

ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL E SECAS NO AMAZONAS

Cezar Luiz Bandiera

Graduado em Ciências Jurídicas e Sociais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Doutor em Direito Constitucional (DINTER) pela Universidade de Fortaleza/CIESA.

Desembargador do Tribunal de Justiça do Amazonas (TJAM)

FLOODS IN RIO GRANDE DO SUL AND DROUGHTS IN AMAZONAS.

Sumário: Introdução. 1 Relações do Rio Grande do Sul com o Amazonas. 2 As secas no Estado do Amazonas: histórico. 3 Gerenciamento de Crises no Amazonas e Necessidade de Infraestrutura Adequada. 4 Viabilidade de barragens, poços de água potável e lagoas. 5 Desastres ambientais e gestão da coisa pública no Estado do Rio Grande do Sul. 6 Dos modelos de manejo das águas. 7 Enchentes no Rio Grande do Sul: uma tragédia que se repete. 8 A tragédia da ação humana. 9 A possibilidade de modificação do clima pela ação humana. 10 A possibilidade de mudança das condições do planeta e da humanidade. 11 A atuação do Ministério Público na prevenção e mitigação de desastres naturais. 12 Conclusão. Referências.

Resumo

Este artigo explora as relações entre o Amazonas e o Rio Grande do Sul, em face dos eventos climáticos extremos que afetaram essas regiões em 2023 e 2024, respectivamente. Discute as causas e as consequências das secas no Amazonas e das enchentes no Rio Grande do Sul, focando nas mudanças climáticas e na ação humana como fatores determinantes. O texto também aborda a fragilidade do equilíbrio planetário e a possibilidade de modificações climáticas provocadas pela

ação humana e pelas características únicas do planeta no cosmos. Ainda, enfatiza a necessidade de infraestrutura adequada para mitigar os efeitos desses eventos drásticos e destaca a importância de sistemas de alerta e manejo de recursos hídricos. Por fim, o artigo irá explorar as formas de atuação do Ministério Público, dada sua competência constitucional para intervenção e a possibilidade de minorar os efeitos dos eventos climáticos extremos.

Palavras-chave: Rio Grande do Sul; Amazonas; mudanças climáticas; ação humana; Ministério Público.

Abstract

This article explores the relationships between Amazonas and Rio Grande do Sul, in the face of extreme climate events that affected these regions in 2023 and 2024, respectively. Discusses the causes and consequences of droughts in Amazonas and floods in Rio Grande do Sul, focusing on climate change and human action as determining factors. The text also addresses the fragility of planetary balance and the possibility of climate changes caused by human action and the unique characteristics of the planet in the cosmos. Furthermore, it emphasizes the need for adequate infrastructure to mitigate the effects of these drastic events and highlights the importance of warning systems and water resources management. Finally, this article will explore the ways in which the Public Prosecutor's Office operates, given its constitutional competence to intervene and the possibility of mitigating the effects of extreme weather events.

Keywords: *Rio Grande do Sul; Amazonas; climate change; human action; Public Prosecutor's Office.*

INTRODUÇÃO

O Brasil, um país de dimensões continentais e grande diversidade climática, é frequentemente palco de eventos naturais extremos que refletem a complexidade das interações entre o ambiente e a ação humana. Em 2023, o Estado do Amazonas enfrentou a maior seca já registrada, com rios, igarapés e afluentes secando a níveis críticos. No ano seguinte, em maio de 2024, o Rio Grande do Sul foi severamente impactado por enchentes devastadoras, resultantes de chuvas torrenciais que ultrapassaram em muito a média histórica para o período. Esses eventos, embora geograficamente distantes, estão ligados por uma série de fatores que talvez envolvam mudanças climáticas globais e, principalmente, atividades humanas locais.

Este artigo visa explorar as conexões entre essas duas regiões brasileiras, analisando as causas subjacentes às secas no Amazonas e às enchentes no Rio Grande do Sul. Além disso, discute-se a influência das possíveis mudanças climáticas, a intervenção humana no ambiente e a fragilidade do equilíbrio natural do planeta. Ao abordar essas questões, o texto destaca a necessidade urgente de ações de prevenção, mitigação

e gerenciamento permanente, incluindo investimentos em infraestrutura e sistemas de alerta precoce, para minimizar os impactos desses desastres naturais nas populações locais.

A metodologia do trabalho baseia-se em uma abordagem qualitativa, com o intuito de analisar as causas e consequências dos eventos climáticos extremos que afetaram o Amazonas e o Rio Grande do Sul em 2023 e 2024, respectivamente. Para isso, foram realizadas pesquisas bibliográficas e documentais, utilizando-se de fontes acadêmicas, relatórios institucionais e notícias relevantes para contextualizar e compreender os fenômenos. A análise comparativa entre as secas no Amazonas e as enchentes no Rio Grande do Sul foi conduzida por meio da revisão de literatura existente sobre mudanças climáticas, ação humana no meio ambiente e gestão de recursos hídricos. Além disso, o trabalho considerou dados históricos e recentes sobre os impactos ambientais e sociais nesses estados, destacando as intervenções do Ministério Público na mitigação dos efeitos dos desastres naturais.

A investigação apresentada aqui busca oferecer uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas climáticas no Brasil e promover um debate sobre as medidas necessárias para enfrentar os desafios

ambientais futuros.

Ainda, analisa-se a proposta de intervenção do Ministério Público (MP), em razão de sua competência constitucional para atuação no combate e mitigação de danos ambientais, prevenindo e fiscalizando as ações do Poder Público, bem como reprimindo e buscando reparação pelos danos efetivamente ocorridos.

Ao adotar uma abordagem holística que combine ciência, tecnologia, políticas públicas e participação social, o MP pode contribuir significativamente para a resiliência das comunidades frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e outros fatores ambientais. A prevenção e mitigação de desastres naturais não são apenas uma questão de resposta emergencial, mas de planejamento e adaptação contínuos para um mundo em constante transformação, como será abordado a seguir.

1 RELAÇÕES DO RIO GRANDE DO SUL COM O AMAZONAS

As regiões dos Estados estão situadas no mesmo planeta, nos extremos do mesmo país: o Brasil, situado na América do Sul, em zonas tropicais diferentes: Amazonas, na Zona Equatorial e Rio Grande do Sul, na Zona Subtropical (IBGE, 2024). Todavia, essas duas

unidades da Federação têm muito em comum.

No ano de 2023, o Amazonas vivenciou a maior vazante até então registrada (Andrade, 2024), chegando a secar muitos dos seus milhares de rios, furos e igarapés.

Qual a causa? Muitas teorias são postas, especialmente a do momento: “as mudanças climáticas”. Agora, em maio de 2024, enfrentou o Rio Grande do Sul o que se diz ser a sua maior e mais devastadora cheia, ocasionada por chuvas muito acima da média para o período, com rios transbordando a ponto de destruir cidades inteiras. Com dezenas de pessoas mortas e desaparecidas (Santos, 2024), a capital do Estado inundada, seu único aeroporto também, ficando fora de operação por muitos meses, trata-se de uma verdadeira tragédia.

As imagens dramáticas trazem muitas informações de imediato. Indicam uma extraordinária negligência dos responsáveis pela prevenção dessa espécie de desastre. Qual a causa apontada do evento? Novamente as “mudanças climáticas”, sem muitas considerações técnicas.

Parece não haver outras explicações mais minuciosas e científicas. Talvez estejamos com uma visão simplista, cômoda e imediata para algo que tem

sido problema pelo mundo afora e é recorrente no Rio Grande do Sul.

A ação do homem sobre o planeta com a emissão de gases de efeito estufa pode não ser a única causa, nem a principal do evento climático ocorrido no Rio Grande do Sul (Gandra, 2024).

Deve ser lembrado que o frágil planeta em constante movimento certamente tem um equilíbrio próprio de pesos e forças, isso pode ser alterado por ações humanas como a construção de barragens de dimensões gigantes, obras de engenharia, transposição de cursos d'água, alteração de regime de chuvas com bombardeio de nuvens, abertura de canais de comunicação de mares, oceanos, perfurações na crosta terrestre etc. Inúmeras modificações do ambiente natural (NSF, 1965).

Inclusive, como se verá adiante, há um paralelismo entre as tragédias: a questão do manejo das águas, pois enquanto no Amazonas é preciso reter e armazenar, no Rio Grande do Sul trata-se do problema de escoamento das águas. Diante disso, tem-se que os episódios climáticos podem ser esporádicos, mas apenas o descaso dos administradores públicos é permanente.

2 AS SECAS NO ESTADO DO AMAZONAS: HISTÓRICO

O Amazonas tem experimentado secas severas ao longo das últimas décadas, cada uma trazendo desafios únicos e impactos significativos. Um dos episódios mais críticos foi a seca de 2005, que afetou aproximadamente 700 mil quilômetros quadrados de floresta no Sudoeste do Amazonas, segundo dados da NASA (Globo Natureza, 2013). Outra seca marcante ocorreu em 2010, quando o Rio Negro, em Manaus, registrou uma cota de apenas 13,63 metros, considerada a maior seca em cem anos (Aguiarda, 2023). Recentemente, a seca de 2023 se destacou como uma das mais severas da história, afetando todas as 62 cidades do Amazonas e impactando mais de 600 mil pessoas (Aguiarda, 2023).

