



INSTITUTO INTERNACIONAL ARAYARA

Negacionismo científico: causas dos eventos de enchentes no Rio Grande do Sul

CURITIBA

2024

Instituto Internacional ARAYARA

CNPJ: 04.803.949/0001-80

Escritório Brasília
Rua Piauí, 02
Brasília, DF
CEP: 70804-190
Brasil

Escritório Curitiba
rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP:80810-210
Brasil

Escritório Montevideo
Blvr. Juan Benito Blanco 780, sala 10 11300
Montevideo, Dto. de Montevideo
Uruguay

www.arayara.org

contato@arayara.org

+55 (41) 98445-0000



Ficha Técnica

Alisson Capelli de Souza - Engenheiro ambiental.

Daniela Giovana da Cunha Barros - Engenheira ambiental.

Urias de Moura Bueno Neto - Engenheiro Ambiental.

Instituto Internacional ARAYARA

CNPJ: 04.803.949/0001-80

Escritório Brasília

Rua Piauí, 02
Brasília, DF
CEP: 70804-190
Brasil

Escritório Curitiba

rua Gaspar Carrilho Jr., 01
Curitiba, Paraná
CEP:80810-210
Brasil

Escritório Montevideo

Blvr. Juan Benito Blanco 780, sala 10 11300
Montevideo, Dto. de Montevideo
Uruguay

Sumário

1. Introdução.....	4
2. Enchentes.....	5
3. Crise climática.....	7
4. Negacionismo científico e suas consequências para o RS.....	12
5. Conclusão.....	18
Referências.....	20

1 Introdução

Estamos presenciando um período de mudanças climáticas. Conforme apresentado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), em seu último relatório AR6 (IPCC, 2022), as atividades humanas, especialmente as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera (GEE) pela queima de combustíveis fósseis, estão conduzindo o planeta um cenário de aquecimento na temperatura média global em 1,5°C previsto para até 2030.

Conforme apresentado pelo *National Oceanic and Atmospheric Administration* crescente aumento na concentração de CO₂, o principal gás de efeito estufa, na atmosfera vem ocorrendo, chegando a aproximadamente 420 ppm (NOAA, 2024). O IPCC (2022) indica que no cenário de aquecimento do planeta, trará mudanças drásticas no clima, intensificando eventos climáticos extremos como as enchentes.

O Estado do Rio Grande do Sul foi drasticamente afetado por fortes chuvas que desencadearam fortes enchentes em um intervalo menor que um ano. Tais eventos não são coincidência, mas sim fortes indícios de serem reflexos da crise climática ocasionado pelo consumo dos combustíveis fósseis e destruição do meio ambiente. Nas últimas décadas os desastres ambientais apresentaram tendências crescentes no número de eventos, incluindo as enchentes (Our World in Data, 2024). Além da quantidade de eventos, as intensidades também vem aumentando, trazendo ainda mais danos aos locais de ocorrência.

Frente ao grande desafio da humanidade de se enfrentar a crise climática, o Brasil vem buscando ampliar a exploração de combustíveis fósseis, como no ano de 2023 especificamente no 4º ciclo de oferta permanente em que a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis ofertou 603 áreas de exploração de petróleo e gás fóssil (ANP, 2023). Nesse sentido, o Brasil está indo totalmente contra as orientações da Agência Internacional de Energia (IEA, 2021) de não ter nenhum novo investimento em combustíveis fósseis a partir de 2021 para limitar o aquecimento global em 1,5°C.

Um estudo realizado pelo Instituto de Tecnologia e Sociedade em parceria com a Universidade de Yale com o (ITS, 2022) apresentou que 96% dos brasileiros acreditam que o aquecimento global está acontecendo. Entretanto, o governo brasileiro, diferente de sua população, continua se apresentando negacionista à crise climática, uma vez que vem incessantemente buscando ampliar a exploração de combustíveis fósseis de suas reservas.

Este documento em síntese busca trazer um panorama geral sobre as mudanças climáticas e o evento que devastou o Rio Grande do Sul, além de trazer possíveis caminhos

que o governo brasileiro deve trilhar para minimizar os impactos das mudanças climáticas sobre o Brasil.

2 Enchentes

As enchentes ocorrem após precipitações intensas ou em casos chuvas de longa duração, tem como um dos principais fatores atenuantes a capacidade de drenagem do local onde o fenômeno ocorreu. Quando ocorre uma precipitação parte da água é infiltrada no solo que depende do tipo de solo e do uso e ocupação (maior infiltração em áreas preservadas e menores em áreas de plantio e basicamente nula em áreas construídas) e o restante é escoado na superfície e, antes de chegar no solo ocorre a interceptação da chuva por edificações ou pela vegetação, sendo esta maior em formações florestais do que em não florestais.

A vegetação é fundamental para a drenagem em uma bacia hidrográfica, pois pode se ter uma maior capacidade de infiltração, reduzindo consideravelmente o volume escoado superficialmente e retardando o tempo de concentração, sendo esta, a variável que representa o tempo em que toda gota chuva que interceptou uma bacia chegou até o exutório. O solo possui uma determinada capacidade de infiltração e dependendo da chuva tal capacidade pode ser atingida, impedindo que a água entre no solo forçando-a ficar na superfície. Durante episódios de precipitações intensas parte da chuva não consegue infiltrar, conseqüentemente se acumula na superfície gerando vazões de pico, cheias ou enchentes (Collischonn; Dornelles, 2015).

Outro papel fundamental exercido pela vegetação, é a proteção exercida por ela quando se encontra às margens dos corpos hídricos, legalmente conhecida como Área de Preservação Permanente (APP) definida pelo Novo Código Florestal instituído pela Lei Federal nº 12.651/2012 (Brasil, 2012). APP nada mais é que uma faixa de vegetação necessária para a proteção dos corpos hídricos definida de acordo com a largura do corpo hídrico¹ em caráter permanente que não pode ser violada (com algumas ressalvas como utilidade pública), destacando também a sua importância para o bem estar humano, visto que ocupações em áreas de APP podem trazer diversos riscos às edificações e a vida humana, pois estas faixas geralmente compreendem à planície aluvial ou planície de inundação de um corpo hídrico.

¹ Destaca-se da exceção à regra o artigo 4º, inciso XI, § 10, as faixas de APP podem ser definidas pelo município em áreas urbanas consolidadas e ainda no artigo 4º, inciso III, no caso de barramentos a APP será definida no licenciamento ambiental.

Um parâmetro muito importante referente a chuvas intensas é o Tempo de Retorno (TR), estatisticamente corresponde ao tempo em que um evento pode ser igualado ou superado considerando uma base de dados (Collischonn; Dornelles, 2015). Considerando o evento ocorrido no estado do Rio Grande do Sul, o TR para uma precipitação deste porte pode ser de **milhares de anos** conseqüentemente tendo uma baixíssima probabilidade de ocorrência, contudo no ano passado houveram outros eventos similares que assolaram o estado, mesmo tendo menores magnitudes geraram grande danos, podendo **estes serem indícios de mudança nos padrões de precipitação, por consequência mudanças climáticas**.

