

VIII ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO E SUSTENTABILIDADE I

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 Napolini - 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

D597

Direito e sustentabilidade I [Recurso eletrônico on-line] organização CONPEDI

Coordenadores: Ana Flavia Costa Eccard; Jerônimo Siqueira Tybusch; Regina Vera Villas Boas. – Florianópolis: CONPEDI, 2025.

Inclui bibliografia

ISBN: 978-65-5274-179-0

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

Tema: Direito Governança e Políticas de Inclusão

1. Direito – Estudo e ensino (Pós-graduação) – Encontros Nacionais. 2. Direito. 3. Sustentabilidade. VIII Encontro Virtual do CONPEDI (2; 2025; Florianópolis, Brasil).

CDU: 34



Conselho Nacional de Pesquisa
e Pós-Graduação em Direito Florianópolis
Santa Catarina – Brasil
www.conpedi.org.br

VIII ENCONTRO VIRTUAL DO CONPEDI

DIREITO E SUSTENTABILIDADE I

Apresentação

É com grande satisfação que prefaciamos os trabalhos selecionados e apresentados pelo Grupo de Trabalho “Direito e Sustentabilidade I” no âmbito do VII Encontro Virtual do Conselho Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Direito – CONPEDI. Com mais de uma década de tradição, este GT se consolidou como um espaço de excelência acadêmica, promovendo o debate crítico e interdisciplinar sobre temas fundamentais para o enfrentamento dos desafios socioambientais do nosso tempo.

Ao longo desses anos, o Grupo de Trabalho tem sido palco para o intercâmbio entre pesquisadoras, pesquisadores, estudantes de pós-graduação e profissionais do Direito de todas as regiões do Brasil, além de contar com ativa participação em eventos internacionais promovidos pelo CONPEDI. Essa diversidade de perspectivas é, sem dúvida, uma de suas maiores fortalezas.

Nesta edição especial, o GT reafirma sua relevância ao reunir reflexões atuais e profundamente conectadas com as grandes questões ambientais e climáticas globais. Os trabalhos discutidos abordam desde a (im)prescritibilidade do termo de embargo nos processos administrativos ambientais no Brasil e na Espanha até os desafios jurídicos associados à expansão do mercado de ouro e seus impactos sobre povos originários, como a comunidade Yanomami. A inteligência artificial, a regulação do mercado de carbono, a justiça tributária climática e a proteção da biodiversidade são apenas algumas das muitas temáticas abordadas com rigor e compromisso ético.

Os estudos apresentados discutem também temas emergentes como o hidrogênio verde no estado do Piauí, a economia circular na indústria automotiva, os nudges ambientais e a importância da educação ambiental para a efetividade dos direitos humanos e para o cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030. Essa multiplicidade de enfoques revela a complexidade dos problemas enfrentados e a necessidade de soluções igualmente complexas, integradoras e sustentáveis.

O Grupo de Trabalho “Direito e Sustentabilidade I” segue, assim, cumprindo um papel essencial na formação de uma comunidade jurídica engajada com a transformação social e ambiental, contribuindo para o fortalecimento de um Direito comprometido com a justiça climática, a equidade intergeracional e a defesa dos bens comuns.

Desejamos a todas e todos uma leitura instigante, que desperte novas inquietações e fomenta o engajamento contínuo com as pautas da sustentabilidade e dos direitos ambientais.

Coordenação do Grupo de Trabalho Direito e Sustentabilidade I

VII Encontro Virtual do CONPEDI – 2025

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BIODIVERSIDADE E A
IMPORTÂNCIA DOS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS PARA SUA AVALIAÇÃO:
ANÁLISE DO SEXTO RELATÓRIO SÍNTESE DO PAINEL
INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (2023)**

**IMPACTS OF CLIMATE CHANGE ON BIODIVERSITY AND THE IMPORTANCE
OF SCIENTIFIC INSTRUMENTS FOR THEIR ASSESSMENT: ANALYSIS OF THE
SIXTH SYNTHESIS REPORT OF THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON
CLIMATE CHANGE (2023)**

José Claudio Junqueira Ribeiro ¹
Fernanda Mendes Carlos Gonçalves ²

Resumo

A aceleração do aquecimento médio da atmosfera e dos oceanos impactam os ecossistemas, acarretando alterações no desenvolvimento de muitas espécies, que não conseguirão se ajustar a essas mudanças. O presente estudo tem como objetivo analisar os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade e a importância de instrumentos científicos para sua avaliação, tendo como recorte a análise do Sexto Relatório Síntese do Painel Intergovernamental Sobre Mudança do Clima (2023). O problema da pesquisa está relacionado em verificar se existem ferramentas científicas eficazes nesse contexto. Para isso, inicialmente tem-se como objetivos específicos analisar quais são os instrumentos científicos que contribuem, de forma prática e eficiente, para auxiliar na avaliação das causas e efeitos das mudanças climáticas e possíveis mecanismos de mitigação. Assim, ao final, ficou evidenciado que os instrumentos científicos são de extrema importância para avaliação e para o conhecimento das mudanças climáticas e seus impactos na biodiversidade. A pesquisa é de caráter qualitativo, descritivo-analítica, por meio de coleta de dados bibliográficos e documentais, adotando raciocínio dedutivo.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, Biodiversidade, Instrumentos científicos, Painel intergovernamental sobre mudança do clima, Sexto relatório síntese do ipcc (2023)

