3), com 1405 MWe de capacidade instalada (ESTANISLAU et al., 2021) (Tabela 4).

Tabela 4. Síntese do desenvolvimento da energia nuclear no Brasil.

Designação	Início da construção	Operação comercial	Reator	Capacidade
Angra 1	1972	1985	Reator de água pressurizada (PWR)	640 MW
Angra 2	1976	2001	Reator de água pressurizada (PWR)	1.350 MW
Angra 3	1975*			1.405 MW

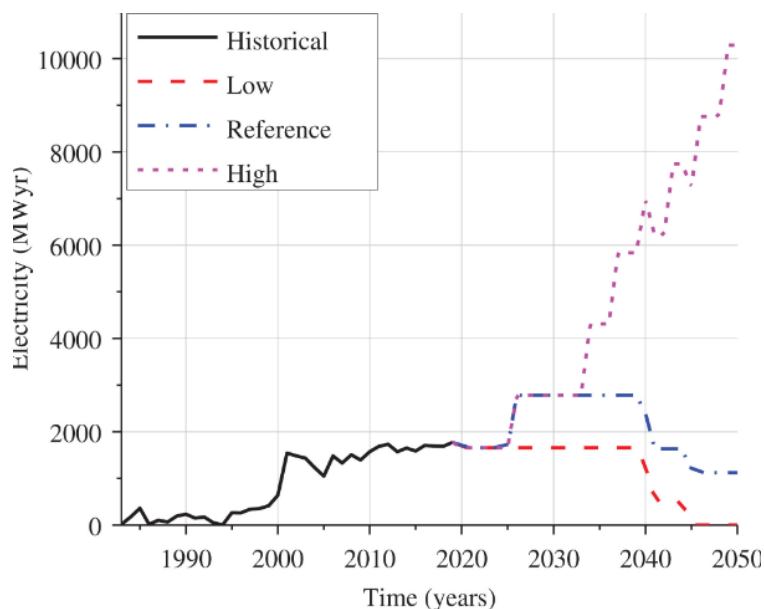
Fonte: Elaboração própria, com base em ESTANISLAU et al. (2021). Nota. Autorização para construção e operação concedida em 1975

Ainda que as fontes de energia descarbonizadas brasileiras sejam intermitentes e sofram com variações sazonais com tendência de agravamento, o Plano Nacional Estratégico de Energia-2050 (PNE 2050) não considerou a susceptibilidade dessas fontes às alterações climáticas e aponta apenas que as futuras usinas nucleares contribuirão para a geração de energia base (EPE, 2018).

Os cenários baixo e de referência mostrem uma diminuição da participação da energia nuclear no fornecimento interno de eletricidade decorrente do descomissionamento

de Angra 1 e Angra 2. Por outro lado, essa situação pode ser alterada com a possibilidade de instalação de novas usinas nucleares – cenário alto (Figura 8) (ESTANISLAU et al., 2021).

Figura 8. Cenários de fornecimento de eletricidade a partir de energia nuclear



Fonte: Estanislau et al. (2021)

Juntamente com os esforços para prolongamento das licenças de Angra 1 e Angra 2 e implantação de Angra 3, a instalação e operação dos SMR no Brasil poderia diminuir diretamente os custos da geração de energia nuclear, cujo principal obstáculo em escala global tem sido de natureza econômica (SILVA et al., 2021). Vários SMR estão em desenvolvimento e oferecem melhor flexibilidade operacional, economia, segurança, bem como uma gama mais ampla de tamanhos de instalações e a capacidade de atendimento de necessidades emergentes de sistemas energéticos sustentáveis (MATHEW, 2022; MICHAELSON e JIANG, 2021).

Os SMR possuem características que atendem a realidade brasileira, especialmente devido a sua ampla aplicabilidade. Todavia, para ser competitivo, sua expansão requer uma avaliação das atuais políticas e regulamentações nucleares brasileiras, com vistas a um novo posicionamento da indústria nuclear nacional (SILVA et al., 2021).

Quando se discute energia nuclear pela perspectiva de questões ambientais, é importante também abordar a questão dos rejeitos radioativos. Apesar das tecnologias nucleares serem importantes tanto para a mitigação quanto para a adaptação climática, é

necessário levar em conta que os impactos da mudança do clima também afetam essas tecnologias.

