

I INTERNATIONAL EXPERIENCE PERUGIA - ITÁLIA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM TEMPOS DE CRISE AMBIENTAL I

SANDRA REGINA MARTINI

ANA MARRADES PUIG

Todos os direitos reservados e protegidos. Nenhuma parte destes anais poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados sem prévia autorização dos editores.

Diretoria - CONPEDI

Presidente - Profa. Dra. Samyra Haydêe Dal Farra Naspolini - FMU - São Paulo

Diretor Executivo - Prof. Dr. Orides Mezzaroba - UFSC - Santa Catarina

Vice-presidente Norte - Prof. Dr. Jean Carlos Dias - Cesupa - Pará

Vice-presidente Centro-Oeste - Prof. Dr. José Querino Tavares Neto - UFG - Goiás

Vice-presidente Sul - Prof. Dr. Leonel Severo Rocha - Unisinos - Rio Grande do Sul

Vice-presidente Sudeste - Profa. Dra. Rosângela Lunardelli Cavallazzi - UFRJ/PUCRio - Rio de Janeiro

Vice-presidente Nordeste - Prof. Dr. Raymundo Juliano Feitosa - UNICAP - Pernambuco

Representante Discente: Prof. Dr. Abner da Silva Jaques - UPM/UNIGRAN - Mato Grosso do Sul

Conselho Fiscal:

Prof. Dr. José Filomeno de Moraes Filho - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Caio Augusto Souza Lara - SKEMA/ESDHC/UFMG - Minas Gerais

Prof. Dr. Valter Moura do Carmo - UFERSA - Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Fernando Passos - UNIARA - São Paulo

Prof. Dr. Edinilson Donisete Machado - UNIVEM/UENP - São Paulo

Secretarias

Relações Institucionais:

Prof. Dra. Claudia Maria Barbosa - PUCPR - Paraná

Prof. Dr. Heron José de Santana Gordilho - UFBA - Bahia

Profa. Dra. Daniela Marques de Moraes - UNB - Distrito Federal

Comunicação:

Prof. Dr. Robison Tramontina - UNOESC - Santa Catarina

Prof. Dr. Liton Lanes Pilau Sobrinho - UPF/Univali - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Lucas Gonçalves da Silva - UFS - Sergipe

Relações Internacionais para o Continente Americano:

Prof. Dr. Jerônimo Siqueira Tybusch - UFSM - Rio Grande do Sul

Prof. Dr. Paulo Roberto Barbosa Ramos - UFMA - Maranhão

Prof. Dr. Felipe Chiarello de Souza Pinto - UPM - São Paulo

Relações Internacionais para os demais Continentes:

Profa. Dra. Gina Vidal Marcilio Pompeu - UNIFOR - Ceará

Profa. Dra. Sandra Regina Martini - UNIRITTER / UFRGS - Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Maria Claudia da Silva Antunes de Souza - UNIVALI - Santa Catarina

Educação Jurídica

Profa. Dra. Viviane Coêlho de Séllos Knoerr - Unicuritiba - PR

Prof. Dr. Rubens Beçak - USP - SP

Profa. Dra. Livia Gaigher Bosio Campello - UFMS - MS

Eventos:

Prof. Dr. Yuri Nathan da Costa Lannes - FDF - São Paulo

Profa. Dra. Norma Sueli Padilha - UFSC - Santa Catarina

Prof. Dr. Juraci Mourão Lopes Filho - UNICHRISTUS - Ceará

Comissão Especial

Prof. Dr. João Marcelo de Lima Assafim - UFRJ - RJ

Profa. Dra. Maria Creusa De Araújo Borges - UFPB - PB

Prof. Dr. Antônio Carlos Diniz Murta - Fumec - MG

Prof. Dr. Rogério Borba - UNIFACVEST - SC

M943

Mudanças Climáticas Em Tempos De Crise Ambiental I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Ana Marrades Puig, Sandra Regina Martini. – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-094-6

Modo de acesso: www.conpedi.org.br em publicações

Tema: Inteligência Artificial e Sustentabilidade na Era Transnacional

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Internacionais. 2. Mudanças Climáticas. 3. Crise Ambiental. I International Experience Perugia – Itália. (1: 2025 : Perugia, Itália).

CDU: 34



I INTERNATIONAL EXPERIENCE PERUGIA - ITÁLIA

MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM TEMPOS DE CRISE AMBIENTAL I

Apresentação

Durante os dois dias de GT foram discutidos temas globais atuais relativos aos impactos das Mudanças Climáticas. Iniciamos com as apresentações das coordenadoras de GT: Ana Marrades (Espanha), Cristiana Angeline (Itália), Sandra Regina Martini (Brasil) e tivemos como convidada a Profa. Claudia Zalazar (Argentina- pós doutoranda de Sandra Regina Martini).

Os desastres naturais estão aumentando em frequência e intensidade devido às mudanças climáticas, afetando desproporcionalmente as áreas mais vulneráveis do mundo e evidenciando profundas desigualdades em todas as dimensões. O próprio conceito de "desastre natural" é uma simplificação enganosa, pois tende a apresentar esses eventos como fenômenos exclusivamente ambientais, desvinculados das dinâmicas sociais e das desigualdades preexistentes. Na realidade, os desastres ambientais expressam uma complexa interação entre eventos naturais e fatores socioeconômicos que influenciam a capacidade de resiliência das comunidades; ou seja, suas chances de estarem preparadas para o que fazer em casos de eventos extremos, de resistir a eles, de se adaptar às novas situações e de se recuperar de crises agudas. Por isso, as discussões no âmbito do GT partiram da perspectiva de que os desastres não são naturais no sentido de eventos aleatórios e independentes da ação humana, mas um dos resultados de uma complexa dinâmica de intervenções intencionais e desordenadas dos seres humanos, que têm provocado impactos extraordinários na natureza, com efeitos danosos em todos os ecossistemas e atingindo, em extensão e radicalidade inéditas, toda as formas de vida no Planeta.

Nesse contexto, insere-se o conceito de "espiral de vulnerabilidade" (Longo, Lorubbio, 2021): um círculo vicioso em que as comunidades vulneráveis se tornam progressivamente mais expostas aos riscos, sofrendo impactos cada vez maiores a cada evento adverso. Esse ciclo começa com um evento desastroso que provoca danos significativos, reduzindo os recursos disponíveis para a recuperação e levando a um empobrecimento que torna a comunidade ainda mais suscetível a futuros desastres. Cada evento subsequente amplifica ainda mais a vulnerabilidade, aprisionando as comunidades em uma espiral descendente da qual é difícil sair sem intervenções direcionadas que abordem as causas estruturais de sua exposição e falta de resiliência.

As desigualdades sociais e a escassez de recursos tornam essa espiral particularmente crítica. Por exemplo, o impacto das mudanças climáticas, como o aumento do nível do mar ou a maior frequência de eventos extremos, afeta mais intensamente as populações com menores capacidades de adaptação, agravando as disparidades já existentes. Sem políticas públicas de apoio, a espiral de vulnerabilidade continua a se fortalecer, deixando as comunidades expostas a novos riscos com recursos cada vez menores para se protegerem ou se recuperarem.

Essa perspectiva destaca que os desastres ambientais não atingem a todos da mesma forma, mas ampliam situações de marginalização e pobreza já presentes. Os mais afetados são, muitas vezes, aqueles que possuem menos recursos para se adaptar ou se recuperar. Também por isso, definir esses eventos como "naturais" obscurece a responsabilidade das escolhas sociais e políticas na criação das condições de vulnerabilidade, reduzindo as possibilidades de intervenções estruturais destinadas a mitigar os riscos e promover a equidade social. Portanto, as políticas públicas são essenciais para a gestão dos desastres ambientais, especialmente para proteger as comunidades mais vulneráveis e salvaguardar os direitos humanos em um contexto de crescente instabilidade climática. O aumento da frequência e da intensidade de eventos extremos, como inundações, incêndios e ondas de calor, torna necessária a adoção de estratégias que não se limitem à resposta imediata, mas que promovam resiliência a longo prazo e equidade social.

