

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC MACHADO GOMES

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PODER MARÍTIMO:
A seca histórica no rio Madeira em 2023.**

Rio de Janeiro

2024

CC MACHADO GOMES

**IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PODER MARÍTIMO:
A seca histórica no rio Madeira em 2023.**

Dissertação apresentada à Escola de Guerra Naval, como requisito parcial para a conclusão do Curso de Estado-Maior para Oficiais Superiores.

Orientador: CC (RM3-EM) ARAGÃO

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2024

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

AGRADECIMENTO

Gostaria de expressar por meio de algumas palavras minha imensa gratidão a todos que me apoiaram e incentivaram ao longo desta trajetória. Primeiramente, agradeço a Deus, por me conceder a oportunidade de realizar o Curso de Estado-Maior para Oficiais superiores, me proporcionando o suporte necessário para enfrentar os desafios e superar todas as adversidades. Aos meus pais, João e Carmen, que com amor incondicional, dedicação e sabedoria me inspiraram a buscar sempre o melhor e por serem a base sobre a qual pude me apoiar nos momentos de fragilidade ao longo deste percurso. Seu amor e paciência foram fundamentais para que eu pudesse permanecer firme em meu propósito. À minha amada esposa, Andréa, cujo amor, paciência e apoio foram essenciais para que eu pudesse me dedicar a este projeto. Seu companheirismo e compreensão me sustentaram nos momentos difíceis em que precisei estar ausente. À minha filha, Maria Eduarda, que sempre esteve presente em meus pensamentos. Sua doçura e compreensão me motivaram a ser uma pessoa melhor e a perseverar em minha caminhada. Aos meus filhos do coração, Maria Júlia, Maria Tereza e Mateus, que com alegria e carinho encheram minha vida de luz e tornaram este período ainda mais significativo. Ao meu orientador, CC (RM3-EM) Aragão, cuja experiência e orientações valiosas me guiaram no decorrer deste processo árduo e enriquecedor. Agradeço também, aos professores e mentores de todas as Instituições de Ensino por onde passei, cujas aulas e sabedoria foram essenciais para o meu crescimento pessoal e acadêmico. Certamente, deixaram uma marca indelével em meu percurso educacional e profissional.

Por fim, expresso meu reconhecimento a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha jornada acadêmica, meu mais profundo obrigado. Este trabalho não seria possível sem a colaboração, o encorajamento e o apoio de cada um de vocês.

RESUMO

A dissertação analisa os efeitos das mudanças climáticas no rio Madeira, um importante curso de água na Amazônia, durante uma seca severa ocorrida em 2023. Este evento extremo trouxe consequências socioeconômicas e ambientais significativas, especialmente para o Poder Marítimo brasileiro. A seca de 2023 no rio Madeira afetou drasticamente a navegabilidade do rio, limitando o calado das embarcações e, conseqüentemente, a carga transportada. Isso aumentou os custos operacionais devido à necessidade de dragagem intensiva para manter as rotas navegáveis. A logística na Amazônia foi severamente comprometida, afetando a exportação da matéria-prima e ampliando os desafios para a integração regional e o desenvolvimento econômico. Além disso, a seca exacerbou a pressão sobre as comunidades ribeirinhas que necessitam do rio para subsistência e transporte, destacando a urgência de implementar estratégias de gestão hídrica eficazes e políticas de mitigação das adversidades. Para enfrentar esses desafios, foram adotadas várias ações mitigadoras, incluindo a dragagem antecipada e a implementação de planos de contingência para eventos climáticos extremos. A criação de um Plano Clima e a reorganização do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM) são exemplos de medidas para fortalecer a resposta climática do Brasil até 2035. Estas ações são essenciais para reduzir os danos e organizar a região para as próximas secas, que, conforme estudos climáticos, podem se tornar mais rigorosas e frequentes. Em conclusão, a dissertação evidencia o carência de uma atuação integrada e multidimensional para confrontar os eventos climáticos, envolvendo a cooperação entre governos, comunidades locais e organizações internacionais para garantir a resiliência e a sustentabilidade do rio Madeira e do Poder Marítimo brasileiro.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas. Seca. Rio Madeira. Região Amazônica. Poder Marítimo.

ABSTRACT

Impacts of Climate Change on Maritime Power: the historical drought of the Madeira river in 2023

The dissertation analyzes the effects of climate change on the Madeira River, a significant watercourse in the Amazon, during a severe drought that occurred in 2023. This extreme event brought significant socio-economic and environmental consequences, especially for Brazilian Maritime Power. The 2023 drought on the Madeira River drastically affected the river's navigability, limiting the draft of vessels and consequently the cargo transported. This increased operational costs due to the need for intensive dredging to maintain navigable routes. Logistics in the Amazon were severely compromised, affecting the export of commodities and amplifying the challenges for regional integration and economic development. Moreover, the drought exacerbated the pressure on riverine communities that depend on the river for subsistence and transport, highlighting the urgency of implementing effective water management strategies and mitigation policies. To address these challenges, several mitigating actions were adopted, including anticipatory dredging and the implementation of contingency plans for extreme weather events. The creation of a Climate Plan and the reorganization of the Interministerial Committee on Climate Change are examples of measures to strengthen Brazil's climate response until 2035. These actions are essential to reduce damage and prepare the region for future droughts, which, according to climate models, may become more frequent and severe. In conclusion, the dissertation emphasizes the need for an integrated and multidimensional approach to tackling climate change, involving cooperation between governments, local communities, and international organizations to ensure the resilience and sustainability of the Madeira River and Brazilian Maritime Power.

Keywords: Climate Change. Drought. Madeira River. Amazon Region. Maritime Power.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 – Mapa hídrico do rio Madeira.....	46
FIGURA 2 – Seca afeta navegação no rio Madeira.....	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AM	– Amazonas
ANA	– Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ANTAQ	– Agência Nacional de Transportes Aquaviários
Caerd	– Companhia de Águas e Esgotos do Estado de Rondônia
CIM	– Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima
DNIT	– Departamento Nacional de Infraestrutura e Transporte
EUA	– Estados Unidos da América
FIERO	– Federação das Indústrias do Estado de Rondônia
GEE	– Gases de Efeito Estufa
GLP	– Gás Liquefeito de Petróleo
IBGE	– Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	– Instituto Nacional de Meteorologia
MCTI	– Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
NDC	– <i>Nationally Determined Contribution</i>
IPCC	– <i>Intergovernmental Panel on Climate Change</i>
NASA	– <i>National Aeronautics and Space Administration</i>
ONU	– Organização das Nações Unidas
PA	– Pará
RO	– Rondônia
SP	– São Paulo
SIN	– Sistema Interligado Nacional
Sindarma	– Sindicato das Empresas de Navegação Fluvial do Estado do Amazonas
WWF	– <i>World Wildlife Fund</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	METODOLOGIA.....	11
2.1	REVISÃO DE LITERATURA.....	11
2.2	COLETA DE DADOS SECUNDÁRIOS.....	11
2.3	ANÁLISE DE DADOS.....	12
2.4	PESQUISA DOCUMENTAL.....	12
2.5	VALIDAÇÃO E TRIÂNGULAÇÃO DOS DADOS.....	13
2.6	LIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	13
2.7	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
3.1	PODER MARÍTIMO.....	15
3.2	MUDANÇAS CLIMÁTICAS.....	19
3.2.1	Causas das Mudanças Climáticas.....	20
3.2.2	Impactos das Mudanças Climáticas.....	22
3.2.3	Mudanças Climáticas na Região Amazônica.....	24
4	O RIO MADEIRA E A SECA HISTÓRICA DE 2023.....	27
4.1	CARACTERÍSTICAS DO RIO MADEIRA.....	27
4.2	IMPORTÂNCIA DO RIO MADEIRA PARA O PODER MARÍTIMO.....	30
4.3	A SECA E OS IMPACTOS NO PODER MARÍTIMO.....	32
4.4	AÇÕES MITIGADORAS E DE ADAPTAÇÃO.....	36
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
	REFERÊNCIAS.....	42
	ANEXO A.....	46
	ANEXO B.....	47

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação tem como objetivo principal analisar os impactos das mudanças climáticas sobre o Poder Marítimo, com um foco específico na seca histórica ocorrida no rio Madeira em 2023. Este fenômeno climático extremo gerou uma série de consequências socioeconômicas e ambientais que demandam uma investigação detalhada, considerando a importância estratégica do rio Madeira para a logística e a economia da região Norte do Brasil. A análise abordará não somente os efeitos imediatos da seca, mas também as implicações a longo prazo para o desenvolvimento sustentável e a resiliência das infraestruturas hídricas na Amazônia.

O objeto de pesquisa deste estudo é, portanto, a seca do rio Madeira em 2023 e seu impacto no Poder Marítimo brasileiro. Um dos rios mais importantes da bacia amazônica, o rio Madeira desempenha uma função importante na integração regional e no escoamento de *commodities*¹, além de sustentar a biodiversidade e as comunidades ribeirinhas que dependem de suas águas para subsistência e transporte. Além disso, se destaca como uma das principais vias fluviais do Brasil, sendo fundamental para o transporte de grãos e outros produtos agrícolas provenientes do Centro-Oeste do país até os portos de exportação na região Norte. A interrupção de suas atividades devido a eventos climáticos extremos como a seca de 2023 não só afeta a economia local, mas também tem repercussões significativas no contexto nacional e internacional, dado o papel do Brasil como um grande exportador de produtos agrícolas.

O propósito do estudo é múltiplo: primeiramente, documentar e compreender as consequências da seca de 2023 sobre o Poder Marítimo, incluindo os desafios operacionais enfrentados pelo transporte fluvial e as medidas mitigadoras adotadas. Em segundo lugar, analisar as políticas públicas e estratégias de gestão hídrica implementadas para enfrentar esses desafios, avaliando sua efetividade. Finalmente, o estudo busca contribuir para o debate acadêmico e político sobre a necessidade de adaptação às mudanças climáticas, destacando a importância de um planejamento

¹ Plural de *commodity*. Qualquer item, em seu estado natural (mineral ou vegetal), que pode ser produzido em grandes quantidades; geralmente voltado para exportação e cujo preço é determinado pela oferta e demanda (COMMODITY, 2009).

estratégico integrado que considere tanto os aspectos ambientais quanto socioeconômicos.

A justificativa para esta pesquisa reside na relevância crescente das mudanças climáticas e seus efeitos adversos sobre as infraestruturas hídricas e a economia do Brasil. A seca de 2023 no rio Madeira é um exemplo emblemático dos desafios impostos pelas variações climáticas extremas. Portanto, a pesquisa visa colaborar para o entendimento das dinâmicas entre mudanças climáticas e Poder Marítimo, fornecendo subsídios teóricos e empíricos que possam apoiar a formulação de políticas públicas eficazes. A análise dos impactos da seca de 2023 servirá como base para recomendações concretas sobre medidas mitigadoras e estratégias de adaptação, considerando as particularidades da bacia do rio Madeira e a importância de preservar sua funcionalidade ecológica, social e econômica.