Com a baixa das águas vivenciada pelo Estado do Amazonas, foram revelados desenhos rupestres num nível extremamente baixo de águas próximo a Manaus (Farias, 2023), a indicar de forma bastante segura que, em tempos passados, o terreno e o curso d'água chegou em algum outro momento da história ao nível de 2023. Isto, se em tempos antigos, não era aquele o nível permanente e usual do rio, não existindo elementos para comprovar essa tese, mas apenas a prova do nível das

águas em tempos passados.

Inclusive, o problema das secas na Região Norte sempre teve seu caráter vinculado às falhas de gestão da Administração Pública. Nesse sentido, ainda em 1909, o escritor Bento Aranha denunciava no então *Jornal do Commercio* (Edição n.º 1.808, 1909):

Na Amazônia, o altruísmo dos humanitários promotores de quermesses, bandos precatórios e subscrições a favor das vítimas da inundação de Campos, da seca do Ceará e do terremoto de Ribatejo, toda vez que seja necessário, como nas emergências atuais, recorrer à eles, para acudir a desgraça causada pela enchente do rio à sua população, deixaram de ouvir o clamor das vítimas, para que, a seu bel talante, o governo do município vexa a miséria, como pretendia a superintendência de Parintins, criando o imposto de 5.000 rs. sobre cada boi, dos que foram salvos da fúria da enchente do Amazonas. É o cúmulo! (Pinheiro, 2022, p. 246)

É dizer, secas e inundações na região Norte, antes de serem um problema ambiental, já se apresentava como tragédia decorrente da condição e intervenção humana, tanto na parte administrativa, como nas questões referentes à ocupação populacional.

Nesse sentido, continua Bento Aranha (Pinheiro, 2022, p. 246):

O Rio Amazonas, que só registrava as suas grandes enchentes em períodos de 20 a 20 anos, assim como das suas máximas baixantes, de 25 a 25 anos; a contar dos primeiros anos do presente século, aquelas têm sido descomunais e desoladoras, principalmente para os numerosos habitantes das planícies alagadiças ou várzeas que o orlam. Estas, invadidas pelas águas que transbordam o álveo do gigante rio, ficam abaixo do nível dele, de $\frac{1}{2}$ a 3 metros, e dessa sorte, transformadas em vastíssimos lagos! A desolação dos seus habitantes torna-se aflitiva e contristadora diante do terror que lhes inspira a inundação. As habitações, conforme o crescimento das águas, vão se submergindo aos poucos, até as bandeiras das portas e janelas, ficando os moradores na difícil contingência de uns insulares, sobre frágeis jiraus de paxiúba, construídos à pressa ao lado de suas casas alagadas. À beira e abaixo dos telhados, os pobres moradores amaram as montarias de que se servem, para qualquer eventualidade ou busca de recursos necessários à subsistência

É relevante recordar, estas populações estavam em grande crescimento na região no período (1900-1910), diante do *boom* migratório de habitantes da região nordestina para a região amazônica. Corroborando esse aumento populacional, temos a descrição do professor Celso Furtado (2005, p. 131-132):

Além da grande corrente migratória de origem européia para a região cafeeira, o Brasil conheceu no último quartel do século XIX e primeiro decênio do XX um outro grande movimento de população: da região nordestina para a amazônica. A economia amazônica entrara em decadência desde fins do século XVII. Desorganizado o engenhoso sistema de exploração

da mão-de-obra indígena estruturado pelos jesuítas, a imensa região reverteu a um estado de letargia econômica. Em pequena zona do Pará se desenvolveu uma agricultura de exportação que seguiu de perto a evolução da maranhense, com a qual estivera integrada comercialmente através dos negócios da companhia de comércio criada na época de Pombal. (Furtado, 2005, p. 131-132)

3 GERENCIAMENTO DE CRISES NO AMAZONAS E NECESSIDADE DE INFRAESTRUTURA ADEQUADA

A resposta às secas no Amazonas deve envolver múltiplas frentes de gerenciamento de crises. A Defesa Civil do Estado desempenha um papel crucial, monitorando as condições climáticas e emitindo alertas para as comunidades afetadas (Defesa Civil do Amazonas, 2024).

Durante a seca de 2023, o governo estadual declarou estado de emergência em várias cidades, mobilizando recursos para fornecer água potável, alimentos e medicamentos às populações mais afetadas (Folha de São Paulo, 2023). Nesse panorama, a cooperação entre organizações governamentais e não governamentais, como a Aliança Amazônia Clima, tem sido essencial para mitigar os impactos da crise. (Fundação Amazônia Sustentável, 2023)

Ademais, a falta de infraestrutura adequada

exacerba os efeitos das secas na região amazônica. As comunidades ribeirinhas frequentemente enfrentam dificuldades no acesso à água potável e ao saneamento básico. A ausência de sistemas de irrigação eficientes prejudica a agricultura local (Governo do Amazonas, 2023).

Nesse contexto, uma das propostas de intervenção a destacar é o desenvolvimento de sistemas de detecção precoce. A implementação dessa medida é essencial para mitigar os impactos das secas no Amazonas. Esses sistemas utilizam tecnologias avançadas de monitoramento climático, como: satélites, sensores de umidade do solo e estações meteorológicas para prever condições de seca (Cruz, 2023).

A utilização de dados meteorológicos históricos e modelos de previsão climática permite que esses sistemas emitam alertas antecipados sobre a iminente falta de água. Essa informação é crucial para que as autoridades e comunidades locais possam tomar medidas preventivas, como a conservação de água e a preparação para a distribuição de recursos de emergência.

Registre-se, a eficácia dos sistemas de notificação prévia depende da comunicação eficiente entre as

autoridades e as comunidades. Isso inclui a criação de canais de comunicação claros e acessíveis: aplicativos móveis, mensagens SMS e anúncios de rádio, para disseminar os alertas. A educação e o treinamento das comunidades sobre como reagir aos alertas também são vitais para garantir que as informações sejam compreendidas e utilizadas de maneira eficaz. A implementação de sistemas de monitoramento antecipado não só ajuda a salvar vidas, mas também minimiza os danos econômicos e sociais causados pelas secas, proporcionando um tempo precioso para a preparação e resposta (Bacellar, 2023).

Enquanto a falta de reservatórios e sistemas de armazenamento de água tornam as comunidades vulneráveis durante os períodos de seca, investimentos em infraestrutura hídrica, como poços e lagoas, essenciais para garantir a resiliência das populações locais frente às secas severas, não são realizados.

Poços de água potável podem ser perfurados para fornecer acesso contínuo à água subterrânea, especialmente em áreas onde a superfície dos rios e lagos seca. Esses poços são vitais para as comunidades ribeirinhas que dependem da água do rio para todas as suas necessidades diárias (Bacellar, 2023).

Ainda, lagoas e reservatórios artificiais também podem ser criados para armazenar água da chuva. Essas lagoas servem como fontes de água de emergência e ajudam a manter a biodiversidade local, fornecendo *habitats* para a vida selvagem durante períodos de seca. A construção e manutenção dessa infraestrutura requer investimentos substanciais e planejamento cuidadoso para garantir a sustentabilidade e eficiência. No entanto, os benefícios a longo prazo, como a segurança hídrica e a resiliência às mudanças climáticas, justificam plenamente esses custos (Cruz, 2023).

Não obstante, também é essencial o investimento em Programas de Educação e Conscientização capazes de ensinar práticas de conservação da água e manejo sustentável dos recursos naturais. Esses programas devem focar na preparação para emergências. Educar a população sobre técnicas de conservação, como: o uso eficiente da água, reciclagem de água e agricultura sustentável, pode reduzir significativamente seu consumo e minimizar os impactos das secas. Além disso, esses programas podem ensinar as comunidades a identificar sinais de seca iminente e a reagir adequadamente aos alertas emitidos pelos sistemas de alerta precoce (Fundação Amazônia Sustentável, 2023).

Vale ressaltar, desenvolver e promover técnicas de agricultura conservacionista é uma estratégia eficaz para mitigar os impactos das secas. A agricultura de baixo impacto envolve práticas que usam menos água e são mais resistentes às condições adversas, como a agrofloresta e o cultivo de plantas nativas adaptadas ao clima local. Essas técnicas ajudam a manter a produtividade agrícola mesmo em condições inapropriadas, garantindo a segurança alimentar das comunidades. Além disso, a agroecologia contribui para a preservação dos solos e a redução da erosão, melhorando a tenacidade ambiental da região (Fundação Amazônia Sustentável, 2023).

Importa frisar, a promoção da agricultura regenerativa pode ser apoiada por políticas públicas de incentivo aos agricultores para adoção dessas práticas. **Isso pode incluir** subsídios para a implementação de tecnologias de irrigação eficiente, programas de treinamento para agricultores e apoio técnico para a transição para práticas sustentáveis (Lamas, 2024). A colaboração entre governos, organizações não governamentais e o setor privado é crucial para o sucesso dessas iniciativas.

Por fim, estabelecer parcerias público-privadas

(PPP) é uma abordagem estratégica para financiar e implementar projetos de infraestrutura hídrica e de mitigação de desastres. As PPPs permitem que os governos alavanquem recursos e *expertise* do setor privado para desenvolver soluções inovadoras e eficientes (Di Pietro, 2022).

No contexto das secas no Amazonas, essas parcerias podem ser usadas para construir e manter barragens, poços de água potável e sistemas de irrigação. As PPPs também podem ajudar, em razão de suas características jurídicas (Di Pietro, 2022), a financiar programas como os já mencionados anteriormente, referentes à educação e conscientização, bem como a implementação de sistemas de vigilância precoce.