Abstract/Resumen/Résumé

The acceleration of the average warming of the atmosphere and oceans is having an impact on ecosystems, leading to changes in the development of many species, which will not be able to adjust to these changes. The aim of this study is to analyze the impacts of climate change on biodiversity and the importance of scientific tools for assessing them, based on an analysis of the Sixth Synthesis Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change

¹ Doutor em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professor do Programa de Pós-Graduação da ESDHC – Mestrado e Doutorado em de Direito Ambiental e Sustentabilidade. Email jcjunqueira@yahoo.com

² Graduanda em Direito pela Dom Helder Câmara Escola Superior. Integrante do Projeto Fapemig: “Pegada Ambiental: Inovação para a Sustentabilidade em Escolas Públicas

(2023). The research problem is related to verifying whether there are effective scientific tools in this context. To this end, the specific objectives are to analyze which scientific instruments contribute, in a practical and efficient way to helping assess the causes and effects of climate change and possible mitigation mechanisms. In the end, it became clear that scientific instruments are extremely important for assessing and understanding climate change and its impacts on biodiversity. The research is qualitative, descriptive-analytical, using bibliographic and documentary data collection and deductive reasoning.

Keywords/Palabras-claves/Mots-clés: Climate change, Biodiversity, Scientific instruments, Intergovernmental panel on climate change, Sixth synthesis report of the ipcc (2023)

1. INTRODUÇÃO

Desde que os humanos existem, eles se atentam ao tempo e ao clima. Eles observaram os ventos para entender de quais direções específicas vinham cada tipo de clima e observaram os diferentes tipos de nuvens na tentativa de prever o tempo que se aproximava. À medida que os cientistas inventaram instrumentos meteorológicos confiáveis e acessíveis, e os métodos de comunicação e registro de dados melhoravam, as pessoas começaram a juntar esforços para coletar e compartilhar seus registros meteorológicos.

Com o tempo, as organizações científicas começaram a estabelecer redes de estações de observação do tempo em vários países pelo mundo. Há hoje na Terra milhares de estações meteorológicas oficiais e muitos mais observadores voluntários que registram dados meteorológicos todos os dias (Barros; Zavattini, 2009).

A observação do clima é muito importante para entender as transformações que estão ocorrendo no planeta. Com o progresso cada vez mais avançado da tecnologia, os pesquisadores têm optado por ferramentas científicas, como os satélites, para obter informações valiosas sobre as mudanças climáticas. Os satélites proporcionam um panorama constata e abrangente da superfície, atmosfera e oceanos do planeta Terra, possibilitando um entendimento mais profundo das alterações climáticas em tempo real.

Hodiernamente, percebe-se que as mudanças climáticas estão se tornando cada vez mais um fator preocupante no que tange à proteção da biodiversidade. Não há dúvida que os alarmantes índices de aumento da temperatura, o degelo do Ártico, as queimadas e outros eventos danosos ao meio ambiente, representam um desafio a ser enfrentado por toda sociedade. Nesse sentido, acredita-se que a ciência tem papel fundamental para mitigação e adaptação dos efeitos negativos que se impõe.

Nesse contexto, cabe destacar o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), que é um órgão intergovernamental que tem como objetivo fornecer avaliações científicas e técnicas mais confiáveis e objetivas com relação às mudanças climáticas. Desde a década de 1990, vários relatórios vêm sendo produzidos pelo IPCC que são utilizados como referência na análise sobre as constatações científicas no que se refere a situação atual e projeções para o futuro das mudanças climáticas.

Assim, o presente artigo tem como objetivo geral analisar os impactos das mudanças climáticas na biodiversidade e demonstrar a importância dos instrumentos científicos para a avaliação desses impactos, tendo como principal referência o Sexto Relatório Síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (2023).

Dessa forma, o presente estudo propõe identificar os efeitos das mudanças climáticas e verificar se existem instrumentos científicos eficazes para acompanhar essas alterações e em que medida eles podem contribuir para minimizar os efeitos negativos. Ao final, pretende-se responder ao seguinte questionamento: é correto afirmar que existem ferramentas científicas eficientes que facilitam a avaliação, mitigação e adaptação dos impactos das mudanças climáticas? Como hipótese, busca comprovar a importância e contribuição que os instrumentos científicos tem apresentado nas últimas décadas, bem como para os próximos anos, diante das projeções futuras que dependerão de estratégias efetivas para enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

Para isso, este artigo será dividido em duas seções de desenvolvimento. Na primeira, o objetivo específico é analisar os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade e destacar a importância dos instrumentos científicos na avaliação desses impactos. A partir dessa abordagem, no segundo momento, será analisado as constatações científicas sobre a situação atual e projeções para o futuro tendo como referência o Sexto Relatório Síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (2023).

Com isso, será possível comprovar a importância dos instrumentos científicos na avaliação dos impactos das mudanças climáticas, como instrumentos capazes contribuir para implementações de respostas e soluções diante dos desafios apresentados atualmente pelo aquecimento global e mudanças climáticas.

A pesquisa será qualitativa, descritivo-analítica, por meio de coleta de dados bibliográficos e documentais, adotando raciocínio dedutivo.

2. IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA BIODIVERSIDADE E A IMPORTÂNCIA DOS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS PARA SUA AVALIAÇÃO

A biodiversidade ou também chamada de diversidade biológica engloba a diversidade de espécies, ecossistemas, processos ecológicos, além da diversidade genética presente entre indivíduos de uma mesma espécie e entre espécies diferentes (CDB, 1992). Sendo assim, a biodiversidade é essencial para a qualidade de vida, para a produção de bens e serviços e a estabilidade dos ecossistemas naturais (Almeida; Vargas, 2017).

Biodiversidade abundante e ecossistemas saudáveis são cruciais para a sobrevivência humana, oferecendo diversos trabalhos para tornar o planeta habitável. Entretanto, as alterações climáticas e a intensificação dos eventos climáticos fortes estão causando impactos na biodiversidade de maneira drástica e gradual, comprometendo, a

estrutura, o funcionamento e a capacidade de resistência dos ecossistemas. A situação apresentada pelas recentes constatações científicas e projeções futuras tem colocado em risco o progresso sustentável e equitativo, tanto no presente quanto no futuro.

Portanto, é necessário implementar estratégias de proteção, reduzindo as ameaças à diversidade biológica (Almeida; Vargas, 2017). Contudo, as alterações climáticas podem impactar seriamente a biodiversidade do planeta, ocasionando a diminuição de populações de animais e vegetais conduzindo diversas espécies à extinção. As espécies são muito afetadas pelo clima, já que os seres vivos só podem completar seu ciclo vital, se desenvolver e procriar, sob certas condições climáticas, uma vez que o clima é um elemento crucial para a distribuição de seres vivos no planeta (MMA, 2016).

Com a aceleração do aquecimento médio do ar e dos oceanos, os ecossistemas estão passando por transformações e muitas espécies não conseguirão se ajustar a essas mudanças. Ressalta-se que, à medida que a temperatura atmosférica aumenta, também acontecem alterações na umidade relativa do ar e na precipitação pluviométrica, culminando na maior ocorrência de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e longas secas (IPCC, 2022). Isso resultará em profundas alterações ambientais que afetarão a biodiversidade, conforme o IPCC (2022).

As alterações climáticas, com suas ocorrências lentas, como elevação do nível do mar, acidificação dos oceanos e gradativos aumentos, estão impactando de maneira rigorosa e contínua a biodiversidade e os ecossistemas do planeta. O aquecimento global e fenômenos extremos, tais como estiagens, inundações e ondas de calor, têm colocado plantas e animais em condições climáticas inéditas há milhares de anos. Os crescimentos notados em sua frequência e força começam a ultrapassar a habilidade de adaptação de diversas espécies (INMET, 2024).

Já é possível notar algumas consequências significativas do aquecimento global, como o derretimento das geleiras e o aumento de dez centímetros no nível do mar em um século. A urbanização pode intensificar uma tendência global de aquecimento, particularmente nas temperaturas mínimas, em metrópoles brasileiras como São Paulo e Rio de Janeiro.

Os modelos climáticos globais antecipam, ainda que com certa incerteza, possíveis alterações em extremos climáticos, tais como ondas de calor, ondas de frio, chuvas torrenciais e inundações, secas, além de furacões e ciclones mais intensos e frequentes, tanto tropicais quanto extratropicais. Podem ser citados como exemplo anuais: as inundações e ondas de calor na Europa em 2002 e 2003, o furacão Catarina no Brasil em 2004, os invernos rigorosos na Europa e Ásia nos últimos anos (IPCC, 2022).

Uma das hipóteses até hoje mais difundidas e intensamente debatidas sobre a origem da grande biodiversidade Neotropical e brasileira contemporâneas (i.e. hipótese dos refúgios pleistocênicos), coloca as mudanças climáticas no centro do processo de geração de barreiras que promovem a vicariância e geração de novas linhagens e espécies, num processo conhecido como cladogênese (HAFFER APUD ALEIXO e ali 2010).

Portanto, os efeitos tendem a persistir, comprometendo a estrutura, o funcionamento e a resistência dos ecossistemas, afetando, conseqüentemente, o trabalho a que eles prestam, incluindo a sua habilidade de regular o clima global. Esta e outras tendências têm ainda a possibilidade de ser invertidas através da restauração, reconstrução e fortalecimento dos ecossistemas, além de uma gestão mais sustentável, o que contribuirá para o bem-estar e a sobrevivência dos indivíduos. Para atingir esse equilíbrio, é preciso agora diminuir drasticamente as emissões de gases de efeito estufa para prevenir um aquecimento global ainda maior e seus efeitos letais nos ecossistemas globais. De fato, os humanos são apenas um dos diversos seres vivos que habitam nosso planeta.

As mudanças climáticas podem tornar-se a maior ameaça à biodiversidade e muitos sistemas ecológicos já mostram seus efeitos. Nos últimos 100 anos, observam-se alterações significativas no clima e nos extremos climáticos, com impactos afetando a distribuição geográfica de plantas e animais. As temperaturas médias globais têm aumentado desde a década de 70 e é muito provável que essa tendência continue no futuro segundo o Painel Internacional para Mudanças Climáticas - IPCC, 2007. Análises de diversos modelos climáticos globais indicam um aumento entre 1,1 e 6,4°C até 2100 (IPCC, 2007), além de mudanças nos padrões de vento, na precipitação e nas correntes oceânicas. As projeções do IPCC (2007) também indicam um aumento da temperatura mínima diária em todos os continentes, com diminuição dos dias com geada e ondas de frio. Tais alterações têm implicações profundas para os sistemas naturais. As conseqüências relacionam-se, principalmente, à diminuição da aptidão da espécie, expressos em diferentes níveis e têm efeitos sobre indivíduos, populações e comunidades (LEMES e LOYOLA, 2014)..