O rio Madeira, com sua vasta extensão e importância estratégica, é vital para a economia e integração regional. Nesse contexto, a relevância do Poder Marítimo brasileiro é destacada pela associação de vários componentes, incluindo a Marinha Mercante, a indústria naval e a infraestrutura portuária, todos interdependentes e essenciais para a projeção do poder nacional e a garantia de soberania sobre o mar territorial e as águas interiores. O estudo, portanto, não apenas documenta um evento climático específico, mas também oferece uma análise abrangente sobre como tais eventos podem influenciar a capacidade do Brasil de manter sua posição estratégica no cenário marítimo global.

Para atingirmos o propósito desejado, organizaremos nosso trabalho em cinco capítulos. Após esta breve introdução, apresentaremos no capítulo dois a metodologia utilizada para a produção da pesquisa. No capítulo três, discorreremos sobre o arcabouço teórico necessário para auxiliar a compreensão do estudo. Em seguida, no capítulo quatro, investigaremos a seca no rio Madeira ocorrida em 2023. Por fim, no capítulo cinco, realizaremos as considerações finais, sintetizando os resultados e as principais descobertas.

2 METODOLOGIA

A metodologia deste estudo foi elaborada para investigar os impactos das mudanças climáticas no Poder Marítimo brasileiro, com enfoque na seca histórica do rio Madeira em 2023. A abordagem metodológica foi desenvolvida para assegurar a precisão dos dados coletados e a validade das análises subsequentes, garantindo a confiabilidade do processo investigativo. Este capítulo descreve as etapas e métodos utilizados no estudo, visando proporcionar uma compreensão clara e detalhada dos fenômenos estudados.

O processo da pesquisa seguiu um paradigma interpretativo, centrado na análise de dados empíricos e na interpretação dos contextos socioeconômicos e ambientais subjacentes. A investigação foi conduzida em três fases principais: revisão de literatura, coleta de dados secundários e análise de dados.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi essencial para fornecer o alicerce teórico e histórico necessário para a análise. Foram revisados estudos e relatórios sobre mudanças climáticas, Poder Marítimo e secas na Amazônia, com ênfase nas publicações do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), artigos acadêmicos e documentos governamentais. Este levantamento bibliográfico permitiu a identificação das principais variáveis e indicadores relevantes para a pesquisa, bem como a construção do arcabouço teórico que sustentou as análises subsequentes.

2.2 COLETA DE DADOS SECUNDÁRIOS

A coleta de dados secundários foi realizada por meio da análise de documentos oficiais, relatórios técnicos e dados meteorológicos fornecidos por instituições como a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Estes documentos forneceram dados substanciais sobre os níveis de água do rio Madeira, a frequência e intensidade das secas e as políticas públicas implementadas para mitigar os impactos.

Os procedimentos de coleta de dados seguiram etapas sistemáticas:

- a) **Planejamento:** definição dos objetivos específicos da coleta de dados, identificação das fontes documentais e bases de dados relevantes.
- b) **Execução:** realização da análise documental e extração de dados quantitativos das bases de dados secundárias.
- c) **Triangulação:** combinação de dados qualitativos e quantitativos para assegurar a validade e confiabilidade dos resultados.

2.3 ANÁLISE DE DADOS

A análise dos dados coletados seguiu uma abordagem mista, combinando técnicas qualitativas e quantitativas para garantir uma interpretação robusta e abrangente, mantendo a integridade e a contextualização dos dados e possibilitando uma interpretação precisa e minuciosa das informações coletadas.

A análise qualitativa foi conduzida utilizando a técnica de análise de conteúdo, que permitiu identificar e categorizar temas recorrentes nos documentos examinados. Este processo envolveu a compilação dos dados e a identificação de padrões e relações entre as categorias emergentes. A análise de conteúdo facilitou a compreensão das percepções sobre os impactos das mudanças climáticas e as medidas de mitigação adotadas.

A análise quantitativa envolveu a utilização de estatísticas para examinar os dados meteorológicos e hidrológicos coletados. Foram aplicadas análises de séries temporais para identificar tendências nas variações dos níveis de água do rio Madeira e modelar a relação entre estas variações e as mudanças climáticas. Além disso, foram realizadas correlações de dados para investigar a associação entre as variáveis climáticas e os impactos socioeconômicos observados.

2.4 PESQUISA DOCUMENTAL

A pesquisa documental envolveu a análise de uma ampla gama de fontes secundárias, incluindo:

- a) **Relatórios Técnicos:** elaborados por instituições governamentais e não governamentais, tais como a ANA, o INMET e o MCTI.

- b) **Dados Meteorológicos e Hidrológicos Históricos:** fornecidos por agências nacionais e internacionais, que incluíram séries temporais e análises de tendências de variáveis climáticas e hidrológicas.
- c) **Publicações Acadêmicas:** compreendendo artigos de periódicos revisados por pares e livros de referência que abordam as mudanças climáticas e seus impactos específicos na região amazônica e no rio Madeira. Exemplos incluem publicações do IPCC, livros como "Economia do Mar e Poder Marítimo" de Santos (2021), e artigos de revistas científicas como a "Revista Brasileira de Geografia Física", "Revista USP" e "Revista da Escola de Guerra Naval".
- d) **Documentos Legislativos e Regulamentares:** relacionados às políticas de gestão de recursos hídricos e ambientais, fornecendo uma base para a análise das políticas públicas e suas implementações.
- e) **Notícias na Internet:** artigos de fontes confiáveis como "Portal Amazônia", "The Conversation", e "Monitor do Mercado", que forneceram relatos obtidos de fontes primárias sobre a seca de 2023 e suas consequências.

O exame dos documentos supracitados permitiu a obtenção de informações essenciais para o desenvolvimento da investigação.

2.5 VALIDAÇÃO E TRIANGULAÇÃO DOS DADOS

A validação dos dados foi assegurada por meio da triangulação, que envolveu a comparação das informações obtidas por diferentes métodos e fontes. Este processo garantiu a confiabilidade e a consistência dos resultados, viabilizando a identificação de possíveis discrepâncias e a confirmação dos indícios principais. A triangulação dos dados também reforçou a fundamentação das conclusões, ao integrar múltiplas perspectivas e evidências convergentes.

2.6 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

Apesar dos esforços para garantir uma pesquisa completa e substancial, algumas limitações devem ser reconhecidas:

- a) **Ausência de Dados Primários:** a impossibilidade de realizar visitas a campo e entrevistas pode limitar a profundidade das percepções locais.

- b) **Dependência de Fontes Secundárias:** a confiabilidade da pesquisa depende da precisão e abrangência dos dados fornecidos pelas fontes secundárias.
- c) **Disponibilidade e qualidade dos dados meteorológicos e hidrológicos:** possibilidade de variação em termos de precisão e completude.
- d) **Complexidade dos fenômenos climáticos e suas interações com os sistemas socioeconômicos:** dificuldade na identificação de relações causais diretas.

Estas limitações foram mitigadas, dentro do possível, por meio da triangulação dos dados e da utilização de diversas fontes de informação.

2.7 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

A condução da pesquisa seguiu rigorosos padrões éticos, assegurando a transparência por meio da divulgação clara dos métodos e fontes utilizados. Ademais, o respeito pela precisão e confiabilidade das fontes documentais e bases de dados proporcionaram a integridade das informações coletadas.

Em suma, a metodologia aplicada neste estudo foi delineada, com o intuito de produzir uma análise fidedigna e crível, bem como, examinar os desafios e as estratégias de adaptação necessários para mitigar os efeitos das mudanças climáticas no rio Madeira e consequentemente, no Poder Marítimo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

No presente capítulo, apresentaremos o arcabouço teórico necessário para a compreensão do problema investigado, descrevendo o conceito de Poder Marítimo e seus componentes, assim como, as causas e consequências das mudanças climáticas. O referencial teórico nos permitirá restringir o campo de estudo, de modo que possamos direcionar a metodologia adotada na pesquisa, contribuindo para a credibilidade e a fundamentação científica do trabalho.

3.1 PODER MARÍTIMO

Desde as primeiras civilizações marítimas até a era moderna, o Poder Marítimo moldou as ações dos estados e conferiu vantagens estratégicas, econômicas e políticas substanciais. Outrossim, permitiu às nações controlarem rotas comerciais, expandirem seus impérios e influenciarem o equilíbrio de poder global. Portanto, neste capítulo, pretendemos explorar esse conhecimento, abordando sua definição, seus elementos e sua importância para o desenvolvimento nacional.

Desde a primeira menção à expressão "Poder Marítimo", em 1890, entendida como "*Sea Power*" em inglês, esse conceito foi sujeito a várias concepções, tornando-se um termo complexo e com múltiplos significados. A intenção principal de seu criador, o comandante da Marinha norte-americana, Alfred Thayer Mahan, era demonstrar aos seus compatriotas a importância que os oceanos e mares tinham e continuariam a ter nos destinos dos Estados Unidos da América (EUA), como elementos essenciais para seu desenvolvimento. Mahan costumava afirmar que criou essa expressão, a fim de destacar para o público norte-americano e a classe política a relevância dos mares para a prosperidade econômica das nações. (Santos, 2021).

Ao longo do tempo, vários autores se propuseram a definir o termo "Poder Marítimo", apresentando diferentes percepções e significados. Contudo, apesar da multiplicidade de sentidos, sempre que possível, esteve correlacionado com aspectos econômicos referentes ao uso do mar. Assim, diante das diversas interpretações acerca do Poder Marítimo, consideraremos em nosso trabalho a seguinte definição:

O Poder Marítimo é a projeção do Poder Nacional, resultante da integração dos recursos de que dispõe a Nação para a utilização do mar e das águas interiores, quer como instrumento de ação política e militar, quer como fator

de desenvolvimento econômico e social, visando conquistar e manter os Objetivos Nacionais” (Brasil, 2023c, p. 1-3).

Além dos conceitos existentes, destaca-se a influência do mar nos aspectos industrial, comercial e militar, com o propósito de resolver inúmeros desafios centrais da humanidade e sua organização social. Os recursos marítimos permitiram a subsistência e estimularam a expansão de diversas potências durante a era contemporânea. Dessa forma, é importante salientar que ao longo da história, muitas civilizações demonstraram um interesse contínuo em compreender e valorizar o mar. Todas as potências proeminentes de suas épocas utilizaram o mar como um meio para alcançar e consolidar seus objetivos (Santos, 2021).

As marinhas, mercante e militar, encurtaram as distâncias globais, promovendo interações entre as nações, bem como, exercendo uma forte atuação no comércio internacional, especialmente com o advento da globalização. Cerca de 90% do comércio entre países é realizado por via marítima, e 99% do tráfego de dados transoceânicos é conduzido por meio de cabos submarinos (Santos, 2021). Assim, para manter os padrões de vida existentes, o crescimento da população mundial indica que esse volume provavelmente aumentará, e os mares são a única rota capaz de acomodar essa expansão. Nesse contexto, inclui-se também, as águas interiores, que são extremamente importantes para um país como o Brasil, com sua vasta quantidade de rios e bacias hidrográficas (Till, 2006).

A participação do Poder Naval e do Poder Marítimo, como parte integrante do Poder Nacional, no progresso econômico dos países é um fator indispensável para uma estratégia de desenvolvimento nacional que esteja plenamente alinhada com as cadeias de valor globais, colaborando para o bem-estar social das nações, como tem sido comprovado ao longo da história (Santos, 2021).