Além do financiamento, as PPPs trazem benefícios adicionais, como a transferência de conhecimento e tecnologia, que podem melhorar a capacidade de resposta do governo a crises hídricas. As empresas privadas podem oferecer soluções tecnológicas avançadas para monitoramento climático, gestão de recursos hídricos e construção de infraestrutura. A colaboração entre o setor público e privado também pode incentivar a inovação e a eficiência na execução dos projetos, garantindo a sustentabilidade e adaptação das medidas às necessidades locais.

4 VIABILIDADE DE BARRAGENS, POÇOS DE ÁGUA POTÁVEL E LAGOAS

A construção de barragens e a escavação de poços e lagoas são soluções viáveis e necessárias para enfrentar as secas no Amazonas. Estamos sob um dos maiores aquíferos do planeta. Poços de água potável podem garantir o acesso contínuo à água para as comunidades ribeirinhas, enquanto lagoas podem servir como reservatórios naturais para coletar e armazenar água da chuva (Lopes, 2024). Essas intervenções exigem planejamento cuidadoso e investimento substancial, mas são essenciais para aumentar a resiliência das comunidades frente às mudanças climáticas.

Nesse sentido, a implementação dessas propostas não só ajudará a mitigar os impactos das secas futuras, mas também promoverá um desenvolvimento mais sustentável e robusto para as populações do Amazonas.

5 DESASTRES AMBIENTAIS E GESTÃO DA COISA PÚBLICA NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Quanto ao Estado do Rio Grande do Sul, vários paralelos podem ser traçados, inclusive ao aspecto de propostas de intervenção e gestão pública das águas.

Certamente, o mais grave nessa tragédia que

se abateu sobre o Rio Grande do Sul não é apenas o extraordinário custo de reconstrução, a necessidade de realocar cidades e não mais ocupar áreas baixas de várzea, mas sim o trauma individual e coletivo das pessoas. O medo, a insegurança e a falta de perspectivas devido à perda de memórias, valores e, sobretudo, de parentes e amigos, são aspectos que intensificam a gravidade da situação, as construções de identidades de vida, e afetam toda uma geração que se perderá.

Assim sendo, a tragédia ambiental também expõe a forma como os governos estaduais e municipais têm atuado ao longo dos anos.

A Grande Porto Alegre é uma região baixa, com vários pontos que são áreas de banhado, cuja expressão maior é a zona do aeroporto Salgado Filho e o bairro Anchieta, o qual se estende até a cidade de Canoas por grande parte deste Município (Campos, 2024).

Há de ser registrado que desde a chegada dos imigrantes alemães ao Brasil a partir de 1824, no Rio de Janeiro, no navio *Argus*, a primeira leva de estrangeiros, uma parte foi dirigida a Nova Friburgo e outra conduzida para onde está situado o Município de São Leopoldo, à margem do Vale do Rio dos Sinos. Sendo alocados nas áreas baixas e planícies, com banhados e uma boa

bacia hidrográfica, a exploração da região intensificou-se gradualmente. Isso levou à remoção da vegetação, iniciando um silencioso processo de erosão dos terrenos e ao consequente assoreamento dos cursos d'água, os quais desembocam no Lago Guaíba, também assoreado pelo Rio Jacuí (Veiga, 2024).

Dessa forma, esses sedimentos depositados nos rios da bacia hidrográfica foram levados ao Lago Guaíba e à Lagoa dos Patos, ao longo de um século e contribuíram significativamente para a tragédia da enchente de 1941 e outras menores subsequentes, culminando na grande tragédia de maio de 2024.

Embora tenham sido realizadas obras de prevenção e contenção de enchentes entre 1941 e 2024, elas foram tímidas, insuficientes e operacionalmente precárias (Grandi, 2024), como demonstrado pela recente catástrofe.

6 DOS MODELOS DE MANEJO DAS ÁGUAS

Existem modelos emblemáticos de controle e gerenciamento de águas pluviais, como o realizado no sul da Flórida, desenvolvido na década de 1920 e em funcionamento desde a década de 1940, onde um órgão de governo específico é responsável pela gestão hídrica:

o *South Florida Water Management District*. (SFWMD, 2024).

Esse sistema de controle de enchentes e antialagamentos é composto por diversos elementos interconectados, como bombas e estações de bombeamento. No caso, as bombas de alta capacidade são estrategicamente posicionadas para remover o excesso de água das ruas e áreas baixas, direcionando-a para canais, rios ou o oceano. As estações de bombeamento operam automaticamente com base nos níveis de água, garantindo uma resposta rápida às inundações (SFWMD, 2024). Como exemplo, podemos citar a Estação de Bombeamento S-9 na *West Palm Beach*, uma das maiores do mundo, capaz de bombear 16.500 (dezesesseis mil e quinhentos) galões de água por segundo (SFWMD, 2024).

Além disso, canais artificiais e diques são construídos para redirecionar o fluxo de água, controlar os níveis e evitar inundações em áreas urbanas, como o Canal C-51 no Condado de Miami-Dade, importante fluxo de drenagem protetor das áreas residenciais e agrícolas (SFWMD, 2024).

Ainda, reservatórios e áreas de retenção são projetados para armazenar temporariamente o excesso

de água durante chuvas intensas, reduzindo o impacto nas áreas urbanas e permitindo que a água seja liberada gradualmente (SFWMD, 2024).

Por último, sensores e sistemas de monitoramento em tempo real coletam dados sobre os níveis de água, chuva e outros fatores climáticos. Esses dados são utilizados para prever inundações e acionar os sistemas de bombeamento e controle de forma proativa (SFWMD, 2024).

Convém observar, a Holanda também é um exemplo notável, pois, não obstante esteja situada abaixo do nível do mar, possui um sistema avançado de controle de inundações. Mundialmente conhecida pela sua sofisticação, o país investiu em diques, barreiras contra tempestades e *polders*¹ (Rosenberg, 2019).

Cerca de 27% (vinte e sete por cento) do território holandês está abaixo do nível do mar e mais de 60% (sessenta por cento) da população vive em áreas suscetíveis a inundações. Os principais sistemas de controle são o *Zuiderzee Works* e *Afsluitdijk*, iniciado após tempestades e inundações em 1916, incluindo a construção do dique *Afsluitdijk* (1927-1932), o qual transformou o *Zuiderzee* (Mar do Sul) em um lago de

¹ Áreas de terra recuperadas do mar a partir da drenagem de águas e construção de barreiras.

água doce chamado *IJsselmeer* (Tikkannen, 2024).

Este projeto foi fundamental para proteger a área contra inundações e recuperar terras para a agricultura e habitação. Ainda, é possível mencionar o *Delta Works*, um dos projetos mais ambiciosos de engenharia civil do mundo. Iniciado após a devastadora inundação de 1953, ocasionadora de 1.800 (mil e oitocentas) mortes, o projeto visa proteger o delta dos rios Reno, Meuse e Scheldt. Com uma série de barragens, eclusas, diques e barreiras contra tempestades, o *Delta Works* foi concluído em 1997 e é considerado uma das Sete Maravilhas do Mundo Moderno pela Sociedade Americana de Engenheiros Civis (Rosenberg, 2019).

Além dessas estruturas históricas, a Holanda continua a inovar. O *Water Campus* em *Leeuwarden*, estabelecido em 2003, é um centro internacional de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias relacionadas à água. Aqui, parcerias entre o setor público e privado geram inovações, como sistemas de reutilização de água e métodos rápidos de detecção de bactérias na água (Furlan, 2018).

Com propostas de administração e gestão desde o século XIX, a Holanda desenvolveu conselhos de água públicos, que são eleitos pela população e têm autoridade

para cobrar impostos e executar obras de controle de inundações e gerenciamento de recursos hídricos. Esse modelo de governança tem sido vital para a eficácia das políticas de prevenção e controle de inundações no país.

Essas medidas combinadas fazem da Holanda um exemplo global na gestão de recursos hídricos e proteção contra inundações, demonstrando um compromisso contínuo com a segurança e inovação tecnológica. Esses modelos podem ser copiados, replicados ou servir de inspiração para as autoridades brasileiras responsáveis pelo assunto. É importante entender o papel crucial desempenhado também pela população no controle e solução desses eventos, por meio de atitudes quotidianas. No entanto, a eficácia do sistema depende de uma política de Estado de médio a longo prazo.

Nesse sentido, o custo das práticas de gerenciamento hídrico no Brasil não depende exclusivamente de recursos financeiros. Na Flórida, por exemplo, a força da gravidade é o principal impulsor das águas através de uma rede extensa de canais, complementada por bombas centrífugas movidas a óleo *diesel*, fundamentais devido à instabilidade do fornecimento de energia elétrica durante as tempestades

(SFWMD, 2024).

Em Porto Alegre, o sistema de bombas é propelido por motores elétricos, de baixa potência, sem a devida manutenção, fator determinante para a falta de contenção da tragédia. Trata-se de uma tragédia anunciada e concretizada, pois uma das primeiras consequências de chuvas torrenciais é a falta de energia elétrica, em razão da exposição das linhas de transmissão.

Destaca-se que não dragar as bacias hidrográficas em detrimento de vidas humanas, animais e perdas imateriais, sob o pretexto de questões ambientais não comprovadas, viola o princípio constitucional da eficiência da Administração Pública, conforme o artigo 37 da Constituição Federal, a saber:

Art. 37. A administração pública direta e indireta de qualquer dos Poderes da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios obedecerá aos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência (...)