As mudanças climáticas representam uma das maiores ameaças à biodiversidade global. A elevação das temperaturas, a modificação dos padrões de precipitação, alguns dos efeitos do aquecimento global, estão transformando rapidamente os ecossistemas, levando à perda de *habitats*, migração de espécies e até extinções.

Nesse contexto, os instrumentos científicos desempenham um papel crucial na compreensão e avaliação dos impactos dessas mudanças sobre a biodiversidade. Esses instrumentos permitem a coleta de dados precisos, a modelagem de cenários futuros e a implementação de estratégias de mitigação e adaptação eficazes.

A ciência é fundamental para entender e combater as mudanças climáticas. As pesquisas científicas fornecem dados sobre a evolução das condições climáticas, permitindo modelar cenários futuros e avaliar o impacto de diferentes estratégias de mitigação e adaptação. O Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, por exemplo, é um órgão do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e representa o Brasil junto à Organização Meteorológica Mundial (OMM) desde 1950, além da previsão do tempo ele fornece Balanço Hídrico de Cultivo e Perda de Produtividade, Boletim Agro climatológico (INMET, 2024), riscos de incêndio, entre outros.

No término da década de 1980, a discussão científica e política acerca das alterações climáticas ganhou destaque global, congregando uma vasta variedade de participantes, incluindo cientistas, governos, ativistas, ONGs e membros da sociedade civil. As discussões e estudos sobre as alterações climáticas intensificaram-se a partir da década de 1990, se tornando um dos tópicos principais nos debates globais sobre meio ambiente.

O clima tem evidenciado a possibilidade de o planeta estar passando por um rápido processo de aquecimento causado pelo homem. Atualmente, o efeito estufa é a principal causa do aumento da temperatura. Apesar desse fenômeno ser parte essencial do sistema climático do planeta, as emissões de dióxido de carbono (CO₂) de origem antropogênica estão intensificando-se, principalmente devido à combustão de combustíveis fósseis.

Esta circunstância pode resultar em graves impactos para o meio ambiente e para as comunidades humanas, como a diminuição da biodiversidade, o derretimento das calotas polares, o aumento do nível do mar, a elevação da temperatura, além de um aumento na ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como furacões, inundações e ondas de calor, entre outros.

No âmbito dos serviços meteorológicos, essas observações visam, entre outras coisas, a: comunicação aos meteorologistas nos centros de previsão sobre a condição atual e as alterações climáticas nas diversas estações meteorológicas; a coleta de dados exclusivos para a elaboração de estatísticas meteorológicas e climatológicas; e a realização de observações meteorológicas em colaboração com outros trabalhos de meteorologia e ampliamiento global. Os dados climáticos são fundamentais para a análise de climas passados, como as Normais Climatológicas, obtidas através do cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, seguindo os critérios estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

Há também o sensoriamento remoto, utilizando satélites, drones e outras tecnologias aéreas, é fundamental para monitorar mudanças em larga escala nos ecossistemas. Satélites como o Landsat e o Sentinel fornecem imagens de alta resolução da Terra, permitindo a observação contínua de florestas, recifes de corais, zonas úmidas e outros habitats críticos. Essas imagens ajudam a detectar desmatamento, degradação de habitats e alterações na cobertura vegetal, fornecendo dados essenciais para a análise temporal das mudanças climáticas e seus impactos na biodiversidade.

Outro instrumento é a modelagem computacional, que é uma ferramenta poderosa que permite prever os efeitos das mudanças climáticas sobre a biodiversidade. Modelos climáticos globais (GCMs) e modelos de nicho ecológico são utilizados para simular diferentes cenários climáticos e suas consequências para as espécies e ecossistemas. Esses modelos consideram uma ampla gama de variáveis, incluindo temperatura, precipitação, elevação e uso da terra, permitindo a projeção de mudanças na distribuição das espécies e a identificação de áreas de alto risco para a biodiversidade. A modelagem ajuda na tomada de decisões informadas sobre conservação e planejamento de áreas protegidas (PBMC, 2014).

As tecnologias de genética e genômica também têm revolucionado a compreensão da biodiversidade e das respostas das espécies às mudanças climáticas. A análise de DNA ambiental permite a detecção de espécies presentes em uma amostra de água, solo ou ar, facilitando o monitoramento da biodiversidade de forma não invasiva. Além disso, a genômica ajuda a identificar as adaptações genéticas das espécies às novas condições climáticas, revelando quais populações possuem maior resiliência e capacidade adaptativa. Esses dados são vitais para a conservação genética e para o manejo de espécies ameaçadas (Almeida; Vargas, 2017).

Diante desse contexto, cabe destacar a importância das constatações científicas sobre a situação atual e projeções para o futuro das mudanças climáticas do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima, que vem contribuindo, nas últimas décadas, de forma significativa para a criação, aperfeiçoamento e implementação de estratégias para enfrentamento dos desafios relacionados ao tema, bem como para o fortalecimento da proteção internacional ao meio ambiente, influenciando os sistemas regionais e internos de muitos países.

