

Inundações no Rio Grande do Sul: abril e maio de 2024

IRB(P&D)

IRB(P&D)

Sumário

Sumário	3
Introdução.....	4
Aspectos geológicos e ambientais do Rio Grande do Sul: contexto e influências nas inundações	5
Histórico de inundações	6
Influência do relevo	8
Influência da Cordilheira dos Andes.....	11
Tipos de biomas.....	13
Hidrografia	15
Influência do desmatamento	16
Tipo de solos	20
El Niño e La Niña	24
Regiões do El Niño e La Niña	24
Análise histórica	27
Cronologia do evento.....	34
Climatologia pré-evento.....	36
Descrição da evolução dos sistemas meteorológicos na avaliação das figuras 10 e 11	41
Durante o evento	43
Climatologia durante o evento	44
Mancha de inundação e pontos de deslizamento de terras	59
Regiões afetadas.....	65
Fotos das áreas afetadas.....	69
Análise socioeconômica	73
Perdas no setor rural	90
Perdas no setor industrial e na economia	93
Perdas nas cidades.....	95
Perdas reportadas às seguradoras.....	98
Anexo	100
Referências.....	102

Introdução

As inundações que assolaram o Rio Grande do Sul, no final de abril e início de maio de 2024, configuraram um evento climático de proporções épicas e com impactos devastadores para o estado. Mais do que a fúria das águas, o desastre expôs um problema crônico: o desmatamento desenfreado. A combinação de chuvas torrenciais, relevo acidentado e solo desprotegido por árvores e vegetação nativa criou um cenário perfeito para a tragédia. Como agravantes adicionais, foram detectados problemas nas comportas de contenção do Rio Guaíba e, em alguns pontos, o bloqueio dos canais de escoamento pluviais e sanitários. Neste relatório, apresentamos uma análise profunda e abrangente das inundações, explorando os fatores que contribuíram para a sua magnitude e as consequências desastrosas que causaram, incluindo:

Imagens de satélite

Análise de imagens de satélite, obtidas em diferentes datas, para identificar padrões climáticos, áreas afetadas e a evolução das inundações.

Fatores meteorológicos

Detalhes sobre a presença de um cavado, um corredor de umidade e um bloqueio atmosférico, e como esses elementos contribuíram para a intensificação das chuvas bem como o volume de água recebido pelo estado.

Mapa de relevo

Análise do relevo do Rio Grande do Sul, identificando áreas planas, montanhosas e planaltos, e como a topografia influenciou o escoamento da água e a severidade das inundações.

Mapa de solos

Levantamento dos diferentes tipos de solo presentes no estado e como a sua permeabilidade e capacidade de retenção de água impactaram o volume de água escoada e o nível das inundações.

Imagem da área afetada

Análise detalhada da imagem da área inundada, incluindo a identificação de áreas mais afetadas, cidades e áreas rurais impactadas, e a extensão das inundações.

Impactos das inundações

Discussão aprofundada sobre os impactos humanos, materiais, econômicos e ambientais causados pelas inundações, incluindo perdas de vidas, danos à infraestrutura, prejuízos na economia e agricultura, e contaminação ambiental.

Impactos no setor segurador

Perdas reportadas e tipos de seguros impactados, as exposições de seguradoras e resseguradoras e projeções de perdas pelo governo estadual.

Falhas na gestão das comportas

Abertura tardia ou inadequada de comportas em barragens e rios contribuiu para o aumento do volume de água em áreas já alagadas, agravando a situação.

Problemas no escoamento da água

A obstrução de canais de drenagem por detritos e a falta de infraestrutura adequada para o escoamento da água da chuva também intensificaram as inundações.

Aspectos geológicos e ambientais do Rio Grande do Sul: contexto e influências nas inundações

Para compreender as inundações que ocorreram no Rio Grande do Sul (RS), em abril e maio de 2024, é essencial analisar os diversos fatores geológicos que influenciaram a dinâmica desses eventos. O relevo do estado, com suas planícies suscetíveis a inundações e áreas montanhosas propensas a deslizamentos, desempenha um papel crucial na distribuição e intensidade das cheias. Os biomas locais, como o Pampa e a Mata Atlântica, são fundamentais na absorção de água e na resiliência aos eventos hídricos extremos.

O desmatamento histórico e atual agrava a frequência e a severidade das inundações, ao diminuir a capacidade do solo de absorver água. A diversidade de tipos de solo, desde os

arenosos até os argilosos, influencia diretamente a drenagem e a suscetibilidade a inundações. Além disso, o histórico de inundações fornece uma visão das tendências e padrões ao longo dos anos, ajudando a identificar áreas de risco.

Estes fatores são consolidados e necessários para a compreensão dos efeitos climatológicos que serão explicados nas próximas seções. Esta seção tratará especificamente de abordar cada um dos fatores ao nível mais detalhado, elucidando como cada um contribui para a ocorrência e o impacto das inundações no Rio Grande do Sul.

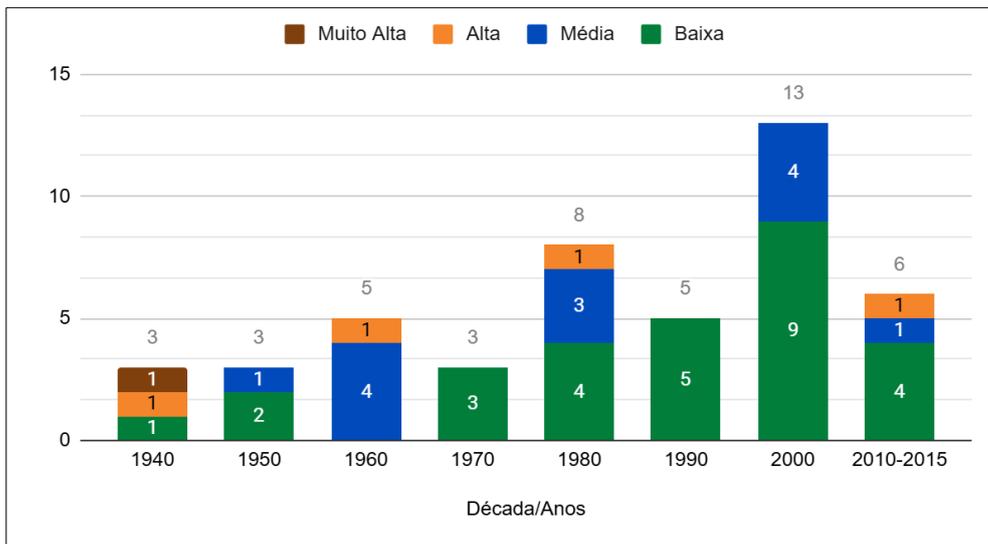
Histórico de inundações

No final de abril e início de maio de 2024, o Rio Grande do Sul enfrentou a maior tragédia ambiental da história do Estado (BBC, 2024). As chuvas constantes causaram a sobrecarga de vários rios, incluindo o Jacuí, o Gravataí, o Caí e o Sinos, resultando no transbordamento do Lago Guaíba e em extensas inundações que afetaram diversas cidades, como Porto Alegre, Eldorado do Sul, e Estrela (BBC, 2024). Assim, o Rio Grande do Sul sofre com milhares de desabrigados, interrupções no fornecimento de energia elétrica e graves danos à infraestrutura local (Senado, 2024).

Eventos como esse são conhecidos há muitas décadas. Sartori (2003) destaca que as maiores inundações no estado ocorreram durante eventos de El Niño, os quais podem dificultar a passagem de massas de ar (frentes polares) e causar seu estacionamento sobre o Rio Grande do Sul. De acordo com Fontana e Berlato (1997), em anos de El Niño a precipitação supera a média, especialmente durante a primavera e o início do verão. Esses autores também observam que o fenômeno pode ocorrer no final do outono e início do inverno do ano seguinte, particularmente nos meses de maio e junho. Exemplos recentes incluem os eventos de novembro de 2023 e maio de 2024.