Foi relatado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024a) que para o período de 24 a 28 de abril de 2024, as precipitações na região teriam destaques para o RS, no municípios de Quaraí (200,0 mm); Rio Grande (113,4 mm) e Caçapava do Sul (111,8 mm). Conforme apresentado pelo INMET (2024b) o RS apresentou fortes precipitações nos primeiros cinco dias do mês de maio, chegando até 400 mm, sendo que a precipitação acumulada para o referido mês está entre 140 e 180 mm, superando em muito o padrão.

Existem modelos físicos que representam o fenômeno dinâmico do escoamento superficial da água, estes estão fundamentados nas leis de conservação de massa e de quantidade de movimento. Um modelo muito conhecido e utilizado para escoamento em canais, rios e também para simular enchentes são as equações de Saint Venant, que são utilizadas no software Hec-Ras (U.S Army Corps Engineers)² muito usado para simular escoamentos, fenômenos de cheia e até rompimento de barragens.

Baseando-se nesse modelo a velocidade de escoamento está em função basicamente da geometria do canal por onde a água escoar, altura da lâmina d'água e a declividade da superfície de escoamento. Portanto se não existir um aporte na vazão afluente a tendência é que com o passar do tempo a altura da lâmina d'água diminua conforme o transporte. Para grandes volumes de água como observado no RS este processo pode ser lento, ainda mais se houver novas chuvas e conseqüentemente aporte na vazão afluente. Toda a água do Guaíba chega até a Laguna dos Patos que possui um canal 4 km de extensão com 600 m de largura que a liga ao oceano atlântico (Mapa 1), por ser um canal estreito a água possui dificuldades para escoar este grande volume de água ao mar, além disso os ventos podem ser responsáveis

² <https://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>

para retardar um escoamento, visto que o lago possui uma grande área superficial que sofre influência dos ventos.

Mapa 1 - Canal Laguna dos Patos



Produção: ARAYARA.org | Responsáveis: Eng. Juliano Bueno de Araújo e Eng. Alisson C. S. | 1ª versão, maio 2024 | Referencial Geodésico: SIRCAS 2000
 Fonte: Municípios - IBGE, 2022 | BaseMap - Esri, 2024.

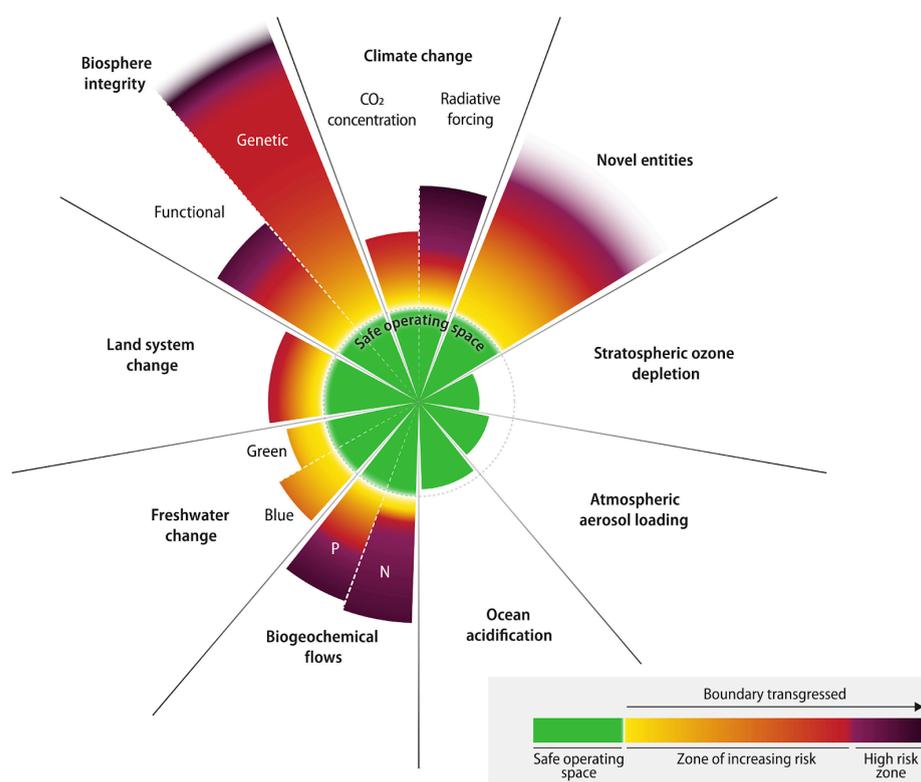
Fonte: Elaborado pelos autores, (2024).

3 Crise climática

Para a compreensão dos efeitos das mudanças climáticas, é necessário a percepção do fenômeno denominado efeito estufa. Por sua vez, este é um mecanismo natural que mantém a temperatura da superfície da Terra em níveis propícios à existência da vida, em média 15°C. Entretanto, quando certos gases denominados “gases de efeito estufa” (GEEs), exemplo, o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), são liberados constantemente na atmosfera, estes permitem a entrada da radiação solar, mas dificultam a saída do calor para o espaço. Assim, **a aceleração exacerbada do efeito estufa a partir da emissão constante dos GEEs, acarreta na elevação da temperatura média do planeta, o que é denominado como aquecimento global e acaba por desencadear as mudanças climáticas (INPE, 2024).**

O estudo de Richardson *et al.* (2023) revela que seis dos nove limites planetários foram ultrapassados, marcados por riscos variando de moderados (representados em amarelo), altos (em vermelho) e até mesmo muito altos (em roxo), indicando que a Terra está agora fora do espaço operacional seguro para a humanidade, mas podendo se agravar ainda mais (Figura 1). Essa ultrapassagem dos limites reflete uma interferência significativa das atividades humanas no sistema terrestre, principalmente pela contínua emissão de GEEs, com o perigo iminente de perdermos o estado do sistema semelhante ao do Holoceno. Notavelmente, entre os seis limites planetários ultrapassados, destacam-se as mudanças climáticas, chegando até a riscos de natureza muito altos.

Figura 1 - Avaliação da transgressão dos nove limites planetários



Fonte: Richardson *et al.* (2023).

As mudanças climáticas estão diretamente relacionadas ao aumento da emissão de GEEs, os quais desde o final do século XVIII, com a Revolução Industrial, e especialmente desde durante a segunda metade do século XX até o presente, ocorrem um aumento significativo nas emissões de GEEs em larga escala (INPE, 2024). Dentre as principais atividades responsáveis pela emissão destes GEEs, podem ser citadas a **queima de**

combustíveis fósseis, a indústria e o desmatamento, como as atividades que mais têm aumentado a concentração desses gases, intensificando o efeito estufa (Exame, 2024).