Conforme apresentado na literatura e na doutrina relativas ao assunto, a terminologia "marítimo" amplia consideravelmente o campo da discussão, reunindo organizações e indivíduos do ambiente oceânico, enquanto o termo "naval" refere-se à aplicação da força no mar. Dessa maneira, percebe-se que a noção de Poder Marítimo demanda uma compreensão mais abrangente. Esse poder não se restringe apenas à perspectiva militar, visto que a Marinha de Guerra representa somente uma porção do Poder Marítimo (Santos, 2021). De acordo com Brasil (2023c), o Poder Marítimo é constituído por elementos que manifestam as expressões do Poder Nacional, os quais contribuem para a capacidade do país em alcançar seus interesses

marítimos e exercer influência mediante a exploração do mar e águas interiores. São eles:

- a) O Poder Naval;
- b) A Marinha Mercante, as facilidades, os serviços e entidades envolvidos com os transportes aquaviários;
- c) A infraestrutura para navegação marítima e fluvial, abrangendo portos, terminais, eclusas, além de instalações de apoio e controle;
- d) A indústria de construção naval, composta por estaleiros e infraestrutura para reparos;
- e) A indústria de defesa voltada para interesses navais;
- f) O setor pesqueiro, incluindo embarcações, terminais e indústrias de processamento de pescado;
- g) As instituições e instrumentos de pesquisa e desenvolvimento científico, tecnológico e inovação relacionados ao uso do mar, águas interiores e seus recursos;
- h) As organizações e os meios para proveito ou exploração dos recursos do mar, de seu leito e de seu subsolo; e
- i) Os profissionais relacionados às atividades associadas ao mar ou águas interiores e os estabelecimentos dedicados às suas capacitações.

Em face do exposto, percebemos que os elementos do Poder Marítimo compreendem recursos geográficos, demográficos, econômicos e militares, necessários para determinar a capacidade de uma nação em projetar seu poder e defender seus interesses por intermédio do mar. Esses componentes não representam apenas a força militar, mas também refletem a integração das potencialidades marítimas em um espectro mais amplo, incluindo comércio, pesquisa científica, transporte e infraestrutura de apoio.

Não há um elemento do Poder Marítimo que prevaleça sobre os outros. O equilíbrio e a interdependência harmoniosa entre todos eles são fundamentais para sua condução de maneira eficiente e eficaz (Fortuna, 1992). Por conseguinte, notamos que os países que alcançaram um equilíbrio adequado dos componentes do Poder Marítimo têm estabelecido as regras para o comércio marítimo e, provavelmente, continuarão a exercer essa influência.

No mar, apenas as nações que dispõem de Poder Marítimo para suas ações políticas, econômicas, militares e psicossociais conseguem predominar. De fato, as

rotas marítimas são as mais adequadas para atender às crescentes demandas de transporte de matérias-primas das economias contemporâneas. Portanto, é fácil entender o motivo de quase a totalidade do comércio exterior brasileiro ser realizado por meio marítimo (Fortuna, 1992).

O Brasil é intrinsecamente um país de natureza marítima: é a maior nação do Atlântico Sul, possui a maior extensão de costa com 7.491 quilômetros, apresenta um relevo propício para a instalação de portos adequados, tem cerca de 80% de sua população residindo nas áreas litorâneas, realiza 95% de seu comércio exterior por via marítima, e encontra-se localizado no saliente oriental da América do Sul – mais precisamente, na região onde o Atlântico se estreita, mais próximo da África (Natal-Dakar). Além disso, o país detém inúmeras oportunidades econômicas – ainda não completamente quantificadas – em termos de recursos biológicos, minerais e energéticos em sua plataforma continental (Santos, 2021).

Especialmente no Brasil, as águas interiores e o oceano têm um valor estratégico significativo, tanto tangível quanto intangível, que auxilia o crescimento econômico do país. Além de fornecer recursos pesqueiros, também são responsáveis por impulsionar a infraestrutura marítima, os portos, a indústria naval, a Marinha Mercante e a exploração do leito marinho, todos primordiais para o Poder Marítimo brasileiro (Santos, 2021). Sob esse ponto de vista, podemos dizer que o Brasil, por ser detentor de extensa costa marítima, ampla malha hidroviária e inúmeras riquezas, requer um Poder Marítimo pujante, suficiente para assegurar sua liderança regional e sua ascensão no sistema internacional.

À luz dos argumentos apresentados, ressaltamos as vastas potencialidades do Brasil e suas vantagens em relação às nações que não detêm as mesmas características marítimas. Essas condições favoráveis sublinham a relevância de uma mentalidade marítima focada no fortalecimento do seu Poder Marítimo, apto a posicionar o Brasil de maneira vantajosa no contexto global. Portanto, ao reconhecer as vantagens naturais e estratégicas do Brasil, torna-se evidente a importância de ações coordenadas e comprometidas para impulsionar o desenvolvimento sustentável do setor marítimo brasileiro.

Para as nações que dependem significativamente do mar, a construção e manutenção de uma presença marítima consistente, complementada por uma infraestrutura adequada e pelo apoio da população e do governo, são valiosos para alcançar a prosperidade econômica e a estabilidade estratégica. Assim, um Poder

Marítimo forte e bem integrado é imprescindível para o exercício da soberania nacional.

3.2 MUDANÇAS CLIMÁTICAS

O clima exerce uma influência determinante sobre os ecossistemas, a biodiversidade e as atividades humanas. Compreender os padrões climáticos torna-se necessário para prever fenômenos meteorológicos, planejar atividades agrícolas, gerenciar recursos hídricos e reduzir os impactos das mudanças climáticas. Na atual conjuntura, constatamos que o agravamento dos efeitos do aquecimento global sobre o meio ambiente e nossa estrutura socioeconômica representa um dos maiores desafios do século 21. Ao longo das últimas décadas, tem havido um crescente reconhecimento da severidade da situação, o qual apresentaremos no decorrer deste capítulo ao abordar as causas e consequências das mudanças climáticas.

Desde o período pré-industrial (1850-1900), a temperatura do ar na superfície da Terra aumentou quase o dobro em comparação com a média global. As alterações climáticas, incluindo a maior intensidade e frequência de eventos extremos, desencadearam impactos negativos na segurança alimentar e nos ecossistemas terrestres, além de terem contribuído para a desertificação e degradação do solo em diversas regiões (IPCC, 2020).

O ano de 2023 foi o mais quente desde o início dos registros globais em 1850, com uma temperatura de 1,18 °C acima da média do século 20, que é de 13,9 °C. Este valor é 0,15 °C maior do que o recorde anterior, estabelecido em 2016. Os dez anos mais quentes dos 174 anos de registros ocorreram na última década (2014-2023), entretanto, 2005 foi o primeiro ano a estabelecer um valor recorde de temperatura no século 21, tornando-se agora o 12º ano mais quente já registrado. O ano de 2010, que havia superado 2005, agora ocupa o 11º lugar na lista dos anos mais quentes (EUA, 2024).

As variações climáticas exercem pressão sobre a Terra, aumentando os perigos vigentes para a biodiversidade, os ecossistemas, os meios de subsistência a infraestrutura, os sistemas alimentares e a saúde humana. Impactos mais intensos sobre o meio ambiente são esperados em todas as circunstâncias de emissões futuras

de gases de efeito estufa (GEE)². Algumas áreas enfrentarão riscos mais acentuados, enquanto outras terão que lidar com perigos não considerados anteriormente (IPCC, 2020). Mudanças biológicas, como migrações, diminuição de populações de espécies, aumento da intensidade de tempestades e furacões, entre outras consequências, estão sendo percebidas com uma periodicidade notavelmente elevada (Artaxo, 2014).

O conhecimento científico, consolidado ao longo de mais de um século de pesquisa, destaca a urgência de ações globais coordenadas, visando a redução dos impactos e a adaptação aos efeitos inevitáveis das mudanças climáticas. Essas alterações na composição atmosférica têm influenciado o comportamento de muitos organismos e fenômenos naturais. A ocorrência desses eventos com maior regularidade indica uma mudança expressiva nos padrões ambientais e requer atenção das autoridades competentes.

3.2.1 Causas das mudanças climáticas

Por ser um dos desafios mais prementes do nosso tempo, a compreensão dos fatores responsáveis pelas mudanças climáticas é essencial para elevar a consciência situacional e desenvolver estratégias eficazes de mitigação e adaptação. Neste capítulo, exploraremos detalhadamente suas causas, assim como examinaremos tanto os fatores naturais quanto os antropogênicos que contribuem para as alterações no sistema climático da Terra.

Os GEE são os grandes responsáveis pelo aquecimento global, e as atividades humanas têm aumentado significativamente a concentração desses gases, intensificando o efeito estufa³ (IPCC, 2023). Os GEE predominantes na atmosfera da Terra incluem o dióxido de carbono, o metano, o vapor de água, o óxido nitroso e o ozônio. Dentre estes, o dióxido de carbono é o principal GEE emitido pelas atividades humanas e provém, especialmente, da queima de combustíveis fósseis (carvão,

² Gases presentes na atmosfera, sejam de origem natural ou derivados da atividade humana, que têm a capacidade de absorver e emitir radiação em determinados comprimentos de onda dentro do espectro de radiação emitido pela superfície terrestre, pela atmosfera e pelas nuvens (IPCC, 2023).

³ Fenômeno natural essencial para a manutenção da vida que impede o planeta de ser extremamente frio. Parte da radiação solar é refletida de volta ao espaço, enquanto outra parte é absorvida pela superfície terrestre e pelo oceano. Uma fração dessa radiação é retida pela camada de gases que cobre a superfície da Terra, causando o efeito estufa. O problema surge com o agravamento desse fenômeno devido às atividades humanas que aumentam a emissão dos gases de efeito estufa (GEE), tornando a camada mais espessa, retendo mais calor e provocando o aquecimento global (WWF, [2024a]).

petróleo e gás natural) para geração de energia, transporte e indústrias. Adicionalmente, outros gases gerados por ações humanas, como o hexafluoreto de enxofre, os hidrofluorcarbonos, os perfluorcarbonos e os clorofluorcarbonos, também ocasionam a destruição da camada de ozônio⁴ (IPCC, 2023).

A humanidade permanece liberando anualmente 9 milhões de toneladas extras de carbono fóssil na atmosfera. Desse total emitido, 27% são absorvidos pelos oceanos, ocasionando uma rápida acidificação dos mares, e cerca de 28% são absorvidos pelos ecossistemas terrestres. O restante, que equivale a 45%, permanece na atmosfera, acarretando a elevação da concentração de CO₂ atmosférico. Em virtude disso, ocorre a modificação do equilíbrio radiativo da Terra, que regula o fluxo de radiação solar que penetra na atmosfera e o fluxo de calor emitido de volta para o espaço (Artaxo, 2014). As ações humanas, principalmente por meio das emissões de GEE, influenciaram o aquecimento global, elevando a temperatura da superfície global em 1,1 °C entre 2011 e 2020, comparado ao período de 1850 a 1900. Tais emissões permaneceram subindo, em razão da utilização insustentável de energia, do uso e alterações no uso do solo e dos padrões de consumo da sociedade (IPCC, 2023).

As mudanças no uso da terra, incluindo o desmatamento, a degradação florestal e a conversão de áreas naturais em terras agrícolas ou urbanas, desempenham um papel significativo nas mudanças climáticas. Adicionalmente, as florestas, quando desmatadas ou degradadas, não deixam apenas de atuar como importantes sumidouros de carbono⁵, absorvendo CO₂ da atmosfera, mas também, o carbono armazenado nas árvores e no solo é liberado na atmosfera, favorecendo o aquecimento global (IPCC, 2023).