É, portanto, indispensável projetar políticas preventivas e de resiliência, destinadas a: 1) reduzir a vulnerabilidade das comunidades expostas aos riscos ambientais e 2) criar condições que permitam enfrentar as mudanças climáticas em andamento. Esse processo de prevenção e resiliência deve começar pela implementação de um sistema integrado que una intervenções infraestruturais e sociais, seguindo uma abordagem centrada nos princípios dos direitos humanos e da justiça ambiental. Sendo assim, as políticas devem garantir uma proteção equitativa para todas as comunidades, reduzindo as desigualdades sociais e combatendo a "espiral de vulnerabilidade". Isso exige uma coordenação eficaz entre os diversos níveis de governo, formas efetivas de articulação com as organizações da sociedade civil e com o voluntariado, e um sistema de apoio que responda às necessidades específicas das diferentes comunidades, como crianças, idosos, pessoas com deficiência, mulheres, pessoas institucionalizadas e grupos minoritários discriminados, entre outros.

Em contextos de elevada vulnerabilidade, é essencial que as políticas públicas promovam a inclusão das comunidades locais nos processos de tomada de decisão, especialmente nas áreas de risco, garantindo uma participação ativa das populações afetadas no planejamento das políticas ambientais com uma perspectiva de empoderamento e resiliência.

Apresentamos um breve relatório dos temas abordados, o texto das referidas professoras está em anexo.

Neste contexto a Profa. Ana Marrades destacou:

- 1- fala da pesquisa sobre causas das mudanças climáticas.
- 2- Impactos das mudanças climáticas e a comunicação da crise.
- 3- Necessidade de uma perspectiva transdisciplinar para a análise do tema.
- 4- Relata o “apagão” na Espanha em 2025.
- 5- Preocupações com a energia nuclear.
- 6- Situação das mulheres com mais de 50 anos na Região de Valencia, com dificuldades de reabrirem seus negócios.
- 7- Trata das pessoas desaparecidas nas inundações de 2025.
- 8- O tema dos idosos e as mudanças climáticas.
- 9- Subsídios para os agricultores.

Estes temas estão aprofundados no texto da referida Professora.

As Profas. Sandra Regina Martini e Claudia Zalazar destacaram:

- 1- O tema Direito à Saúde.
- 2- Os impactos das mudanças climáticas nas mulheres.
- 3- A questão das cuidadoras que estão sempre na “linha de frente” em qualquer emergência.
- 4- Resiliência em saúde, causas do estresse pós traumático após a crise, em especial na saúde mental das mulheres.
- 5- A questão da forte migração.

6- Não existe uma boa capacitação para Mulheres indígenas sobre o cultivo e o manejo do solos.

7- Necessidade de mais mulheres no âmbito do Direito Ambiental.

8- As mulheres do “direito” devem levar este tema mais a sério.

9- Perspectiva de vulnerabilidade.

A Profa Cristiana Angeline destacou:

1- tema da pesquisa mudança climática e direitos humanos.

2. O Contencioso das questões de mudança climáticos.

3. Mitigação.

4. Adaptação e resiliência climática.

5. O cambio climático é antropogênico.

6. No âmbito do Direito Internacional as respostas são limitadas.

7. Papel das cortes internacionais.

8. Obrigações de proteção dos Estados também da vida familiar.

9. A questão do Direito do Mar.

Trabalho 1

A RESPONSABILIDADE CIVIL NO CONTEXTO DAS MUDANCAS CLIMATICAS:
ANALISE DO DANO E DO RISCO AMBIENTAL INTOLERAVEL

Pontos em destaque:

1-Extrema direita e crise ambiental.

2-Contradições do próprio Capitalismo.

3-avanço da extrema direita no Brasil, neoliberalismo e injustiça climática.

4- Incompatível com a sustentabilidade.

5-Conceito de justiça ambiental.

6- Teoria marxista oferecer instrumentos críticos para a análise do tema.

Trabalho 2:

CESSO A JUSTICA AMBIENTAL E JUSTICA RESTAURATIVA: OS CONFLITOS AMBIENTAIS NAS AREAS DE RESSACA DA CIDADE DE MACAPA, ESTADO DO AMAPA.

Pontos em destaque:

1-Fala sobre a população ribeirinha e a questão dos conflitos.

2-Problemas com o descarte do lixo.

3-Demarcação da posse destas terras,

4-Poluição dos rios.

5-Favelas fluviais.

Trabalho 3

EMERGENCIA CLIMATICA E AGROTOXICOS: RESISTENCIA NO CONTEXTO BRASILEIRO

Pontos em destaque:

1-litígios climáticos.

2-o Brasil se destaca como um dos maiores consumidores de agrotóxicos.

3-Colonialismo clínico e climático.

4-Questão da COPI no Brasil.

5-Legislações que reduzem a participação de órgãos de controle.

6-Colonialismo químico – imposição de produtos químicos.

Trabalho 4

Eventos climáticos adversos no Brasil e Itália: as inundações no RS e Emília Romagna

Pontos em destaque:

1-Responsabilidade das empresas na proteção e sustentabilidade.

2- Responsabilidade dos Estados, tema das vulnerabilidades.

Socorristas e o processo de “roubo”, assaltos.

Trabalho 5

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS IMPACTOS NAS CIDADES LITORÂNEAS
BRASILEIRAS

Pontos em destaque:

1-Plano nacional de mudanças climáticas e leis que regulamentam o tema. 2-

2-Tema em foco o aumento do nível dos oceanos.

3-O papel da inteligência artificial.

Trabalho 6

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E MONITORAMENTO AMBIENTAL ; A INTEGRAÇÃO
ENTRE VISÃO COMPUTACIONAL E MODELOS PREDITIVOS NO
MONITORAMENTO ARTIFICIAL.

Pontos em destaque:

1-O papel da prevenção, comparação com a medicina.

2 -Necessidade de pesquisa constante.

3-Histórico das políticas de proteção ambiental.

4-Questão da informação.

Trabalho 7

JUSTIÇA CLIMÁTICA: A IMINÊNCIA DO PARECER DA CORTE INTERNACIONAL DE JUSTIÇA.

Pontos em destaque:

1-Regime internacional de proteção ambiental.

2-Questão da efetividade do Regime de proteção.

4-Importância das ações de governança.

5-Hoje 2500 de judicialização das questões climáticas.

6-questão da vulnerabilidade da população

Trabalho 08

MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM TEMPOS DE CRISE AMBIENTAL: O CASO DA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS E OS IMPACTOS AMBIENTAIS EXTREMOS NO AMAZONAS

Pontos em destaque:

1-Tema dos refugiados, em especial os refugiados da Venezuela.

2- Problema da subida e baixa constante das águas que sobem e baixam 18 metros. 3-As contradições de ter muita água e a água não é potável.

Trabalho 09

FÓRUM AMBIENTAL COMO APRIMORAMENTO COMUNICACIONAL DA JUDICIALIZAÇÃO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS, COM ÊNFASE NAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Pontos em destaque:

1-Judicialização da política pública.

2- Mais de 200 processos ambientais no Brasil, 90 são de mudanças climáticas.

3-Críticas e paradoxos da judicialização.

4- Relações com o Acordo de Paris, necessidade de transparência.

Trabalho 10

SUPREMO “EM CLIMA”: AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E O STF

Pontos em destaque:

1-Participação social nas decisões.

2-Por quê o clima chegou no STF.

3- Clima e STF.

Trabalho 11

VULNERABILIDADE E JUSTIÇA CLIMÁTICA: DESAFIOS E PERSPECTIVAS PARA A PROTEÇÃO DE MULHERES EM UM CENÁRIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS.

Pontos em destaque:

1- Vulnerabilidade.

2- Justiça e clima.

3- Justiça Climática.

4- Falta das mulheres nos lugares de poder.

Trabalho 12-

“FALE NEWS” E ENCHENTES NO RS SOB A PERSPECTIVA DO DANO SOCIAL

Pontos em destaque:

1-Os impactos para todos os que viviam na cidade.

2- O impacto das falsas notícias, não só notícias falsas.

3- As Fake News parte de uma aparência de verdades.

Trabalho 13

FEDERALISMO CLIMÁTICO

Pontos em destaque:

1-Contextualização do tema.

2-Conceito de Federalismo.

3-As inovações do conceito de Federalismo Climático.