Entre os anos de 1940 e 2015, foram identificadas 46 ocorrências de inundações, sendo a maioria nos meses de julho a outubro (Reckziegel, 2018). O gráfico 1 apresenta a distribuição das inundações ao longo das décadas.

Gráfico 1- Intensidade e Frequência das Inundações do Lago Guaíba



Fonte: Reckziegel, 2018. Elaboração própria

Na linha do tempo abaixo, podemos ver uma cronologia com as maiores enchentes que já ocorreram no estado.

1941



Fonte: Reprodução/Acervo do Museu Joaquim Felizardo

- ✂ Considerada a maior do século XX.
- ✂ Ocorreu entre abril e maio, foram 22 dias de chuvas.
- ✂ O nível do Lago Guaíba atingiu o nível de 4,76 metros.
- ✂ Um terço dos estabelecimentos comerciais em Porto Alegre foram impactados e ficaram debaixo d'água por 40 dias.
- ✂ Mais de 70 mil desabrigados na capital.

1967



Foto: Assis/Agencia RBS

- ✂ Ocorreu em setembro de 1967, sendo dez dias de chuva.
- ✂ O Guaíba atingiu o nível de 3,11 metros.
- ✂ Cerca de 4.850 pessoas foram atingidas em Porto Alegre.

1984



Fonte: Museu Municipal de Jaguari.

- Em junho de 1984.
- O Guaíba atingiu o nível de 2,65 metros.
- O lago ficou acima da cota por 27 dias, causando danos aos municípios de Guaíba e Eldorado do Sul.

2015



Foto: Acervo de Getúlio Martins

- Ocorreu em outubro de 2015.
- O Lago Guaíba chegou ao nível de 2,94 metros.
- Pelo menos 146.900 pessoas foram afetadas nas 100 cidades atingidas.

2023



Foto: Cadu Gomes / VPR

- Ocorreram em setembro e em novembro de 2023.
- O Guaíba registrou marcas acima da cota de inundação com níveis de 3,18 e 3,46 metros, respectivamente.
- Cerca de 359 mil atingidos.
- Mais de 21 mil desalojados.

Influência do relevo

O relevo do Rio Grande do Sul (RS) exerce uma influência significativa sobre diversos aspectos do meio ambiente e das atividades humanas no estado. O Planalto Meridional, caracterizado por altitudes elevadas, contribui para um clima mais frio e úmido, ideal para a preservação da Floresta Mata Atlântica. Esta vegetação exuberante é crucial para a

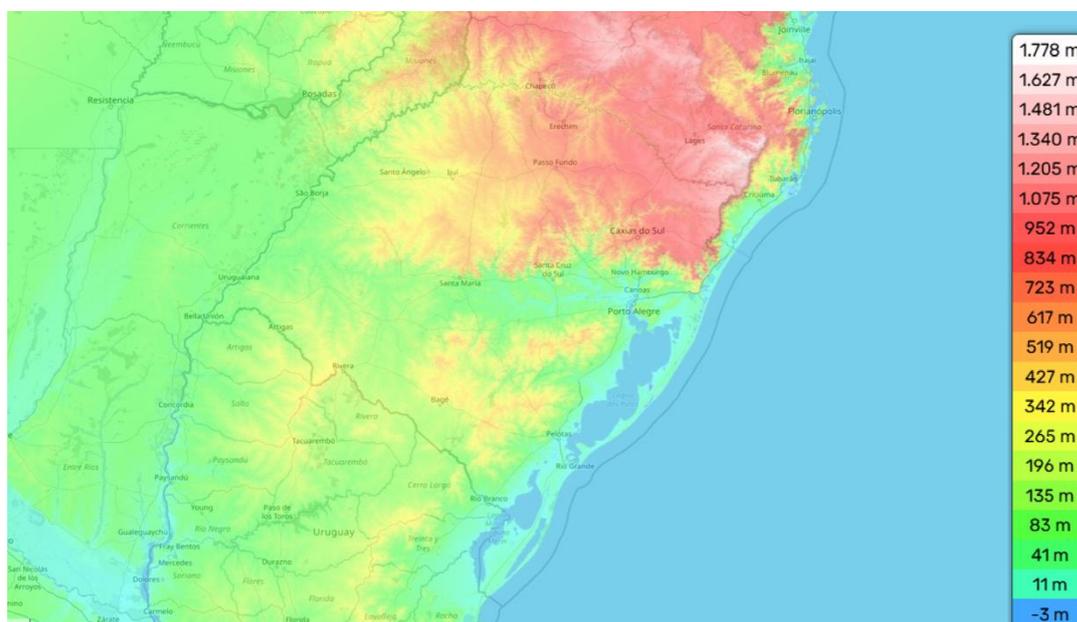
biodiversidade regional, fornecendo habitat para uma variedade de espécies vegetais e animais (Lopes, 2006).

Por outro lado, a Depressão Central, com seu relevo mais plano, favorece a formação de campos, também conhecidos como pampas, adaptados às condições climáticas mais secas e às práticas agrícolas extensivas. Essa região é fundamental para a pecuária e a agricultura, constituindo uma parte importante da economia do estado (Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul, 2024).

A hidrografia do Rio Grande do Sul é fortemente influenciada pelo relevo. Os rios nascem nas áreas elevadas do Planalto Meridional e fluem em direção ao mar, atravessando diferentes unidades geomorfológicas. Esses rios desempenham um papel crucial na irrigação das terras agrícolas e no fornecimento de água para as comunidades ao longo de seu curso (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2020). Além disso, as atividades econômicas variam conforme o relevo. Na Serra Geral, por exemplo, encontramos atividades como a extração de minérios e o turismo devido às paisagens naturais exuberantes. Já na Planície Litorânea, a agricultura é predominante devido às condições climáticas e aos solos favoráveis para o cultivo de diversas culturas (IBGE, 2020).

Em resumo, o relevo diversificado do Rio Grande do Sul não apenas influencia o clima, a vegetação e a hidrografia do estado, mas, também, molda as atividades econômicas regionais, destacando a importância de políticas de desenvolvimento sustentável que considerem esses aspectos interligados. O mapa de relevo do Rio Grande do Sul, apresentado por meio da figura 1, mostra as variações de altitude da região usando uma escala de cores. As áreas mais altas são representadas em vermelho e rosa, enquanto as mais baixas são indicadas em azul e verde.

Figura 1 - Mapa de relevo do Rio Grande do Sul



Fonte: [Mapa topográfico Alagamento / Inundação, altitude, relevo \(topographic-map.com\)](#) (2024)

Com base na figura 1, podemos observar as seguintes unidades geomorfológicas do estado:

Planalto Meridional

- ✖ Localizado no nordeste do estado gaúcho, incluindo cidades como Caxias do Sul e Passo Fundo.
- ✖ Apresenta altitudes elevadas, acima de 900 metros, devido à presença da Serra Geral.
- ✖ Caracterizado por terrenos montanhosos e vales profundos, o que pode intensificar o acúmulo de água e aumentar o risco de deslizamentos de terra.
- ✖ É a unidade geomorfológica com maior altitude no estado, com o Pico do Monte Negro (1.410 metros) como ponto culminante.

Depressão Central

- ✖ Situada ao sul do Planalto Meridional, incluindo cidades como Santa Maria.
- ✖ Apresenta altitudes moderadas a baixas, entre 130 e 600 metros.
- ✖ Caracterizada por terrenos mais planos e menos elevados que o Planalto Meridional.
- ✖ Apesar das altitudes reduzidas, a região apresenta áreas suscetíveis a inundações, causadas pelo acúmulo de água nas partes mais baixas do terreno.

Planalto Sul-Rio-Grandense

- Localizado mais ao sul, próximo à fronteira com o Uruguai, incluindo cidades como Bagé e Pelotas.
- Apresenta altitudes mais baixas que as outras unidades, variando entre dez e 130 metros.
- Caracterizado por colinas suaves e planícies.
- O relevo plano facilita o escoamento da água, mas, também, pode concentrar enchentes em áreas específicas.