Além das ações mencionadas anteriormente, outras atividades humanas contribuem para aquecimento global: a produção manufatureira e industrial emite GEE, sobretudo, devido à queima de combustíveis fósseis para fornecer energia necessária à fabricação de diversos produtos; a mineração e os processos industriais complementares, também influenciam consideravelmente na emissão de gases; o transporte é responsável por cerca de um quarto das emissões globais de dióxido de

⁴ Fina camada de gás ozônio existente ao redor da Terra, que protege os animais, as plantas e os seres humanos contra os raios ultravioleta do Sol. No nível do solo, o ozônio piora a poluição atmosférica nas cidades e contribui para a formação de chuva ácida. No entanto, na estratosfera, entre 25 e 30 quilômetros acima da superfície, ele serve como um filtro indispensável para a sobrevivência (WWF, [2024b]).

⁵ Lugares ou processos em que as absorções de carbono (CO₂) são superiores às emissões (Azevedo, [2024c]).

carbono; e a habitação, o consumo de energia, a alimentação e a quantidade de lixo gerada também colaboram para as emissões de GEE (ONU, [2024]).

As origens das mudanças climáticas envolvem fontes distintas de emissão de GEE, sejam elas naturais ou industriais. A humanidade destaca-se por suas intensas contribuições ao aquecimento global e a compreensão dessas causas torna-se fundamental para aumentar a conscientização e possibilitar a adoção de procedimentos para amenizar a situação. A transição para uma economia de baixo carbono, a adoção de práticas agrícolas e de uso da terra sustentáveis, e a inovação tecnológica são ações importantes, a fim de que possamos amenizar as graves consequências provenientes das mudanças climáticas.

3.2.2 Impactos das mudanças climáticas

O aumento das temperaturas ao longo do tempo está alterando os padrões climáticos e desequilibrando o meio ambiente. As mudanças climáticas já são uma preocupação global, em razão dos efeitos prejudiciais que estão provocando em todo o planeta. O aumento do nível do mar, as alterações nos padrões de precipitação e a frequência de eventos climáticos extremos estão afetando consideravelmente os ecossistemas e as atividades socioeconômicas, proporcionando diversos riscos para os seres humanos e todas as formas de vida na Terra. Portanto, examinaremos adiante, os impactos das mudanças climáticas, com o intuito de conscientizar o mundo sobre suas implicações devastadoras.

O oceano tem a função de absorver a maioria do calor proveniente do aquecimento global. Nos últimos vinte anos, observou-se um pronunciado aumento na taxa de aquecimento oceânico em todas as profundidades, e conforme a temperatura sobe, o volume de água se expande devido à sua propriedade de dilatação térmica. O derretimento das placas de gelo também contribui para elevar o nível do mar, representando uma ameaça para comunidades costeiras e ilhas. Além disso, o oceano absorve dióxido de carbono, impedindo sua concentração na atmosfera. Entretanto, o acúmulo de dióxido de carbono na água resulta em acidificação, colocando em perigo a vida marinha e os recifes de corais (ONU, [2024]).

O aumento da temperatura tem provocado a intensificação de fenômenos climáticos extremos, como ondas de calor, inundações e secas severas, que afetam

a estabilidade dos ecossistemas e a segurança das populações. A regularidade e a intensidade das tempestades tropicais são influenciadas pelo aquecimento dos oceanos. Frequentemente, a ocorrência dessas tempestades ocasiona destruição de residências e comunidades, resultando em mortes e grandes prejuízos econômicos (ONU, [2024]).

A alteração do clima está impactando a disponibilidade de água em todo o mundo, tornando-a cada vez mais escassa em diversas localidades. O aquecimento global intensifica os períodos de seca, especialmente em regiões que já sofrem com a falta de água, aumentando o risco de secas agrícolas e ecológicas. Além disso, as secas também podem gerar tempestades de areia e poeira devastadoras, transportando bilhões de toneladas de areia entre continentes. A expansão dos desertos reduz as áreas cultiváveis, ameaçando as pessoas de não ter acesso regular à água (ONU, [2024]).

Aproximadamente metade da população global sofre com a severa escassez de água em algum momento do ano, em razão de fatores climáticos. A expansão insustentável da agricultura, parcialmente impulsionada por dietas desbalanceadas, incita competições por terras e recursos hídricos. Embora a produtividade agrícola, em geral, tenha aumentado, o ritmo desse crescimento foi desacelerado nos últimos 50 anos devido às mudanças climáticas. Isso teve impactos negativos nos rendimentos das safras, especialmente em regiões de latitude média e baixa (IPCC, 2023).

Nos ambientes urbanos, as mudanças climáticas têm gerado danos à saúde humana, às condições de vida e à infraestrutura básica. Adicionalmente, a estrutura urbana, que inclui sistemas de transporte, saneamento, fornecimento de água e energia, tem sido afetada, resultando em prejuízos econômicos, suspensões dos serviços e impactos no bem-estar da população. Esses impactos são mais notáveis entre os moradores urbanos desfavorecidos social e economicamente, como os que residem em locais com condições precárias (IPCC, 2023).

As mudanças climáticas intensificam os elementos que empurram indivíduos para a pobreza e os mantêm nessa condição. Inundações podem devastar áreas urbanas empobrecidas, destruindo residências e os meios de sustento. As altas temperaturas podem complicar as atividades ao ar livre e a escassez de água pode influenciar a produção agrícola. Entre 2010 e 2019, eventos climáticos resultaram em

um deslocamento estimado de cerca de 23,1 milhões de pessoas por ano, deixando-as muito mais vulneráveis à pobreza (ONU, [2024]).

As alterações no clima têm prejudicado a saúde física e mental das pessoas em diversas regiões, contribuindo para crises humanitárias onde os desafios climáticos se combinam com altos níveis de vulnerabilidade. Em todos os lugares, o aumento de eventos de calor extremo tem sido associado a taxas elevadas de mortalidade e morbidade. Além disso, as enfermidades relacionadas ao clima e as doenças transmitidas por vetores apresentaram um crescimento expressivo, devido à expansão da reprodução desses vetores (IPCC, 2023).

Assim, constatamos que os impactos das mudanças climáticas são cada vez mais evidentes e alarmantes em termos de sua extensão e gravidade. O aumento das temperaturas globais está provocando consequências devastadoras para ecossistemas e comunidades. Eventos climáticos extremos, elevação do nível do mar, riscos à saúde e prejuízos na agricultura são apenas algumas das manifestações dos efeitos nocivos das mudanças climáticas. Diante dessa situação, é imperativo adotar medidas urgentes para diminuir as emissões de gases de efeito estufa, fomentar a adaptação às mudanças já em curso e promover a sustentabilidade ambiental.

3.2.3 Mudanças climáticas na região amazônica

A região amazônica tem sido palco de diversas variações climáticas ao longo dos anos, influenciando profundamente seu ecossistema e sua biodiversidade. Com a ocorrência de secas intensas e períodos de chuva extrema, cada vez mais frequentes, a Amazônia enfrenta adversidades que afetam não apenas a vegetação, mas também os recursos hídricos e as comunidades locais. Assim, a partir deste momento, discorreremos sobre as variações climáticas presentes na região, que são normalmente atribuídas a uma combinação de fatores naturais e à intensificação do aquecimento global.

Nos últimos 30 anos, o Brasil tem encarado um aumento considerável de eventos climáticos extremos, como as grandes secas de 2005 e 2010 na Amazônia, que apresentaram impactos devastadores sobre a vegetação e os recursos hídricos. Essas secas são exemplos claros de como a variabilidade climática natural,

exacerbada pelo aquecimento global, pode resultar em eventos de grande magnitude, afetando diretamente o ecossistema amazônico (Marengo, 2014).

A seca que afeta a Amazônia é um reflexo alarmante dos desafios climáticos globais, e a interação entre o fenômeno El Niño⁶ e as mudanças climáticas causadas pelas ações do homem tem sido determinante para agravar essa condição climática extrema. A Amazônia, reconhecida por suas densas florestas e rios volumosos, enfrenta uma situação grave, em virtude da escassez de chuvas e ao aumento das temperaturas (Ferrante, 2023).

Na região amazônica, o aumento de temperatura registrado entre os anos de 1949 e 2017 varia de 0,6 a 0,7 °C, conforme diversas fontes de dados climáticos. Embora haja algumas disparidades sistemáticas, todas as fontes indicam um aquecimento mais pronunciado nas últimas décadas. Contudo, as prospecções de mudanças climáticas para a região amazônica preveem um aumento significativo na temperatura média do ar até o fim do século 21, ultrapassando 4 °C, juntamente com uma redução de até 40% nas precipitações na Amazônia. Essa alteração na temperatura atmosférica tem o potencial de desencadear enormes desequilíbrios em ecossistemas essenciais para vida humana (Marengo; Souza Jr., 2018).

A probabilidade de haver períodos de seca intensa na Amazônia, como ocorreu em 2005, pode passar dos atuais 5% para 50% em 2030, e até 90% em 2100 (Cox et al., 2008 *apud* Marengo, 2014). Outro resultado dessa alteração climática é a ampliação da estação seca, o que pode impactar a hidrologia e os ecossistemas da região (Marengo, 2014). Em vista disso, a tendência para um clima mais seco do que o atual na Amazônia Ocidental pode resultar em uma redução da umidade no ar e no solo, além de diminuir a vazão dos rios e aumentar o risco de incêndios (Brito; Liberato, 2010).

Um estudo da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) que abordou a Amazônia, previu para os próximos anos temperaturas mais elevadas, menos precipitação, secas mais intensas, ventos mais fortes e um risco maior de incêndios. A Amazônia pode se tornar a região do planeta com a maior diminuição da umidade relativa, principalmente no Arco do Desmatamento — uma área com o

⁶ Fenômeno atmosférico e oceânico que se caracteriza por um aumento anômalo da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical, sendo responsável por várias mudanças climáticas globais e provocando inúmeros impactos socioeconômicos e ambientais nas áreas afetadas. No Brasil, o El Niño exerce uma grande influência, causando secas nas regiões Norte e Nordeste, enquanto nas regiões Sudeste e Sul provoca um aumento excessivo nas chuvas (Azevedo, [2024a])

formato de lua crescente onde há grande perda de floresta provocada pela ação humana, estendendo-se da costa atlântica do Brasil até a fronteira com a Bolívia. Fruto dessa situação, a região poderia vivenciar uma das mudanças climáticas mais marcantes do mundo. Esses extremos podem, inclusive, provocar uma rápida savanização da floresta amazônica, liberando o excesso de carbono retido na atmosfera, o que agravaria consideravelmente as mudanças no clima (Mato Grosso, 2024).

Assim, podemos ressaltar as projeções preocupantes sobre o clima na região amazônica, apontando para um cenário de elevação na temperatura média do ar e redução das precipitações. As previsões de aumento da probabilidade de secas intensas evidenciam os potenciais efeitos negativos sobre os rios e os ecossistemas locais, além das ameaças de incêndios na região. A descrição da situação observada na Amazônia, reforça a gravidade das alterações climáticas previstas e os desafios enfrentados pela região.