De acordo com o Global Carbon Budget (2023), **o Brasil é o quinto maior produtor de emissões de CO₂ provenientes dos combustíveis fósseis e indústrias**, com um acúmulo no ano de 2022 de emissões de 483,48 milhões de toneladas de CO₂. Já de acordo com o Climate Watch (2023), a agricultura e a mudança no uso do solo são os maiores responsáveis pela emissão de N₂O no Brasil, com emissões em 2020 de 178,42 milhões de toneladas de CO₂e e 10,67 milhões de toneladas de CO₂e, respectivamente.

A exploração de petróleo e gás na região Sul do Brasil é mais predominante na bacia sedimentar Pelotas, a qual contempla todo o estado do Rio Grande do Sul e uma parte de Santa Catarina. Com os investimentos e incentivos nesta área cada vez mais crescentes no país, no último leilão da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o 4º Ciclo de Oferta Permanente em dezembro de 2023, foram ofertados 165 blocos para exploração nessa bacia, todos *offshore*. Destes, 44 foram arrematados, resultando no aumento da área de exploração na região em 28.613 km² (Arayara.org, 2023). No entanto, essa expansão também impacta diretamente uma variedade de áreas consideradas sensíveis e promove maiores emissões de GEEs, pois estima-se que o petróleo e seus derivados desempenham um papel significativo no cenário das mudanças climáticas, responsável por mais de 60% das emissões totais de gases de efeito estufa, desde sua extração, refinaria, até o consumo (UNICAP, 2023).

Já a utilização de matéria prima fóssil para a geração de energia elétrica, no Rio Grande do Sul é fortemente explorada, sendo a usina termelétrica Candiota III a maior emissora de CO₂e em 2022 dentre todas as termelétricas do Brasil, com 1.318 toneladas de CO₂e por GWh produzido e em seguida a usina Pampa Sul, com 1.156 tCO₂e/GWh. Ambas as usinas estão localizadas no município de Candiota-RS (IEMA, 2023). Vale ressaltar também, que recentemente em 09 de abril de 2024, o governador do estado apresentou à população investimentos milionários de empresas para a construção do polo Carboquímico de Candiota (Governo do Estado RS, 2024). Atitude que incentiva ainda mais o uso do carvão mineral no município e estado, indo [na contramão da Política Nacional de Mudança do Clima](#) (Lei nº 12.187/2009).

O desmatamento é um tema bastante em pauta no Brasil, recentemente, em 8 de maio de 2024, surgiu como pauta no Senado o PL nº 3.334/2023 o qual reduz de 65% para 50% as áreas protegidas no território de cada estado nacional, e com isso a redução de 80% para 50%

das áreas denominada como “reserva legal” em áreas florestais, seguido de mais 24 propostas de flexibilização ambiental nacional (Borges, 2024). Este PL ataca diretamente a preservação das florestas nacionais fomentando as crises climáticas, como já destacado, mesmo com a catástrofe climática acontecendo ao mesmo tempo no estado do Rio Grande do Sul.

Esses são apenas alguns exemplos de incentivos nacionais e estaduais para o aquecimento global, e com isso as consequências das mudanças climáticas são evidentes. As últimas décadas de 1990 e 2000 foram as mais quentes dos últimos mil anos e de acordo com as projeções do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), os próximos 100 anos indicam um aumento da temperatura média global entre 1,8°C e 4°C, como também um aumento no nível médio do mar entre 0,18 m e 0,59 m, o que pode afetar de maneira significativa as atividades humanas e os ecossistemas (INPE, 2024).

O IPCC realizou em 2022 uma projeção sobre as possíveis alterações na biosfera decorrente do aquecimento global, mostrando cenários extremamente preocupantes para o futuro da humanidade, sendo importante citar que o mundo sofrerá com o aumento de catástrofes naturais, como grandes enchentes, onde as populações mais vulneráveis serão as mais impactadas, a biodiversidade será cada vez mais comprometida pelo aumento da temperatura e **até mesmo a segurança alimentar estará em risco** (IPCC, 2022). De acordo com a Secretaria de Comunicação Social (2024), um exemplo atual que ilustra essa preocupação com a segurança alimentar é a [Medida Provisória nº 1.217/2024](#), publicada pelo Governo Federal em 9 de maio de 2024, a qual autoriza a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) a importar neste ano, até 1 milhão de toneladas de arroz, decorrente às consequências sociais e econômicas das enchentes no Rio Grande do Sul, já que o estado é o principal produtor do grão no país.

Um fator extremamente importante é que o aumento das concentrações de GEEs e o aquecimento global constante, contribuem na mudança de outras variáveis climáticas, como **alterações no regime, na quantidade e na distribuição das chuvas, acarretando em eventos climáticos extremos** (IBAMA, 2022), como o que está ocorrendo no Rio Grande do Sul³. De acordo com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2018) o ciclo da água está diretamente relacionado ao clima, então as mudanças climáticas consequentemente alteram o regime de chuvas, podendo provocar eventos hidrológicos

3

<https://www.cnnbrasil.com.br/politica/a-cnn-marina-silva-defende-decretar-estado-de-emergencia-climatica-em-1-942-municipios-do-pais/>

extremos, variando desde inundações até longos períodos de seca, o que pode também ameaçar o suprimento de disponibilidade hídrica para todos.

No âmbito da meteorologia, os modelos meteorológicos aprimoram a compreensão das formas de frentes atmosféricas. Uma frente fria é caracterizada pela invasão de ar frio sobre uma massa de ar quente, enquanto uma frente quente representa o oposto. Na frente oclusa, a frente fria se move mais rapidamente, ultrapassando a massa de ar quente, elevando-a e resultando em um ar mais frio na superfície. Já na frente estacionária, ocorre um equilíbrio entre as duas massas de ar, com movimento mínimo ou ausente entre elas (Herman Junior, 2020). Destaca-se que no Rio Grande do Sul, mais precisamente na Região Hidrográfica do Guaíba, com nove bacias e onze sub bacias hidrográficas, as **frentes estacionárias** são dentre os tipos de tempo os que mais tiveram influência na gênese dos episódios de enchentes (Wollmann, 2014).

Na área onde ocorre o encontro das duas massas de ar (frentes estacionárias) ocorre uma exposição a intensas taxas de precipitação, muitas vezes gerando tempestades significativamente severas (Miranda; Souza, 2012). Entretanto, **este fenômeno natural está sendo potencializado pelos efeitos do aquecimento global** e com isso gerando os maiores volumes de chuva registrados na história do país, cada vez mais notavelmente. Casos recentes, como por exemplo, em Petrópolis no Rio de Janeiro⁴ em 2022, no litoral norte de São Paulo⁵ em 2023 e agora em 2024 na região hidrográfica do Rio Guaíba, no Rio Grande do Sul⁶.