Planície Litorânea:

- Estende-se ao longo da costa do estado, incluindo cidades como Porto Alegre e Rio Grande.
- Apresenta altitudes muito baixas, de dez metros até o nível do mar e abaixo.
- Caracterizada por terrenos planos e baixa altitude.
- É a unidade geomorfológica mais suscetível a inundações, especialmente com a presença de chuvas intensas e prolongadas.

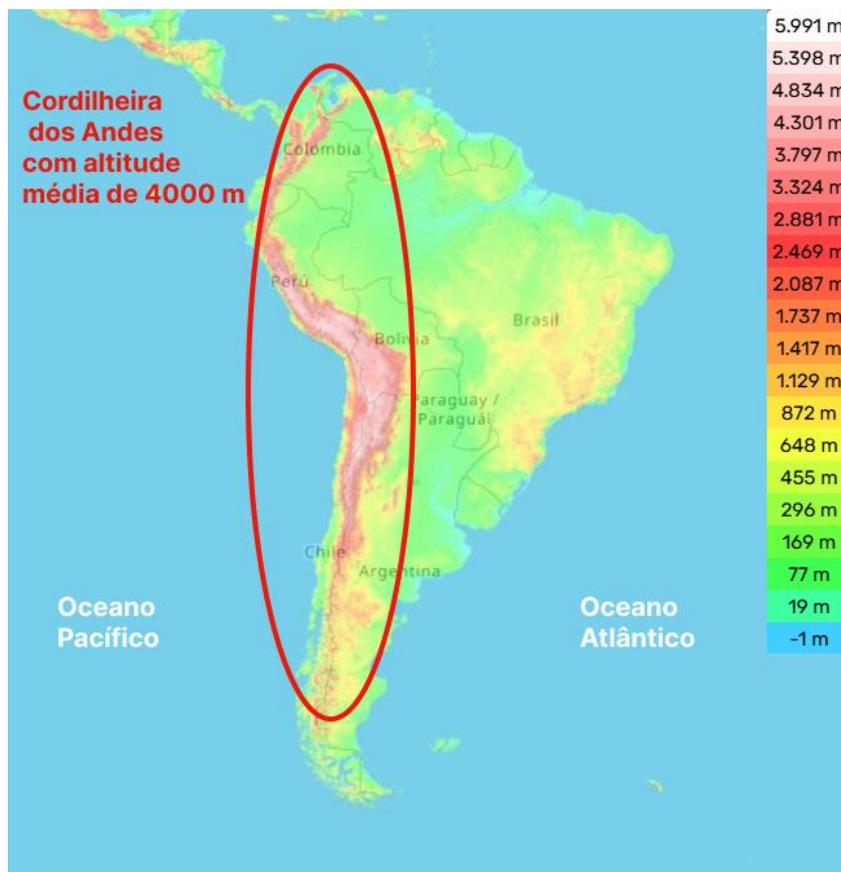
Outras Características

- Serra Geral:** cadeia de montanhas que se estende ao longo da borda leste do Planalto Meridional.
- Áreas ao oeste:** as áreas mais ao oeste do estado tendem a ter terrenos mais baixos e planos, tornando-se áreas propensas ao acúmulo de água e inundações.

Influência da Cordilheira dos Andes

A Cordilheira dos Andes, imponente cadeia montanhosa que se estende por 7.000 km ao longo da costa oeste da América do Sul, exerce um papel crucial na dinâmica climática do continente, influenciando significativamente a distribuição de chuvas e a formação de nuvens. Por meio da figura 2 é possível visualizar o mapa topográfico da América do Sul e a indicação da Cordilheira dos Andes.

Figura 2 - Mapa de relevo da América do Sul



Fonte: [topográfico Alagamento / Inundação, altitude, relevo \(topographic-map.com\)](http://topografico.com.br)
(2024)

A Cordilheira dos Andes desempenha um papel crucial na climatologia da América do Sul, atuando como uma barreira física imponente que impede a passagem direta de massas de ar úmido provenientes da Floresta Amazônica. Essas massas de ar, carregadas de vapor d'água são impulsionadas pelos ventos alísios de nordeste, que sopram do Oceano Atlântico em direção ao continente (Garreaud, 2009).

Ao encontrar a Cordilheira dos Andes, o ar úmido é forçado a subir abruptamente pelas encostas montanhosas, em um processo conhecido como elevação orográfica. Esse movimento ascensional provoca um resfriamento gradual do ar, fazendo com que a temperatura diminua e o vapor d'água se condense em minúsculas gotículas. Essa condensação forma nuvens majestosas que adornam os picos andinos, resultando em uma precipitação significativa nas encostas ocidentais da cordilheira (Vuille & Bradley, 2000).

A precipitação abundante, que pode chegar a diversos metros por ano, alimenta os rios que descem das montanhas, esculpindo vales profundos e irrigando áreas extensas. Rios como o Amazonas, o Orinoco e o São Francisco são exemplos dos colossos aquáticos que nascem desse processo. Essas águas são essenciais não apenas para os ecossistemas locais, mas também para as atividades humanas, incluindo a agricultura e a geração de energia hidrelétrica (Espinoza Villar et al., 2009).

Embora grande parte da umidade amazônica se precipite nas encostas ocidentais dos Andes, uma parcela significativa transborda para o lado leste da cordilheira. Essa umidade residual é transportada pelos ventos, criando um corredor de umidade que se estende em direção ao sul do continente. Esse corredor é fundamental para alimentar as chuvas em diversas regiões do Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai, influenciando diretamente os padrões climáticos e agrícolas dessas áreas (Marengo et al., 2011; Vera et al., 2006; Saurral et al., 2008).

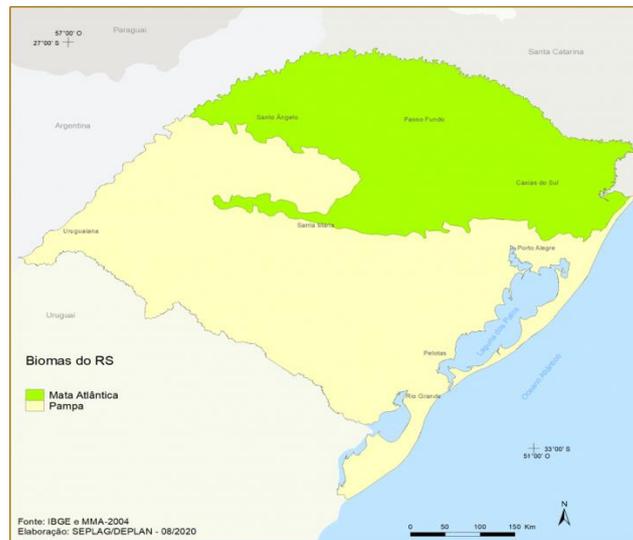
Portanto, a Cordilheira dos Andes tanto molda a geografia da América do Sul quanto desempenha um papel vital na distribuição de umidade e na formação de rios, impactando profundamente os climas regionais e os ecossistemas.

Tipos de biomas

O Rio Grande do Sul, localizado no extremo sul do Brasil, abriga diversos biomas, incluindo a Mata Atlântica, o Pampa, e pequenas áreas de Floresta Estacional Semidecidual e Manguezais. A Mata Atlântica é caracterizada por florestas densas e biodiversidade rica, enquanto o Pampa se destaca por suas vastas planícies de gramíneas, sendo um bioma predominante na região.

A Floresta Estacional Semidecidual, por sua vez, ocorre em áreas de transição, com árvores que perdem folhas durante parte do ano. Os manguezais, embora menos extensos, são ecossistemas costeiros importantes para a vida marinha. Cada um desses biomas contribui para a diversidade ecológica e cultural do estado. No entanto, neste relatório apenas vamos considerar dois biomas predominantes, o da mata Atlântica e Pampa como apresentado por meio da figura 3, que apresenta a área de cada um dos biomas do estado.

Figura 3 - Biomas do Rio Grande do Sul.