Sem dúvida, tais atitudes contrariam os dispositivos do artigo 225 da Constituição Federal, os quais destacam a necessidade de uma intervenção proativa em casos como o ocorrido. É dizer, políticas de austeridade e escolhas realizadas pelo Administrador para a não realização de investimentos em sistemas

de controle eficientes, não podem, sob o argumento de justificação da economia e dos gastos, converter o preço industrial em preço social, situação já constatada pela doutrina e pelo Supremo Tribunal Federal (Mendes; Branco, 2021, p. 487):

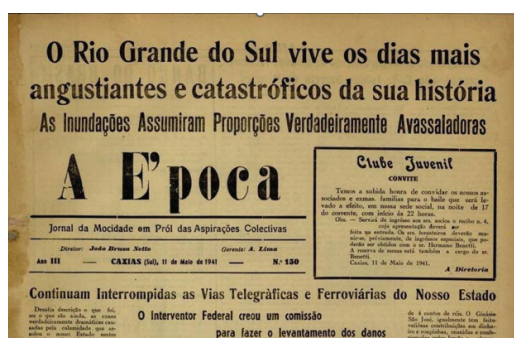
Submetendo o problema ao juízo de ponderação entre valores, o Supremo Tribunal Federal assentou, nos termos do voto da Relatora, que **“haveria de se ter em conta que o preço industrial a menor não poderia se converter em preço social a maior, a ser pago com a saúde das pessoas e com a contaminação do meio ambiente (grifos nossos)**

Em razão disso, cabe à Administração Pública a exploração de meios eficientes para o controle de riscos ambientais, absolutamente previsíveis, sobretudo quando as formas de contenção estavam ao alcance do gestor público antes da concretização da catástrofe, a qual, antes de ser ambiental, decorre sobremaneira da falta de gestão administrativa adequada.

7 ENCHENTES NO RIO GRANDE DO SUL: UMA TRAGÉDIA QUE SE REPETE

O Estado do Rio Grande do Sul tem uma história marcada por recorrentes enchentes, as quais têm causado destruição e sofrimento à sua população ao

longo dos anos. Entre os eventos mais notórios, destaca-se a enchente de 1941, uma das mais devastadoras da história do Estado, com impactos profundos na infraestrutura e na vida das pessoas (A Época, 1941).



Trata-se de uma das maiores enchentes já registradas, com níveis de precipitação extremamente altos, resultando no transbordamento dos principais rios da região. Conforme relatado, as chuvas torrenciais daquela época resultaram em inundações massivas, destruindo pontes, casas e estabelecimentos comerciais. A cidade de Porto Alegre foi severamente afetada, com bairros inteiros submersos e milhares de pessoas desabrigadas.

Nesse sentido, narram os periódicos daquele momento histórico (A Época, 1941, grifos nossos):

Desafia descrição o que foi, ou o que são ainda, as cenas verdadeiramente dramáticas causadas pela

calamidade que assolou o nosso Estado nesses primeiros dias de maio em curso. **Embora ainda seja difícil tomar-se pulso firme da situação em geral, pois que os informes conhecidos são apenas parciais e bastante imprecisos, pode-se afirmar que o povo do Rio Grande do Sul foi colhido em cheia pela maior hecatombe conhecida em sua história.** Vidas humanas tem-se a lamentar, além de prejuízos incalculáveis de ordem material, quer no comércio, na indústria, na agricultura etc. De quase todos os Municípios do Estado chegam notícias de como foram angustiantes as provações sofridas pelas suas populações (...)

Além de 1941, outras enchentes significativas ocorreram nas décadas seguintes, cada uma deixando um rastro de destruição e perdas humanas e materiais.

Em 1959, há fontes relatando desastres ocasionados pelas inundações conforme a transcrição de matérias encontradas na hemeroteca da Biblioteca Nacional (Correio Rio Grandense, 1959):

CALAMITOSA A SITUAÇÃO POR CAUSA DAS CHEIAS
Desolação - Danos incalculáveis - - Solidariedade cristã.
gravíssima a situação, principalmente na fronteira Oeste e na zona sul do Estado, devastadas pela Fúria das águas. Entre os municípios mais duramente castigados figuram Cacequi, Alegrete, Olimpo e Cerrito. Em certas regiões há colapso total do sistema de transportes rodoviários ferroviários. Para várias cidades continuam interrompidas as comunicações telegráficas e telefônicas. Suprem os serviços de rádio do Exército, da Brigada, da Polícia e dos rádio-amadores. Bueiros e grandes pontes foram destruídas. Há falta de

combustíveis e de energia. Sobrevieram noites e dias frios e chuvosos. Faltam agasalhos. Há escassez de alimentos. Em Alegrete, o rio Ibirapuitã subiu 15 metros, saltou do leito e invadiu as partes baixas da cidade. Oito mil pessoas ficaram desabrigadas. Cêrca de 1.100 casas foram invadidas pelas águas. Trezentas casas foram levadas pela forte correnteza. No interior do município perderam-se 700 mil sacas de arroz. Da ótima colheita prevista para o presente ano, só se salvaram 35 mil sacos

Igualmente, em 1967, uma série de chuvas intensas novamente provocou grandes inundações no Estado. Segundo reportagem do Jornal do Brasil, a enchente de 1967 afetou gravemente a região metropolitana de Porto Alegre, onde o Rio Guaíba transbordou, inundando áreas urbanas e rurais (Baibich, 1967).

Vale ressaltar, há 83 anos havia uma quantidade muito menor de gás carbônico na atmosfera. Logo, se desde essa época (1941) temos registro na Imprensa de grandes enchentes nessa região, culminando a última com a de 2024, não é necessária muita indagação para chegar às seguintes conclusões: *a)* nesse lapso de quase um século, ocorreu de forma periódica o fenômeno; *b)* as enchentes vêm, ao que parece, aumentando de proporção; *c)* não há paralelo entre as catástrofes e o investimento científico e aprimoração dos métodos de

controle ambiental; d) há falta de gerenciamento das águas pluviais.

No seu aumento de intensidade, além de mais bem registrado, percebe-se a maior ocupação humana, situação provocadora do maior assoreamento dos cursos d'água pelo uso incorreto do solo e pela falta de retirada dos sedimentos acumulados ao longo de quase um século (Lemos, 2024).

Não podemos afirmar, mas é lógico e razoável concluir pela desconexão da emissão de gases com o agravamento das enchentes. De fato, há muita presunção, pouca pesquisa e, aquela existente, não têm o condão de romper esta relação de reconhecimento de maneira cabal.

8 A TRAGÉDIA DA AÇÃO HUMANA

Nesse cenário, do Rio Grande do Sul e do Amazonas, temos em comum um grande incremento de população e falta de obras elementares e efetivas para o controle e manejo das águas, acompanhando o ritmo de crescimento.

A recorrência dessas enchentes revela um padrão preocupante de vulnerabilidade às condições climáticas extremas. A falta de investimentos contínuos em

infraestrutura de prevenção e controle de inundações, como a construção e manutenção de diques e sistemas de drenagem eficientes, agrava a situação (Netto, 2024). Além disso, o aumento da urbanização em áreas de risco, muitas vezes sem planejamento adequado, contribui para a gravidade dos impactos das cheias.

As tragédias, muitas vezes repetidas, no Rio Grande do Sul e no Amazonas são um testemunho da necessidade urgente de políticas públicas eficazes e de longo prazo, capazes de abordar não apenas os efeitos imediatos das enchentes e secas, mas também suas causas subjacentes. A implementação de sistemas de alerta precoce, a educação da população sobre riscos e medidas preventivas e o desenvolvimento de infraestrutura resiliente são passos essenciais para mitigar os danos futuros.

Como visto, as mudanças climáticas são atribuídas também à ação humana em decorrência de desmatamentos, assoreamento de rios, destruição da vegetação das margens e atividade agrícola na beira do rio. Nós, humanos, que vivemos com o bioma no planeta Terra, “um pálido ponto azul” no universo, sem relevância alguma, como definiu o genial cientista Carl Sagan (1994, p. 6, tradução livre), somos intrinsecamente responsáveis.

9 A POSSIBILIDADE DE MODIFICAÇÃO DO CLIMA PELA AÇÃO HUMANA

Tem sido atribuída uma grande capacidade aos habitantes do planeta – com suas ações - modificarem o globo, podendo até produzir o final da existência humana. Será isso possível? Consideremos a Lei Universal de Lavoisier: “Na natureza, nada se cria, nada se perde, tudo se transforma”.

Apropósito, o Brasil, por meio do Decreto n.º 2.652 de 1992 (Brasil, 1992) aderiu à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, reconhecendo a mudança climática como uma preocupação global, causada principalmente por atividades humanas que aumentam a concentração de gases de efeito estufa.

Modificar o clima é um tema em aberto, com a possibilidade de a ação humana influenciar o fenômeno, principalmente alterando o regime de chuvas através de mecanismos tecnológicos amplamente conhecidos e utilizados em regiões do planeta como a China e os Estados Unidos. É um fato que esses países têm empregado técnicas como a semeadura de nuvens para induzir a precipitação em áreas afetadas pela seca (Gilbert, 2024).