No caso dos eventos recentes ocorridos no Rio Grande do Sul, um El Niño excepcionalmente forte aqueceu não apenas o Pacífico, mas todos os oceanos, resultando em uma onda de calor no Sudeste e no Centro-Oeste do Brasil, aumentando a umidade do ar e permitindo a entrada de ar quente e úmido no Sul do país. Por outro lado, uma frente fria vinda da Antártida trouxe chuvas e ventos fortes, mas não conseguiu deslocar o ar quente devido à intensidade do El Niño. Com as frentes movendo-se de leste para oeste devido ao El Niño, ao invés do padrão sul para norte, houve períodos prolongados de chuva em uma

4

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/com-mais-de-530-milimetros-petropolis-registra-maior-chuva-da-historia/>

5

<https://www.terra.com.br/noticias/brasil/cidades/entenda-por-que-choveu-tanto-no-litoral-norte-de-sp-em-tao-poco-tempo.2e8834a1dfcbd9064319d3e12ab4b65a909jakwk.html>

6

<https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/05/07/chuva-em-pontos-do-rs-bate-a-media-prevista-para-cinco-meses-veja-lista-de-cidades-com-maior-acumulado.ghtml>

mesma região. Essa situação exacerbou os **padrões climáticos históricos do Rio Grande do Sul**, conhecido por ser uma área geográfica de encontro entre sistemas tropicais e polares, tornando o **clima ainda mais imprevisível com as mudanças climáticas** (Paraguassu, 2024).

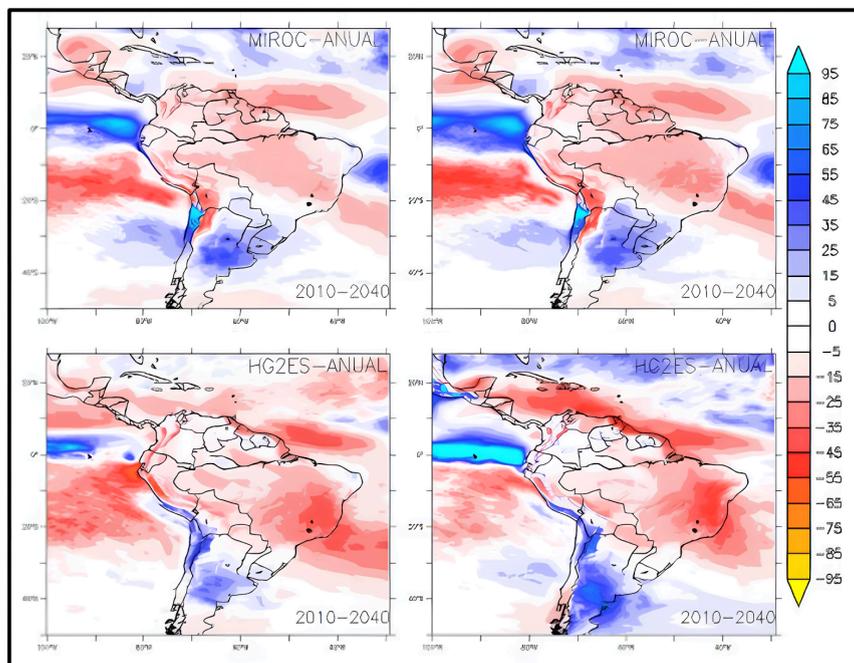
4 Negacionismo científico e suas consequências para o RS

O estado do Rio Grande do Sul é alvo de episódios de enchentes a muito tempo, diversos estudos científicos abordam essa questão e suas causas. Ainda em 1993 Dewes e Silveira (1993), alertaram em seus estudos a necessidade da construção de obras hidráulicas, zoneamento de áreas inundáveis e um sistema de previsão de cheias, pois o estado do Rio Grande do Sul já era periodicamente atingido por enchentes que por consequência causou prejuízos econômicos e perdas de vidas humanas.

De acordo com Wollmann (2014) variáveis climáticas se repetem constantemente, sendo essas protagonistas na causa do evento extremo. Entre os anos de 2000 e 2012 o autor atribui as **frentes estacionárias** como principal fenômeno que contribuiu para as enchentes na região hidrográfica do Guaíba e região hidrográfica do Uruguai, representado 63,3% e 73,6 % dos eventos respectivamente, já para a região hidrográfica do litoral 63,6% dos registros de enchentes tiveram sua gênese atribuída à participação de ciclone frontal, ou extratropical.

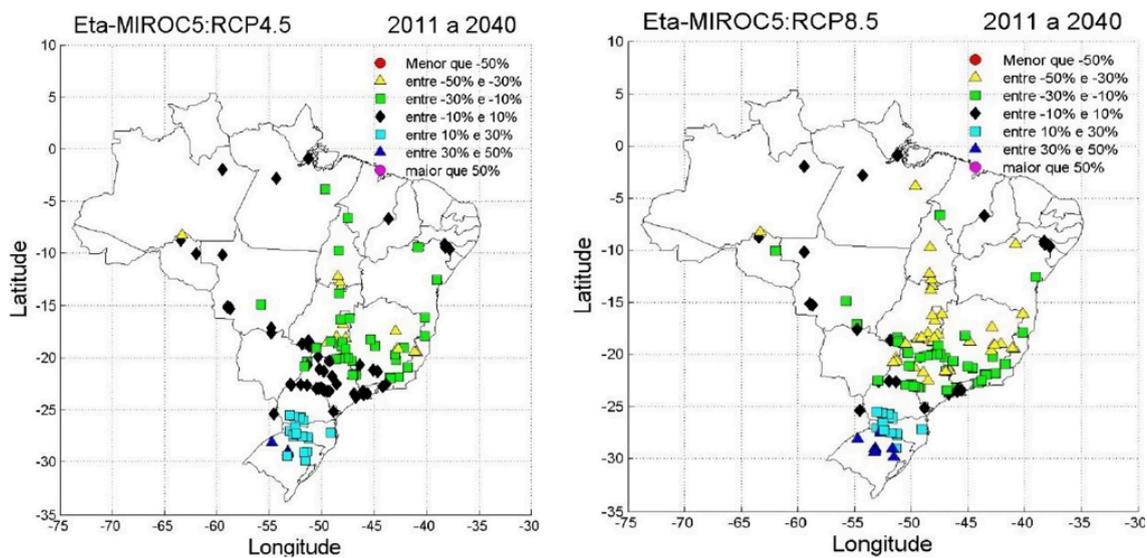
O resumo executivo do intitulado “**BRASIL 2040: cenários e alternativas de adaptação à mudança do clima**”, divulgado em 2015, apresentou modelos para até o ano de 2040 quais previam anomalias positivas em relação a precipitação média anual para o Rio Grande do Sul (Figura 2), junto de anomalias positivas de 10 a 50% para vazões dos corpos hídricos (Figura 3).