Após dois dias de discussões o grupo propõe a reflexão urgente sobre alternativas e o fortalecimento de instituições de garantia de política públicas nacionais e internacionais de proteção para a atual e futura geração no que diz respeito aos efeitos das mudanças climáticas.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E OS IMPACTOS NA CIDADES LITORÂNEAS BRASILEIRAS

CLIMATE CHANGE AND ITS IMPACTS ON BRAZILIAN COASTAL CITIES

Andrea Natan de Mendonça ¹
Luiz Gustavo Gonçalves Ribeiro ²
Simara Aparecida Ribeiro Januário ³

Resumo

O aquecimento global, intensificado pela emissão de gases de efeito estufa, tem causado impactos significativos nos ecossistemas e na sociedade, especialmente devido à elevação do nível do mar. Esse fenômeno resulta na submersão de áreas habitadas, destruição de ecossistemas costeiros, salinização de solos e aquíferos, podendo afetar a infraestrutura urbana e a economia local. No Brasil, regiões litorâneas, altamente povoadas e economicamente relevantes, são particularmente vulneráveis, exigindo políticas eficazes de mitigação e adaptação. A governança climática é essencial para mitigar e desenvolver soluções para esses desafios. O Brasil tem avançado na regulamentação do tema por meio da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e do Decreto nº 11.550/2023, buscando reduzir emissões de gases de efeito estufa e proteger os ecossistemas costeiros. Medidas como barreiras físicas, reflorestamento e planejamento urbano sustentável já foram adotadas em algumas cidades, mas a complexidade do problema demanda ações mais amplas e coordenadas. Esse artigo, fundamentado em análise documental, revisão bibliográfica e estudo de caso, examina os efeitos da elevação do nível do mar, apresentando as estratégias jurídicas e políticas adotadas para mitigar seus impactos. Destaca-se a necessidade de um marco regulatório mais robusto, que exija uma atuação integrada entre governo, sociedade e setor privado. É essencial fortalecer a governança climática por meio de políticas contínuas e alinhadas às diretrizes internacionais, promovendo a cooperação global para enfrentar os desafios das mudanças climáticas e assegurar um futuro sustentável.

Palavras-chave: Efeito estufa, Aquecimento global, Mudança climática, Nível do mar, Dióxido de carbono

¹ Doutoranda em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pela Escola Superior Dom Helder Câmara. Mestre em Ciências Farmacêuticas pela Universidade Federal de Alfenas e graduação em Ciências Biológicas pela mesma instituição.

² Pós Doutor pela Università Degli Studi di Messina-IT. Doutor e mestre UFMG. Professor mestrado e doutorado na Dom Helder-Escola Superior. Promotor de Justiça.

³ Doutoranda em Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável do PPGD-ESDHC. Mestra em Letras: Estudos Literários pelo POSLIT/FALE-UFMG. Graduada em Letras: Português e Italiano pela FALE-UFMG. Professora de Língua Portuguesa na SEE/MG.

Abstract/Resumen/Résumé

Global warming, intensified by greenhouse gas emissions, has caused significant impacts on ecosystems and society, especially due to rising sea levels. This phenomenon results in the submersion of inhabited areas, destruction of coastal ecosystems, salinization of soils and aquifers, and can affect urban infrastructure and the local economy. In Brazil, highly populated and economically relevant coastal regions are particularly vulnerable, requiring effective mitigation and adaptation policies. Climate governance is essential to mitigate and develop solutions to these challenges. Brazil has made progress in regulating the issue through the National Policy on Climate Change (PNMC) and Decree No. 11,550/2023, seeking to reduce greenhouse gas emissions and protect coastal ecosystems. Measures such as physical barriers, reforestation and sustainable urban planning have already been adopted in some cities, but the complexity of the problem demands broader and more coordinated actions. This article, based on documentary analysis, literature review and case study, examines the effects of sea level rise, presenting the legal and political strategies adopted to mitigate its impacts. It highlights the need for a more robust regulatory framework, which requires integrated action between government, society and the private sector. It is essential to strengthen climate governance through continuous policies aligned with international guidelines, promoting global cooperation to face the challenges of climate change and ensure a sustainable future.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Greenhouse effect, Global warming, Climate change, Sea level, Carbon dioxide

1 INTRODUÇÃO

O efeito estufa, processo natural essencial à manutenção da vida na Terra, tem sido intensificado nas últimas décadas devido à crescente emissão de gases de efeito estufa (GEE), como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). Embora o efeito estufa em sua forma natural seja indispensável para a estabilidade da temperatura do planeta, a amplificação desse fenômeno tem resultado em um processo de aquecimento global, com consequências cada vez mais alarmantes para a biodiversidade, os ecossistemas e as sociedades.

As evidências dos impactos do aquecimento global tornam-se cada vez mais visíveis, refletindo-se em fenômenos climáticos extremos e no derretimento acelerado das calotas polares, o que intensifica os efeitos ambientais. Esse aquecimento tem gerado mudanças climáticas, como secas prolongadas, tempestades devastadoras e a elevação acelerada do nível do mar, que afetam diretamente a biodiversidade, a estabilidade dos ecossistemas e a sobrevivência das populações, especialmente as localizadas em regiões vulneráveis, como as áreas litorâneas. A elevação do nível do mar, em particular, representa uma ameaça direta às cidades costeiras, com consequências graves para a infraestrutura urbana, a economia local e a segurança da população.

No Brasil, as áreas litorâneas, caracterizadas pela concentração de atividades econômicas e pela presença de comunidades costeiras, têm sido particularmente impactadas por esse fenômeno. O aumento do nível do mar, resultante do derretimento das geleiras e da expansão térmica das águas oceânicas, tem provocado a submersão de áreas habitadas, a destruição de ecossistemas essenciais, como os manguezais e os recifes de corais, e o comprometimento da infraestrutura urbana. Outro evento marcante é a salinização de solos e aquíferos, que afeta negativamente a produção agrícola e a biodiversidade, colocando em risco a segurança alimentar e a sobrevivência de diversas espécies, tanto marinhas quanto terrestres.

As consequências das alterações climáticas também se refletem em uma deterioração da saúde pública, devido à contaminação das fontes de água potável e à propagação de doenças associadas a inundações frequentes e à degradação ambiental. Tais condições geram um estresse social significativo nas comunidades afetadas, que se veem cada vez mais vulneráveis ao agravamento dos impactos do aquecimento global. Nesse contexto, a governança climática se torna uma questão central, uma vez que a implementação de políticas públicas eficazes é primordial para mitigar os efeitos desse fenômeno e promover a adaptação das populações afetadas.

O Brasil, diante destes desafios, tem buscado avançar na construção de um arcabouço legal e institucional voltado à mitigação dos impactos do aquecimento global. O Decreto nº

11.550/2023 e a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) são marcos importantes nesse processo, pois visam fortalecer a coordenação entre os diversos órgãos governamentais e estabelecer diretrizes para a redução das emissões de gases do efeito estufa (GEE) e para a preservação dos ecossistemas. A adoção de medidas de adaptação, como a construção de muros, barreiras submersas e a preservação da vegetação costeira, já tem sido implementada em algumas cidades, como Santos, mas a magnitude do problema exige ações mais contundentes e coordenadas entre governo, sociedade e setor privado.

É imperativo que a resposta do Brasil às mudanças climáticas envolva um conjunto integrado de políticas públicas, com foco na mitigação dos efeitos da elevação do nível do mar, na adaptação das comunidades costeiras e na cooperação internacional. A redução das emissões de gases de efeito estufa, a implementação de estratégias de adaptação e a busca por soluções inovadoras são passos necessários para garantir a segurança e a sustentabilidade das regiões litorâneas brasileiras, protegendo tanto o patrimônio natural quanto a qualidade de vida das populações afetadas.

O presente artigo adota uma metodologia que integra uma abordagem analítica e descritiva, alicerçada na análise documental, revisão bibliográfica e estudo de caso. O objetivo central é examinar os efeitos do aquecimento global, com especial enfoque na elevação do nível do mar, e discutir as políticas e estratégias imprescindíveis para mitigar os impactos desse fenômeno nas regiões costeiras do Brasil. A pesquisa visa, ainda, destacar a urgência de ações coordenadas entre os diversos entes governamentais, a necessidade de um marco regulatório mais robusto, e a implementação de medidas eficazes para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, em consonância com os princípios de proteção ambiental e justiça climática.