Todas essas questões são estudadas pela perspectiva da segurança nuclear, que pode ser definida como a proteção das pessoas e do ambiente contra os riscos de radiação, bem como a segurança das instalações e atividades que dão origem a riscos de radiação. Ela também inclui riscos de radiação como consequência de incidentes, bem como possíveis consequências diretas da perda de controle sobre qualquer fonte de radiação. As medidas de segurança também incluem ações que podem prevenir acidentes e medidas para mitigar as consequências de acidentes que possam ocorrer. Isto aplica-se à segurança das instalações nucleares, à segurança radiológica, à segurança da gestão dos resíduos radioativos e ao transporte seguro de materiais radioativos (IAEA, 2006).

Ainda existe uma lacuna significativa de conhecimento ao se considerar a intersecção entre os riscos e impactos da mudança do clima para as instalações nucleares em escala global (BROWN et al., 2014; WILBY et al., 2011; KOPYTKO e PERKINS 2011). Assim essas questões serão discutidas em estudos futuros, em forma de tese de doutorado cujo tema é a segurança e governança nuclear frente aos impactos da mudança do clima.

5 CONCLUSÕES

A humanidade enfrenta o desafio de alcançar uma agenda universal de sustentabilidade e resiliência para uma população que cresce rapidamente e que influencia e é influenciada pela concentração do território. As evidências demonstram que, sem maiores incentivos, a forma como o Acordo de Paris está sendo implementado não será suficiente para resolver o problema da mudança do clima. Algumas projeções indicam, inclusive, que o ponto no qual a humanidade poderia ter agido de forma decisiva para evitar completamente o aquecimento global já foi ultrapassado.

Por outro lado, os impactos ainda podem tanto amenizados quanto intensificados; e as decisões que são tomadas hoje podem definir a gravidade das condições de vida das gerações futuras. É mister que a questão climática seja tratada como uma prioridade em todos os países, visto que o tipo de ação que tem maior impacto ocorre em nível nacional e subnacional e que, em um sistema internacional interdependente, os países são soberanos e o nível de participação de um estado em um regime internacional só pode ser determinado pelo próprio Estado.

Apesar dos esforços para mitigação, os impactos inevitáveis da mudança do clima também precisam ser confrontados e reforçam a importância das medidas de adaptação. A tecnologia e a ciência nucleares são ferramentas importantes para estudar e mitigar os impactos da mudança do clima e podem gerar impactos positivos para a mitigação através da produção de energia de baixo carbono e para a adaptação, com o seu emprego na melhoria da segurança alimentar, na contribuição para a segurança hídrica e no apoio de estudos sobre poluição nos oceanos e na atmosfera.

No caso do Brasil, que é um país de extrema importância na questão climática por ser um dos maiores emissores e possuir os meios necessários para mitigar essas emissões – foram evidenciadas, neste estudo, a fragilidade das instituições e políticas climáticas nacionais. A análise apresentada ao longo desta dissertação denota a complexidade na governança climática brasileira e destaca o potencial da tecnologia nuclear como parte essencial das ações para enfrentamento da mudança do clima.

A evolução das políticas climáticas nacionais do Brasil reflete um esforço de alinhamento aos compromissos internacionais assumidos, especialmente sob os auspícios da Convenção do Clima e, posteriormente, do Acordo de Paris. No entanto, este alinhamento enfrenta desafios significativos, como a fragmentação da PNMC e das instituições de implementação das políticas climáticas, bem como rupturas abruptas que podem ser trazidas com mudanças de governo, e setores econômicos adversos com forte influência na política.

A criação de políticas como a PNMC, demonstra uma intenção clara de instituir ações climáticas unificadas em nível nacional; por outro lado, sua análise detalhada revela lacunas em sua implementação e coordenação, com uma falta de convergência entre as normativas e a lei principal. Em adição, mudanças políticas e administrativas, como aquelas ocorridas durante os governos de 2019-2022 e 2023-2026, demonstram a instabilidade e a influência dos interesses setoriais na governança climática nacional.

Este estudo destaca o potencial da energia nuclear como fonte importante de energia de baixo carbono. A inclusão da energia nuclear no regime climático internacional, durante a COP28, ressalta o reconhecimento de seu papel na descarbonização rápida e profunda. No contexto brasileiro, a energia nuclear fornece uma solução para desafios enfrentados pelo país, especialmente em relação à segurança energética e à redução das emissões de GEE.