Figura 2 - anomalias de precipitação média (%) entre os anos de 2010 a 2040



Fonte: Brasil 2040, (2015).

Figura 3 - anomalias de vazões médias (%) entre os anos de 2010 a 2040



Fonte: Brasil 2040, (2015).

A crise climática junto de processos de descaracterização e desmatamento de bacias hidrográficas acabam por intensificar eventos climáticos extremos, aumentando a incidência de desastres naturais. As análises e estudos apresentados deixam claro o gigantesco problema que ocorre no Rio Grande do Sul há décadas, no entanto, o país e o estado têm se mostrado

relutantes em reconhecer os resultados científicos e implementar a construção de programas e obras eficazes, destinados à preservação do meio ambiente e à garantia da segurança.

Em exemplo desse descompromisso, tem-se a aprovação em 2024 do Projeto de Lei nº 151/2023, apresentado pelo Deputado Delegado Zuco, que visa garantir o fomento de novas barragens e dar condições ao enfrentamento de estiagem, porém permite dessa forma a intervenção danosa em Áreas de Preservação Ambiental (APPs), fragilizando ainda mais o Código Estadual do Meio Ambiente (Agapan, 2024; Assembleia Legislativa RS, 2023).

Foi apresentado em setembro de 2019 pelo Governador do estado do Rio Grande do Sul, Eduardo Leite, o projeto do novo Código Ambiental para o estado que altera cerca de 500 pontos da legislação, após 75 dias o mesmo foi aprovado pela Assembleia Legislativa (Oeco, 2020).

O governo estadual demonstrou falta de comprometimento com a preservação do meio ambiente, exacerbando os efeitos negativos das enchentes que a população está passando neste ano de 2024. Dos 497 municípios, 475 (95,57%) foram afetados por chuvas intensas (Defesa Civil - RS, 2024) .

Para ilustrar a magnitude do evento o Instituto Internacional Arayara desenvolveu por meio de imagens de satélite mapas (Mapa 2 e 4) comparando vários dos municípios afetados antes (21 de abril) e depois das chuvas (6 de abril), foi ainda desenvolvido mapas por meio de sensoriamento remoto *Normalized Difference Water Index* (NDWI)⁷ para a melhor visualização das áreas inundadas (Mapas 3 e 5).

Na capital Porto Alegre, 170 mil pessoas ficaram sem luz, ruas e avenidas foram inundadas além das rodovias BR-290, BR-116, BR-480 e BR-386, a Arena do Grêmio e o estádio Beira-Rio, também foram tomados pela água e as pessoas tiveram de ser deslocadas a abrigos, o aeroporto Salgado Filho foi alagado e a estação rodoviária foi fechada (RBS, 2024). Na região metropolitana de Porto Alegre está localizado o município de Canoas que possui uma das grandes refinarias de petróleo da Petrobras, a Refinaria Alberto Pasqualini (REFAP), que não foi afetada pelo evento.

⁷ <https://eos.com/make-an-analysis/ndwi/>

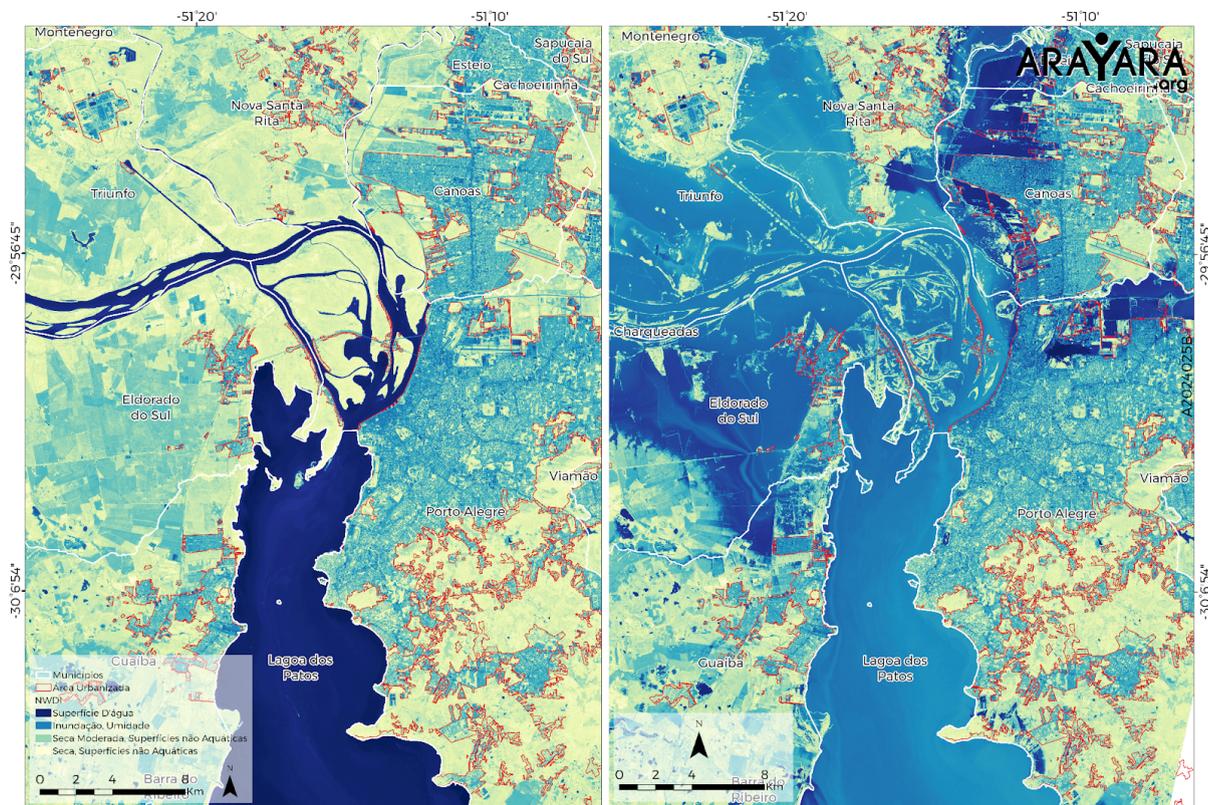
Mapa 2 - comparativo entre 21 de abril e 6 de maio para Porto Alegre e demais municípios em volta.



Produção: ARAYARA.org | Responsáveis: Eng. Juliano Bueno de Araújo e Eng. Alisson C. S. | 1ª versão, maio 2024 | Referencial Geodésico: SIRCAS 2000
Fonte: Áreas Urbanizadas - IBCE, 2019 | Municípios - IBCE, 2022 | Imagens - Sentinel 2, 2024

Fonte: elaborado pelos autores, (2024).