Fonte: Biogeografia do Rio Grande do Sul | Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento (unicamp.br) (2004)

O mapa com os biomas do Rio Grande do Sul, representado na figura 3, apresenta apenas dois biomas principais:

Mata Atlântica

Localizado principalmente na região norte, este bioma é conhecido por sua alta biodiversidade e por ser um dos mais ameaçados do mundo. A Mata Atlântica abriga uma variedade de espécies endêmicas e desempenha um papel crucial na regulação do clima e na proteção dos recursos hídricos.

Pampa

Localizado principalmente na região sul do estado, este bioma é caracterizado por vastas planícies e uma grande diversidade de gramíneas. O Pampa é essencial para a manutenção da biodiversidade local, além de ser uma área importante para a agricultura e a pecuária. O desmatamento e a conversão de terras para uso agrícola têm impactado significativamente este bioma.

Hidrografia

A hidrografia do Rio Grande do Sul é composta por uma rica rede de rios, lagos, banhados e aquíferos, que desempenham um papel fundamental no desenvolvimento econômico, social e ambiental do estado. Na figura 4 é possível visualizar o mapa hidrográfico do estado.

Figura 4 - Bacias e Sub-Bacias Hidrográficas do Rio Grande do Sul



Fonte: Dados Gerais das Bacias Hidrográficas - Sema - Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura (2002)

O mapa hidrográfico do Rio Grande do Sul indicado por meio da figura 4 apresenta três bacias hidrográficas principais:

Bacia Hidrográfica do Uruguai

A maior bacia do estado, abrangendo cerca de 57% do seu território. É drenada pelo Rio Uruguai e seus afluentes, como o Rio Jacuí, Rio Ijuí, Rio Santa Maria e o Rio Passo Fundo. Essa bacia é importante para a agricultura, pecuária, geração de energia hidrelétrica e abastecimento público de água.

Bacia Hidrográfica do Guaíba

Abrange 30% do território do estado e é drenada pelo Rio Guaíba e seus afluentes, como o Rio dos Sinos, Rio Caí e Rio Gravataí. Essa bacia é importante para o abastecimento público de água da Região Metropolitana de Porto Alegre e para o desenvolvimento de atividades industriais e portuárias.

Bacia Hidrográfica Litorânea

Abrange 13% do território do estado e é drenada por diversos rios que desembocam no Oceano Atlântico, como o Rio Camaquã, Rio Mampituba, o Rio Tramandaí e o Rio Jaguarão. Essa bacia é importante para o turismo, a pesca e a agricultura.

Influência do desmatamento

O desmatamento no estado tem contribuído significativamente para a mudança dos padrões climáticos locais. A remoção da vegetação nativa, incluindo as florestas de araucárias, as matas ciliares e o bioma do Pampa, diminui a capacidade do solo de absorver água e estabilizar o terreno. Isso não apenas aumenta o risco de erosão e deslizamentos de terra, mas, também, altera os microclimas regionais, intensificando as condições para chuvas torrenciais e tempestades.

O desmatamento tem um impacto significativo na ocorrência de inundações devido a várias razões. Primeiramente, a redução da capacidade de absorção do solo ocorre porque as florestas atuam como esponjas naturais e, assim, há a absorção da água da chuva a liberando lentamente. Com a remoção das árvores, essa capacidade de absorção é drasticamente reduzida, o que leva ao escoamento rápido da água da chuva para os rios e córregos (Alkama & Cescatti, 2016; Bradshaw et al., 2007).

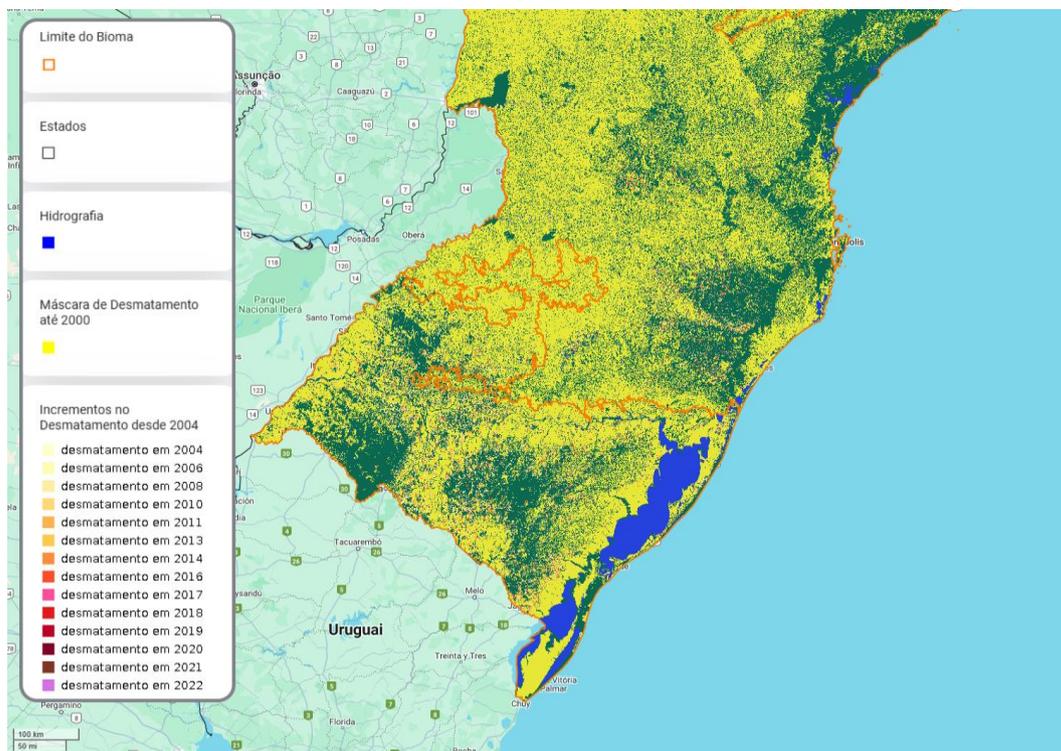
Em segundo lugar, há um aumento do escoamento superficial, pois sem a cobertura vegetal para desacelerar o fluxo da água o escoamento superficial aumenta, resultando em um maior volume de água entrando rapidamente nos sistemas fluviais e, com isso, causando inundações mais frequentes e severas. Além disso, o desmatamento leva à erosão do solo, que, por sua vez, contribui para a sedimentação dos corpos d'água. A sedimentação reduz

a capacidade dos rios e reservatórios de armazenar água, aumentando o risco de transbordamento durante eventos de chuva intensa (Alkama & Cescatti, 2016; Bradshaw et al., 2007).

A eficácia das leis de desmatamento no Rio Grande do Sul apresenta avanços e desafios. Entre os avanços, destaca-se o melhor monitoramento proporcionado pelo Cadastro Ambiental Rural (CAR), que facilita a identificação de áreas desmatadas ilegalmente (Decreto Estadual n.º 52.431/2015). As leis, como o Código Florestal Brasileiro (Lei n.º 12.651/2012) e a Resolução CONSEMA n.º 288/2014, ajudam a proteger áreas de preservação permanente e reservas legais, contribuindo para a conservação da biodiversidade. Além disso, a legislação estadual incentiva a recuperação de áreas degradadas, promovendo a restauração de ecossistemas (Lei n.º 11.520/2000).

No entanto, a eficácia dessas leis enfrenta desafios significativos, como a fiscalização insuficiente e a aplicação inconsistente de penalidades, devido à falta de recursos e pessoal qualificado. Conflitos entre atividades econômicas e políticas de conservação, juntamente com a necessidade de maior conscientização e educação ambiental, também limitam a eficácia das leis. A integração de políticas ambientais estaduais e federais poderia melhorar a proteção dos recursos naturais. Em resumo, as leis têm proporcionado avanços importantes, mas sua eficácia plena depende de melhorias na fiscalização, na aplicação de penalidades, na educação ambiental e na integração de políticas públicas. Por meio da figura 5, é possível compreender o cenário atual do desmatamento que assola o Rio Grande do Sul, bem como a evolução desse processo ao longo dos anos.