A pergunta que se impõe é: até que ponto o uso

dessas tecnologias em uma determinada região do planeta pode influenciar outras localidades, alterando rotas de trânsito das massas polares ou dos bolsões de ar quente, que acabam produzindo chuvas e vendavais fora da média para a localidade ou região? Já dissemos aqui o quão frágil é a estrutura do planeta, que em movimento constante pode ter seus padrões de regime de chuvas, ventos e clima modificados de maneiras imprevisíveis e complexas.

10 A POSSIBILIDADE DE MUDANÇA DAS CONDIÇÕES DO PLANETA E DA HUMANIDADE

Segundo cientistas, o que pode determinar dramáticas mudanças no planeta e levá-lo a uma solução é o acelerador de partículas situado na Europa, na fronteira Franco-Suíça. Este equipamento, conhecido como *Large Hadron Collider* (LHC), é o maior e mais poderoso acelerador de partículas do mundo. Foi projetado para colidir com os prótons e íons pesados a energias extremamente altas para investigar as propriedades fundamentais da matéria e as forças que regem o universo (CERN, 2024).

O LHC tem sido responsável por descobertas significativas na física de partículas, incluindo a

descoberta do bóson de Higgs em 2012. Esta partícula, também conhecida como “a partícula de Deus”, é crucial para explicar como outras partículas adquirem massa.

No entanto, as experiências no LHC também levantam preocupações sobre os possíveis riscos associados a essas altas energias. Alguns teóricos sugerem que colidir com as partículas a essas energias pode, em teoria, criar miniburacos negros ou outras formas exóticas de matéria que poderiam ter consequências imprevisíveis para o planeta (Spadoni, 2024).

Apesar das preocupações, a comunidade científica internacional, incluindo os próprios cientistas do CERN, asseguram que as experiências no LHC são seguras. Eles argumentam que os eventos criados no acelerador de partículas são comuns na natureza, ocorrendo regularmente quando raios cósmicos colidem com a atmosfera terrestre. Essas colisões naturais acontecem em energias ainda mais altas do que as produzidas no LHC, sem causar danos ao planeta. Portanto, a probabilidade de qualquer catástrofe decorrente das experiências do LHC é extremamente baixa (CERN, 2024).

O CERN continua a expandir nosso conhecimento

do universo, investigando questões fundamentais sobre a natureza da matéria, energia, espaço e tempo. Os resultados dessas pesquisas não só nos ajudam a entender melhor o universo em que vivemos, mas também podem levar a avanços tecnológicos inesperados. Por exemplo, a *World Wide Web* foi inicialmente desenvolvida no CERN para facilitar a troca de informações entre físicos de partículas ao redor do mundo (CERN, 2024).

Na verdade, o que está acontecendo no Rio Grande do Sul, especialmente na região do Vale do Rio dos Sinos em Porto Alegre, e no Amazonas não pode ser considerado pura e simplesmente um acidente da natureza decorrente de mudanças climáticas ou chuvas particularmente intensas.

Enquanto o CERN avança na fronteira do conhecimento científico, desvendando os mistérios do universo e desenvolvendo tecnologias que podem transformar nossas vidas, é crucial lembrar que esses avanços ocorrem em um mundo que enfrenta desafios ambientais significativos. O conhecimento gerado por pesquisas como as realizadas no LHC pode nos proporcionar novas ferramentas para enfrentar problemas globais, incluindo os relacionados ao clima e aos recursos hídricos.

É dizer, o investimento em pesquisa científica, ainda quando não demonstre repercussões palpáveis imediatas, pode trazer consigo o descobrimento de novas técnicas e tecnologias ainda não descobertas, capazes de mitigar os danos climáticos sofridos no Amazonas e no Rio Grande do Sul.

Adimensão das tragédias que lá se estabeleceram é proporcional ao descaso das autoridades em abordar o problema potencial lá existente.

No Jornal “A Crítica” dos dias 11 e 12 de maio de 2024, consta notícia veiculando entrevista com o Meteorologista brasileiro Carlos Nobre - que é referência mundial em estudos ambientais - categorizando a catástrofe que assola o Estado do Rio Grande do Sul como um evento climático extremo (A Crítica, 2024).

Na reportagem, ele alega que tais eventos sempre aconteceram na natureza, configurando fenômenos naturais, como: chuvas mais intensas, secas, ondas de calor. Contudo, estão se tornando cada vez mais frequentes, pois antes eram vistos a cada década e hoje ocorrem anualmente, e cada vez com superação dos recordes.

Para o meteorologista, as mudanças climáticas originadas do aquecimento global seriam a causa para o aumento da frequência de tais eventos. Imputa a ação

humana como o fator que originou o aquecimento global, por meio da queima de combustíveis fósseis, e emissões provenientes do desmatamento, agricultura e indústria, ocasionando o aumento da temperatura terrestre e, por consequência, a evaporação da água dos oceanos.

Ponto importante destacado pelo meteorologista é a extrema dificuldade – quase impossibilidade - de se reverter o aquecimento global, em virtude do tempo de permanência dos gases na atmosfera. Ele sustenta que somente seria possível equilibrar as temperaturas, para evitar o seu aumento, todavia, tais efeitos só seriam sentidos no próximo século.

Na entrevista, resta claro que os eventos climáticos extremos, como o que ora ocorre, vão continuar acontecendo, fazendo-se necessárias adaptações para que os seres humanos não sofram tanto as suas consequências. Ressalta, nesse ponto, a extrema deficiência dos países em desenvolvimento quanto à infraestrutura e adaptações para tais mudanças climáticas.

Carlos Nobre afirma que a Defesa Civil deve construir mecanismos de alerta à população das áreas de risco, suscetíveis a desabamentos e alagamentos, o que é possível, graças às previsões meteorológicas

- capazes de avisar com antecedência a ocorrência de eventos climáticos extremos - bem como aos estudos do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN).

Na mesma linha defendida pelo meteorologista, o Professor Roberto Reis, do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Evolução da Biodiversidade da Escola de Ciências da Saúde e da Vida da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS (GRANDA, 2024), sustenta que a parte da tragédia que ora assola o Rio Grande do Sul foi ocasionada pela própria ação humana, em decorrência da construção em áreas inapropriadas e na falta de manutenção dos diques de contenção e barreiras antialagamentos, os quais foram feitos ainda nos anos 1970.

Para o professor, não é possível evitar as cheias dos rios, pois as chuvas em excesso são ocasionadas por fenômenos naturais, cabendo apenas se fornecer maior infraestrutura para contenção das águas.

Assim, evidencia-se a necessidade de investimento massivo em tecnologias de manejo dos recursos hídricos, pois o Brasil é um país com grande extensão territorial, compreendendo diversos biomas e temperaturas. É necessário, portanto, pensar na

implementação de sistemas hídricos para evitar os efeitos de secas extremas - como a vivenciada pelo Amazonas em 2023 – e das enchentes que ora assolam o Rio Grande do Sul.

11 A ATUAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO NA PREVENÇÃO E MITIGAÇÃO DE DESASTRES NATURAIS

O cumprimento do art. 225 da Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CRFB/88), que incumbe a todos os cidadãos e particulares, sobretudo se impõe ser cumprido pelas três esferas de atuação do poder administrativo, a saber, os Municípios, Estados e a União. Nesse sentido é a dicção constitucional:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Sob a coordenação da União Federal, devem atuar no gerenciamento das questões climáticas e no regime de águas em todo território nacional. Isso porque a questão climática não é algo que possa ser tratado isoladamente, por cada Município ou Estado. Trata-se

do clima, e as suas consequências, sendo a principal o regime e manejo das águas, secas ou enchentes que ocorrem abruptamente, sem previsão com certeza.

O preâmbulo da Constituição Federal já menciona o “bem-estar” da população como valor a ser perseguido, a saber:

Nós, representantes do povo brasileiro, reunidos em Assembléia Nacional Constituinte para instituir um Estado Democrático, destinado a assegurar o exercício dos direitos sociais e individuais, a liberdade, a segurança, o **bem-estar**, o desenvolvimento, a igualdade e a justiça como valores supremos de uma sociedade fraterna, pluralista e sem preconceitos, fundada na harmonia social e comprometida, na ordem interna e internacional, com a solução pacífica das controvérsias, promulgamos, sob a proteção de Deus, a seguinte CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL. (*grifos nossos*)

Igualmente, os artigos 1.º, III, e 3.º, IV, da Constituição Federal estabelecem como se constitui a nação brasileira, e como devem ser dirigidas as ações governamentais, de maneira a atingir-se o vetor da dignidade da pessoa humana e o objetivo da promoção do bem de todos, *in verbis*:

Art. 1º A República Federativa do Brasil, formada pela união indissolúvel dos Estados e Municípios e do Distrito Federal, constitui-se em Estado Democrático de Direito e tem como fundamentos:

(...)

III - a dignidade da pessoa humana;

Art. 3º Constituem objetivos fundamentais da República Federativa do Brasil:

(...)

IV - promover o bem de todos, sem preconceitos de origem, raça, sexo, cor, idade e quaisquer outras formas de discriminação.

Portanto, deve existir possibilidade, pela via jurídica, de tratar a questão do clima do país, afinal é uma questão de natureza constitucional.

Ao Ministério Público (MP), no exercício da sua função, conforme artigos 127 e 129 da CRFB/88, incumbe uma intensa atuação no sentido de promover ações para construção de um sistema nacional de gerenciamento de crises climáticas, objetivando, se não anular as consequências dos grandes eventos climatológicos, pelo menos minorá-las substancialmente, conforme adoção de modelos citados neste artigo.