A constatação científica de que as mudanças climáticas têm como responsável a influência antropogênica na atmosfera, bem como os resultados e prognósticos catastróficos apresentados desse fenômeno pelo mundo, conforme apontado pelos relatórios do IPCC, fizeram com que organizações internacionais, Estados e indivíduos se despertassem para a

urgência no enfrentamento dos desafios ambientais. Justamente, por isso, tem se constatado nas últimas décadas o surgimento de importantes fontes internacionais no Direito Ambiental, por meio de importantes Conferências envolvendo questões ambientais.

No que concerne às mudanças climáticas, por exemplo, cabe destacar dois documentos internacionais sobre o assunto que ganharam relevância nesse contexto: Protocolo de Kyoto (1997) e Acordo de Paris (2015). O Protocolo de Kyoto, vinculado à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, trata-se de um documento que pode ser definido como um instrumento jurídico complementar ao estabelecer estratégias de ação com o intuito de reduzir a quantidade de emissão de gases de efeito estufa ao estabelecer compromissos mais rígidos, como a meta de 5% , em média, de redução em relação aos níveis de 1990, para o período de 2008-2012, para os países desenvolvidos, relacionados no Anexo do Protocolo.

Por sua vez, o Acordo de Paris, também vinculado à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças do Clima, contou com a participação de quase todos os Estados-membros da ONU, tendo como objetivo principal desenvolver políticas e estabelecer a definição de metas mais ambiciosas em resposta global às mudanças climáticas, para que os países, desenvolvidos e em desenvolvimento, assumam responsabilidades, principalmente em relação à mitigação. Muitos instrumentos regulatórios e econômicos já foram implantados com sucesso (IPCC, 2023). De acordo com Edis Milaré:

(...) tais documentos contribuíram para consagrar a relevância da Questão Ambiental na agenda internacional e, mediante imensa gama de princípios e normas gerais deles constantes, foi dado um passo muito grande na construção do Direito Internacional do Meio Ambiente e, quem sabe, na criação de um futuro Direito Internacional do Desenvolvimento Sustentável (Milaré, 2020, 1769).

Ao analisar a ordem ambiental internacional nas últimas décadas constata-se uma evolução de documentos e conferências sobre as questões ambientais contemporâneas, como as mudanças climáticas. No entanto, ainda há muitos desafios, principalmente pela dificuldade em envolver os países em suas respectivas responsabilidades diante da urgência na mudança de postura para o enfrentamento do aquecimento global antropogênico e das mudanças climáticas. Justamente, por isso, cabe destacar a importância das constatações científicas como instrumentos para comprovar a urgência com que o tema deve ser visto por todos, principalmente pela sociedade internacional, já que o desafio transcende barreiras e depende da cooperação dos Estados.

3. CONSTATAÇÕES CIENTÍFICAS SOBRE A SITUAÇÃO ATUAL E PROJEÇÕES PARA O FUTURO: SEXTO RELATÓRIO SÍNTESE DO PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA (2023)

Com a intensificação do aquecimento global, ou seja, aumento exponencial da temperatura média do Planeta devido à sobrecarga e concentração de gases de efeito estufa no meio ambiente, sobretudo do gás carbônico (CO₂) – constatou-se, nas últimas décadas, alterações significativas e diversas consequências negativas no clima (IPCC, 2023), que afetaram os sistemas humano, econômico e natural, tais como o aumento da temperatura média global e do nível dos mares e oceanos; derretimento das calotas polares; extinção de espécies; declínio da biodiversidade; eventos climáticos extremos (como secas e inundações); abruptas mudanças no clima (ondas de calor); intensificação de incêndios; entre outros (IPCC, 2023).

Diante desse cenário, o tema tem ganhado cada vez mais espaço na agenda internacional, principalmente nas últimas décadas, sendo objeto de pesquisas científicas e discussões em âmbito global, regional e interno de muitos países. Nesse contexto, cabe destacar o trabalho que vem sendo realizado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), um órgão intergovernamental criado em 1988 pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) e pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), com o objetivo de fornecer aos “formuladores de políticas as avaliações científicas e técnicas mais confiáveis e objetivas do campo” (IPCC, 2023, p. 7).

Assim, desde a década de 1990, vários relatórios vêm sendo produzidos pelo IPCC que se tornaram referências na análise sobre as constatações científicas no que se refere a situação atual e projeções para o futuro das mudanças climáticas. O Sexto Relatório Síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (2023) trata-se do último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), apresentando “uma compilação abrangente e oportuna das mais recentes avaliações da literatura científica, técnica e socioeconômica sobre mudança do clima” (IPCC, 2023, p. 7).

Nesse sentido, com base nesse último relatório do IPCC (2023), será realizada uma análise dos aspectos principais apresentados no documento, com o objetivo de demonstrar sua importância no estudo do estado atual sobre mudanças do clima e as projeções futuras, para comprovar como tais instrumentos vem contribuindo de forma significativa para evolução da proteção internacional e adoção de mecanismos e estratégias diante dos desafios relacionadas às mudanças climáticas.

Os gases de efeito estufa naturais são aqueles produzidos pela natureza de forma necessária para a manutenção de calor no Planeta, como decorrentes das erupções vulcânicas, as variações da órbita e do eixo terrestre, o ciclo solar. Por sua vez, os gases de efeito estufa antropogênicos são os produzidos pela ação humana, por meio de queima de combustíveis fósseis, desmatamento, degradação ambiental, entre outros.