Figura 5 - Áreas desmatadas no Rio Grande do Sul ao passar dos anos até 2022.



Fonte: TerraBrasilis (inpe.br) (2024)

Para uma análise mais detalhada sobre o desmatamento no Rio Grande do Sul como apresentado na figura 5, cada máscara aplicada ao mapa é melhor descrita nos seguintes tópicos abaixo referentes a cada ponto da legenda no mapa.

Contorno Laranja

O limite do bioma destacado em laranja marca as fronteiras naturais dos biomas Mata Atlântica e Pampa no Rio Grande do Sul. Estes biomas são críticos para a biodiversidade e a estabilidade ecológica da região. O desmatamento dentro desses limites é, particularmente, preocupante devido à importância ecológica de ambos os biomas.

Área Amarela

A máscara de desmatamento até 2000 cobre uma extensa parte do estado, especialmente as áreas ao norte e ao longo da costa. Este padrão sugere que essas regiões foram as primeiras a serem desenvolvidas e desmatadas para agricultura, pecuária e expansão urbana.

Área Azul

As áreas em azul mostram os principais corpos de água, como rios e lagos. O desmatamento próximo a essas áreas pode levar a sérias consequências ambientais, incluindo erosão do solo, sedimentação de corpos d'água, e impactos negativos na qualidade da água e da vida aquática.

2004 (Verde-Claro)

Pequenas áreas esparsas de desmatamento são observadas, indicando uma possível retomada de atividades agrícolas ou expansão urbana em áreas que já estavam sob pressão.

2006 (Bege)

O desmatamento parece aumentar ligeiramente em comparação com 2004, possivelmente devido a políticas agrícolas ou econômicas que incentivaram a utilização de novas terras.

2008 (Amarelo)

Mostra um padrão de desmatamento semelhante ao de 2006, mas com áreas adicionais sendo afetadas.

2010 a 2011 (Laranja a Laranja-Escuro)

Há um aumento visível na intensidade e na extensão do desmatamento, refletindo, talvez, a intensificação das atividades econômicas ou a falta de regulamentação ambiental eficaz nesse período.

2013 a 2014 (Vermelho-Claro a Vermelho-Médio)

Continua a tendência de desmatamento, com novas áreas sendo desmatadas, destacando-se ao longo das fronteiras já desmatadas anteriormente.

2016 a 2017 (Vermelho a Vermelho-Escuro)

Esse período mostra um desmatamento significativo, indicando uma pressão crescente sobre as florestas e outras áreas naturais.

2018 a 2022 (Marrom-Claro a Cinza-Escuro)

A expansão do desmatamento continua, com novos focos surgindo especialmente em áreas anteriormente não afetadas, indicando um padrão contínuo de desmatamento nos últimos anos.

Mudança nos Padrões de Chuvas

A desmatamento pode afetar o microclima local, alterando os padrões de chuva. Em algumas áreas isso pode resultar em chuvas mais intensas e concentradas, aumentando o risco de inundações.

Tipo de solos

A permeabilidade do solo é um fator crucial na dinâmica das inundações, especialmente em áreas sujeitas a eventos climáticos extremos como El Niño e La Niña. A permeabilidade refere-se à capacidade do solo de permitir a infiltração de água em suas camadas mais profundas. Solos com alta permeabilidade, como areias e cascalhos, permitem que a água da chuva penetre rapidamente, reduzindo o escoamento superficial e, conseqüentemente, a probabilidade de inundações.

Por outro lado, solos com baixa permeabilidade, como argilas e solos compactados, têm maior dificuldade em absorver água, resultando em maior escoamento superficial. Quando grandes volumes de água não podem ser absorvidos pelo solo, eles fluem pela superfície, aumentando o risco de inundações em áreas urbanas e rurais.

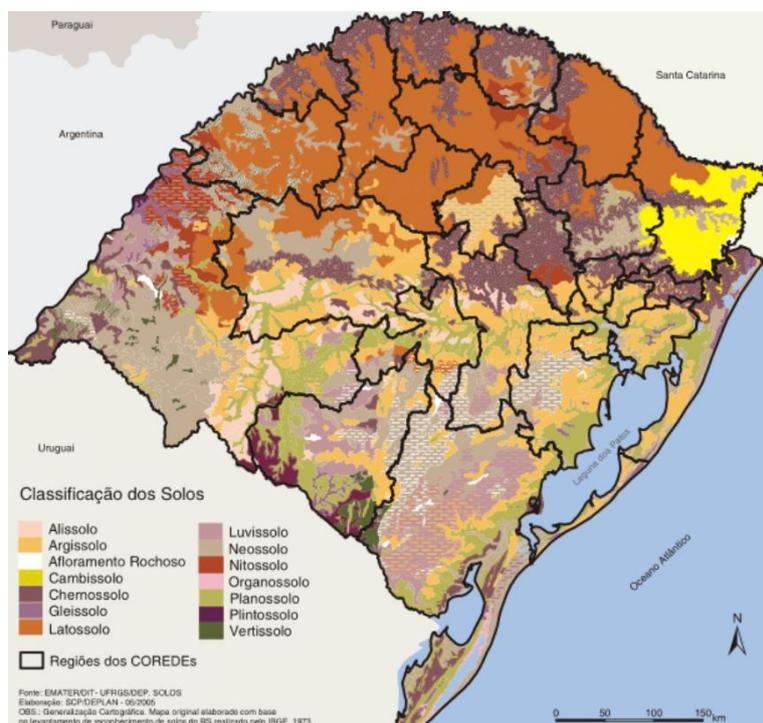
Além da composição do solo, outros fatores como a vegetação e o uso do solo também influenciam a permeabilidade. Áreas com vegetação densa tendem a ter solos mais permeáveis devido às raízes das plantas que ajudam a criar canais para a infiltração de água. Em contraste, áreas urbanizadas com superfícies impermeáveis, como asfalto e concreto, apresentam baixa permeabilidade, exacerbando o risco de inundações.

Portanto, entender a permeabilidade do solo nas regiões afetadas por eventos climáticos extremos é essencial para a gestão e a mitigação dos impactos das inundações. Medidas como a preservação de áreas verdes, a construção de sistemas de drenagem eficientes, e a

promoção de práticas agrícolas sustentáveis podem ajudar a aumentar a permeabilidade do solo e reduzir os riscos de inundações.

A análise dos tipos de solo e do relevo é fundamental para entender como esses fatores contribuem para a ocorrência de enchentes e inundações no estado. A figura 6 mostra a classificação dos solos no Rio Grande do Sul.

Figura 6 - Mapa representando os diferentes tipos de solos existentes no Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaborado pela EMATER/DIT-UFRGS/DEP. SOLOS e pela SCP/DEPLAN- (2005)

Para um aprofundamento sobre o tipo de solo e sua suscetibilidade - tanto para retenção de água quanto para escoamento superficial - foram elaboradas a Tabela 1 e a Tabela 2 com base na figura 6 e nos dados do IBGE. Essas tabelas foram desenvolvidas para auxiliar nas análises de áreas propensas a inundações e deslizamentos de terra.

Tabela 1 - Tipos de solos e suas especificações relacionadas à retenção de água e ao escoamento superficial.

Solo	Capacidade de retenção de água	Escoamento superficial	Impacto nas inundações	Áreas de maior suscetibilidade
Alissolo	Baixa	Alto	Aumenta o risco de inundações e enxurradas, principalmente em áreas declivosas.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com baixa cobertura vegetal.
Argissolo	Moderada	Alto	Aumenta o risco de inundações e enxurradas, principalmente em áreas com declividade.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com manejo inadequado do solo (compactação e erosão).
Afloramento Rochoso	Impermeável	Total	Alto risco de inundações e enxurradas com escoamento rápido da água para áreas baixas.	Encostas íngremes, áreas montanhosas e regiões com alta declividade.
Cambissolo	Moderada	Variável (depende da declividade e cobertura vegetal)	Risco moderado de inundações, principalmente em áreas com declividade acentuada ou baixa cobertura vegetal.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com manejo inadequado do solo (compactação e erosão).
Chernossolo	Alta	Baixo	Baixo risco de inundações, devido à alta capacidade de retenção de água.	Risco baixo, mas pode ocorrer em áreas com declividade acentuada ou chuvas muito intensas.
Gleissolo	Alta (solo naturalmente úmido)	Muito Baixo	Naturalmente sujeito a inundações e enxurradas.	Áreas baixas, várzeas, margens de rios e lagoas.
Vertissolo	Alta (quando seco apresenta rachaduras que facilitam a infiltração)	Variável (depende da umidade do solo e da declividade)	Risco moderado de inundações, principalmente em áreas com declividade acentuada ou quando o solo está saturado de água.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com chuvas intensas.