Como já dissemos, se não é impossível impedir que tais eventos aconteçam, é completamente viável anular seus efeitos ou minorar as consequências. Assim, impõe-se uma atuação consistente e proativa diante da realidade aqui apresentada da situação em geral vivida atualmente.

O Ministério Público conta com muitos mecanismos para utilizar nesta construção, tais como: a celebração de Termos de Ajuste de Condutas, o ajuizamento de Ações Cíveis Públicas, com a finalidade de adoção de medidas preventivas ou de reparação pelos danos sociais causados e, até mesmo, a impetração de ações constitucionais para saneamento de omissões do Poder Público, conforme a CRFB/88 e as Leis n.º 7.347/85, Lei Complementar n.º 75/93 e Lei n.º 8.625/93.

Os eventos climáticos extremos, como as enchentes no Rio Grande do Sul e as secas no Amazonas, evidenciam a necessidade urgente de intervenções eficazes e coordenadas para mitigar seus impactos devastadores. O Ministério Público, como defensor dos interesses sociais e ambientais, desempenha um papel crucial na prevenção e resposta a esses desastres.

É dizer, a atuação preventiva do Ministério Público é fundamental para antecipar e minimizar os riscos associados aos desastres naturais. Essa abordagem inclui a fiscalização de obras de infraestrutura, o planejamento urbano sustentável e a implementação de sistemas de alerta precoce.

O MP deve exercer uma vigilância constante sobre a execução e manutenção de obras de

infraestrutura necessárias para prevenir enchentes e secas. A fiscalização deve garantir que essas obras sejam realizadas de acordo com as normas técnicas e de segurança, evitando colapsos e ineficiências que possam agravar os desastres naturais.

No contexto do Rio Grande do Sul isso pode incluir a construção de diques, barragens, canais de escoamento e sistemas de drenagem eficientes (Netto, 2024), bem como a dragagem dos cursos d'água. No Amazonas, a infraestrutura hídrica é essencial para enfrentar as secas.

A construção de reservatórios, poços artesianos e sistemas de captação de água da chuva são medidas que devem ser implementadas e supervisionadas pelo MP. A fiscalização contínua dessas obras é vital para assegurar que as comunidades ribeirinhas tenham acesso a água potável durante os períodos de seca.

O MP pode atuar na promoção e fiscalização do cumprimento de planos diretores que incluam medidas de prevenção a desastres, como a regulamentação de construções em áreas de risco e a promoção de políticas de uso do solo sustentáveis. Em Porto Alegre, por exemplo, é necessário revisar e atualizar o planejamento urbano para incluir zonas de proteção ambiental e uma

rede de canais de escoamento de água.

No Amazonas, o planejamento urbano pode focar na proteção das margens dos rios e na preservação das áreas de floresta, evitando o desmatamento e as queimadas que contribuem negativamente para o clima.

A intervenção do Ministério Público neste ponto, dada sua missão constitucional, é crucial para garantir a adoção e implementação pelos Municípios de políticas de uso do solo respeitadoras do meio ambiente e capazes de preservar a resiliência das comunidades.

Não obstante, a atuação repressiva do MP é necessária quando as ações preventivas não são suficientes ou não foram adotadas. Isso inclui a responsabilidade civil e penal dos entes públicos e privados que negligenciam suas obrigações de prevenção e mitigação de desastres.

O Ministério Público pode ingressar com ações civis públicas para responsabilizar órgãos públicos ou empresas privadas que falharam em suas obrigações de prevenção e mitigação de desastres. Essas ações podem incluir pedidos de indenização por danos causados à população e ao meio ambiente, em especial quanto aos danos morais coletivos.

Nesse sentido:

ADMINISTRATIVO.AMBIENTAL.AÇÃO CIVIL PÚBLICA. DESMATAMENTO E EDIFICAÇÃO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE, SEM AUTORIZAÇÃO DA AUTORIDADE AMBIENTAL. DANOS CAUSADOS À BIOTA. INTERPRETAÇÃO DOS ARTS. 4º, VII, E 14, § 1º, DA LEI 6.938/1981, E DO ART. 3º DA LEI 7.347/85. PRINCÍPIOS DA REPARAÇÃO INTEGRAL, DO POLUIDOR-PAGADOR E DO USUÁRIO-PAGADOR. POSSIBILIDADE DE CUMULAÇÃO DE OBRIGAÇÃO DE FAZER (REPARAÇÃO DA ÁREA DEGRADADA) E DE PAGAR QUANTIA CERTA (INDENIZAÇÃO). REDUCTION AD PRISTINUM STATUM. DANO AMBIENTAL INTERMEDIÁRIO, RESIDUAL E MORAL COLETIVO. ART. 5º DA LEI DE INTRODUÇÃO AO CÓDIGO CIVIL. INTERPRETAÇÃO IN DUBIO PRO NATURA DA NORMA AMBIENTAL.

1. Cuidam os autos de Ação Civil Pública proposta com o fito de obter responsabilização por danos ambientais causados pela supressão de vegetação nativa e edificação irregular em Área de Preservação Permanente. O juiz de primeiro grau e o Tribunal de Justiça de Minas Gerais consideraram provado o dano ambiental e condenaram o réu a repará-lo; porém, julgaram improcedente o pedido indenizatório pelo dano ecológico pretérito e residual.

2. A jurisprudência do STJ está firmada no sentido da viabilidade, no âmbito da Lei 7.347/85 e da Lei 6.938/81, de cumulação de obrigações de fazer, de não fazer e de indenizar (REsp 1.145.083/MG, Rel. Ministro Herman Benjamin, Segunda Turma, DJe 4.9.2012; REsp 1.178.294/MG, Rel. Ministro Mauro Campbell Marques, Segunda Turma, DJe 10.9.2010; AgRg nos EDcl no Ag 1.156.486/PR, Rel. Ministro Arnaldo Esteves Lima, Primeira Turma, DJe 27.4.2011; REsp 1.120.117/AC, Rel. Ministra Eliana Calmon, Segunda Turma, DJe 19.11.2009; REsp 1.090.968/SP, Rel. Ministro Luiz Fux, Primeira Turma, DJe 3.8.2010; REsp 605.323/MG, Rel. Ministro José Delgado, Rel. p/ Acórdão Ministro Teori Albino Zavascki, Primeira Turma, DJ 17.10.2005; REsp 625.249/PR, Rel. Ministro Luiz Fux, Primeira Turma, DJ 31.8.2006, entre outros).

3. Recurso Especial parcialmente provido para reconhecer a possibilidade de cumulação de indenização pecuniária com as obrigações de fazer e não fazer voltadas à recomposição in natura do bem lesado, devolvendo-se os autos ao Tribunal de origem para que fixe, in casu, o *quantum debeatur* reparatório do dano já reconhecido no acórdão recorrido. (REsp 1328753/MG, Rel. Ministro HERMAN BENJAMIN, SEGUNDA TURMA, julgado em 28/05/2013, DJe 03/02/2015)

No Rio Grande do Sul, por exemplo, o MP pode mover ações contra empresas de construção que não cumpriram as normas de segurança em obras de contenção de enchentes.

No Amazonas, Ações Cíveis Públicas podem ser propostas contra entes públicos que não implementaram sistemas de abastecimento de água adequados ou que não impeçam o desmatamento ilegal, contribuindo para a severidade das secas. Essas ações são essenciais para garantir que os responsáveis sejam penalizados e que medidas corretivas sejam adotadas.

De outro giro, também pode se valer o Ministério Público dos Termos de Ajustamento de Conduta (TACs), instrumentos eficazes para ajustar os comportamentos indesejados de entes e públicos agentes políticos às normas ambientais e de segurança, conforme prevê a Lei 7.347/85.

O MP pode propor TACs que exijam a implementação de medidas específicas de prevenção e mitigação de desastres. Esses termos podem incluir a construção de obras de infraestrutura, a implementação de sistemas de alerta precoce e a adoção de práticas sustentáveis de uso do solo.

No contexto do Rio Grande do Sul, um TAC pode exigir que as prefeituras realizem obras de drenagem em áreas de risco de enchentes e que empresas agrícolas adotem práticas de manejo do solo que reduzam o assoreamento dos rios. No Amazonas, um TAC pode impor a recuperação de áreas desmatadas e a instalação de poços artesianos em comunidades ribeirinhas.

Ademais, a atuação do Ministério Público também pode abranger a educação e a conscientização de direitos, pois se tratam de pilares fundamentais na prevenção e mitigação de desastres naturais. O Ministério Público pode promover ações educativas e de conscientização para informar a população sobre os riscos e as medidas de prevenção.

Nesse sentido, o Ministério Público pode organizar campanhas educativas para conscientizar a população sobre a importância da preservação ambiental e o impacto das mudanças climáticas. Essas campanhas

devem abordar temas como o uso racional da água, a importância do reflorestamento e as práticas agrícolas sustentáveis.

No Amazonas, campanhas educativas podem focar na preservação das florestas e na importância de evitar o desmatamento, que contribui para as secas. No Rio Grande do Sul, as campanhas podem destacar a necessidade de evitar construções em áreas de risco e de adotar práticas de manejo do solo que reduzam o risco de enchentes.

O MP pode, ainda, estabelecer parcerias com organizações não governamentais (ONGs) e instituições de ensino para desenvolver programas educativos voltados para a prevenção de desastres. Essas parcerias podem resultar na criação de cursos, *workshops* e materiais didáticos que informem a população sobre as melhores práticas de prevenção e mitigação.