As variações climáticas na região amazônica podem resultar de alterações globais no clima, influenciadas por causas naturais. Estas alterações estão ligadas à oscilação da intensidade solar, mudanças na inclinação do eixo de rotação da Terra, alternâncias na excentricidade da órbita terrestre, flutuações nas atividades vulcânicas e na composição química da atmosfera, entre outros fatores. No entanto, as mudanças climáticas podem ser resultantes, também, de atividades humanas, associadas às modificações no uso da terra no interior da própria Amazônia. Estas ações estão relacionadas ao desmatamento de áreas florestais para a criação de terras agrícolas ou pastagens, contribuindo significativamente para o aquecimento global (Nobre; Salazar; Sampaio, 2007).

A pesquisa sobre as mudanças climáticas na região amazônica, nos permitiu compreender a grandiosidade do desafio a ser enfrentado, principalmente por exigir uma abordagem integrada que considere tanto os aspectos ambientais quanto sociais. O entendimento dos impactos específicos e a elaboração de estratégias eficazes de mitigação e adaptação são imprescindíveis para preservar a biodiversidade, os recursos hídricos e assegurar a qualidade de vida das populações locais.

4 O RIO MADEIRA E A SECA HISTÓRICA DE 2023

Um dos rios mais proeminentes da bacia amazônica, o rio Madeira se apresenta como uma via fluvial de grande importância ecológica, econômica e cultural na região amazônica. Esse imponente rio não só sustenta uma rica biodiversidade, abrigando diversas espécies de fauna e flora únicas, como também é primordial para as comunidades ribeirinhas que dependem de suas águas para a pesca, agricultura e transporte. O rio Madeira enfrentou uma seca severa em 2023, desencadeando grande preocupação em todos os níveis da sociedade brasileira, em função de sua importância estratégica para o crescimento econômico do país e por estar presente nas discussões sobre conservação ambiental e desenvolvimento sustentável na Amazônia. Em razão disso, neste capítulo vamos explorar inicialmente as principais características do rio Madeira, demonstrando sua importância para o Poder Marítimo brasileiro. Em seguida, descreveremos a seca vivenciada em 2023 e as ações necessárias para mitigar os efeitos desse evento climático extremo.

4.1 CARACTERÍSTICAS DO RIO MADEIRA

O Brasil, detentor de grande riqueza natural, possui uma ampla rede hidrográfica, não só em extensão, mas também, em termos de volume de água dos rios. A bacia amazônica concentra, aproximadamente, metade das vias navegáveis do território brasileiro, dentre as quais, consta o rio Madeira. Desse modo, com o propósito de facilitar a compreensão da sua grandiosidade e preponderância na região, abordaremos adiante, suas principais características.

Considerado o maior e mais importante afluente do rio Amazonas, o rio Madeira encontra-se entre os cinco rios do mundo com maior volume de água e ocupa a 17ª posição em extensão. Na América do Sul, é um dos rios mais expressivos, com uma bacia hidrográfica que se estende por 125 milhões de hectares. Conhecido por nomes distintos, o rio Madeira atravessa três países: Peru, Bolívia e Brasil. Tem sua origem na Cordilheira dos Andes e percorre 3.240 quilômetros (dos quais 1.425 quilômetros estão no território brasileiro) até encontrar o rio Amazonas, que deságua no Oceano Atlântico. É constituído por três rios andinos: Madre de Dios, no Peru, e Beni e Mamoré, na Bolívia. Adentra o Brasil pelo sul do estado de Rondônia e cruza o estado

do Amazonas até chegar à sua foz. Somente no Brasil recebe o nome de Madeira e, ao longo de seu curso, possui diversos afluentes. Na margem direita, destacam-se os rios Ribeirão, Mutum-Paraná, Machado, Jamari e Jacy-Paraná. Já na margem esquerda, encontram-se os rios Abunã, São Simão, José Alves, Ferreiros e o igarapé Cuniã, conforme observado na figura 1 (Jabour, 2015).

Diante do exposto, percebemos que a magnitude do rio Madeira transcende as fronteiras nacionais, destacando-se não apenas pela sua extensão e volume significativos, mas também por ter grande participação no desenvolvimento das numerosas regiões que atravessa. Sua complexidade hidrológica e a variedade de nomes que recebe ao longo de seu percurso refletem a rica interação entre natureza e a cultura local. O Madeira é, portanto, um elo importante entre diversos países sul-americanos, sustentando uma variedade de atividades econômicas e sociais, fundamental para a vida dos moradores locais e para a conservação ambiental da bacia amazônica.

O rio Madeira é dividido em três partes distintas: o Alto Madeira; o Médio Madeira; e o Baixo Madeira, sendo este último o único trecho possível para navegação. Apesar de ser pouco sinuoso, demanda atenção por parte dos navegantes, devido à correnteza vigorosa, que pode atingir uma velocidade média de 3,5 nós durante as cheias e até 6 nós em segmentos específicos dos canais. Além disso, é comum encontrar redemoinhos em certas áreas, bem como troncos de árvores fincados, pedras e outros obstáculos próximos aos canais, além da presença de vegetação à deriva, especialmente entre fevereiro e abril (Costa, 2001).

Conforme o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), a hidrovia HN-117 Rio Madeira se estende por 1.060 quilômetros, partindo de Porto Velho (RO) até a foz, em Itacoatiara (AM). Deste total, cerca de 180 quilômetros estão situados no estado de Rondônia e 876 quilômetros no estado do Amazonas. Ademais, distingue-se como uma importante rota de transporte do Corredor Logístico Norte⁷, sendo considerada a segunda hidrovia mais relevante da região Norte, permanecendo atrás apenas da HN-100 Rio Amazonas. Sua largura varia entre 440 e 10 mil metros, com uma inclinação de apenas 1,7 centímetro ao longo de um curso de água desimpedido, sem a presença de barragens ou quaisquer obstáculos para a navegação (Brasil, 2021).

⁷ Infraestrutura logística integrada para o escoamento da produção agrícola e industrial do Brasil, composta por portos da região Norte, rodovias, ferrovias e hidrovias (Brasil, 2016).

A hidrovia é constituída pela HN-125 Rio Mamoré, que tem origem na Serra de Cochabamba, na Bolívia, e pela HN-126 Rio Guaporé. A partir da junção desses rios, prossegue em direção à HN-124 Rio Abunã e, em seguida, até Porto Velho (RO), onde a hidrovia HN-117 Rio Madeira tem início. Ao longo de sua extensão, atravessa 11 municípios, sendo oito no estado do Amazonas e três no estado de Rondônia (Brasil, 2021).

A região entre Porto Velho e o distrito de Calama apresenta instabilidade e curvas acentuadas, enquanto a baixa inclinação do terreno favorece o acúmulo de sedimentos nas margens, formando extensas áreas periodicamente inundadas, conhecidas como ilhas. Nessa parte do curso, o rio Madeira é caracterizado como um rio de baixa altitude, fruto da sua suave e regular declividade, tornando-o propício para a navegação. No entanto, os principais desafios estão associados à acumulação de sedimentos em pontos específicos ao longo do rio, o que dificulta a acessibilidade em certas áreas e requer a implementação de sinalização e operações de dragagem para manter um canal apropriado para o transporte fluvial de grande porte, essencial para a navegação de embarcações de alta capacidade (Lopes; Magalhães, 2018).

Com o decorrer do estudo, notamos a essencialidade do rio Madeira para o escoamento de cargas e o transporte de passageiros na região Norte. A hidrovia, apesar dos desafios enfrentados, devido à deposição de sedimentos, oferece uma via eficiente de transporte, unindo importantes municípios e contribuindo significativamente para o desenvolvimento da infraestrutura logística da região Norte. Em razão disso, ressalta-se a necessidade de manutenção constante e investimentos contínuos, a fim de implementar melhorias e expandir seu potencial.

O ciclo hidrológico da hidrovia HN-117 Rio Madeira é bem determinado, com períodos de enchentes entre fevereiro e maio, e de vazante entre julho e novembro, com uma vazão média de aproximadamente 22 mil metros cúbicos por segundo. Em função dessas variações, a profundidade do rio muda consideravelmente. Durante as cheias, a hidrovia é influenciada pela HN-100 Rio Amazonas, desencadeando grandes inundações e o aumento da profundidade, que pode chegar a 18 metros. Na estação seca, surgem empecilhos como pedrais, bancos de areia e corredeiras em diversos trechos do rio, elevando os riscos para a navegação e estendendo o tempo de viagem. Apesar das variações no nível da água, a hidrovia permanece navegável no decorrer do ano todo, possibilitando o deslocamento de barcas de carga com até 18 mil toneladas (Brasil, 2021).

O rio Madeira é reconhecido por sua extraordinária biodiversidade, sendo um dos mais ricos do mundo nesse aspecto. Abriga uma vasta quantidade de espécies de peixes e serve como habitat para mamíferos aquáticos que vivem tanto em suas águas quanto nos igapós – áreas próximas ao leito que permanecem alagadas na maior parte do tempo devido ao período de cheias. Além de sua relevância ambiental, o rio é vital para a economia de diversas localidades, por historicamente sustentar o transporte hidroviário, a pesca e o cultivo de inúmeros produtos agrícolas em suas margens (Jabour, 2015).

Em suma, o grandioso rio Madeira se distingue pelas suas características singulares que o tornam um dos rios mais importantes da Amazônia. Suas águas caudalosas percorrem a região florestal, sustentando uma biodiversidade exuberante. Ressalta-se também, sua participação no desenvolvimento socioeconômico das comunidades ribeirinhas, no transporte de mercadorias e para integração regional. Assim, com o transcorrer do estudo, evidenciamos o enorme valor do rio Madeira, não apenas para a região amazônica, mas para todo o território brasileiro.

4.2 A IMPORTÂNCIA DO RIO MADEIRA PARA O PODER MARÍTIMO

A vasta extensão, navegabilidade e conexão do rio Madeira com a bacia amazônica fazem dele uma via estratégica para o transporte de mercadorias e recursos naturais, além de ser imprescindível para a prosperidade do país. Ademais, sua importância ecológica e sua biodiversidade acrescentam um valor inestimável à conservação do meio ambiente e ao desenvolvimento sustentável da Amazônia. Em virtude de suas valorosas características, examinaremos a partir de então, sua importância para o Poder Marítimo brasileiro.

O rio Madeira desempenha uma função primordial para o comércio e integração da região Norte do Brasil, representando uma das mais importantes rotas de escoamento da produção local. A seção do Baixo Madeira atua como uma via para o transporte de pessoas e mercadorias entre os estados de Mato Grosso, Rondônia e Amazonas, e conecta áreas remotas não acessíveis por rodovias dentro desses estados (Jabour, 2015). A hidrovia do rio Madeira foi fundamental para impulsionar o crescimento das comunidades tradicionais na região, desde suas origens, durante o

ciclo da borracha, até os dias atuais, onde a atividade agrícola é fortemente influenciada pela atuação do rio (Lopes; Magalhães, 2018).