2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O efeito estufa, fenômeno natural essencial para a manutenção das condições climáticas que sustentam a vida na Terra, vem sendo intensificado por ações antrópicas que desequilibram seu funcionamento. O aumento da emissão de gases como dióxido de carbono, metano e óxido nitroso, associada a práticas como o desmatamento e a queima de combustíveis fósseis, tem transformado um processo originalmente benéfico em um fator de preocupação. Essa transformação alimenta o aquecimento global, marcado pelo aumento progressivo da temperatura média do planeta e por suas consequências amplamente perceptíveis.

À medida que o planeta aquece, parte da energia absorvida é reemitida na forma de radiação térmica e raios infravermelhos, os quais escapam para o espaço, auxiliando no

resfriamento do sistema terrestre. Contudo, uma fração dessa radiação é novamente absorvida pela atmosfera, sendo redirecionada para a superfície terrestre devido à presença de gases como dióxido de carbono, vapor d'água, ozônio, metano e outros. Esses gases, conhecidos como Gases de Efeito Estufa, possuem a capacidade de reter calor, e são fundamentais na regulação da temperatura do planeta (Sugiyama, 2014).

A expansão de indústrias em larga escala, a operação de centrais elétricas, usinas nucleares e olarias, assim como o descarte inadequado de resíduos tóxicos industriais, estão entre as principais causas do aquecimento global. Outro fator de influência na emissão são os meios de transporte, como ônibus, caminhões, motocicletas, motores de combustão interna e aeronaves, que intensificam a liberação de gases poluentes, incluindo dióxido de carbono (CO₂) e monóxido de carbono (CO), acelerando o acúmulo de gases de efeito estufa na atmosfera (Kamran *et al.*, 2022).

O desmatamento também contribui significativamente para esse fenômeno, uma vez que reduz a capacidade das florestas de absorver dióxido de carbono e liberar oxigênio, desequilibrando os ciclos naturais. Áreas florestais, frequentemente associadas aos "cinturões verdes", exercem funções essenciais, como a regulação da temperatura e a manutenção da qualidade do ar, demonstrando sua relevância na mitigação dos impactos causados pelo aquecimento global (Kamran *et al.*, 2022).

As mudanças climáticas resultantes do aquecimento global incluem eventos extremos, como secas prolongadas, tempestades intensas e o derretimento acelerado das calotas polares, que agravam a elevação do nível do mar. Esses fenômenos não apenas ameaçam a biodiversidade, mas também desafiam a capacidade das populações de se adaptarem a um ambiente em transformação.

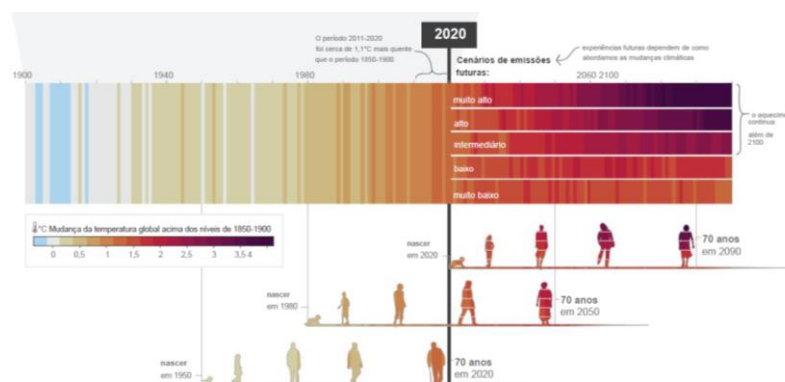
O aumento das temperaturas tem ampliado a distribuição geográfica de doenças, transferindo patologias de áreas tropicais para regiões anteriormente menos afetadas. Doenças transmitidas por mosquitos, como dengue e malária, têm apresentado maior incidência devido a verões mais longos e intensos, e surtos de cólera e outras infecções associadas a águas mais aquecidas têm se tornado mais frequentes. O aquecimento global também impacta diretamente os ecossistemas, promovendo migrações de espécies, como peixes no Mar do Norte, que buscam águas mais frias, e alterando a dinâmica de florestas tropicais, onde incêndios florestais têm se intensificado, fragmentando habitats e ameaçando espécies como os orangotangos. Esses efeitos destacam a relação direta entre o aumento das temperaturas globais, a saúde humana e o equilíbrio ambiental (Ninawe, Indulkar, Amin, 2018; Yadav, 2018).

Entre 3,3 e 3,6 bilhões de pessoas vivem em condições de alta vulnerabilidade às mudanças climáticas, evidenciando a relação de interdependência entre os ecossistemas humanos e os fatores que aumentam essa fragilidade. Regiões e populações com restrições significativas ao desenvolvimento enfrentam os maiores riscos associados aos fenômenos climáticos extremos. O aumento na frequência de eventos como secas, inundações e tempestades tem exposto milhões de pessoas à insegurança alimentar aguda e à redução do acesso a recursos hídricos, com os impactos mais graves concentrados em comunidades na África, Ásia, América Central e do Sul, Países Menos Avançados (PMA), Pequenas Ilhas e Ártico. Esses efeitos também atingem, de forma desproporcional, povos indígenas, pequenos agricultores e famílias de baixa renda (IPCC, 2023).

No intervalo de 2010 e 2020, a mortalidade causada por desastres naturais, como cheias, secas e tempestades, foi 15 vezes maior em regiões altamente vulneráveis quando comparada a áreas com baixa vulnerabilidade. Esses dados ressaltam a disparidade no enfrentamento dos riscos climáticos e a necessidade de estratégias urgentes para mitigar os impactos nessas populações (IPCC, 2023).

O aquecimento global transcende a esfera ambiental, apresentando interseções com dimensões sociais, econômicas e políticas. Seus efeitos vão além da ciência climática, impactando diretamente populações vulneráveis, a segurança alimentar, os recursos hídricos e a estabilidade geopolítica. Fenômenos como a acidificação dos oceanos, a intensificação de eventos climáticos extremos e a elevação do nível do mar evidenciam a amplitude e a gravidade dessa crise. As mudanças na temperatura da superfície terrestre são inequívocas e apresentam uma tendência de agravamento, como demonstrado na Figura 1, que retrata as alterações climáticas já observadas e projetadas ao longo de três gerações.

Figura 1- Até que ponto as gerações atuais e futuras experimentarão um mundo mais quente e diferente depende das escolhas atuais e no curto prazo

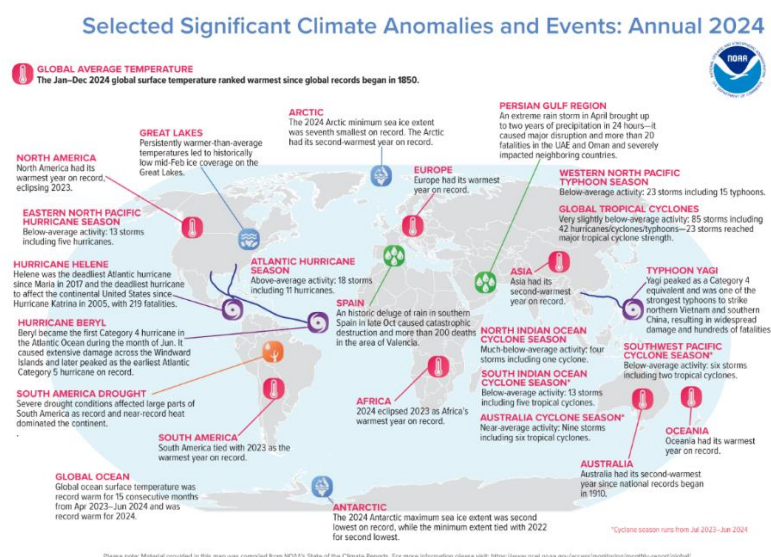


Fonte: IPCC, 2023.

Segundo a avaliação climática da National Centers for Environmental Information (2025), o ano de 2024 ficou marcado como o mais quente de sua história da Terra, cujo monitoramento de temperatura global remonta a 1850. O conteúdo de calor armazenado nos 2.000 metros superiores dos oceanos também atingiu um recorde histórico, evidenciando o agravamento do aquecimento global. Na Antártida, a extensão do gelo marinho alcançou a segunda menor marca já registrada em fevereiro e setembro, períodos correspondentes ao mínimo e máximo anual, respectivamente. Foram identificadas 85 tempestades tropicais nomeadas em nível global, um número ligeiramente inferior à média histórica, embora no Atlântico Norte tenham sido contabilizadas 18 tempestades, superando a média regional. Esses indicadores reforçam os sinais de intensificação das mudanças climáticas e suas implicações para os sistemas naturais e humanos.