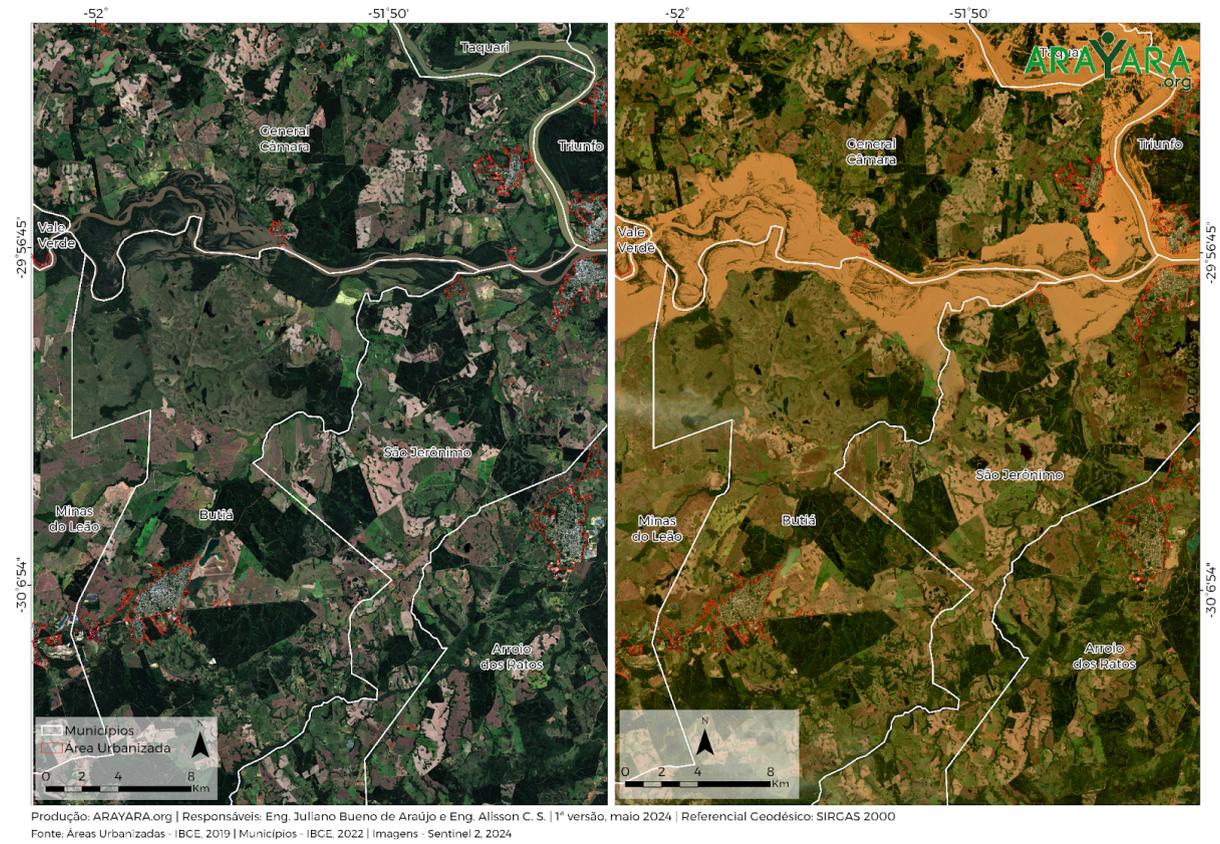
Mapa 3 - NWDI para Porto Alegre e demais municípios em volta.



Fonte: elaborado pelos autores, (2024).

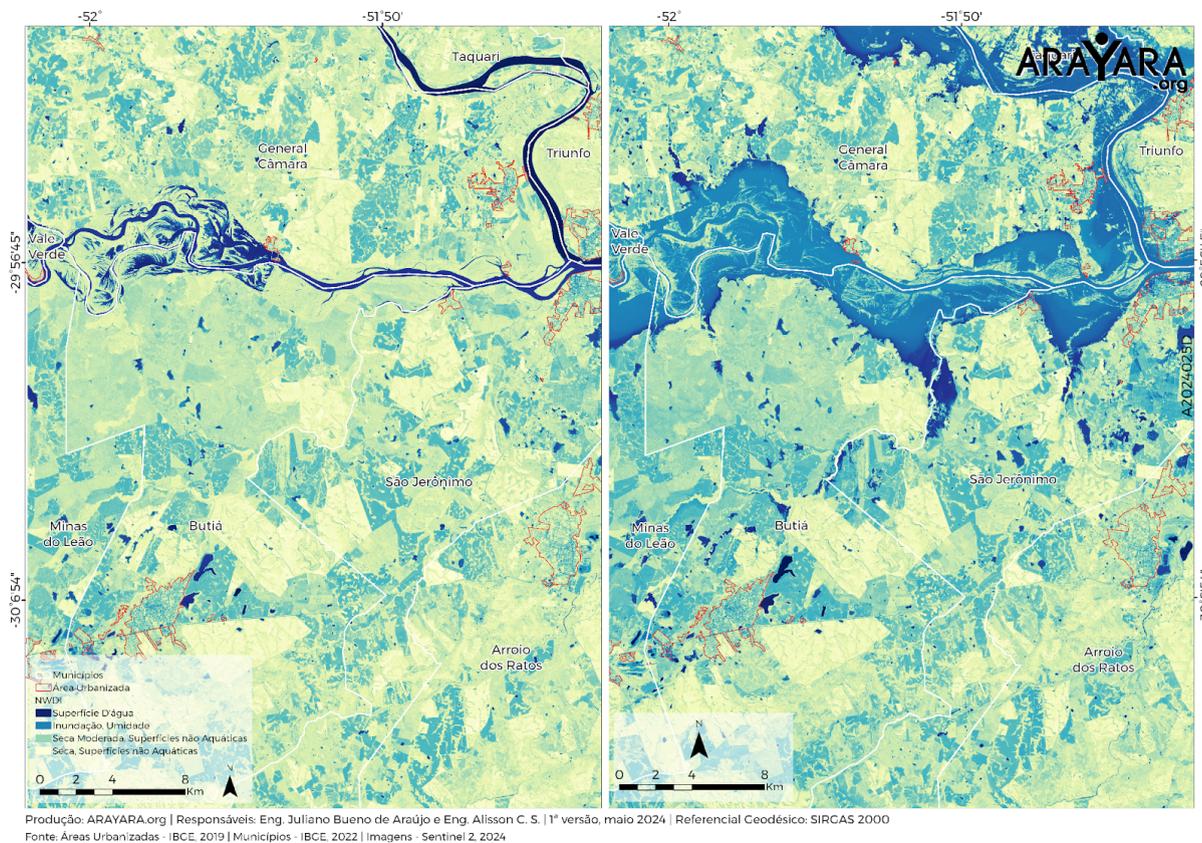
Os municípios englobados no mapa 3, sofreram fortemente com as enchentes. Destaca-se o município de Triunfo que possui um polo petroquímico onde estão localizadas as empresas Braskem e White Martins, que são alimentadas constantemente por derivados de petróleo.