A discussão sobre a implementação de usinas nucleares, que inclui a introdução de SMR, destaca a necessidade de atualização das políticas e regulamentações nucleares brasileiras. Embora o Brasil possua recursos naturais abundantes e uma infraestrutura nuclear robusta, é essencial revisar as políticas e regulamentações existentes para o aproveitamento pleno do potencial da energia nuclear como parte da matriz energética nacional. A proposta de unificação e atualização da PNMC em paralelo ao regime climático internacional representa um passo crucial para o Brasil enfrentar os desafios impostos pela mudança do clima de forma mais eficaz e integrada. Ao unificar os diversos disciplinamentos e estratégias relacionados ao combate do aquecimento global, a PNMC pode criar uma abordagem mais coerente e coordenada para reduzir as emissões de GEE e promover o desenvolvimento sustentável.

Por fim, de igual relevância é a inclusão da energia nuclear de forma expressiva nas políticas energéticas brasileiras. A energia nuclear apresenta potencial de contribuir significativamente para a diversificação da matriz energética e para a segurança energética do Brasil. Em adição, pode fortalecer a posição do Brasil no cenário internacional, ao mostrar seu compromisso com soluções de baixo carbono e promover um debate mais amplo sobre suas opções energéticas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAYZA, N. et al. COP27: Key Takeaways and What's Next. **World Resources Institute**. Washington DC, 8 dez. 2022. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/cop27-key-outcomes-un-climate-talks-sharm-el-sheikh>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- ARRAES, V; GEHRE, T. **Introdução Ao Estudo Das Relações Internacionais**. São Paulo: Saraiva, 2013.
- BAPTISTA, Luiz Bernardo et al. Good practice policies to bridge the emissions gap in key countries. **Global Environmental Change**, v. 73, p. 102472, 2022.
- BASSO, Larissa. Brazilian energy-related climate (in) action and the challenge of deep decarbonization. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 62, 2019.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Biotechnology - the Making of a Global Controversy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.
- BERRUEZO, Javier Aldaz; JIMÉNEZ, Julio Díaz. Situación del Convenio Marco de Naciones Unidas sobre el cambio climático. Resumen de las Cumbres de Paris, COP21 y de Marrakech, COP22. **Revista de Salud Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 34-39, 2017.
- BRASIL. Decreto nº 1.570, de 13 de abril de 1937. Promulga as Convenções sobre direitos e deveres dos Estados e sobre Asilo político, assinadas em Montevideu a 26 de dezembro de 1933, por ocasião da Sétima Conferência Internacional Americana. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/d1570.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.
- BRASIL. Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998. Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, assinada em Nova York, em 9 de maio de 1992. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL, 2015. INDC. **Ministério das Relações Exteriores**. Disponível em: <https://www.gov.br/mre/pt-br/arquivos/documentos/clima/brasil-indc-portugues.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.145, de 28 de novembro de 2019. Dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/decreto/D10145.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.223, de 5 de fevereiro de 2020. Declara a revogação, para os fins do disposto no art. 16 da Lei Complementar nº 95, de 26 de fevereiro de 1998, de decretos normativos. **Presidência da República**, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10223.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.845, de 25 de outubro de 2021. Dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre a Mudança do Clima e o Crescimento Verde. **Presidência da**

República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/D10223.htm. Acesso em: 13 jan. 2024.

BRASIL, Decreto nº 11.550, de 2023

BRASIL. **Portal da Legislação**, 2024. Disponível em: <https://www4.planalto.gov.br/legislacao>. Acesso em: 13 jan. 2024.

BULL, Hedley. **A Sociedade Anárquica – Um estudo da ordem na Política Internacional**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado/UnB/IPRI, 2002.

CADMAN, Tim. The United Nations Framework Convention on Climate Change. In: **The Palgrave Handbook of Contemporary International Political Economy**. Palgrave Handbooks in IPE. T. M. Shaw et al. (eds.). Palgrave Macmillan, Londres, 2019.

CARVALHO N. B.; VIANA D. B.; DE ARAÚJO M. M.; LAMPREIA J.; GOMES M. S.; FREITAS M. A. 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**. 2020 Nov

CLIMATE WATCH. **World Resources Institute**, Washington, DC. Disponível em: <https://www.climatewatchdata.org>. Acesso em: 13 jan. 2024

CORDEIRO, M. J. L.; DE OLIVEIRA, M. F. B.; UHR, D. D. A. P.; UHR, J. G. Z. Nuclear energy in Brazil: regulation, corruption, and prospects for energy generation. **The Journal of World Energy Law & Business**, 2023.

DIMITROV, R. S. The Paris Agreement on Climate Change: Behind Closed Doors. **Global Environmental Politics**. Massachusetts Institute of Technology, v.16, n.3, ago. 2016.