As mudanças climáticas se tornam explícitas quando ocorrem eventos climáticos significativos com consequências devastadoras. Atualmente estes eventos têm se tornado mais frequentes e intensos, marcando um período de fenômenos extremos e alterações nos padrões climáticos. Essas ocorrências englobam eventos como temperaturas recordes, mudanças na extensão do gelo polar, aumento da frequência de tempestades tropicais e perturbações nos ecossistemas terrestres e marinhos como apresentado na figura 2.

Figura 2- Anomalias e eventos climáticos significativos selecionados: Ano de 2024



Fonte: NOAA, 2025.

Os eventos apresentados na figura 2 retratam os impactos das alterações climáticas em escala mundial, evidenciados por recordes históricos de temperatura e eventos extremos. Em 2024, a América do Norte registrou o ano mais quente de sua história, enquanto a América do Sul igualou o recorde anterior, enfrentando ondas de calor e secas severas que comprometeram a agricultura e o abastecimento hídrico. Nos oceanos, a temperatura da superfície atingiu níveis recordes por 15 meses consecutivos, exacerbando a acidificação e ameaçando ecossistemas marinhos. O gelo marinho da Antártida também apresentou uma das menores extensões já registradas, refletindo a fragilidade das regiões polares diante do aquecimento global. Os eventos como o furacão Helene, o mais mortal no Atlântico desde 2017, e o furacão Beryl, que alcançou precocemente a categoria 5, demonstram o aumento da frequência e intensidade de fenômenos meteorológicos extremos, alertando para as graves consequências das alterações climáticas sobre populações e ecossistemas em todo o mundo (NOAA, 2025).

Para determinar a vulnerabilidade dos países frente as mudanças climáticas, a Universidade de Notre Dame, nos Estados Unidos, desenvolveu um índice que tem como objetivo auxiliar governos, empresas e organizações a identificar riscos climáticos e priorizar investimentos para a construção de resiliência. O índice combina dados sobre a vulnerabilidade (como a capacidade de um país em lidar com impactos climáticos, como secas, tempestades e elevação do nível do mar) e a prontidão (a capacidade de implementar medidas para se adaptar a esses riscos). Os países recebem uma pontuação que reflete esses aspectos, sendo que uma pontuação mais alta indica melhor preparação e menor vulnerabilidade.

Devido a uma combinação de fatores políticos, geográficos e sociais, o Brasil é reconhecido como vulnerável aos impactos das mudanças climáticas, ocupando a 96ª posição entre os 181 países no Índice ND-GAIN (Notre Dame Global Adaptation Initiative Index) de 2020. Quanto mais vulnerável um país, menor sua pontuação, enquanto, quanto maior a prontidão de um país para melhorar sua resiliência, maior será sua pontuação. A Noruega possui a maior pontuação e está classificada em 1º lugar (University of Notre Dame, 2020).

A vulnerabilidade do Brasil frente as mudanças climáticas ameaçam seu crescimento econômico e o progresso social. Fenômenos como temperaturas extremas, aumento do nível do mar, escassez hídrica em determinadas regiões e precipitações intensas em outras impõem pressões substanciais sobre grupos vulneráveis, a infraestrutura urbana, a economia e os ecossistemas únicos do país. Outro fator preocupante, é a predominância do setor agrícola na economia brasileira, que gera conflitos entre demandas econômicas e prioridades voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

O Brasil apresenta fragilidades significativas no âmbito climático e ambiental. O aumento da frequência e intensidade de eventos climáticos extremos tem gerado impactos expressivos sobre a população, a economia e os ecossistemas. O desmatamento anual de aproximadamente 11.000 km² de florestas na Amazônia exerce uma influência significativa sobre o aquecimento global, promovendo alterações no clima regional da América do Sul, especialmente no transporte de vapor d'água e no albedo da superfície (Artaxo, 2019).

Os eventos intensificados pelo aquecimento global no Brasil e no mundo evidenciam a necessidade urgente de ações concretas e coordenadas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas. O cumprimento das metas estabelecidas em acordos internacionais é essencial para limitar o aumento da temperatura e minimizar impactos socioambientais. Ademais, é fundamental que os países invistam em políticas públicas que promovam a resiliência de comunidades vulneráveis, fortalecendo sua capacidade de adaptação diante de eventos climáticos extremos.

O compromisso do Brasil em reduzir emissões de gases de efeito estufa e proteger sua biodiversidade deve ser acompanhado de medidas para combater o desmatamento ilegal e incentivar a recuperação de áreas degradadas. A integração entre esforços governamentais, empresariais e da sociedade civil é indispensável para garantir que os objetivos traçados não sejam apenas promessas, mas metas atingíveis. Isso inclui a aplicação de tecnologias inovadoras, a alocação de recursos financeiros adequados e o engajamento contínuo da comunidade internacional em iniciativas de cooperação climática.

Por fim, é imperativo que o Brasil consolide sua liderança em questões ambientais, demonstrando que a transição para uma economia de baixo carbono é viável e benéfica, tanto ambiental quanto economicamente. Ao investir em educação ambiental, na capacitação de comunidades locais e em pesquisas científicas, o país pode não apenas superar os desafios impostos pelo aquecimento global, mas também se posicionar como um modelo global de desenvolvimento sustentável, alinhado aos objetivos climáticos e à preservação dos recursos naturais.

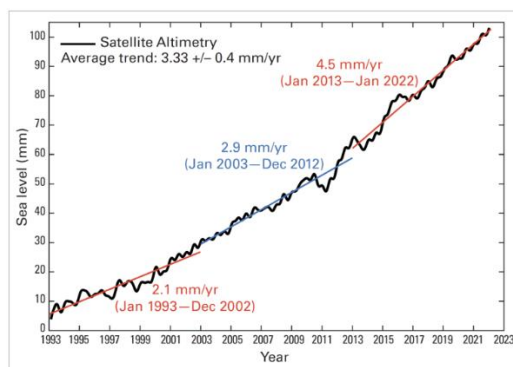
3 MUDANCAS CLIMATICAS E SEU REFLEXO NO NÍVEL DO MAR

O aumento da temperatura média global tem gerado impactos profundos em diferentes esferas, com consequências especialmente alarmantes no ambiente aquático. A elevação das temperaturas dos oceanos e outros corpos d'água interfere diretamente nos ecossistemas, alterando padrões de comportamento, reprodução e sobrevivência das espécies, sendo necessário se adaptar a condições adversas, como a migração para regiões mais frias ou

profundas em busca de temperaturas adequadas. No entanto, nem todas conseguem resistir a essas mudanças, levando à extinção de espécies mais vulneráveis, principalmente aquelas com baixa capacidade de adaptação ou restrita distribuição geográfica. Esses desequilíbrios afetam não apenas a biodiversidade, mas também os serviços ecossistêmicos essenciais e a regulação climática.

A elevação do nível do mar tem sido um fenômeno acelerado nas últimas décadas. De acordo com o relatório provisório *State of the Global Climate in 2022* da World Meteorological Organization (WMO), os níveis médios globais do mar subiram mais rápido desde 1900 do que em qualquer século anterior nos últimos 3.000 anos. O aquecimento dos oceanos também tem se intensificado, com o oceano global aquecendo mais rápido no último século do que em qualquer outro momento dos últimos 11.000 anos. A taxa de elevação do nível do mar, por sua vez, dobrou desde 1993 e, entre janeiro de 2020 e 2022, aumentou quase 10 mm, alcançando um novo recorde (figura 3). Os últimos dois anos e meio, por exemplo, representam 10% da elevação total do nível do mar desde o início das medições por satélite, há quase 30 anos (WMO, 2023).

Figura 3- Aumento do nível do mar desde 1993 com base em medições por satélite



Fonte: World Meteorological Organization, 2023.