A hidrovia HN-117 Rio Madeira destaca-se no escoamento da produção agrícola como, por exemplo, milho, soja e açúcar, provenientes das plantações de Mato Grosso. O trajeto desses grãos culmina no porto de Porto Velho (RO), após percorrer, aproximadamente, 800 quilômetros pela BR-364. Ademais, a hidrovia facilita o transporte de passageiros e cargas com destino aos principais centros da região Centro-Oeste do Brasil (Brasil, 2021). Em 2022, foi transportado um volume de 6.538.079 toneladas, representando 9,2% do total de cargas movimentadas por hidrovias no Brasil, de acordo com informações da Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ) (Brasil, 2023a).

Conforme as informações do Sindicato das Empresas de Navegação Fluvial do Estado do Amazonas (Sindarma), 60% do que Manaus consome é transportado pelo rio Madeira. Anualmente, o rio movimenta 12 milhões de toneladas de produtos: 6 milhões de toneladas de grãos para exportação; aproximadamente 3 milhões de metros cúbicos de combustíveis destinados ao Acre, parte de Mato Grosso e Rondônia; e 3 milhões de toneladas de carga geral (Brasil, 2016). Porto Velho exerce uma função relevante nesse contexto, atuando como um ponto de distribuição: recebe cargas por barcas e as encaminha para seus destinos por meio de caminhões. O mesmo processo ocorre com os equipamentos eletrônicos fabricados em Manaus (AM) e direcionados a São Paulo (SP). A rota entre Porto Velho e Manaus possibilita um intenso comércio, com Porto Velho fornecendo gêneros alimentícios, e Manaus, combustíveis (GLP) e eletrônicos (Jabour, 2015).

O estado de Rondônia é reconhecido como um importante produtor de carne, ocupando a quinta posição no cenário nacional em exportação. Por meio da utilização da hidrovia do rio Madeira, a indústria pecuária de Rondônia atende a mais de 42 países, com ênfase na região do Oriente Médio. Além disso, em 2017, o estado exportou o primeiro contêiner originário da Bolívia, embarcado pelo rio Madeira com destino à Europa. Esse marco histórico fomentou a pretensão de criar um corredor de exportação com uma movimentação inicial estimada em 200 contêineres mensais, contribuindo para a entrada de divisas no país por meio de tarifas portuárias (Urban, 2020). Assim, podemos constatar que o rio Madeira não integra apenas as regiões no interior do Brasil, mas também, outros países do continente sul-americano, favorecendo a expansão de suas relações comerciais e o intercâmbio cultural.

Diversas atividades econômicas se beneficiam do rio Madeira, como a pesca, que pode ocorrer em pequena escala para subsistência ou para fins profissionais, utilizando embarcações menores, muitas vezes operadas em esquemas familiares ou cooperativas. A prática da agricultura familiar é outra atividade predominante, favorecida pelo ciclo de cheias e vazantes do rio, que enriquece o solo ao longo de suas margens, possibilitando o cultivo de culturas como mandioca, milho, banana, cacau, café e arroz (Jabour, 2015). Adicionalmente, o rio Madeira abastece de água o município de Porto Velho, com aproximadamente 460 mil habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), além de atender diversas comunidades menores (Brasil, 2023a).

O complexo hidrelétrico do rio Madeira é composto por duas usinas de grande porte: a Usina Hidrelétrica de Jirau, considerada a quarta maior geradora de energia do Brasil, com capacidade instalada de 3.750 megawatts, suficiente para abastecer cerca de 40 milhões de residências (Jirau, [2024]); e a Usina Hidrelétrica de Santo Antônio, com capacidade instalada de 3.568 megawatts e possibilidade de distribuir energia para diversas regiões do país (Jabour, 2015). Ambas operam no sistema de fio d'água – em que o fluxo de entrada de água é semelhante ao de saída dos reservatórios – e juntas possuem uma potência instalada de 7.318 megawatts, representando 6,7% da capacidade total do Sistema Interligado Nacional (SIN) (Brasil, 2023a).

Diante disso, ao analisarmos as atividades exercidas por intermédio do rio Madeira e os benefícios proporcionados à população, podemos considerá-lo um recurso estratégico valioso para o Brasil. Sua navegabilidade, localização geográfica e potencial energético o tornam um ativo necessário para o desenvolvimento econômico e social da região amazônica. Assim, o rio Madeira não apenas sustenta a economia local, como também amplifica o Poder Marítimo brasileiro, promovendo a integração da Amazônia com as demais regiões do país.

4.3 A SECA E OS IMPACTOS NO PODER MARÍTIMO

A seca do rio Madeira em 2023 representou um evento de extrema gravidade, enfatizando as vulnerabilidades climáticas e ambientais da região amazônica. Esse fenômeno, caracterizado por níveis de água excepcionalmente baixos, apresentou

implicações profundas na biodiversidade, na economia local e na vida das comunidades ribeirinhas. Em razão disso, examinaremos a seguir, os impactos desse fenômeno climático extremo no Poder Marítimo brasileiro, demonstrando a interdependência das mudanças no clima e a sustentabilidade socioeconômica e ambiental na Amazônia.

As temperaturas elevadas registradas na Amazônia foram fundamentais para agravar a seca na maior floresta tropical do mundo, contudo, não se tratando apenas de uma ausência de chuva. Pesquisadores brasileiros já haviam apontado no ano anterior que o fenômeno El Niño não era a causa principal responsável pela seca na região, especialmente no sudoeste da Amazônia. Essa área é diretamente influenciada pelo aquecimento das águas do Atlântico Tropical Norte, que se encontravam aquecidas. (Brasil, 2024b).

A seca histórica na bacia amazônica ocorreu, principalmente, pelas mudanças climáticas resultantes das ações humanas, reduzindo os volumes dos rios a níveis mínimos sem precedentes em mais de 120 anos de medições, além de secar completamente alguns segmentos e afetar rios tributários, impactando a vida de milhões de pessoas na região. Cientistas determinaram que o aquecimento global aumentou em 30 vezes a probabilidade de ocorrência da seca (Brasil, 2024b). Outro fenômeno de grande influência, o El Niño, caracterizado pelo aquecimento atípico das águas superficiais do Oceano Pacífico, influencia o regime de chuvas em diversos locais do mundo. Na Amazônia, promove uma seca mais intensa, por ocasião da redução da umidade e da baixa precipitação, afetando a fauna, a vegetação e as pessoas que dependem dos recursos naturais existentes na região (Ferrante, 2023).

As usinas hidrelétricas também contribuem para a seca no rio Madeira, particularmente, em virtude da decomposição de matéria orgânica em reservatórios instituídos pelas represas, liberando metano na atmosfera. Adicionalmente, o desmatamento resultante à construção das represas, assim como a erosão e a degradação do solo, decorrentes das transformações dos ecossistemas, elevam as emissões de poluentes, intensificando os efeitos negativos das mudanças climáticas (Ferrante, 2023).

O rio Madeira, que atingiu seu nível mais baixo em quase 60 anos, sofreu uma profunda transformação com a construção das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio. Tal fato alterou o curso natural do rio, em virtude de represar a água para a geração de energia. O reservatório retém a água que antes fluía livremente, afetando

profundamente os ecossistemas da região, tanto aquáticos quanto terrestres. O ciclo natural da água foi interrompido, levando a períodos prolongados de seca e diminuindo o volume de água disponível no rio, impactando a biodiversidade e as pessoas que dependem do rio para própria sobrevivência. Ademais, a construção das hidrelétricas resultou em desmatamento em grande escala para a construção de barragens e infraestrutura, atenuando a evapotranspiração, um processo vital para o equilíbrio hídrico da região. A redução da quantidade de árvores liberando água na atmosfera tornou a Amazônia mais suscetível a períodos de seca, ameaçando o delicado equilíbrio do ecossistema (Ferrante, 2023).

Ao pesquisarmos as causas da seca do rio Madeira, constatamos que a origem do problema é resultado de uma combinação de múltiplos fatores. Além de eventos climáticos naturais como o El Niño, o desmatamento em larga escala na Amazônia, a intensificação da atividade agropecuária e a construção de barragens ao longo do rio, outros elementos concorreram para a redução do fluxo hídrico e o agravamento da seca. A interação desses fatores evidencia a vulnerabilidade do rio, impactando negativamente os ecossistemas e as pessoas que dependem de seus recursos, conforme analisaremos posteriormente.

As vazões que chegam aos reservatórios das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio reduziram consideravelmente. Em outubro, até o dia 16, as vazões naturais em Jirau e Santo Antônio atingiram 47% e 49% da média de longo prazo do mês, respectivamente. Esta situação é ainda mais crítica do que em setembro, quando as vazões estavam em 65% e 69%, respectivamente. Em função das baixas vazões, a usina de Santo Antônio interrompeu sua operação de 2 a 16 de outubro por motivo de segurança (Brasil, 2023b).

Na região Norte, a seca prejudicou o transporte de pessoas e cargas, incluindo itens essenciais como alimentos, combustíveis e medicamentos. O abastecimento de várias comunidades foi comprometido, e as atividades econômicas e industriais na Zona Franca de Manaus foram afetadas. A navegação limitada impactou a chegada de insumos e a distribuição de mercadorias. Em Porto Velho, o rio Madeira atingiu níveis mínimos históricos, conforme apresentado na figura 2 (Brasil, 2024a).

A redução no nível do rio Madeira causou sérios prejuízos aos negócios, pelo fato de ser a única via de transporte para escoar a produção entre Porto Velho e Manaus. Em razão da escassez de chuvas e do aumento do risco de acidentes, a navegação noturna foi suspensa, fazendo com que o tempo de viagem, que costuma

ser de quatro dias, se estendesse para oito a dez dias, forçando as embarcações a operarem com metade de sua capacidade normal. A possibilidade de desabastecimento de combustíveis e gás de cozinha gerou preocupações na Federação das Indústrias do Estado de Rondônia (FIERO). A dependência exclusiva do transporte fluvial para o deslocamento entre os dois estados destacou o carência de priorizar a recuperação da BR-319, assegurando sua sustentabilidade, sem comprometer a fauna e a vegetação nativa da região (FIERO, 2023).

Em outubro de 2023, os fluxos naturais do rio Madeira permaneceram 51% abaixo da média para o referido mês. O nível da água em Porto Velho (RO) chegou ao ponto mais baixo já registrado desde 1967, o que motivou a ANA a declarar uma situação crítica de escassez hídrica (Brasil, 2023b). Em seu pior momento, no dia 10 de outubro, quando alcançou 1,20 metro, a seca no rio Madeira causou sérios problemas de abastecimento para diversas comunidades, dificultou o escoamento de produtos e o acesso à água potável (Dantas, 2023). Os habitantes das comunidades ribeirinhas, que contam com a água dos poços amazônicos, testemunharam a escassez da sua única fonte de água limpa. Conforme informações da Companhia de Águas e Esgotos de Rondônia (Caerd), cerca de 15 mil pessoas enfrentaram dificuldade no fornecimento de água nas regiões situadas às margens do rio Madeira (Oliveira, 2023). Como de costume, as populações tradicionais e comunidades que vivem às margens do rio foram as mais afetadas. Elas caminharam mais para conseguir água, lidaram com as adversidades para se alimentar, pois os peixes desapareceram dos leitos dos rios durante a seca, e tiveram mais dificuldades para chegar às cidades, seja para acessar benefícios sociais ou para escoar sua produção, como banana e melancia (Dantas, 2023).