Fonte: Elaboração própria com base em [IBGE | Biblioteca | Detalhes | Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas \(2024\)](#)

Tabela 2 - Tipos de solos e suas especificações relacionadas à retenção de água e escoamento superficial.

Solo	Capacidade de retenção de água	Escoamento superficial	Impacto nas inundações	Áreas de maior suscetibilidade
Latossolo	Alta	Baixo	Baixo risco de inundações devido à boa capacidade de infiltração.	Risco baixo, mas pode ocorrer em áreas com compactação do solo ou drenagem artificial precária.
Luvissolo	Alta	Variável (depende da declividade e cobertura vegetal)	Risco moderado de inundações, principalmente em áreas com declividade acentuada ou baixa cobertura vegetal.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com manejo inadequado do solo (compactação e erosão).
Neossolo	Baixa	Alto	Aumenta o risco de inundações e enxurradas, principalmente em áreas declivosas.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com baixa cobertura vegetal.
Nitossolo	Alta	Baixo	Baixo risco de inundações devido à boa capacidade de infiltração e drenagem.	Risco baixo, mas pode ocorrer em áreas com declividade acentuada ou chuvas muito intensas.
Organossolo	Muito Alta	Muito Baixo	Naturalmente sujeito a inundações e enxurradas devido à alta capacidade de retenção de água.	Áreas baixas, várzeas, margens de rios e lagoas.
Planossolo	Moderada	Alto	Aumenta o risco de inundações e enxurradas devido à presença de uma camada impermeável.	Áreas planas, baixas e com pouca declividade.
Plintossolo	Baixa	Alto	Aumenta o risco de inundações e enxurradas devido à presença de uma camada endurecida que impede a infiltração da água.	Encostas, áreas com declividade acentuada e regiões com manejo inadequado do solo (compactação e erosão).

Fonte: Elaboração própria com base em [IBGE | Biblioteca | Detalhes | Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas](#) (2024)

El Niño e La Niña

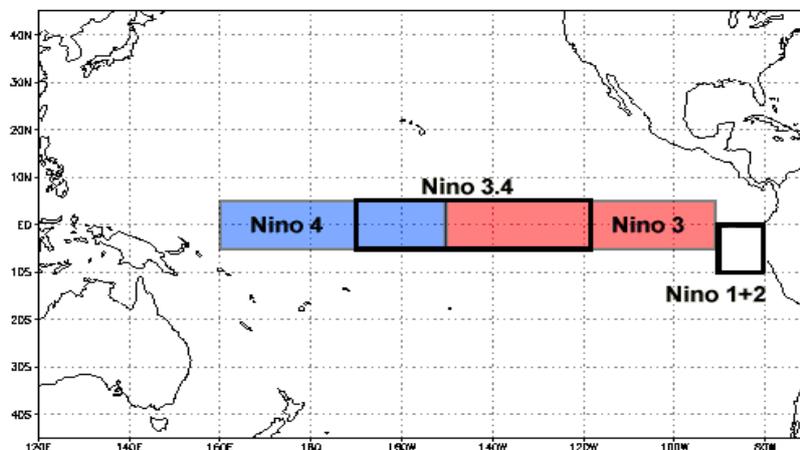
El Niño e La Niña são fenômenos climáticos no Pacífico Equatorial, caracterizados por anomalias na temperatura da superfície do mar (TSM) na região Niño 3.4. El Niño ocorre quando a TSM média é pelo menos $+0,5^{\circ}\text{C}$ acima do normal por cinco meses consecutivos, enquanto La Niña ocorre quando é $-0,5^{\circ}\text{C}$ abaixo do normal. Este padrão é medido pelo Índice Oceânico Niño (ONI). (NOAA,2024)

Para ocorrer convecção profunda (aumento de nebulosidade e precipitação) nos trópicos, a TSM local precisa ser de pelo menos 28°C . Mudanças nas TSMs anômalas alteram a convecção profunda e, conseqüentemente, a circulação atmosférica tropical e subtropical, afetando padrões climáticos globais. Durante o período de março a junho, uma anomalia de $+0,5^{\circ}\text{C}$ é suficiente para esses efeitos, enquanto no restante do ano são necessárias anomalias maiores, chegando a $+1,5^{\circ}\text{C}$ entre novembro e janeiro.

Regiões do El Niño e La Niña

As regiões Niño 1+2, 3 e 4 conforme representação da figura 7, são áreas no Oceano Pacífico Equatorial monitoradas para detectar a presença de El Niño e La Niña. Elas foram definidas com base na distribuição espacial das anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) durante esses eventos climáticos.

Figura 7 - Regiões de ocorrência do El Niño e La Niña no Oceano Pacífico.



Fonte: [El Niño/Southern Oscillation \(ENSO\) undefined \(noaa.gov\)](https://www.noaa.gov) (2024)

Região Niño 1+2

- Localizada entre a linha do Equador e 10°S, e entre 90°W e 80°W.
- Abrange a costa oeste da América do Sul, incluindo o Peru e o Equador.
- É a região mais importante para a previsão de El Niño e La Niña, pois é onde as anomalias de TSM geralmente se originam.

Região Niño 3

- Localizada entre a linha do Equador e 5°S, e entre 150°W e 90°W.
- Abrange a parte central do Oceano Pacífico Equatorial.
- As anomalias de TSM nesta região estão frequentemente associadas aos impactos climáticos mais fortes do El Niño e La Niña.

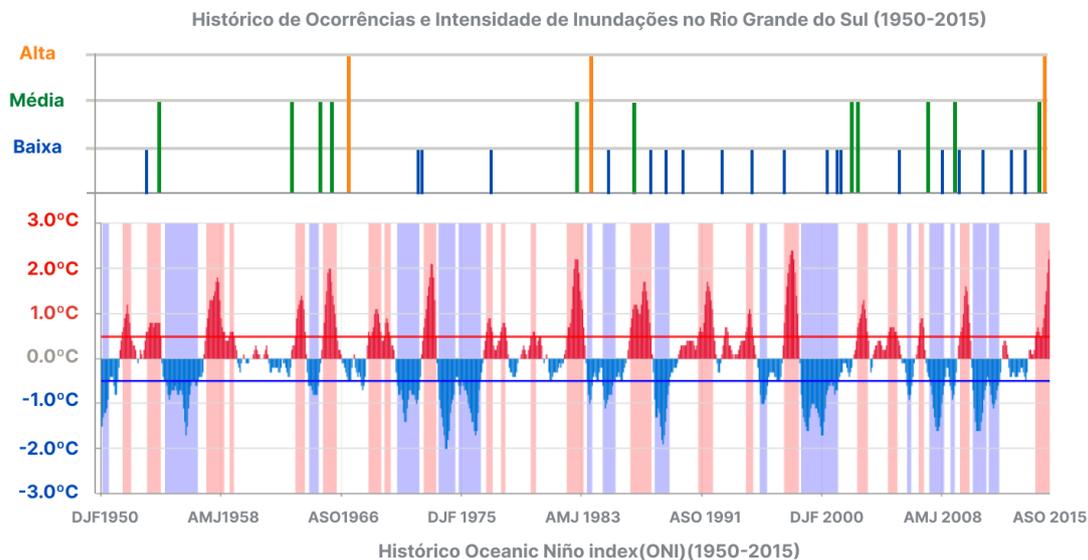
Região Niño 4

- Localizada entre a linha do Equador e 5°S, e entre 160°E e 150°W.
- Abrange a parte oeste do Oceano Pacífico Equatorial.
- As anomalias de TSM nesta região estão frequentemente associadas à variabilidade climática na Austrália e na Indonésia.