No Amazonas, parcerias com ONGs que atuam na preservação da floresta podem ser particularmente eficazes. No Rio Grande do Sul, colaborações com universidades e centros de pesquisa podem promover o desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o controle de enchentes.

Inclusive, existe jurisprudência do Supremo

Tribunal Federal (STF) reforçando a importância da atuação do Poder Público na prevenção e mitigação de danos ao ambiente, como no caso da Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n.º 101, *in verbis*:

EMENTA: ARGÜIÇÃO DE DESCUMPRIMENTO DE PRECEITO FUNDAMENTAL: ADEQUAÇÃO. OBSERVÂNCIA DO PRINCÍPIO DA SUBSIDIARIEDADE. ARTS. 170, 196 E 225 DA CONSTITUIÇÃO DA REPÚBLICA. CONSTITUCIONALIDADE DE ATOS NORMATIVOS PROIBITIVOS DA IMPORTAÇÃO DE PNEUS USADOS. RECICLAGEM DE PNEUS USADOS: AUSÊNCIA DE ELIMINAÇÃO TOTAL DE SEUS EFEITOS NOCIVOS À SAÚDE E AO MEIO AMBIENTE EQUILIBRADO. AFRONTA AOS PRINCÍPIOS CONSTITUCIONAIS DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE ECOLÓGICAMENTE EQUILIBRADO. COISA JULGADA COM CONTEÚDO EXECUTADO OU EXAURIDO: IMPOSSIBILIDADE DE ALTERAÇÃO. DECISÕES JUDICIAIS COM CONTEÚDO INDETERMINADO NO TEMPO: PROIBIÇÃO DE NOVOS EFEITOS A PARTIR DO JULGAMENTO. ARGÜIÇÃO JULGADA PARCIALMENTE PROCEDENTE. (...)

3. Crescente aumento da frota de veículos no mundo a acarretar também aumento de pneus novos e, conseqüentemente, necessidade de sua substituição em decorrência do seu desgaste. Necessidade de destinação ecologicamente correta dos pneus usados para submissão dos procedimentos às normas constitucionais e legais vigentes. Ausência de eliminação total dos efeitos nocivos da destinação dos pneus usados, com malefícios ao meio ambiente: demonstração pelos dados.

4. Princípios constitucionais (art. 225) a) do desenvolvimento sustentável e b) da equidade e responsabilidade intergeracional. Meio ambiente ecologicamente equilibrado: preservação para a geração

atual e para as gerações futuras. Desenvolvimento sustentável: crescimento econômico com garantia paralela e superiormente respeitada da saúde da população, cujos direitos devem ser observados em face das necessidades atuais e daquelas previsíveis e a serem prevenidas para garantia e respeito às gerações futuras. Atendimento ao princípio da precaução, acolhido constitucionalmente, harmonizado com os demais princípios da ordem social e econômica. (...)

(STF - ADPF: 101 DF, Relator: Min. CÁRMEN LÚCIA, Data de Julgamento: 24/06/2009, Tribunal Pleno, Data de Publicação: DJe-108 DIVULG 01-06-2012 PUBLIC 04-06-2012 EMENT VOL-02654-01 PP-00001 RTJ VOL-00224-01 PP-00011)

Essas decisões demonstram a possibilidade de tomada do papel ativo do Ministério Público na proteção do meio ambiente e na prevenção de desastres naturais, estabelecendo precedentes jurídicos que fortalecem tanto sua atuação em casos futuros como a própria função institucional do órgão.

Ao adotar uma abordagem holística que combine ciência, tecnologia, políticas públicas e participação social, o MP pode contribuir significativamente para a resiliência das comunidades frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e outros fatores ambientais. A prevenção e mitigação de desastres naturais não são apenas uma questão de resposta emergencial, mas de

planejamento e adaptação contínuos para um mundo em constante transformação.

12 CONCLUSÃO

A análise das relações entre o Rio Grande do Sul e o Amazonas, diante dos eventos climáticos extremos recentes, revela a complexidade e a interconectividade dos desafios ambientais que o Brasil enfrenta. As secas severas no Amazonas em 2023 e as devastadoras enchentes no Rio Grande do Sul em 2024 são emblemáticas das consequências da ação humana sobre o meio ambiente e também das possíveis mudanças climáticas.

As mudanças climáticas, amplamente reconhecidas como resultado das emissões de gases de efeito estufa e da degradação ambiental, desempenham um papel crucial na intensificação desses fenômenos, no entanto, sua causa não pode ser atribuída exclusivamente às alterações climáticas globais. A ação humana, por meio do desmatamento, assoreamento de rios, construção em áreas inadequadas e falta de manutenção de infraestruturas críticas, exacerba os impactos desses eventos naturais.

Para mitigar os efeitos dessas catástrofes,

é imperativo que o Brasil invista em infraestrutura adequada, desenvolva sistemas de alerta precoce e implemente políticas de manejo sustentável dos recursos hídricos. Além disso, é crucial aumentar a conscientização sobre a necessidade de preservação ambiental e a adoção de práticas agrícolas e urbanísticas que respeitem os limites naturais dos ecossistemas.

Buscou-se mostrar a possibilidade de atuação do Ministério Público, dada sua competência constitucional para o implemento dessas medidas, na prevenção e mitigação de desastres naturais de forma multifacetada e essencial para proteger a população e o ambiente. As ações preventivas, repressivas e educativas são necessárias e complementares e devem ser implementadas de forma coordenada e contínua. A jurisprudência atual reforça a responsabilidade dos entes públicos e privados na adoção de medidas de prevenção e mitigação, destacando o papel central do MP na fiscalização e promoção dessas ações.

Somente assim poderemos enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir um futuro sustentável para as próximas gerações. A compreensão e a ação diante desses fenômenos não são apenas uma

questão de resposta emergencial, mas de planejamento e adaptação contínuos para um mundo em constante transformação.

REFERÊNCIAS

A CRÍTICA. *Pesquisador afirma que eventos climáticos extremos serão mais frequentes*. Disponível em: <https://acritica.com/geral/pesquisador-afirma-que-eventos-climaticos-extremos-ser-o-mais-frequentes-1.339424>. Acesso em: 25 jun. 2024

A ÉPOCA. O Rio Grande do Sul vive os dias mais angustiantes e catastróficos da sua história: as inundações assumiram proporções verdadeiramente avassaladoras. *A Época*, Caxias do Sul, ano 03, n. 130, 11 maio 1941.

AGUIARDA, Victor. *Seca no Amazonas: Rio Negro atinge menor nível em 121 anos, com apenas 13,59 metros*. *CNN Brasil*, São Paulo, 16 out. 2023. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/seca-no-amazonas-rio-negro-atinge-menor-nivel-em-121-anos-com-apenas-1359-metros/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

AHRENS, C. Donald. *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. 12. ed. Cengage Learning, 2018.

ANDRADE, Rodrigo de O. *Seca que afetou a Amazônia em 2023 causou a maior queda nos níveis dos rios já registrada, e está relacionada a mudanças climáticas, mostra estudo*. *Jornal da Unesp*. Disponível em: <https://jornal.unesp.br/2024/04/24/seca-que-afetou-a-amazonia-em-2023-causou-a-maior-queda-nos-niveis-dos-rios-ja-registrada-e-esta-relacionada-a-mudancas-climaticas-mostra-estudo/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

ARANHA, Bento. A enchente do Amazonas. *Jornal do Commercio*. v. 1.808, p. 1.860-1.868, jun. 1909.

BACELLAR, Clarissa. *Seca no Amazonas: os impactos ambientais, sociais e econômicos de um desafio global*. Disponível em: <https://>

portalamazonia.com/amazonia-ameaca-ou-oportunidade/seca-no-amazonas-os-impactos-ambientais-sociais-e-economicos-de-um-desafio-global/. Acesso em: 06 de jun. 2024.

BAIBICH, André. Saiba como foi a última grande enchente de Porto Alegre, em 1967. *Jornal GZH*, Porto Alegre, 12 out. 2015. Disponível em: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/geral/noticia/2015/10/saiba-como-foi-a-ultima-grande-enchente-de-porto-alegre-em-1967-4876357.html>. Acesso em: 27 maio 2024.

BRASIL. Constituição (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. Decreto nº 2.652, de 1º de julho de 1998. *Promulga a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre mudança do clima*, assinada em Nova York, 9 maio 1992. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d2652.htm. Acesso em: 27 ago. 2024.

BRASIL. Superior Tribunal de Justiça. Recurso Especial nº 1.328.753/MG. Relator: Ministro Herman Benjamin. Segunda Turma. Julgado em 28 de maio de 2013. *Diário da Justiça eletrônico*, Brasília, DF, 03 fev. 2015.

BRASIL Supremo Tribunal Federal (STF). ADPF 101, Relator: Min. Cármen Lúcia, Tribunal Pleno, 24 de junho de 2009, *Diário da Justiça Eletrônico*, 01 jun. 2012, Ementário 2654-01, p. 1, RTJ 224-01, p. 11, 04 jun. 2012

CAMPOS, Mateus. *Porto Alegre*. Mundo educação, 2024. Disponível em: <https://www.mundoeducacao.uol.com.br/geografia/porto-alegre.htm>. Acesso em: 27 ago. 2024.