Sucintamente, a pesquisa nos permitiu compreender que a seca no rio Madeira apresentou perdas significativas para o Poder Marítimo, impactando diretamente a navegabilidade e, conseqüentemente, a eficiência do transporte fluvial. Com a diminuição dos níveis de água, restringiu o calado das embarcações, exigindo redução da carga e aumentando os custos operacionais, devido à necessidade intensificada de dragagem. Essa situação comprometeu diretamente a logística na Amazônia e a exportação de *commodities*, ampliando os desafios para a integração regional e o desenvolvimento econômico. Além disso, a seca exacerbou a pressão sobre as comunidades ribeirinhas que dependem do rio para seu sustento e transporte,

realçando a urgência de estratégias de gestão hídrica e políticas de mitigação que conservem o ecossistema e mantenham a funcionalidade vital do rio Madeira para o setor marítimo brasileiro. Com base nisso, pesquisaremos adiante algumas ações empreendidas a curto prazo para amenizar os efeitos da seca e outras a serem consideradas futuramente.

4.4 AÇÕES PARA CONTER OS IMPACTOS CLIMÁTICOS NO RIO MADEIRA

Diante dos desafios impostos pela seca devastadora de 2023 no rio Madeira, a demanda por ações urgentes e efetivas para mitigar os impactos climáticos se tornou imperativa. Este capítulo se propõe a investigar as estratégias adotadas para enfrentar e minimizar as consequências desse evento climático extremo na região. Assim, analisaremos as iniciativas das comunidades locais, órgãos governamentais e entidades ambientais para lidar com os efeitos da seca de 2023.

As autoridades e organizações não governamentais estão se empenhando para confrontar esses desafios. Entre as estratégias encontra-se a dragagem prévia dos rios, a fim de facilitar o fluxo de água e produtos. Essas iniciativas são essenciais para reduzir os prejuízos e aprontar a região para futuras secas, que, de acordo com modelos climáticos, se tornarão mais frequentes e rigorosas (Ingrid, 2024).

Uma das ações constantes no Plano de Contingência da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) para evitar os impactos do fenômeno climático El Niño nos recursos hídricos e reduzir suas consequências nos variados usos da água foi a aprovação da Declaração de situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos no rio Madeira. O propósito principal foi intensificar a supervisão da situação hídrica do rio Madeira, avaliando os efeitos no uso da água e sugerir ações preventivas e mitigatórias. Outro objetivo da Declaração foi apoiar a ANA na definição de diretrizes específicas para a utilização da água e o gerenciamento de reservatórios. A ação também possibilitava que órgãos reguladores e prestadores de serviços de saneamento básico implementassem instrumentos tarifários em situações de crise para cobrir custos adicionais decorrentes da escassez. Outrossim, permitia à ANA definir e supervisionar o cumprimento das regulamentações sobre o uso da água no rio Madeira, sinalizando aos diferentes setores dependentes de recursos hídricos a

necessidade de implementar estratégias de contingência e adotar procedimentos especiais em momentos de escassez (Brasil, 2023a).

Outra medida necessária se refere à restauração da BR-319, que tem sido um tema contestado há bastante tempo, com sua prioridade variando conforme a administração do governo federal em diferentes épocas. A rodovia enfrenta grandes desafios, por motivo de questões ambientais, logísticas e financeiras. Contudo, a reconstrução da BR-319 possibilita a integração socioeconômica entre as regiões Norte e Sul do Brasil, oferecendo um meio eficaz de deslocamento e acesso a suprimentos básicos. Durante os períodos de seca, existe a possibilidade do estado do Amazonas permanecer isolado, em virtude das dificuldades de acesso pelas vias fluviais, causadas pela diminuição do fluxo dos rios. A presença da BR-319 diminui o isolamento das comunidades e apresenta uma opção terrestre viável, promovendo o contínuo escoamento de produtos e o transporte de recursos essenciais. Isso impede cenários de escassez e contribui para a manutenção das operações diárias, como o fornecimento de alimentos e remédios (Bacellar, 2023).

A contenção do desmatamento e da degradação florestal, assegurando a proteção e preservação das áreas designadas, as quais atualmente são vulneráveis à grilagem de terras, garimpo e extração ilegal de madeira, representa a ação mais rápida e eficaz para reduzir os efeitos já manifestos das mudanças climáticas e prevenir cenários desastrosos de perda de resiliência do ecossistema florestal. Essa abordagem, além de reduzir de forma significativa as emissões de gases de efeito estufa, pode atuar como um meio de sequestro de carbono⁸, preservar os benefícios ambientais das florestas e agregar valor aos produtos agrícolas brasileiros (Marengo; Souza Jr., 2018).

Com o intuito de mitigar os impactos das mudanças do clima na Amazônia, é indispensável adotar estratégias de gestão sustentável dos recursos naturais e de adaptação às novas condições climáticas. A implementação de sistemas de monitoramento climático, aliados a políticas públicas eficazes, pode ajudar a prever eventos extremos e minimizar seus danos. Além disso, o fortalecimento das capacidades locais de resposta é necessário para garantir a resiliência das comunidades amazônicas frente às mudanças climáticas (Marengo, 2014).

⁸ Processo de remover o gás carbônico da atmosfera. Na natureza, esse mecanismo é executado durante o crescimento das plantas por meio da fotossíntese e por intermédio da absorção de CO₂ efetuada pelo oceano e pelo solo (Azevedo, [2024b]).

Com base nas informações supracitadas, podemos afirmar que uma resposta efetiva às mudanças climáticas, requer compromissos políticos sólidos, uma administração em vários níveis bem coordenada e estruturas institucionais, legislações, estratégias e políticas claras. Isso implica a definição de metas específicas, disponibilidade de recursos financeiros adequados, coordenação eficaz entre diferentes áreas políticas e inclusão nos processos de governança. Finanças, cooperação global e progresso tecnológico são elementos essenciais para impulsionar a resposta climática. Um aumento substancial no financiamento, tanto para adaptação quanto para mitigação, é imprescindível para atingir com sucesso as metas climáticas.

A nível nacional, a estratégia para enfrentar a mudança climática deve ser integrada às políticas de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Brasil. Entre os desafios contemporâneos, destaca-se a necessidade de descarbonizar as atividades econômicas, a fim de alcançar a neutralidade climática até 2050 (emissão líquida zero de gases de efeito estufa) e proteger nossa população dos eventos climáticos extremos que já são evidentes. Para que essa transição seja justa, do ponto de vista climático, é indispensável envolver as populações mais vulneráveis no debate e nas ações das políticas públicas, considerando os aspectos de moradia, alimentação e renda (Brasil, [2022a]).

A crescente relevância das questões climáticas exige uma maior integração das políticas federais e uma governança que seja cada vez mais eficiente e inclusiva, envolvendo estados, municípios, sociedade civil, pesquisadores e empresas privadas. Exemplos das iniciativas em progresso incluem a reorganização do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima (CIM); a criação de um Plano Clima⁹ para direcionar e fomentar as ações de mitigação e adaptação no Brasil até 2035; o aumento da participação social; a diminuição do desmatamento na floresta amazônica; e o fornecimento de recursos pelo Fundo Clima. Estas medidas visam

⁹ Plano elaborado pelo Brasil para enfrentar as mudanças climáticas até 2035, com duas frentes principais: a Estratégia Nacional de Mitigação, que visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa, combatendo o aquecimento global, e a Estratégia Nacional de Adaptação, que foca em minimizar a fragilidade de cidades e ecossistemas frente às alterações climáticas, fortalecendo a resiliência do país a eventos climáticos extremos (Brasil, [2022a]).

permitir que o Brasil alcance suas metas e lidere o esforço global na COP30¹⁰, que acontecerá em Belém (PA), em 2025 (Brasil, [2022a]).

O governo do Brasil está focado em criar uma governança climática abrangente, que integre a agenda climática em todos os seus ministérios. Ele também está colaborando com estados, municípios e setores produtivos e sociais para cumprir sua Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC)¹¹ e encontrar soluções para a adaptação às mudanças climáticas no país (Brasil, [2022a]).

Enfrentar as mudanças climáticas na região amazônica requer um esforço coletivo e medidas concretas para diminuir os danos ambientais, econômicos e sociais dessa nova perspectiva climática. O aquecimento global contínuo, prevê eventos extremos mais recorrentes e de maior intensidade, como a seca histórica que ocorreu no rio Madeira em 2023. Diante dessa realidade, percebemos a necessidade da cooperação entre governos, instituições, comunidades locais e organizações internacionais, a fim de assegurar a sustentabilidade e resiliência da região, de grande relevância para o equilíbrio ecológico do planeta.

¹⁰ 30ª edição da COP, que em português significa "Conferência das Partes". Trata-se de uma associação que reúne todos os países membros anualmente, durante duas semanas, para analisar a situação das mudanças climáticas no mundo (Filardi, 2022).

¹¹ A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil visa reduzir as emissões de gases de efeito estufa em 48% em comparação aos níveis de 2005 até 2025, com uma meta subsequente de atenuar essas emissões em 53% até 2030. Para atingir esses objetivos, o país compromete-se a ampliar a participação de energia renovável em sua matriz energética para aproximadamente 18% até 2030, reflorestar 12 milhões de hectares, e assegurar que cerca de 45% da sua matriz energética seja composta por bioenergia sustentável até 2030 (Brasil, [2022b]).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Poder Marítimo constitui um elemento imprescindível na projeção de influência do Brasil, conferindo-lhe vantagens estratégicas, econômicas e políticas de grande envergadura. Portanto, as mudanças climáticas, com seus impactos cada vez mais severos e frequentes, representam um grande desafio para a manutenção e desenvolvimento do país. A seca histórica no rio Madeira em 2023 exemplifica a vulnerabilidade das infraestruturas marítimas brasileiras e evidencia a premente necessidade de uma abordagem integrada para mitigação e adaptação climática. A cooperação entre diferentes níveis dos setores público e privado revela-se primordial para a implementação de políticas efetivas de gestão hídrica e preservação ambiental, assegurando a sustentabilidade dos recursos naturais. A capacidade de resiliência do Poder Marítimo brasileiro dependerá do compromisso contínuo com estratégias de longo prazo que considerem os efeitos das mudanças climáticas, permitindo assim, a salvaguarda dos interesses nacionais e o desenvolvimento socioeconômico sustentável.

A pesquisa revela que a seca histórica no rio Madeira em 2023 apresentou consequências profundas. A redução dos níveis de água impactou diretamente a navegabilidade do rio, limitando o calado das embarcações e, conseqüentemente, a carga transportada. Isso desencadeou um aumento significativo nos custos operacionais, uma vez que foi necessária uma dragagem mais intensiva para manter as rotas navegáveis. A logística na Amazônia foi severamente comprometida, afetando a exportação de *commodities* e ampliando os desafios para a integração regional e o desenvolvimento econômico.

Além dos impactos econômicos, a seca exacerbou a pressão sobre as comunidades ribeirinhas que necessitam do rio para subsistência e transporte. A situação ressaltou a urgência de implementar estratégias de gestão hídrica eficazes e políticas públicas que preservem o ecossistema e mantenham a funcionalidade vital do rio Madeira para o setor marítimo brasileiro. O estudo destaca a necessidade de investimentos em infraestruturas resilientes e ações coordenadas para salvaguardar as atividades marítimas e fluviais, essenciais para o crescimento do país.