Observações importantes

- As médias de TSM usadas para calcular as anomalias em cada região são baseadas em um período de referência de 30 anos.
- As fronteiras entre as regiões não são precisas e podem variar ligeiramente conforme a definição utilizada.
- Além das regiões Niño 1+2, 3 e 4, outros indicadores também são utilizados para monitorar El Niño e La Niña, como a Oscilação Sul (OS) e o Índice de Oscilação Sul (IOS).

Gráfico 2 - Comparativo de inundações e intensidade com ocorrência de El Niño e La Niña de 1950 até 2015.



Fonte: Para o primeiro gráfico foi utilizado como base a metodologia de Reckziegel 2018 já os dados do ONI foram obtidos por meio de: [El Niño/Southern Oscillation \(ENSO\) undefined \(noaa.gov\)](#) (2024)

O gráfico 2 apresenta duas seções principais. Na parte superior, temos o histórico de ocorrências e intensidade de inundações no Rio Grande do Sul (1950 a 2015). O eixo vertical indica a intensidade das inundações (alta em laranja, média em verde e baixa em azul), enquanto o eixo horizontal cobre o período de 1950 a 2015, dividido em intervalos trimestrais. As barras coloridas representam a ocorrência e intensidade das inundações em cada período.

Na parte inferior, o Histórico do *Oceanic Niño Index* (ONI) (1950 a 2015) é mostrado. O eixo vertical mede as anomalias de temperatura da superfície do mar na região Niño 3.4, variando de -3.0°C a $+3.0^{\circ}\text{C}$, onde valores acima de 0°C (vermelho) indicam El Niño e abaixo de 0°C (azul) indicam La Niña. O eixo horizontal cobre o mesmo período e intervalos da seção superior. As barras vermelhas representam períodos de El Niño e as azuis, de La Niña. Há sombras de fundo rosadas e azuladas indicando períodos contínuos de El Niño e La Niña, respectivamente.

O ONI é uma medida utilizada para monitorar e analisar as variações na temperatura da superfície do mar na região do Oceano Pacífico central e oriental. Ele é essencial para a identificação e estudo dos fenômenos El Niño e La Niña.

O ONI é calculado como a média móvel de três meses das anomalias de temperatura da superfície do mar na região conhecida como Niño 3.4, que se estende de 5°N a 5°S e de 120°W a 170°W. Valores do ONI acima de +0,5°C por pelo menos cinco períodos consecutivos de três meses indicam a ocorrência de El Niño, enquanto valores abaixo de -0,5°C no mesmo intervalo de tempo indicam La Niña.

Esses fenômenos têm um impacto significativo no clima global, influenciando padrões de precipitação, temperatura e eventos climáticos extremos em várias partes do mundo. O monitoramento do ONI é, portanto, crucial para a previsão e preparação para esses impactos climáticos.

O gráfico 2 evidencia uma correlação entre a ocorrência de inundações no Rio Grande do Sul e as variações no ONI. Períodos associados ao fenômeno El Niño tendem a coincidir com um aumento na intensidade e na frequência das inundações, enquanto eventos de La Niña podem estar associados a uma redução ou a padrões diferentes de ocorrência.

Entre 1950 e 1960, foram registradas inundações de intensidade média e baixa, que coincidem com variações significativas no ONI. Em 1983, um episódio intenso de El Niño coincidiu com inundações de alta intensidade. No entanto, em 1997, apesar de um forte evento de El Niño, o gráfico não indica inundações severas. De 2000 a 2015, a variabilidade climática permaneceu evidente, com a alternância de períodos de El Niño e La Niña, refletindo em diferentes padrões de inundações.

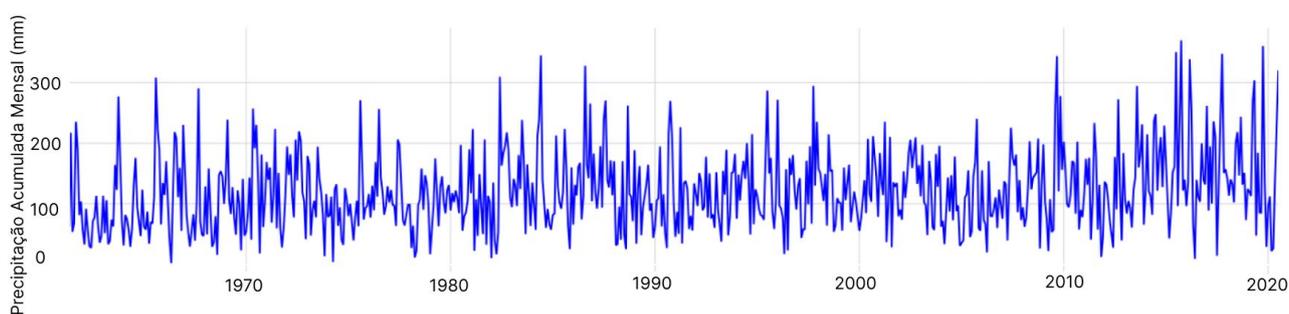
Este gráfico destaca a importância de compreender a relação entre fenômenos climáticos globais, como El Niño e La Niña, e seus impactos regionais, permitindo uma melhor gestão e planejamento para mitigar os efeitos de desastres naturais, como as inundações.

Análise histórica

Para uma compreensão ainda maior, é útil voltar no tempo. Utilizando os dados do Brazilian Daily Weather Gridded Data (BR-DWGD) disponibilizados pelos pesquisadores Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King e Aline I. Alves, foi possível investigar o período de janeiro de 1961 a agosto de 2020, como representado no gráfico 3 que apresenta a

precipitação acumulada mensal em Porto Alegre entre 1961 e 2020, revelando uma variabilidade significativa ao longo do tempo. Não há uma tendência linear clara de aumento ou diminuição da precipitação, indicando que a cidade está sujeita a períodos de alta e baixa pluviosidade, característicos do clima local. A análise desse gráfico é fundamental para o planejamento urbano e a gestão de recursos hídricos em Porto Alegre.

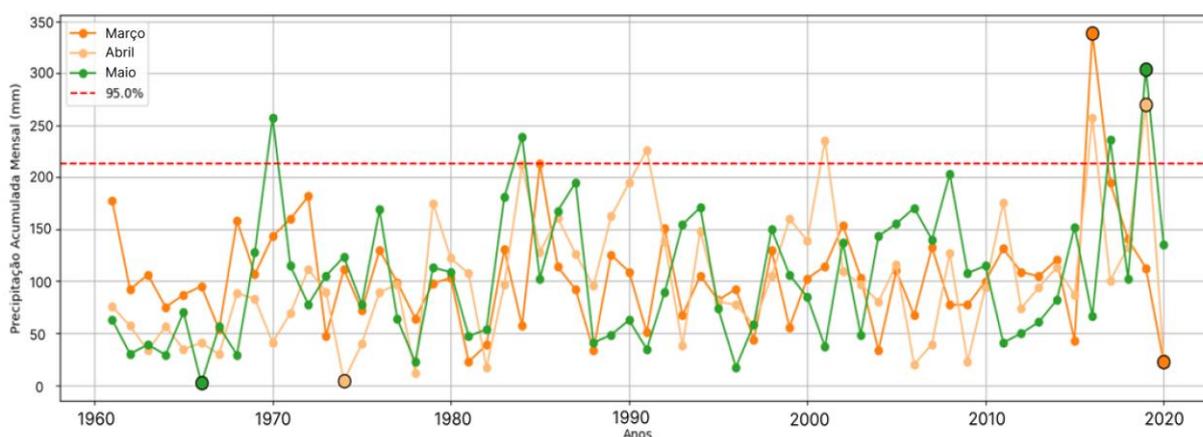
Gráfico 3 - Gráfico do histórico precipitação acumulada mensal em Porto Alegre (1960 a 2020)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores [Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves](#) (2024)

O gráfico 4 apresenta a precipitação acumulada mensal em Porto Alegre, Brasil, durante o outono, no período entre 1961 e 2020. O eixo vertical representa a precipitação acumulada mensal em milímetros (mm), enquanto o eixo horizontal representa os anos.