Pesquisas apresentam explicações estatísticas sobre os possíveis impactos das mudanças climáticas na biodiversidade das zonas costeiras marinhas. No estudo de Hiners et al. (2019), foi desenvolvido um modelo preciso para analisar os impactos do aquecimento global sobre as plantas aquáticas marinhas, e foi observada que a taxa de evolução do plâncton marinho não acompanha o ritmo das mudanças climáticas. Sekerci e Petrovskii (2015) investigaram o impacto da saturação (CO₂) na evolução trófica marítima e concluíram que ela é mais rápida em comparação aos oceanos (CO₂). Speers et al. (2016) demonstraram como a degradação ambiental e as mudanças climáticas afetam a biodiversidade marinha, impactando

especialmente os recifes de corais e os habitats de peixes. A análise estatística conduzida por esses pesquisadores indicou que até 92% das espécies marinhas podem desaparecer até o ano de 2100.

Os recifes de corais são um exemplo claro dos impactos das mudanças climáticas, enfrentando ameaças cada vez mais graves. A emissão de gases de efeito estufa, provavelmente impulsionarão a eliminação da maioria dos recifes de corais de águas quentes até 2040–2050. Os corais de águas frias também são ameaçados pelo aquecimento das temperaturas e pela acidificação dos oceanos, embora as evidências do efeito direto das mudanças climáticas sejam menos claras. As evidências de que os recifes de corais podem se adaptar a taxas suficientes para acompanhar o rápido aquecimento e acidificação dos oceanos são mínimas, especialmente considerando que os corais têm vida longa e, portanto, têm taxas lentas de evolução (Hoegh-Guldberg et al., 2017).

Entre os impactos ambientais, o aumento da temperatura do planeta está afetando também o nível dos oceanos, resultando em uma elevação gradativa. Esse fenômeno ocorre devido a diversos fatores associados ao aquecimento global. O principal fator responsável pelas variações no nível do mar consiste em um fenômeno conhecido como “anomalia termostérica”. Esse termo refere-se à capacidade da água de se expandir ou contrair em resposta ao aquecimento ou resfriamento, respectivamente. Embora a salinidade também influencie as mudanças na densidade da água (anomalia halostérica), seu impacto é significativamente menor. Quando uma coluna de água de altura H sofre um aumento de temperatura ΔT , sua densidade $\Delta \rho$ é alterada, resultando em uma expansão que eleva o nível da água para $H + \eta$ (Polito e Sato, 2004). Assim, o aquecimento dos oceanos, impulsionado pelas mudanças climáticas, leva inevitavelmente à expansão térmica da água, contribuindo para o aumento do nível do mar.

A elevação do nível do mar também está relacionada ao derretimento de geleiras e calotas polares. Segundo relatório do IPCC (2023), aumento do nível do mar é um fenômeno irreversível em escalas temporais que variam de séculos a milênios, impulsionado pelo aquecimento contínuo das camadas oceânicas profundas e pelo derretimento das calotas polares.

Esse processo resultará em elevações persistentes por milhares de anos. A magnitude, a taxa de elevação, o momento de ultrapassagem de limiares críticos e o comprometimento de longo prazo com a elevação do nível do mar estão diretamente associados a emissões de gases de efeito estufa, sendo que emissões mais elevadas aceleram e intensificam esse processo. Devido a essa elevação, eventos extremos de maré que antes ocorriam uma vez por século

deverão acontecer pelo menos uma vez por ano em mais da metade dos pontos de medição até 2100. Os riscos para ecossistemas costeiros, populações e infraestrutura continuarão crescendo mesmo após esse período (IPCC, 2023).

Se a temperatura global se mantiver entre 2°C e 3°C acima dos níveis pré-industriais, as camadas de gelo da Groenlândia e da Antártica Ocidental poderão derreter quase completamente e de forma irreversível ao longo de milhares de anos. O risco e a velocidade da perda de gelo aumentam conforme a temperatura global sobe (IPCC, 2023).

Nos próximos dois mil anos, caso o aquecimento seja limitado a 1,5°C, o nível médio do mar poderá subir entre 2 e 3 metros, enquanto um limite de 2°C pode resultar em um aumento de 2 a 6 metros. Essas projeções estão alinhadas com registros de períodos anteriores de clima quente: há cerca de 3 milhões de anos, quando as temperaturas globais eram de 2,5°C a 4°C superiores às do período entre 1850 e 1900, o nível médio do mar provavelmente estava entre 5 e 25 metros acima do atual (IPCC, 2023).

A elevação do nível do mar, a acidificação dos oceanos e o aumento da frequência de eventos extremos são apenas algumas das consequências do aumento da temperatura média global. Políticas públicas mais rigorosas, investimentos em energias renováveis, preservação de ecossistemas costeiros e desenvolvimento de infraestruturas resistentes são medidas essenciais para conter os danos já em curso. A ciência e a inovação tecnológica desempenham um papel central na busca por soluções que minimizem as perdas ambientais e socioeconômicas. Sem uma mudança urgente, estratégias de mitigação eficazes e o cumprimento de metas globais, as projeções indicam um cenário de impactos irreversíveis para a biodiversidade, as populações costeiras e a estabilidade climática do planeta.

3.1 Impactos da elevação do nível do mar brasileiro

O aumento do nível do mar tem se tornado uma consequência alarmante ao abordarmos as mudanças climáticas, e o Brasil não está imune a esses impactos. As regiões costeiras brasileiras, são particularmente vulneráveis à elevação do nível do mar.

No Brasil o aumento do nível do mar está diretamente relacionado a um fenômeno cíclico intensificado pelas mudanças climáticas. De acordo com estudos geológicos, há cerca de 4,7 mil anos, o nível do mar na região do Recife estava cerca de 3 metros acima do nível atual. Esse fenômeno não é isolado e reflete variações que ocorreram ao longo do tempo, com o mar tendo recuado e avançado diversas vezes, como evidenciado pelas análises de arenitos de praia e conchas marinhas. Essas variações, que foram estudadas de maneira mais precisa com o uso de tecnologia como o GPS geodésico, ajudam a mapear as áreas mais vulneráveis e

a entender as transformações do litoral brasileiro ao longo dos últimos 20 mil anos (Fioravanti, 2025).

Esse processo tem aumentado a vulnerabilidade das regiões costeiras, como Recife, Belém e Rio de Janeiro, que podem sofrer com perdas significativas de ecossistemas como manguezais e recifes de corais, além de intensificar as inundações e aumentar a salinização de aquíferos e solos agrícolas (Fioravanti, 2025).

Com a projeção de uma possível elevação do mar de 10 cm até 2030 e de até 70 cm até 2100 em algumas regiões, é evidente que o impacto será ainda mais grave. O aumento da frequência de eventos climáticos extremos, como tempestades e ressacas, só amplia esses riscos, afetando diretamente a infraestrutura, a saúde pública e o bem-estar das comunidades litorâneas (Fioravanti, 2025).

Com a elevação do nível do mar, cidades litorâneas brasileiras correm o risco de ser submersas. A Organização das Nações Unidas (ONU) divulgou um estudo que aponta a probabilidade de a cidade de Santos, no litoral paulista, ser inundada devido ao aumento do nível da água. O levantamento indicou que ao menos 5% da população dessas regiões costeiras será afetada. O Censo Demográfico de 2022, produzido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelou que Santos possui 418.608 habitantes. Desse total, 20.930 pessoas seriam atingidas pela elevação do nível do mar (Fernandes, 2023).

Um estudo do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (USP) revelou que, desde a década de 1950, o nível do mar no litoral paulista aumentou pelo menos 20 centímetros. Diante desse avanço, prefeituras de municípios litorâneos já adotam medidas para mitigar os impactos, como a construção de muros, barreiras submersas e a preservação da vegetação. Algumas cidades, como Santos, no litoral sul de São Paulo, implementam essas ações desde 2016 (Willian, 2024).

A Prefeitura de Santos afirma ter sido a primeira a desenvolver um Plano Municipal de Mudanças Climáticas e, em 2018, foi selecionada para implementar um projeto-piloto em parceria com a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Como parte dessa iniciativa, foram instaladas 49 geobags (barreiras submersas) na Ponta da Praia, bairro da cidade. A administração municipal destaca a existência de diversas parcerias e projetos voltados à prevenção de inundações (Willian, 2024).