Ressalta-se ainda, a premência de intensificar as iniciativas em progresso e implementar as estratégias recomendadas para mitigar os impactos das mudanças climáticas no rio Madeira. Algumas ações já estão sendo realizadas pelas autoridades

competentes como, por exemplo, os esforços de dragagem antecipada e os planos de contingência para lidar com eventos climáticos extremos futuros. Adicionalmente, a criação de um Plano Clima e a reorganização do Comitê Interministerial sobre Mudança do Clima são medidas que visam fortalecer a resposta climática do Brasil até 2035. Essas iniciativas são indispensáveis para atenuar os impactos e preparar a região para as próximas secas que, conforme as projeções climáticas, podem se tornar mais constantes e severas.

O estudo enfatiza, também, a importância de integrar a estratégia de enfrentamento às mudanças climáticas nas políticas de desenvolvimento econômico, social e ambiental do Brasil. A descarbonização das atividades econômicas e a segurança da população contra eventos climáticos extremos são desafios contemporâneos que demandam um esforço coletivo e a participação ativa da população. A inclusão social e a justiça climática são aspectos fundamentais para garantir que a transição para uma economia neutra em carbono seja equitativa e beneficie todas as camadas da sociedade.

Em síntese, este trabalho reafirma a necessidade de uma cooperação global e um aumento considerável no financiamento para adaptação e mitigação climática. A participação do Brasil em fóruns internacionais demonstra o compromisso com os esforços na luta contra as mudanças climáticas. As ações empreendidas pelo Brasil podem servir de modelo para outras nações, destacando a importância de uma atitude política sólida, uma administração bem coordenada e estruturas institucionais robustas para se contrapor a essas ameaças.

Por fim, a pesquisa conclui que enfrentar os eventos climáticos extremos na região amazônica requer uma abordagem integrada e multidimensional, com a colaboração de toda a comunidade internacional. No contexto do Poder Marítimo brasileiro, a preservação dos recursos hídricos e a adaptação às novas realidades climáticas são preocupações reais a serem solucionadas, a fim de assegurar a continuidade do desenvolvimento econômico e a qualidade de vida das pessoas que dependem do rio Madeira e de outros recursos naturais da Amazônia.

REFERÊNCIAS

ARTAXO, P. Dossiê clima: mudanças climáticas e o Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n.103, 2014.

AZEVEDO, J. **El Niño**: o que é, como ocorre e consequências. Ecycle, [2024a]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/el-nino/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

AZEVEDO, J. **O que é sequestro de carbono?** Ecycle, [2024b]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/sequestro-de-carbono/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

AZEVEDO, J. **O que é sumidouro de carbono e para que serve** Ecycle, [2024c]. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/sumidouro-de-carbono/> Acesso em: 10 abr. 2024.

BACELLAR, C. BR-319: a artéria vital da integração nacional e o desenvolvimento sustentável do Amazonas. **Portal Amazônia**, 2023. Disponível em: <https://portalamazonia.com/amazonia-ameaca-ou-oportunidade/br-319-a-artéria-vital-da-integracao-nacional-e-o-desenvolvimento-sustentavel-do-amazonas/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **ANA declara situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos no rio Madeira (RO/AM)**. Brasília, DF: ANA, 2023a. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/ana-declara-situacao-critica-de-escassez-quantitativa-dos-recursos-hidricos-no-rio-madeira-ro-am>. Acesso em: 11 mai. 2024.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023**: informe anual. Brasília, DF: ANA, 2024a.

BRASIL. Centro de Estudos e Debates Estratégicos. **Arco Norte**: um desafio logístico. Brasília, DF: Ed. Câmara, 2016.

BRASIL. Confederação Nacional do Transporte. **Aspectos gerais da navegação interior no brasil**. Brasília, DF: CNT, 2019.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Hidrovia do Madeira**. Brasília, DF: DNIT, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/old/hidrovia-do-madeira>. Acesso em: 25 mai. 2024.

BRASIL. Instituto Nacional de Meteorologia. **Painel El Niño 2023-2024**: boletim mensal n. 02. Brasília, DF: INMET, 2023b.

BRASIL. Marinha do Brasil. **Fundamentos doutrinários da Marinha (FDM)**. Brasília, DF: Estado-Maior da Armada, 2023c.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Seca histórica na Amazônia 2023 foi 30 vezes mais provável devido à mudança do clima**. Brasília, DF: MCTI, 2024b. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o->

mcti/noticias/2024/01/seca-historica-na-amazonia-2023-foi-30-vezes-mais-provavel-devido-a-mudanca-do-clima. Acesso em: 21 abr. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **O Brasil no enfrentamento à mudança do clima**. Brasília, DF: MMA, [2022a]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima>. Acesso em: 23 jun. 2024.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **NDC – a ambição climática do Brasil**. Brasília, DF: MMA, [2022b]. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/mudanca-do-clima/NDC>. Acesso em: 23 jun. 2024.

BRITO; J. I. B.; LIBERATO, A. M. Influência de mudanças climáticas no balanço hídrico da amazônia ocidental. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, n. 03, p. 170-180, 2010.

COMMODITY. *In*: **Dicio**: dicionário online de português. Porto: 7Graus, 2024. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/commodity/>. Acesso em: 10 jun. 2024.

COSTA, L. S. S. **As hidrovias interiores no brasil**. 2 ed. Rio de Janeiro: FEMAR, 2001.

DANTAS, J. E. **Rio Madeira em agonia**. [S.l.]: Greenpeace Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/rio-madeira-em-agonia/>. Acesso em: 11 jul. 2024.

EUA. National Centers for Environmental Information. **Annual 2023 Global Climate Report**. EUA: NCEI, 2024. Disponível em: <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202313>. Acesso em: 22 jul. 2024.

FERRANTE, L. Seca na Amazônia: Entenda as causas e a necessidade de um plano de ação imediato para salvar o bioma. **The Conversation**, 2023. Disponível em: <https://theconversation.com/seca-na-amazonia-entenda-as-causas-e-a-necessidade-de-um-plano-de-acao-imediato-para-salvar-o-bioma-215553>. Acesso em: 25 abr. 2024.

FIERO. **Seca do Madeira reacende a necessidade de diálogo sobre a recuperação da BR-319**. Porto Velho: FIERO, 2023. Disponível em: <https://portal.fiero.org.br/imprensa/noticia/2023/10/noticia-sistema-fiero/1146>. Acesso em: 13 jun. 2024.

FILARDI, I. Entenda o significado da sigla COP e saiba o que esperar da cúpula sobre o clima. **CNN Brasil**, 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/entenda-o-significado-da-sigla-cop-e-saiba-o-que-esperar-da-cupula-sobre-o-clima/>. Acesso em: 14 jun. 2024.

FORTUNA, H. G. O poder marítimo como projeção do poder nacional. **Revista da Escola Superior de Guerra**, Rio de Janeiro, ano VIII, n.23, 1992.

INGRID. Secas severas no norte do Brasil: O impacto das mudanças climáticas. **Monitor do Mercado**, 2024. Disponível em: <https://monitordomercado.com.br/noticias/97135-secas-severas-no-norte-do-brasil-o-impacto-das-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 12 mai. 2024.

IPCC. **Mudança do clima e terra**: sumário para formuladores de políticas. Tradução: Mariane Rocha de Oliveira. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2020.

IPCC. **Mudança do clima 2023**: relatório síntese. Tradução: SJR Assessoria e Tradução LTDA. Brasília, DF: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação, 2023.

JABUR, M. A. **Saiba mais**: rio Madeira. Porto Velho: Santo Antônio Energia, 2015.

JIRAU ENERGIA. **A estrutura da usina hidrelétrica Jirau**. Porto Velho: Jirau Energia, [2024]. Disponível em: <https://www.jirauenergia.com.br/conheca-a-uhe/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

LOPES, I. M. O.; MAGALHÃES, M. T. Q. Hidrovia do Rio Madeira como indutor de desenvolvimento microrregional das comunidades tradicionais do Baixo Madeira em Porto Velho. **Paranoá**, Brasília, DF, n. 22, p. 143-158, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.18830/issn.1679-0944.n22.2018.10>.

MARENGO, J. A.; SOUZA JR., C. **Mudanças climáticas**: impactos e cenários para a Amazônia. São Paulo, 2018.

MARENGO, J. A. O futuro clima do Brasil. **Revista USP**, São Paulo, n. 103, p. 25-32, 2014.

MATO GROSSO. Ministério Público do Estado de Mato Grosso. **Análise detalhada da NASA revela o futuro climático da Terra e da Amazônia — e ele não é nada bom**. Mato Grosso: MPMT, 2024. Disponível em: <https://www.mpmt.mp.br/conteudo/731/137530/analise-detalhada-da-nasa-revela-o-futuro-climatico-da-terra-e-da-amazonia--e-ele-nao-e-nada-bom>. Acesso em: 15 mai. 2024.

NOBRE, C. A.; SALAZAR, L.; SAMPAIO, G. Mudanças climáticas e Amazônia. **SBPC Notícias**, São Paulo, vol. 59, n.3, 2007. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300012. Acesso em: 12 jun.2024.

OLIVEIRA, D. Seca histórica: o retrato da estiagem no rio Madeira. **Portal Amazônia**, 2023. Disponível em: <https://portalamazonia.com/meio-ambiente/seca-historica-o-retrato-da-estiagem-no-rio-madeira/>. Acesso em: 12 mai. 2024.

ONU. **Causas e efeitos das mudanças climáticas**. [S.I.]: ONU, [2024]. Disponível em: <https://www.un.org/pt/climatechange/science/causes-effects-climate-change>. Acesso em: 5 mai. 2024.

SANTO ANTÔNIO ENERGIA. **Usina em números**. Porto Velho: Santo Antônio Energia, [2024]. Disponível em: <https://www.santoantonioenergia.com.br/energia-3/usina-em-numeros/>. Acesso em: 13 jun. 2024.

SANTOS, T. (org.). **Economia do mar e poder marítimo**. Rio de Janeiro: Ed. Alpheratz, 2021.

TILL, G. Poder Marítimo: questões relevantes e desafios. **Revista da Escola de Guerra Naval**, Rio de Janeiro, v. 7, 2006.

URBAN; A. A. **A importância das hidrovias brasileiras como fator de força para a política marítima brasileira**: as hidrovias da Amazônia e do Tocantins-Araguaia, como fatores de integração do Centro-Oeste brasileiro às cadeias produtivas mundiais. 2020. Tese (Curso de Política e Estratégia Marítimas) - Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2020.

WWF. **As Mudanças Climáticas**. [Brasília, DF]: WWF, [2024a]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/clima/mudancas_climaticas2/. Acesso em: 20 mai. 2024.

WWF. **[O que é camada de ozônio?]**. [Brasília, DF]: WWF, [2024b]. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/camada_ozonio/. Acesso em: 20 mai. 2024.

ANEXO A

Figura 1 – Mapa hídrico do rio Madeira



Fonte: Escola e educação, 2019. Disponível em: <https://escolaeducacao.com.br/rio-madeira/>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ANEXO B

Figura 2 – Seca afeta navegação no rio Madeira



Fonte: Climainfo, 2023. Disponível em: <https://climainfo.org.br/2023/09/24/seca-afeta-navegacao-na-amazonia-e-faz-rio-madeira-ter-baixa-historica/>. Acesso em: 10 jul. 2024