Eletronuclear. Energia nuclear no mundo. **Eletrobras**, 2020. Disponível em: <https://www.eletronuclear.gov.br/Sociedade-e-Meio-Ambiente/Espaco-do-Conhecimento/Paginas/Energia-nuclear-no-mundo.aspx>. Acesso em: 15 dez. 2023.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. Potencial dos Recursos Energéticos no Horizonte de 2050. Nota Técnica PR 18/04. **Série Registros Energéticos**. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

FERRARI L. A.; AYOUB J. M.; TAVARES R. L.; SILVA A. L.; SENEDA J. A.; Must nuclear energy be increased on Brazilian energy mix in a Post-COVID-19 world? **Brazilian Journal of Radiation Sciences**. V. 10, S. 3A, p. 01-20, 2022.

ESTANISLAU F. B.; COSTA A. L.; VELASQUEZ C. E.; PEREIRA C. Integrated analysis of the Brazilian nuclear energy system. **International Journal of Energy Research**. V. 45, n. 8, p. 11526-37, 2021.

EPE Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. Nota Técnica PR 04/18. Potencial dos recursos energéticos no horizonte 2050. **Série Recursos Energéticos, 2018**. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/secretarias/sntep/publicacoes/plano-nacional-de-energia/plano-nacional-de-energia-2050/recursos-energeticos/potencial-de-recursos-energeticos-no-horizonte-2050-nt-pr-04-18.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2024

FREITAS, S.M. de et al, (Des)acordo de Paris: os velhos “novos rumos” das negociações do Clima? **Análises e indicadores do Agronegócio**, v. 12, n. 1, jan. 2017

GALLO, Patrícia; ALBRECHT, Eike. Brazil and the Paris Agreement: REDD+ as an instrument of Brazil’s Nationally Determined Contribution compliance. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v. 19, p. 123-144, 2019.

GARIN, A. L. Novedades del Sistema de Protección Internacional de Cambio Climático: el Acuerdo de París. **Estudios Internacionales**. Instituto de Estudios Internacionales. Univesidad de Chile, 2017.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, A. C. (Org). **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6a ed. São Paulo: Atlas, 2010

HOCHSTETLER, Kathryn. Climate institutions in Brazil: three decades of building and dismantling climate capacity. **Environmental Politics**, v. 30, n. sup1, p. 49-70, 2021.

International Energy Agency – IAEA. Fundamental safety principles: safety fundamentals. **International Energy Agency** , 2006.

International Energy Agency - IEA. Nuclear Power in a Clean Energy System. **International Energy Agency**, maio, 2019

IAEA. Solutions for Climate Change: the IAEA and COP. **International Atomic Energy Agency**, 2024. Disponível em: <https://www.iaea.org/topics/climate-change/the-iaea-and-cop>. Acesso em: 18 jan. 2024.

IISD. 2024 UN Climate Change Conference (UNFCCC COP 29). **International Institute for Sustainable Development**, 2024. Disponível em: <https://sdg.iisd.org/events/2024-un-climate-change-conference-unfccc-cop-29/>. Acesso em: 13 jan. 2024.

IPCC. Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report, **Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC, 2023.

Keohane, R. Nye. R. 1977. **Power and interdependence**. World in transition, 2ª ed. Boston: Harper Collins Publishers.

KRASNER, S. (ed.) **International Regimes**. Ithaca, Cornell University Press, 1983.

LIOU, J. What are Small Modular Reactors (SMRs)? **International Atomic Energy Agency**, Viena, 13 set. 2023. Disponível em: <https://www.iaea.org/newscenter/news/what-are-small-modular-reactors-smrs>. Acesso em: 18 jan. 2024.

LUCA E.F. et al., Fixação de Carbono em superfície e redução de gases de efeito estufa na atmosfera. In: RODRIGUES, E. A. et al. (Ed.). **Serviços Ecossistêmicos e Bem-Estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo**, São Paulo: Instituto Florestal, 608 p., 317-366 pp.

MARCONI, M. de A. e LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas. 2003.

Mathew M. D. Nuclear energy: A pathway towards mitigation of global warming. **Progress in Nuclear Energy**. V. 1, n. 143, jan. 2022.

Michaelson D.; Jiang J. Review of integration of small modular reactors in renewable energy microgrids. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. V. 1, n. 152, dez. 2021.

MMA. Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima aprova cinco resoluções. **Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima**, 15 set. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/comite-interministerial-sobre-mudanca-do-clima-aprova-cinco-resolucoes>. Acesso em: 13 jan. 2024

Mountford, H. et al. COP26: Key Outcomes From the UN Climate Talks in Glasgow. **World Resource Institute**, 2022. Disponível em: <https://www.wri.org/insights/cop26-key-outcomes-un-climate-talks-glasgow>. Acesso em 13 jan. 2024.