CERN. *Organisation Européenne pour la Recherche Nucléaire*. Disponível em: <https://home.cern/>. Acesso em: 25 jun. 2024

CERN. *The large hadron Collider*. CERN, Geneva, 2024. Disponível em: <https://home.cern/science/accelerators/large-hadron-collider>. Acesso em: 28 ago. 2024.

COMMITTEE ON EXTREME WEATHER EVENTS AND CLIMATE

CHANGE ATTRIBUTION BOARD ON ATMOSPHERIC SCIENCES AND CLIMATE. *Attribution of extreme weather events in the context of climate change*. The National Academies Press, Washington, DC, 2016. p. 99-100.

CORREIO RIOGRANDENSE. Calamitosa a situação por causa das cheias. *Correio Riograndense*, Caxias do Sul, n. 17, 29 abr. 1959.

CRUZ, Ademar. *Seca no Amazonas: os impactos na população ribeirinha*. Disponível em: <https://fas-amazonia.org/blog-da-fas/2023/11/14/seca-no-amazonas-os-impactos-na-populacao-ribeirinha/>. Acesso em: 06 jun. 2024.

DEFESA CIVIL DO AMAZONAS. *Defesa Civil do Amazonas alerta setores público e privado do estado para possível estiagem em 2024*. Governo do Amazonas, Manaus, 14 mar. 2024. Disponível em: <https://www.defesacivil.am.gov.br/defesa-civil-do-amazonas-alerta-setores-publico-e-privado-do-estado-para-possivel-estiagem-em-2024/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

DI PIETRO, Maria Sylvia Zanella. *Direito administrativo*. 35. ed. 2. reimp. Rio de Janeiro: Forense, 2022. p. 786-792.

FARIAS, Elaíze. *Seca em Manaus faz reaparecer gravuras rupestres milenares*. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2023/10/16/seca-em-manaus-faz-reaparecer-gravuras-rupestres-milenares>. Acesso em: 25 jun. 2024.

FEARNSIDE, Philip. “Na Amazônia, BR-319 é a grande preocupação”, diz biólogo que ganhou Nobel. Disponível em: <https://www.acritica.net/editorias/geral/na-amazonia-br-319-e-a-grande-preocupacao-diz-biologo-que-ganhou-nobel/610131/>. Acesso em: 10 abr. 2024.

FOLHA DE S. PAULO. Seca deixa 20 cidades em emergência no Amazonas, e governo pede que população estoque comida. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 17 jul. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2024/07/seca-deixa-20-cidades-em-emergencia-no-amazonas-e-governo-pede-que-populacao-estoque-comida.shtml>. Acesso em: 27 ago. 2024.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA SUSTENTÁVEL (FAS). *Aliança Amazônia clima*. Manaus, 2023. Disponível em: <https://fas-amazonia.org/temas/alianca-amazonia-clima/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

FURLAN, Flávia. *Holanda: um país em que a água é problema e solução*. Exame, Edição de 10 mar. 2018. Disponível em: <https://exame.com/mundo/holanda-um-pais-em-que-a-agua-e-problema-e-solucao>. Acesso em: 28 de maio 2024.

FURTADO, Celso. *Formação econômica do Brasil*. 32. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2005.

GANDRA, Alana. *Parte da tragédia no Rio Grande do Sul foi causada por ação humana*. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/clima/noticia/2024/05/16/parte-da-tragedia-no-rio-grande-do-sul-foi-causada-por-acao-humana.ghml>. Acesso em 27 ago. 2024.

GILBERT, Mary. *O que é a “semeadura de nuvens” e qual é relação com as inundações em Dubai?* Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/o-que-e-a-semeadura-de-nuvens-e-qual-e-relacao-com-as-inundacoes-em-dubai/>. Acesso em: 25 jun. 2024.

GLOBO NATUREZA. Nasa mostra que seca de 2005 afetou área da Amazônia por anos. *G1*, São Paulo, 20 jan. 2013. Disponível em: <https://g1.globo.com/natureza/noticia/2013/01/nasa-mostra-que-seca-de-2005-afetou-area-da-amazonia-por-anos.html>. Acesso em: 27 ago. 2024.

GOVERNO DO AMAZONAS. Operação estiagem 2023: Governo do Estado instala Estação de Tratamento de Água Móvel no Careiro da Várzea. *Defesa Civil do Amazonas*, Manaus, 07 out. 2023. Disponível em: <https://www.defesa.civil.am.gov.br/operacao-estiagem-2023-governo-do-estado-instala-estacao-de-tratamento-de-agua-movel-no-careiro-da-varzea/>. Acesso em: 27 ago. 2024.

GRANDI, Guilherme. Governo rebate RS e diz que estado deixou obras antienchentes incompletas. *Gazeta do Povo*, 28 maio 2024. Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/republica/governo-rebate-rs-estado-obras-anti-enchentes-incompletas/>.

Acesso em: 27 ago. 2024.

IBGE. *Tipos de clima*. Disponível em: <https://atlas.escolar.ibge.gov.br/mundo/2990-dinamica-dos-climas/clima-e-correntes-maritimas/21613-tipos-de-clima.html>. Acesso em: 27 ago. 2024.

IPCC. (2021). *Climate change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>. Acesso em: 28 ago. 2024.

KARL, Thomas R.; TRENBERTH, Kevin E. Modern Global Climate Change. *Science*, v. 302, p. 1719, 05 dez. 2003. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/8975416_Modern_Global_Change. Acesso em: 28 ago. 2024.

LAMAS, Fernando Mendes. Agricultura regenerativa – o que significa, o que regenerar? *Embrapa Agropecuária Oeste*, Brasília, 20 jun. 2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/90285437/artigo-agricultura-regenerativa-o-que-significa-o-que-regenerar>. Acesso em: 27 ago. 2024.

LEMONS, Fabiana. Entenda como cheias no RS tornaram rios mais rasos e como isso pode agravar novas enchentes. *G1*, 07 jun. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/06/07/entenda-como-cheias-no-rs-tornaram-rios-mais-rasos-e-como-isso-pode-agravar-novas-enchentes.ghtml>. Acesso em: 27 ago. 2024.

LOPES, Alfredo. Escassez hídrica no Amazonas: o paradoxo das soluções disponíveis. *Jornal do Commercio do Amazonas, Manaus*, 02 ago. 2024. Disponível em: <https://cieam.com.br/coluna-do-cieam/escassez-hidrica-no-amazonas-o-paradoxo-das-solucoes-disponiveis>. Acesso em: 27 ago. 2024.

LUTGENS, Frederick K.; TARBUCK, Edward J. *Foundations of earth science*. 8. ed. Boston: Pearson, 2017.

MENDES, Gilmar Ferreira; BRANCO, Paulo Gustavo Gonet. *Curso*

de direito constitucional. 16. ed. São Paulo: Saraiva Educação, 2021.

NATIONAL SCIENCE FOUNDATION. *Weather and climate modification: report of the Special Commission on Weather Modification*. Washington, D.C. 1965. Disponível em: <https://www.nsf.gov/nsb/publications/1965/nsb1265.pdf>. Acesso em: 27 ago. 2024.

VITOR NETTO. Enchentes no RS: relatório aponta falhas estruturais nos diques, comportas e em casas de bombas. *CBN*, Porto Alegre, 26 ago. 2024. Disponível em: <https://cbn.Globo.com/brasil/noticia/2024/08/26/enchentes-no-rs-relatorio-aponta-falhas-estruturais-nos-diques-comportas-e-em-casas-de-bombas.ghtml>. Acesso em: 27 ago. 2024.

PINHEIRO, Luís Balkar Sá Peixoto. *Bento Aranha - textos selecionados*. Manaus: Editora Valer, 2022.

ROSENBERG, Matt. *How the Netherlands reclaimed land from the sea: polders and dikes of the Netherlands*. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/polders-and-dikes-of-the-netherlands-1435535>. Acesso em: 02 jun. 2024.

SAGAN, Carl. *Pale Blue Dot: A vision of the human future in space*. New York: Random House, 1994.

SANTOS, Igor Felipe. Tragédia no Rio Grande do Sul: é preciso apontar as causas e responsáveis. *Brasil de Fato*, edição de 23 maio 2024. Disponível em: <https://www.brasildefato.com.br/2024/05/23/tragedia-no-rio-grande-do-sul-e-preciso-apontar-as-causas-e-responsaveis>. Acesso em: 27 ago. 2024.

SOUTH FLORIDA WATER MANAGEMENT DISTRICT. *Flood control*. Disponível em <https://www.sfwmd.gov/our-work/flood-control>. Acesso em: 27 maio 2024.

SPADONI, Pedro. *Criar buracos negros em laboratório mudaria tudo na ciência – e é possível!* Disponível em: <https://olhardigital.com.br/2024/02/09/ciencia-e-espaco/criar-buracos-negros-em->

laboratorio-mudaria-tudo-na-ciencia-e-eh-possivel/. Acesso em: 25 jun. 2024.

TIKKANEN, Amy. Zuiderzee, inlet, Netherlands. In: *Encyclopaedia Britannica*. Disponível em: <https://www.britannica.com/place/Zuiderzee>. Acesso em: 28 maio 2024.

VEIGA, Edison. *Há 200 anos navio pioneiro da imigração alemã chegava ao Rio*. *Deutsche Welle*, 13 jan. 2024. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/h%C3%A1-200-anos-navio-pioneiro-da-imigra%C3%A7%C3%A3o-alem%C3%A3-chegava-ao-rio/a-67920651>. Acesso em: 27 ago. 2024.