Já as prefeituras de Guarujá e Mongaguá, ambas no litoral sul, adotaram estratégias distintas: Guarujá investe na preservação da vegetação costeira, enquanto Mongaguá aposta na construção de muros para conter o avanço do mar. Por outro lado, as prefeituras de Praia Grande

e Caraguatatuba (esta última localizada no litoral norte) informaram que, até o momento, não houve necessidade de medidas desse porte (Willian, 2024).

As medidas adotadas visam apenas mitigar os danos alterando o ambiente natural, com foco na proteção da economia e do patrimônio, sem, no entanto, enfrentar a causa principal do problema, que continua se agravando e atingindo proporções cada vez maiores.

Situação similar está ocorrendo em várias cidades da costa brasileira, que podem ficar parcialmente submersas até 2100, segundo pesquisas recentes. Essas cidades estão distribuídas em cinco estados, cada um enfrentando desafios específicos devido ao avanço do nível do mar.

No Rio de Janeiro, várias cidades costeiras poderão ser afetadas. Regiões como a Ilha do Governador, Duque de Caxias e Campos Elísios correm riscos de ficarem submersas. A capital e outras cidades, como Campos dos Goytacazes e Cabo Frio, também serão atingidas, onde a elevação do mar pode causar danos significativos à infraestrutura e aos ecossistemas locais (Robles, 2024).

No Pará, estado da Região Norte do país, o avanço do mar terá impactos ainda mais severos. A maior parte da extensão da Ilha de Marajó deverá ficar submersa, assim como partes das cidades de Belém e Bragança. Essa situação coloca em risco não apenas as populações locais, mas também a biodiversidade única da região, que inclui ecossistemas como manguezais e áreas de preservação ambiental (Robles, 2024).

O Amapá enfrentará adversidades consideráveis. A água do mar deve encobrir, até o final deste século, a Reserva Biológica do Lago Piratuba e a Ilha de Maracá, assim como a cidade de Oiapoque, na fronteira com a Guiana Francesa, e algumas partes da capital Macapá, que são banhadas pelo Rio Amazonas. Essas mudanças podem levar à perda de habitats naturais e ao deslocamento de comunidades inteiras (Robles, 2024).

No Maranhão, parte da costa de São Luís e as ilhas de Santana e Carrapatal devem ficar completamente submersas em 2100. O famoso Parque Nacional dos Lençóis Maranhenses, conhecido por suas dunas e lagoas, deverá ficar parcialmente encoberto pelas águas, o que representa uma perda irreparável para o patrimônio natural e turístico do país (Robles, 2024).

Já no Rio Grande do Sul, cidades importantes como a capital Porto Alegre, Pelotas e Canoas poderão ficar submersas nas próximas décadas. Ilhas como Torotama e Machadinho também correm riscos significativos. O impacto nessas regiões não se limita apenas à perda de terras, mas também afeta a economia local, que depende fortemente da pesca e do turismo (Robles, 2024).

A situação atual indica a urgência de ações coordenadas e efetivas para mitigar os impactos do aumento do nível do mar. Enquanto algumas cidades, como Santos, já

implementam medidas de adaptação, como a construção de barreiras submersas e a preservação da vegetação costeira, outras ainda precisam desenvolver estratégias para proteger suas populações e infraestruturas. No entanto, é importante que essas ações não se limitem a soluções paliativas, mas enfrentem as causas profundas das mudanças climáticas, como a redução das emissões de gases de efeito estufa e a promoção de políticas sustentáveis.

O futuro das regiões costeiras brasileiras depende da capacidade de governos, comunidades e setores privados trabalharem juntos para construir resiliência e garantir a sobrevivência dessas áreas diante de um evento climático cada vez mais desafiador.

4 GOVERNANÇA CLIMÁTICA NO BRASIL

A governança climática trata da formulação e implementação de políticas que buscam enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas. Com a elevação do nível do mar e os impactos crescentes sobre regiões costeiras, é necessário que mecanismos eficazes de governança sejam adotados para mitigar os efeitos das alterações climáticas e promover estratégias de adaptação.

No Brasil, a governança climática está estruturada por um conjunto de instrumentos legislativos, normativos e estratégicos, garantindo que as ações voltadas à emergência climática sejam eficientes, transparentes e de caráter permanente. O Decreto nº 11.550, de 2023, publicado pelo governo federal, reestruturou a governança climática no Brasil, revogando o Decreto nº 11.349/2023. Com essa nova norma, o país busca fortalecer suas políticas de enfrentamento às mudanças climáticas, promovendo maior integração entre os diferentes órgãos governamentais e alinhando suas ações aos compromissos internacionais assumidos no âmbito do Acordo de Paris (Brasil, 2023).

Uma das principais inovações do decreto foi a restauração do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM), responsável por coordenar e monitorar as políticas climáticas no Brasil. Composto por 23 ministérios, o CIM tem a finalidade de articular medidas voltadas para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e para a adaptação aos impactos climáticos, garantindo uma abordagem transversal e integrada entre diferentes áreas do governo (Brasil, 2023)

O decreto reafirma o compromisso do Brasil com a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), estabelecida pela Lei nº 12.187/2009, e com a implementação de instrumentos regulatórios e econômicos que incentivem ações sustentáveis. Ele também reforça o papel do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA) na formulação e coordenação das políticas públicas voltadas para a agenda climática, garantindo que o país

cumpra suas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs) no contexto do Acordo de Paris.

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC), instituída pela Lei nº 12.187/2009, estabelece instrumentos econômicos e regulatórios para incentivar a redução das emissões de carbono e promover a adaptação dos territórios brasileiros aos impactos climáticos. Estados e municípios são essenciais nesse processo, pois são responsáveis por implementar as diretrizes nacionais em nível local, ajustando as estratégias às especificidades regionais (Brasil 2009).

A Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) é um marco jurídico de importância fundamental para o enfrentamento das mudanças climáticas no Brasil. De acordo com os princípios estabelecidos pela legislação, a PNMC busca conciliar o desenvolvimento econômico e social com a proteção do sistema climático, fundamentando-se na necessidade de ações coordenadas entre os diferentes níveis de governo e a sociedade civil.

A Lei que institui a PNMC determina que todas as ações relacionadas à mitigação e adaptação à mudança do clima devem ser orientadas por uma série de diretrizes que incluem a participação cidadã, a busca por um desenvolvimento sustentável e a equidade na distribuição dos encargos entre as populações e setores econômicos. A ênfase está na redução das emissões de gases de efeito estufa e na promoção de sumidouros, ou seja, processos que removem esses gases da atmosfera (Brasil, 2009).

A adaptação às mudanças climáticas, por sua vez, envolve a implementação de medidas que visam reduzir a vulnerabilidade dos sistemas humanos e naturais frente aos efeitos adversos da mudança do clima. Essas medidas incluem ações voltadas à preservação de biomas essenciais para a biodiversidade e à recuperação de áreas degradadas. Outrossim, a Política estabelece a necessidade de um plano de ação coordenado que envolva a participação ativa de todos os agentes da sociedade, desde os governos até os setores econômicos e a população em geral.

Entre as ferramentas propostas pela PNMC para atingir seus objetivos estão o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima e o Mercado Brasileiro de Redução de Emissões. Estes instrumentos visam financiar as ações necessárias para reduzir as emissões e fomentar a adaptação aos efeitos climáticos, além de incentivar a criação de soluções tecnológicas e práticas que favoreçam a redução dos impactos ambientais.

Outro aspecto relevante da PNMC é o incentivo ao fortalecimento da cooperação internacional no enfrentamento das mudanças climáticas. A Lei destaca o papel do Brasil em compromissos mundiais, como os firmados na Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre

Mudança do Clima, e a importância da transferência de tecnologias e do financiamento internacional para apoiar os esforços nacionais de mitigação e adaptação.

Portanto, a Política Nacional sobre Mudança do Clima é um instrumento essencial para o Brasil enfrentar as mudanças climáticas, estabelecendo as bases para ações efetivas que integrem a sustentabilidade, a inovação tecnológica e a justiça social. Ela representa o comprometimento do país com o futuro do planeta, buscando uma economia de baixo carbono e uma sociedade mais resiliente às adversidades climáticas.