O efeito estufa representa um fenômeno natural e benéfico à vida. Constitui-se na formação de uma espécie de "capa protetora" transparente, decorrente da atuação de determinados gases presentes na atmosfera terrestre (dióxido de carbono – CO₂; metano – CH₄, e óxido nitroso – N₂O). Essa "capa" permite a passagem dos raios solares, mas retém considerável parcela da radiação refletida pela superfície terrestre, impedindo sua dispersão no espaço e o consequente resfriamento do planeta. Em decorrência da retenção do calor, o fenômeno é denominado "efeito estufa". O efeito estufa natural exerce uma função vital para a existência de vida no planeta, pois tem mantido a atmosfera da Terra por volta de trinta graus Celsius mais quente do que ela seria na ausência dele. Sem este fenômeno, a temperatura média no planeta seria de dezoito graus Celsius negativos." Todavia, a partir do advento da Revolução Industrial, por volta do ano de 1850, as atividades humanas têm acentuado a concentração daqueles gases na atmosfera. Tal acúmulo tem se concentrado num período muito breve. Estima-se que antes da Revolução Industrial, por volta de 1700, a concentração de CO₂ correspondia a 280ppmv (partes por milhão de volume) e que hoje aproxima-se de 379ppmv. As atividades antrópicas também acrescentaram outros gases com esta mesma propriedade na atmosfera, como, por exemplo, os hidrofluorcarbonos (HFCs), os perfluorcarbonos (PFCs) e o hexafluoreto de enxofre (SF₆). Esses, somados aos mencionados anteriormente, constituem os chamados "gases de efeito estufa" (Silva, 2020, p. 34).

Atualmente, o debate sobre a influência do homem nas emissões de gases de efeito estufa está superado, justamente pelas constatações científicas que foram responsáveis em comprovar a influência significativa antropogênica nas últimas décadas no que concerne ao aquecimento global e mudanças climáticas.

É inequívoco que a influência humana aqueceu a atmosfera, o oceano e a terra. O nível médio global do mar aumentou em 0,20 [0,15 a 0,25] m entre 1901 e 2018. A taxa média de elevação do nível do mar foi de 1,3 [0,6 a 2,1] mm ano⁻¹ entre 1901 e 1971, aumentando para 1,9 [0,8 a 2,9] mm ano⁻¹ entre 1971 e 2006, e aumentando ainda mais para 3,7 [3,2 a 4,2] mm ano⁻¹ entre 2006 e 2018 (alta confiança). A influência humana foi muito provavelmente o fator principal destes aumentos desde pelo menos 1971. As evidências das mudanças observadas em extremos como ondas de calor, precipitações intensas, secas e ciclones tropicais e, em particular, sua atribuição à influência humana, se fortaleceram ainda mais desde o AR5. A influência humana provavelmente aumentou a probabilidade de eventos extremos compostos desde a década de 1950, incluindo aumentos na frequência de ondas de calor e secas simultâneas (alta confiança) (IPCC, 2023, p. 21).

Nesse sentido, as constatações científicas demonstram que as atividades humanas, principalmente por meio das emissões de gases de efeito estufa, contribuíram de forma significativa para o aquecimento global, tendo em vista que a temperatura da superfície global atingiu um valor 1,1°C mais alto entre 2011-2020 do que no período de 1850-1900. Além

disso, o relatório aponta que “a mudança do clima causada pelo homem já está afetando muitos extremos climáticos e meteorológicos em todas as regiões do mundo” (IPCC, 2023, p. 21).

O IPCC (2023) reforçou as constatações dos relatórios anteriores, estimando que as atividades humanas causaram, aproximadamente, 1,0 °C de aquecimento global acima do nível pré-industrial, com um intervalo provável de 0,8 °C a 1,2 °C, concluindo que se o aumento da taxa de emissões permanecesse, o aquecimento global provavelmente atingiria 1,5 °C entre 2030 e 2052. Além disso, foi constatado que já existem algumas regiões do mundo que possuem um aquecimento maior do que a média anual global, sofrendo, assim, os impactos com o aquecimento global e as mudanças climáticas.

De acordo com o IPCC, os riscos serão ainda maiores caso o aquecimento global alcance 1,5 °C, e mais ainda levando em consideração um cenário de 2 °C acima dos níveis pré-industriais. Tendo como referência as avaliações anteriores, os riscos relacionados ao clima estão cada vez mais altos e os impactos projetados no longo prazo são muitas vezes maiores do que os observados, o que demonstra que com o aumento do aquecimento global, as mudanças no sistema climático, incluindo eventos extremos, tornar-se-ão maiores a curto prazo. O relatório ainda aponta que algumas mudanças futuras já são inevitáveis e/ou irreversíveis. (IPCC, 2023).

As projeções do IPCC (2023) apontam que o aquecimento global aumentará em curto prazo (até 2040), principalmente devido ao aumento das emissões acumuladas de CO₂, e todas as regiões do mundo enfrentarão novos aumentos nas ameaças climáticas o que ocasionará riscos múltiplos para os ecossistemas e os seres humanos.