NASA. Global Climate Change. **The National Aeronautics and Space Administration**, 2024. Disponível em: <https://climate.nasa.gov>. Acesso em: 15 dez. 2023.

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.

PLIEGO, V. S.; DIAZ, M. P. El papel de la energía nuclear en la lucha contra el cambio climático. In **XXXIII Congreso Anual de la Sociedad Nuclear Mexicana**. Energía Nuclear: la fuente de energía más EFICIENTE para mitigar el calentamiento global. Veracruz, Veracruz, 13 a 16 nov. 2022

PNUMA. Você sabe como os gases de efeito estufa aquecem o planeta? **Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente**, 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/reportagem/voce-sabe-como-os-gases-de-efeito-estufa-aquecem-o-planeta>. Acesso em: 15 dez. 2023.

PRODAV, C. C. e FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas de pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

PL n° 6539/2019. Altera a Lei n° 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC, para atualizá-la ao contexto do Acordo de Paris e aos novos desafios relativos à mudança do clima. Apensados: PL n° 1539/2021; PL n° 691/2022. **Câmara dos Deputados**, Ficha de Tramitação. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2306089>.

Acesso em: 13 jan. 2024

REUS-SMIT, Christian; SNIDAL, Duncan (Ed.). **The Oxford handbook of international relations**. Oxford University Press, 2008.

RIBEIRO, Sílvia Pradines Coelho. A participação do Legislativo no processo de celebração dos tratados. **Revista de Informação Legislativa**, Brasília, a, v. 43, p. 273-286, 2006.

RODRIGUEZ, M. A. M & RODRIGUEZ, A. E. Los resultados de la Cumbre Climática de Marrakech: antecedentes y perspectivas. Documento Opinión, in: **IEEE.ES Instituto Español de Estudios Estratégicos**. N. 13/2017, 6.2.2017

SAUTU, R. **Todo es teoría: objetivos y métodos de investigación**. 1ª ed. BA: Lumiere, 2005.

SEEG – Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa, **Observatório do Clima**, Disponível em: <https://plataforma.seeg.eco.br/>. Acesso em: 13 jan. 2024.

SEMAS PA. Belém é oficialmente confirmada como sede da COP 30 em 2025. **Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade**, Governo do Estado do Pará. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/2023/12/11/belem-e-oficialmente-confirmada-como-sede-da-cop-30-em-2025/>. Acesso em: 15 dez. 2023.

Silva C. R.; Maiorino L. G. Small Modular Reactors and Perspectives for their Application in Brazil. **2021 International Nuclear Atlantic Conference**. Encontro virtual, Brasil, 29 nov. – 2 dez, 2021.

SOARES, G. F. S., **Direito internacional do meio ambiente: emergência, obrigações e responsabilidades**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

STRECK, Charlotte; KEENLYSIDE, Paul; VON UNGER, Moritz. The Paris Agreement: a new beginning. **Journal for European Environmental & Planning Law**, v. 13, n. 1, p. 3-29, 2016.

TALANOA, 2023. NDC brasileira com metas corrigidas para 2025 e 2030. Nota Técnica 4. Série “NDC brasileira”. **Instituto Talanoa**, Rio de Janeiro, Brasil. Disponível em: institutotalanoa.org/documentos

TOBIN, Paul et al. Mapping states’ Paris climate pledges: Analysing targets and groups at COP 21. **Global Environmental Change**, v. 48, p. 11-21, 2018.

UNFCCC, 2024. **United Nations Convention on Climate Change**. Disponível em: <https://unfccc.int/>. Acesso em: 15 dez. 2023

VICTOR, David G. **Climate change: Debating America's policy options**. Council on Foreign Relations, 2004.

VIOLA, Eduardo; BASSO, Larissa. Wandering decarbonization: the BRIC countries as conservative climate powers. **Revista Brasileira de Política Internacional**, v. 59, 2016.

INSTITUTO DE PESQUISAS ENERGÉTICAS E NUCLEARES
Diretoria de Pesquisa, Desenvolvimento e Ensino
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242 – Cidade Universitária CEP: 05508-000
Fone/Fax(0XX11) 3133-8908
SÃO PAULO – São Paulo – Brasil
<http://www.ipen.br>

O IPEN é uma Autarquia vinculada à Secretaria de Desenvolvimento, associada à Universidade de São Paulo e gerida técnica e administrativamente pela Comissão Nacional de Energia Nuclear, órgão do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.