Diante dos riscos representados pela elevação do nível do mar, a governança climática no Brasil deve ser fortalecida por meio da ampliação de investimentos em infraestrutura resistente, da proteção dos ecossistemas costeiros e da intensificação de medidas regulatórias voltadas à redução das emissões de gases de efeito estufa. Apenas com a integração de esforços entre os diferentes setores da sociedade será possível enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir a segurança das populações costeiras brasileiras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aumento da temperatura média global, ocasionado principalmente pela ação antrópica devido à emissão de gases de efeito estufa (GEE), é um fenômeno corroborado por dados científicos, cuja elevação já vem sendo percebida por toda a sociedade por meio da intensificação de eventos climáticos extremos. Dentre os impactos do aquecimento global, a elevação do nível do mar gera diversas preocupações, pois afeta múltiplas esferas, incluindo a social, a ambiental e a econômica, especialmente em áreas litorâneas.

A governança climática é essencial para a contenção e mitigação desses efeitos. Embora existam estratégias de adaptação, estas ainda se mostram insuficientes diante da magnitude do problema, exigindo ações coordenadas e a implementação de políticas públicas eficazes.

A análise do arcabouço normativo vigente no Brasil, inclui a Política Nacional sobre Mudança do Clima e o Decreto nº 11.550/2023, evidencia avanços na regulação ambiental. No entanto, é imprescindível o fortalecimento da governança climática, com ênfase na redução das emissões de GEE e na proteção dos ecossistemas costeiros. A construção de um marco regulatório mais eficaz, alinhado aos compromissos internacionais e às necessidades locais, revela-se essencial para garantir a resiliência das regiões litorâneas e a sustentabilidade ambiental.

A principal medida para conter a elevação do nível do mar consiste na redução das emissões de GEE, combatendo a principal causa das mudanças climáticas. Paralelamente, estratégias de adaptação são indispensáveis, incluindo a implementação de infraestrutura para proteção de áreas vulneráveis, como muros de contenção e barreiras contra tempestades, bem como a restauração de ecossistemas naturais, como manguezais e recifes de corais, que desempenham um papel essencial na mitigação da erosão costeira. Outrossim, planos de gestão de riscos e sistemas de alerta precoce, em cooperação com órgãos internacionais, têm sido adotados para minimizar os danos decorrentes de eventos climáticos extremos.

Sob essa perspectiva, o Brasil tem implementado medidas para promover estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas em regiões vulneráveis. Contudo, faz-se urgente a intensificação desses esforços, mediante políticas públicas que integrem a gestão costeira, a preservação ambiental e a infraestrutura resiliente, de modo a enfrentar os impactos do aumento do nível do mar e garantir a proteção das populações e dos ecossistemas litorâneos.

É fundamental que as ações adotadas pelo Brasil não se limitem a medidas momentâneas, mas sim contemplem estratégias de longo prazo que efetivamente busquem mitigar os impactos ambientais e sociais do aquecimento global. Para tanto, é necessário o fortalecimento da governança climática, com políticas públicas contínuas e alinhadas às diretrizes internacionais, garantindo previsibilidade e segurança jurídica. A cooperação internacional também se apresenta como um fator determinante, visto que o aumento das temperaturas afeta todo o planeta. Dessa forma, o enfrentamento das mudanças climáticas exige um esforço conjunto entre as nações, promovendo soluções coordenadas e eficazes para a redução dos danos ambientais, a implementação de tecnologias sustentáveis e a construção de um futuro resiliente e equilibrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARTAXO, P. Working together for Amazonia. **Editorial Science Magazine**, v.363, Issue 6425, doi: 10.1126/science.aaw6986, 2019. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aaw6986>. Acesso em: 14 jun. 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. Mensagem de veto. (Vide Decreto de 15 de setembro de 2010). Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 29 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm. Acesso em: 1 fev. 2025.

BRASIL. **Decreto nº 11.550**, de 5 de junho de 2023. Dispõe sobre o Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima. Presidência da República, Casa Civil, Secretaria Especial para Assuntos Jurídicos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 jun. 2023. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2023/decreto/D11550.htm. Acesso em: 01 jan. 2025.

FERNANDES, Flávia Carolina. Duas famosas praias brasileiras podem desaparecer com aumento do nível do mar, diz estudo da ONU. **Revista Fórum**, 29 nov. 2023. Disponível em: <https://revistaforum.com.br/meio-ambiente/2023/11/29/duas-famosas-praias-brasileiras-podem-desaparecer-com-aumento-do-nivel-do-mar-diz-estudo-da-onu-148596.html>. Acesso em: 31 jan. 2025.

FIORAVANTI, Carlos. Rochas revelam a variação da altura do mar na costa brasileira. **Revista Pesquisa FAPESP**, Geologia, agosto de 2024. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/rochas-revelam-a-variacao-da-altura-do-mar-na-costa-brasileira/#:~:text=Os%20ge%C3%B3logos%20sabem%20h%C3%A1%20tempos,Pernambuco%2C%20h%C3%A1%2020%20mil%20anos>. Acesso em: 31 jan. 2025.

HINNERS, J.; HENSE, I.; KREMP, A. Modelling phytoplankton adaptation to global warming based on resurrection experiments. **Ecol. Model.** 2019, 400, 27–33.

HOEGH-GULDBERG, O., POLOCZANSKA, E.S., SKIRVING, W., DOVE, S. Coral Reef Ecosystems under Climate Change and Ocean Acidification. **Front. Mar. Sci.** 4:158.2017. Disponível em: doi: 10.3389/fmars.2017.00158. Acesso em: 28 jan. 2025.

IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 184 pp. Disponível em: doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Acesso em: 22 jan. 2025

KAMRAN, MALIK, AND MUHAMMAD ALI SHAIKH. Current Global Warming Prevention in Islamic Perspective: Research Review. **IQÂN**, v. 4, n. 2, p. 37-46, 2022.

NINAWA, A.S., INDULKAR, S.T., AMIN, A. Impact of climate change on fisheries. In **Biotechnology for Sustainable Agriculture: Emerging Approaches and Strategies**, 2017.

NOAA -National Centers for Environmental Information, **Relatório Climático Global Mensal para o Ano de 2024**. 2025. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202413> . Acesso em: 27 jan. 2025.

POLITO, P., SATO, O. **Oceanografia por Satélites**. Apostila do curso de Oceanografia, Instituto Oceanográfico da USP (IOUSP). 2004. Disponível em: http://orion.io.usp.br/los/repo/apostila_iof5856.pdf. Acesso em: 31 jan. 2025.

ROBLES, Tiago. *As cinco regiões do Brasil que podem ficar submersas pelo mar em 2100, segundo estudo*. **Meteored, Tempo.com**. 2024. Disponível em: <https://www.tempo.com/noticias/actualidade/as-cinco-regioes-do-brasil-que-podem-ficar-submersas-pelo-mar-em-2100-segundo-estudo.html>. Acesso em: 01 fev. 2025.

SEKERCI, Y.; PETROVSKII, S. Mathematical modelling of plankton–oxygen dynamics under the climate change. **Bull. Math. Biol.** 2015, 77, 2325–2353

SPEERS, A.E.; BESEDIN, E.Y.; PALARDY, J.E.; MOORE, C. Impacts of climate change and ocean acidification on coral reef fisheries: An integrated ecological–economic model. **Ecol. Econ.** 2016, 128, 33–43

SUGIYAMA, Masahiro, Global Warming. Countermeasures against global warming, **Journal of Japan Society for Atmospheric Environment** / Taiki Kankyo Gakkaishi, 2014, Volume 49, Issue 1, Pages A15-A23, Released on J-STAGE July 18, 2014. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/taiki/49/1/49_A15/_article/-char/en. Acesso em: 22 jan. 2025.

UNIVERSITY OF NOTRE DAME. **Notre Dame Global Adaptation Initiative**. 2020. Disponível em: <https://gain.nd.edu/our-work/country-index/>. Acesso em: 27 jan 2025.

WILLIAN, Áleff. **Estudo da USP revela que litoral de São Paulo tem 20 centímetros de elevação do nível do mar**. Náutica, 21 jan. 2024. Disponível em: <https://nautica.com.br/estudo-da-usp-revela-que-litoral-de-sao-paulo-tem-20-centimetros-de-elevacao-do-nivel-do-mar/>. Acesso em: 01 fev. 2025.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. *UN Security Council holds session on sea level rise*. **Weather, Climate, Water**. 2023. Disponível em: <https://public.wmo.int/en>. Acesso em: 31 jan. 2025.