Diante desse cenário, é preciso compreender que o desenvolvimento resiliente ao clima deve incluir a adaptação e a mitigação. Segundo o IPCC (2023, p. 138), a adaptação deve ser compreendida: “Nos sistemas humanos, o processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos a fim de moderar os danos ou explorar oportunidades benéficas. Em sistemas naturais, o processo de ajuste ao clima real e seus efeitos; a intervenção humana pode facilitar o ajuste ao clima esperado e seus efeitos”. Já a mitigação (da mudança do clima) pode ser definida como: “Uma intervenção humana para reduzir as emissões ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa”. IPCC (2023, p. 145).

De acordo com o IPCC (2023), a limitação do aquecimento global requer emissões antropogênicas líquidas neutras (zero) de CO₂, o que depende de reduções rápidas, profundas e, na maioria dos casos, imediatas das emissões de GEE em todos os setores.

Apesar do aumento da conscientização pública sobre os riscos climáticos, as ações e políticas de mitigação e adaptação não são suficientes diante dos desafios atuais.

Nas últimas décadas houve um progresso no planejamento e implementação da adaptação em todos os setores e regiões, a título de exemplo pelo menos 170 países e muitas cidades incluíram adaptação em suas políticas climáticas e processos de planejamento, no entanto, ainda existem lacunas entre os níveis atuais e os necessários para responder aos impactos e reduzir os riscos climáticos (IPCC, 2023).

Segundo o último relatório, as principais barreiras à adaptação são recursos limitados, falta de envolvimento do setor privado e dos cidadãos, falta de compromisso político e baixo senso de urgência, entre outros. (IPCC, 2023). Nesse sentido, é preciso de planejamento e implementação de ações conjuntas em respostas aos desafios que se impõem, estabelecendo estratégias mais efetivas. De acordo com o IPCC (2023) limitar o aquecimento a 1,5 °C e 2 °C envolve medidas urgentes e que qualquer atraso na ação climática apresenta riscos irreversíveis.

Dessa forma, “transições rápidas e de longo alcance em todos os setores e sistemas são fundamentais para alcançar reduções de emissões profundas e sustentadas e garantir um futuro viável e sustentável para todos” (IPCC, 2023, p. 45). Segundo o relatório, para se alcançar esses objetivos, é preciso de respostas e soluções efetivas de mitigação e adaptação, “compromisso político, governança multinível bem alinhada, estruturas institucionais, leis, políticas, estratégias e maior acesso ao financiamento e à tecnologia” além de “objetivos claros, coordenação em vários domínios políticos e processos de governança inclusivos”. (IPCC, 2023, p. 49). O relatório ainda ressalta a importância de instrumentos regulatórios e econômicos que podem apoiar reduções profundas das emissões e resiliência climática.

Assim, constata-se a importância de uma governança global climática que seja capaz de evolver de forma efetiva todos os Estados na busca pela efetividade na adoção e implementação de mitigação e a adaptação em cooperação internacional. Esse contexto contribuiria para uma política internacional de monitoramento, tomada de decisões e melhora no acesso ao financiamento e à tecnologia, entre outros benefícios ao alcançar metas mais ambiciosas e o desenvolvimento resiliente ao clima, tornando, assim, a mitigação e adaptação mais viáveis e eficazes por se tratar de ações que “são combinadas com objetivos mais amplos de desenvolvimento sustentável, elas podem produzir maiores benefícios para o bem-estar humano, equidade social e justiça, e saúde do ecossistema e planetária” (IPCC, 2023, p. 133).

Segundo o IPCC (2023, p. 70), “Muitos instrumentos de política de mitigação e adaptação foram implantados com sucesso, e poderiam apoiar reduções profundas de emissões e resiliência climática se forem ampliados e aplicados de forma abrangente”. No entanto, nas últimas décadas as mudanças climáticas tem se apresentado com um desafio para a sociedade internacional, tendo em vista que depende de vontade política pautada na solidariedade e cooperação entre os Estados para implementação de ações efetivas. Esse cenário demonstra a necessidade de uma governança climática global capaz de mobilizar todos os atores na implementação de políticas coordenadas para adaptação e mitigação do clima.

Nesse contexto, destaca-se a importância instrumentos científicos que como demonstrado, nas últimas décadas, foram fundamentais para evolução e fortalecimento do tema a nível internacional e, sem dúvidas, serão fundamentais nos próximos anos diante das projeções futuras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após analisar os efeitos das mudanças climáticas na biodiversidade foi possível destacar a importância dos instrumentos científicos na avaliação desses impactos, por meio das constatações científicas sobre a situação atual e projeções para o futuro apresentadas no Sexto Relatório Síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (2023).

Dessa forma, é possível afirmar que os dados científicos são imprescindíveis para o enfrentamento das mudanças climáticas. Sólidas evidências científicas reunidas ao longo de décadas em todo planeta permitiram entender como e por que ocorre o aquecimento global, identificar quais são as projeções futuras, como as ações humanas influenciam os eventos climáticos extremos, entre outros. A apresentação de dados precisos e confiáveis para entender a extensão dos problemas e desenvolver estratégias eficazes de mitigação e adaptação são essenciais no cenário atual.

Em outras palavras a ciência desempenhada com seriedade é capaz de ajudar na fundamentação de argumentos legais e políticos, fornecendo evidências sólidas para embasar a tomada de decisão. De outro lado as ferramentas científicas podem ser utilizadas como mecanismo de controle permitindo monitoração das populações, habitats e ecossistemas ao longo do tempo, identificando padrões de mudança e avaliando os impactos das alterações do clima na diversidade biológica. Como os instrumentos meteorológicos, por exemplo, que são

equipamentos utilizados para adquirir dados meteorológicos (termômetro/temperatura do ar, pressão atmosférica/barômetro, higrômetro/umidade relativa do ar etc.) (INMET,2024).