Mapa 4 - comparativo entre 21 de abril e 6 de maio para General Câmara e demais municípios em volta.



Fonte: elaborado pelos autores, (2024).

Mapa 5 - NWDI para General Câmara e demais municípios em volta.



Fonte: elaborado pelos autores, (2024).

A defesa civil do Rio Grande do Sul atualizou em 3 de junho de 2024 o balanço das enchentes com 475 municípios afetados, 37.154 pessoas em abrigos, 579.457 desalojados, 2.390.556 de pessoas afetadas, 806 feridos, 42 desaparecidos, 172 óbitos confirmados, 77.874 pessoas resgatadas, 10.814 animais resgatados (Defesa Civil RS, 2024).

5 Conclusão

Diante dos eventos climáticos extremos enfrentados atualmente, como as enchentes devastadoras no Rio Grande do Sul, torna-se evidente a importância da ciência em lidar com esses desastres climáticos, mas também prevê-los. Com isso, a compreensão dos fenômenos climáticos, incluindo a dinâmica das chuvas, a intensidade, a influência do desmatamento na drenagem das bacias hidrográficas e os efeitos do aquecimento global, é fundamental.

Com o aumento das emissões de gases de efeito estufa, principalmente pelas atividades de queima de combustíveis fósseis e o desmatamento ou mudança no uso do solo, o aquecimento global está se agravando cada vez mais e com isso, desencadeando os efeitos

das crises climáticas cada vez mais perceptíveis, como por exemplo, a mudança no regime, na quantidade e na distribuição das chuvas, formando enchentes em alguns locais e em outros secas extremas.

Os impactos das crises climáticas nos eventos previsíveis de enchentes no Rio Grande do Sul, estão sendo cada vez mais agravados, com danos irreparáveis a humanidade e ecossistemas, com um quadro alarmante de 447 municípios afetados e mais de 2 milhões de pessoas atingidas. As alterações citadas podem variar desde ameaças ao suprimento de disponibilidade hídrica para todos, pontos sem energia elétrica, vias bloqueadas, insegurança alimentar para toda a população, biodiversidade comprometida, mas também impactos direto à vida das populações atingidas, sendo as populações mais vulneráveis as mais impactadas.

Cabe ressaltar a importância da valorização das políticas, leis e códigos ambientais, mas também o respeito de suas restrições e metas, que junto do avanço científico, é fundamental nestes casos, principalmente para a minimização do aquecimento global e com isso a mitigação desses eventos climáticos extremos, vivenciados pela população cada vez mais.

Por fim, destaca-se:

- É importante que o governo invista efetivamente na transição energética visto que o país possui um enorme potencial para geração de energias limpas;
- Seguir as orientações da Agência Internacional de Energia (IEA, 2021) de não ter nenhum novo investimento em combustíveis fósseis, para limitar o aquecimento global em 1,5°C;
- O governo deve desenvolver um Plano de Ação Climática buscando minimizar os impactos das mudanças climáticas;
- Aumentar as faixas de APP evitando que áreas de risco de enchentes sejam ocupadas.

Referências

AGAPAN. **Manifestação Agapan sobre aprovação do PL 151/2023, da destruição de Áreas de Preservação Permanente**. 2024. Disponível em:

<https://www.agapan.org.br/post/manifesta%C3%A7%C3%A3o-agapan-sobre-aprova%C3%A7%C3%A3o-do-pl-151-2023-da-destrui%C3%A7%C3%A3o-de-%C3%A1reas-de-preserva%C3%A7%C3%A3o-permanente>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. **Mudanças climáticas e recursos hídricos**. 2018. Disponível em:

<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/gestao-das-aguas/panorama-das-aguas/mudancas-climaticas-recursos-hidricos#:~:text=O%20ciclo%20da%20%C3%A1gua%20est%C3%A1,de%20recursos%20h%C3%ADdricos%20para%20todos>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **4º Ciclo da Oferta Permanente – Concessão**. 2023. Disponível em:

<https://www.gov.br/anp/pt-br/rodadas-anp/oferta-permanente/opc/4o-ciclo-oferta-permanente-concessao/4o-ciclo-oferta-permanente-concessao>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

ARAYARA.ORG - INSTITUTO INTERNACIONAL ARAYARA. **Dados do Leilão do Fim do Mundo**: Monitor Interativo de dados do 4º Ciclo da Oferta Permanente OPC - ANP. 2023. Disponível em: <https://leilaofossil.org/monitor/>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

Assembleia Legislativa Estado do Rio Grande do Sul. **Defesa da agricultura na pauta do Delegado Zucco**. 2023. Disponível em: <https://ww4.al.rs.gov.br/noticia/330475>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

BORGES, A. **Congresso ignora catástrofe climática no RS e avança com projeto que fragiliza a Amazônia**. 2024. Disponível em:

<https://neofeed.com.br/economia/congresso-ignora-catastrofe-climatica-no-rs-e-avanca-com-projeto-que-fragiliza-amazonia/#:~:text=Isso%20equivale%20a%20uma%20%C3%A1rea,22%20e%20julho%20de%202023>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

BRASIL. Lei Federal nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/12187.htm. Acesso em: 06 de maio de 2024.

BRASIL. Lei Federal nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm. Acesso em 10 de maio de 2024.

BRASIL. **Brasil 2040**: Resumo executivo. Brasília, 2015. Acesso em: 10 de maio de 2024.

Disponível em:

[https://www.agroicone.com.br/\\$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf](https://www.agroicone.com.br/$res/arquivos/pdf/160727143013_BRASIL-2040-Resumo-Executivo.pdf).

CLIMATE WATCH. Nitrous oxide (N₂O) emissions are measured in tonnes of carbon dioxide equivalents. **Our World in Data**. 2023. Disponível em:

<https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

COLLISCHONN, W.; DORNELLES, F. **Hidrologia para Engenharia e Ciências**

Ambientais. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH), v. 336,

2015. Disponível em: <<https://www.abrhidro.org.br/SGCv3/publicacao.php?PUB=5>>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

DEWES, R; SILVEIRA, G, L. Management of hydric resources in Rio Grande do Sul:

historic and proposal of a State system. **Revista de Administração Pública**, v. 27, n. 2, Rio de Janeiro, 1993. Acesso em: 10 de maio de 2024. Disponível em:

<https://www.proquest.com/openview/76ba466792efbf519563021fc5b71673/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2035113#>.

Defesa Civil do Rio Grande do Sul. **Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS – 3/6, 9h**. 2024a. Disponível

em:<https://www.estado.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-3-6-9h>.