Assim, é possível perceber que essas informações são essenciais para implementar políticas de proteção e conservação do ambiente, assim como auxiliar na gestão de recursos naturais e implantação de estratégias de adaptação para proteger a biodiversidade frente aos avanços das mudanças climáticas.

Portanto, a partir da análise apresentada, ficou demonstrado a importância das constatações científicas sobre os impactos das mudanças climáticas, bem como os resultados e prognósticos catastróficos desse fenômeno, conforme apontado pelos relatórios do IPCC. Como analisado, os instrumentos científicos para a avaliação dos impactos se mostraram fundamentais nesse contexto, como os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima.

Nesse sentido, nas últimas décadas tais instrumentos vem contribuindo de forma significativa para a evolução e adoção de medidas diante dos desafios apresentados, reforçando, assim, que nos próximos anos, tendo em vista as projeções desafiadoras, esses instrumentos serão fundamentais como referência para a sociedade internacional adotar estratégias efetivas para uma governança global pautada na cooperação internacional para mitigação e adaptação do clima.

REFERÊNCIAS

ALEIXO, A. ALBERNAZ, A. L. GRELLE, C.E. VALE, M. RANGEL, T. F. **Mudanças Climáticas e a Biodiversidade dos Biomas Brasileiros: Passado, Presente e Futuro.** Natureza e Conservação, dezembro, 2010. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.museu-goeldi.br/bitstream/mgoeldi/541/1/Natureza%20%26%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%208\(2\)%202010%20Aleixo.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repositorio.museu-goeldi.br/bitstream/mgoeldi/541/1/Natureza%20%26%20Conserva%C3%A7%C3%A3o%208(2)%202010%20Aleixo.pdf)

ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B. **Bases para a gestão da biodiversidade e o papel do Gestor Ambiental.** Diversidade e Gestão, v. 1, p. 10-32, 2017.

BARROS, Juliana Ramalho; ZAVATTINI, João Afonso. **Bases conceituais em climatologia geográfica** (*The conceptual bases in geographical climatology*). Mercator, Fortaleza, v.8, n.16, p. 255 a 261, oct. 2009. ISSN 1984-2201ira De Informação Bibliográfica Em Ciências Sociais, 2022, 1(97), 119. Disponível em: <https://bibanpocs.emnuvens.com.br/revista/article/view/574>. Acesso em: 25 de junho de 2024.

CDB – **Convenção Sobre Diversidade Biológica**. 1992. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1998/anexos/and2519-98.pdf Acesso em: 25 de junho de 2024

CORDEIRO, Natielle Gomes. **Impactos da Tecnologia no Meio Ambiente**. Matanativa - 14 nov. 2023. Disponível em: <https://matanativa.com.br/impacto-da-tecnologia-no-meio-ambiente>. Acesso em: 25 jun. 2024.

MILARÉ, Édís. **Direito do ambiente**. 12. ed. rev., atual. e ampl. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Boletim Agroclimatológico. **Instituto Nacional de Meteorologia**. v.59 n. 04 (2024) Brasília: Inmet, 2024. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 21 de junho de 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET), Brasil. Publicações. In: **Instituto Nacional de Meteorologia**. Brasília: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/>. Acesso em: 25 de junho de 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability- Contribution of Working Group 2 to the IPCC Third Assessment Report**. Cambridge Univ. Press. 2001.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability.-Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group II Report**. Cambridge Univ. Press. 2001. 86 pp.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2001. **Climate Change 2001: The Scientific Basis-Summary for Policymakers and Technical Summary of the Working Group I Report**. Cambridge Univ. Press. 2001. 98 pp.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE IPCC 2007. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policy Makers**. IPCC Geneva, 2007.

IPCC. **IPCC Annual Report**. Roma, 2018. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/13a3219f-53ed-4fbf-b4ba-04758d4279fe/content>. Acesso em: 15 set. 2024.

IPCC. Summary for Policymakers. In: **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. 2023. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf Acesso em: 20 ago. 2024.

LEMES, P. LOYOLA, R. **Mudanças Climáticas e Prioridades para a Conservação da Biodiversidade**. Revista de Biologia Neotropical. V.11 N. 1

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: volume 2: estratégias setoriais e temáticas. portaria MMA nº 150 de 10 de maio de 2016.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS DO CLIMA (PBMCI). **Base científica das mudanças climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas ao Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas. Ambrizzi, T., Araujo, M. (eds)]. COPPE. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 464 p.

SALMI, Frederico; FLEURY, Lorena Cândido. **Mudanças Climáticas e Ciências Sociais: análise bibliométrica do campo (2011-2021)**. BIB - Revista Brasileira De Informação Bibliográfica Em Ciências Sociais, 2022, 1(97), 119. Disponível em: <https://bibanpocs.emnuvens.com.br/revista/article/view/574>. Acesso em: 25 de junho de 2024.

SILVA, Romeu Faria Thomé da. **Manual de direito ambiental**. 10. ed. rev. atual. e ampl. Salvador: JusPodivm, 2020.