Acesso em: 03 de junho de 2024.

Diário Oficial Rio Grande do Sul. **Decreto Nº 57.603, de 5 de Maio de 2024**. 2024.

Disponível em: <https://www.diariooficial.rs.gov.br/materia?id=998883>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

EXAME. **Aquecimento global**: o que é, causas, efeitos, consequências. 2024. Disponível

em: <https://exame.com/esg/aquecimento-global-o-que-e-causas-e-consequencias/>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

GLOBAL CARBON BUDGET. Annual total emissions of carbon dioxide (CO₂), excluding land-use change, measured in tonnes. **Our World in Data**. 2023. Disponível em:

<https://ourworldindata.org/co2-emissions>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

GOVERNO DO ESTADO RS. **Empresas anunciam investimentos de R\$ 420 milhões no**

Polo Carboquímico de Candiota: foco é a fabricação de liga metálica para desoxidar aço nas siderúrgicas. 2024. Disponível em:

<https://www.estado.rs.gov.br/empresas-anunciam-investimentos-de-r-420-milhoes-no-polo-carboquimico-de-candiota>. Acesso em: 10 de abril de 2024.

HERMAN JUNIOR. **Frontais**. 2020. Disponível em:

<https://www.inavigate.com.br/post/frontais>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

IBAMA - INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Mudanças climáticas**. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-protecao-ambiental/incendios-florestais/mudancas-climaticas>. Acesso em: 06 de maio de 2024.

IEA – International Energy Agency. **Net Zero by 2050**. 2021. Disponível em: <<https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>> Acesso em: 13 de maio de 2024.

IEMA - INSTITUTO DE ENERGIA E MEIO AMBIENTE. **3º Inventário de Emissões Atmosféricas em Usinas Termelétricas**: Geração de eletricidade, emissões e lista de empresas proprietárias das termelétricas a combustíveis fósseis do Sistema Interligado Nacional. 2023. Disponível em: <https://energiaambiente.org.br/wp-content/uploads/2023/10/3-inventario-ute-iema-2023.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **INFORMATIVO METEOROLÓGICO Nº16/2024**. 2024a. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/informativos#>>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **INFORMATIVO METEOROLÓGICO Nº17/2024**. 2024b. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/informativos#>>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Monitoramento do território**: mudanças climáticas. 2024. Disponível em: <http://www.inpe.br/faq/index.php?pai=9>. Acesso em: 06 de maio de 2024.

IPCC – Intergovernmental Panel of Climate Change. **Climate Change 2022 (Mitigation of Climate Change). Working Group III contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 2022. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>>. Acesso em: 10 de março de 2024.

ITS – Instituto de Tecnologia e Sociedade do Rio. **CLIMATE CHANGE ACCORDING TO THE PERCEPTION OF BRAZILIAN CITIZENS – Analysis report**. 2022. Disponível em: <https://itsrio.org/wp-content/uploads/2022/03/Percep%C3%A7%C3%A3o-sobre-queimadas_Report_ENGLISH.pdf>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

MIRANDA, R. A. C.; SOUZA, L. Climatologia Geográfica. **Fundação CECIERJ**, v. 2, 2012. Disponível em: <https://canal.cecierj.edu.br/012016/27fded665f3743daf6b76edc8477452b.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration. **Carbon Cycle Greenhouse Gases – Trends in CO2**. 2024. Disponível em: <<https://gml.noaa.gov/ccgg/trends/>>. Acesso em 13 de maio de 2024.

OUR WORLD IN DATA. **Global reported natural disasters by type, 1970 to 2024**. 2024. Disponível em: <<https://ourworldindata.org/grapher/natural-disasters-by-type>>. Acesso em: 13 de maio de 2024.

OECD. **Novo código ambiental do RS é aprovado sem passar pela Comissão de Meio Ambiente**. 2020. Disponível em:

<https://oeco.org.br/reportagens/novo-codigo-ambiental-do-rs-e-aprovado-sem-passar-pela-comissao-de-meio-ambiente/>. Acesso em: 10 de maio de 2024

PARAGUASSU, L. **Rio Grande do Sul: entre secas e inundações, estado vive eventos extremos com sinais de mudanças climáticas**. CNN Brasil, 2024. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/rio-grande-do-sul-entre-secas-e-inundacoes-estado-vive-eventos-extremos-com-sinais-de-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 09 de maio de 2024.

RBS TV. **RS tem falta de água, pontos sem luz e vias bloqueadas; veja impactos da cheia em Porto Alegre e no interior**. 2024. Disponível em:

<<https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/07/rs-impactos-cheia-porto-alegre-interior.ghtml>>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

RICHARDSON, K.; STEFFEN, W.; LUCHT, W.; BENDTSEN, J.; CORNELL, S. E.; DONGES, J. F.; BLOH, W. V.; FEULNER, G.; FIEDLER, S.; GERTEN, D.; GLEESON, T.; HOFMANN, M.; HUISKAMP, W.; KUMMU, M.; MOHAN, C.; NOGUÉS-BRAVO, D.; PETRI, S.; PORKKA, M.; RAHMSTORF, S.; SCHAPHOOF, S.; THONICK, K.; TOBIAN, A.; VIRKKI, VL.; WANG-ERLANDSSON, L.; WEBER, L.; ROCKSTRÖM, J. Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, v. 9, n. 37, p. eadh2458, 2023. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.adh2458>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

SECRETARIA DE COMUNICAÇÃO SOCIAL. **Governo publica MP para importar até um milhão de toneladas de arroz e evitar alta dos preços**: Compra será realizada por meio de leilões públicos a preço de mercado. Estoques serão destinados, preferencialmente, à venda para pequenos varejistas. 2024. Disponível em:

<https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/05/governo-publica-mp-para-importar-ate-um-milhao-de-toneladas-de-arroz-e-evitar-alta-dos-precos>. Acesso em: 10 de maio de 2024.

UNICAP - UNIVERSIDADE CATÓLICA DE PERNAMBUCO. **A Petrobras e as mudanças climáticas**. 2023. Disponível em:

[https://portal.unicap.br/-/a-petrobras-e-as-mudancas-climaticas#:~:text=Dentre%20os%20combust%C3%ADveis%20f%C3%B3sseis%20consumidos,estufa%20\(GEE%C2%B4s\)](https://portal.unicap.br/-/a-petrobras-e-as-mudancas-climaticas#:~:text=Dentre%20os%20combust%C3%ADveis%20f%C3%B3sseis%20consumidos,estufa%20(GEE%C2%B4s).). Acesso em: 07 de maio de 2024.

WOLLMANN, C. A. Enchentes no Rio Grande do Sul do século XXI. **Mercator (Fortaleza)**, v. 13, ed. 1, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.4215/RM2014.1301.0006>. Acesso em: 09 de maio de 2024.