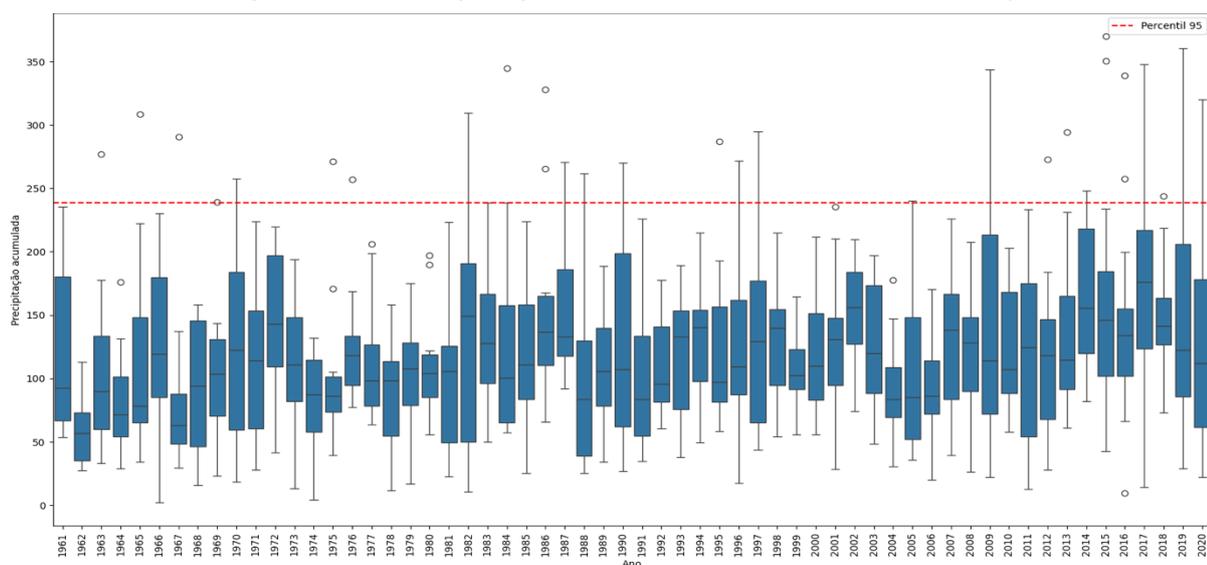
Gráfico 4 - Gráfico de análise da precipitação acumulada mensal no outono em Porto Alegre (1961 a 2020).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores [Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves](#) (2024)

No gráfico 4, a precipitação acumulada mensal no outono apresenta uma grande variabilidade entre os anos. Isso significa que, em alguns anos, a quantidade de chuva no outono foi, significativamente, maior do que em outros. Essa variabilidade pode ser explicada por diversos fatores, como a variabilidade da circulação atmosférica na região e a ocorrência de eventos climáticos extremos, como El Niño e La Niña.

Gráfico 5 – Box plot do histórico precipitação acumulada mensal em Porto Alegre (1961 a 2020).



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores [Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves. \(2024\)](#)

O gráfico 5, de *box plot*, mostra a precipitação acumulada, ao longo de 1961 a 2020, com o eixo horizontal representando os anos e o eixo vertical a precipitação em milímetros. Cada *box plot* anual ilustra a distribuição da precipitação naquele ano específico. A linha interna de cada caixa representa a mediana da precipitação anual, enquanto os limites da caixa indicam o primeiro quartil (Q1) e o terceiro quartil (Q3). Ou seja, os 25% e 75% dos dados.

As linhas, ou "bigodes", que se estendem das caixas mostram a faixa de valores dentro de 1,5 vezes o intervalo interquartil (IQR) acima do terceiro quartil e abaixo do primeiro quartil. Os círculos fora dos bigodes representam *outliers*, valores de precipitação significativamente diferentes da maioria dos dados naquele ano.

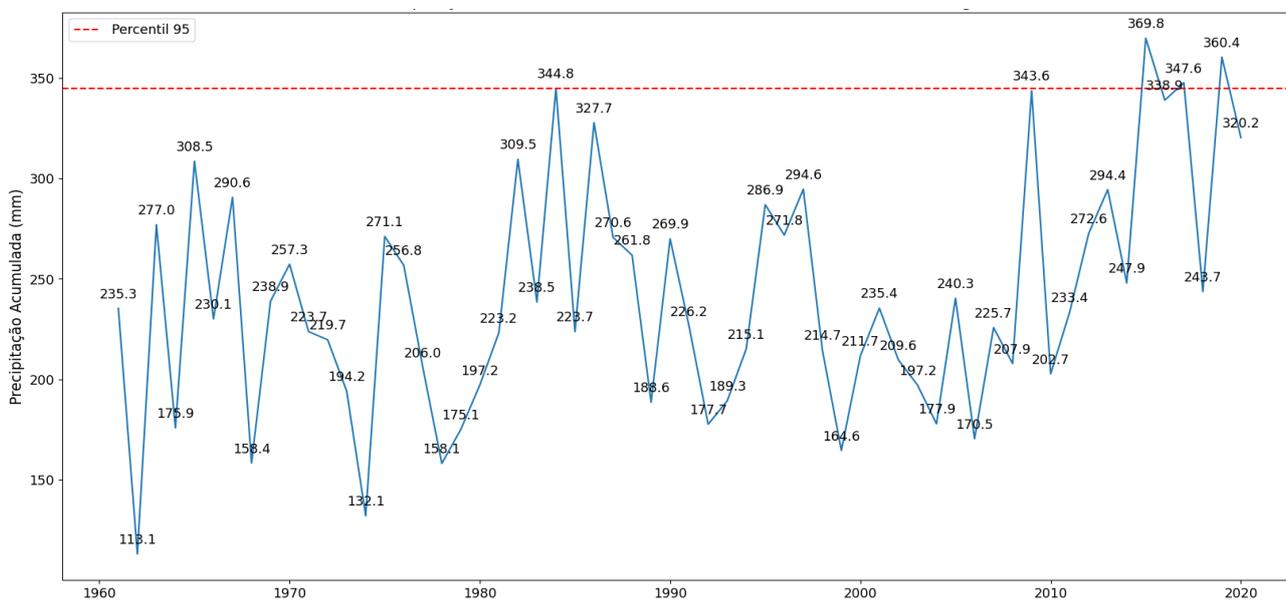
A linha vermelha tracejada no gráfico indica o percentil 95 da precipitação, sugerindo que 95% dos valores de precipitação são inferiores a essa linha. Observa-se uma grande

variabilidade na precipitação anual, sem um padrão claro de aumento ou diminuição ao longo do período observado. Anos como 1983, 1993, 1998, 2009 e 2015 mostram precipitação excepcionalmente alta, com muitos *outliers* acima da linha de percentil 95, indicando eventos extremos de precipitação. Por outro lado, anos como 1963, 1964, 1970, 1976 e 1994 têm uma mediana de precipitação mais baixa e menor variabilidade, indicando anos mais secos.

Ao longo dos 60 anos analisados, observa-se uma tendência geral de aumento na precipitação acumulada em Porto Alegre. Isso significa que, em média, a cidade vem recebendo mais chuva a cada ano. Essa tendência é mais evidente nos últimos 30 anos, como é representado pelo gráfico 5.

A série histórica da precipitação acumulada em Porto Alegre apresenta uma grande variabilidade anual. Isso significa que a quantidade de chuva na cidade pode variar consideravelmente de um ano para outro. Em alguns anos, a precipitação acumulada pode ser muito acima da média, enquanto em outros pode ser muito abaixo.

Gráfico 6 - Precipitação Máxima Mensal em Porto Alegre (1961-2020).

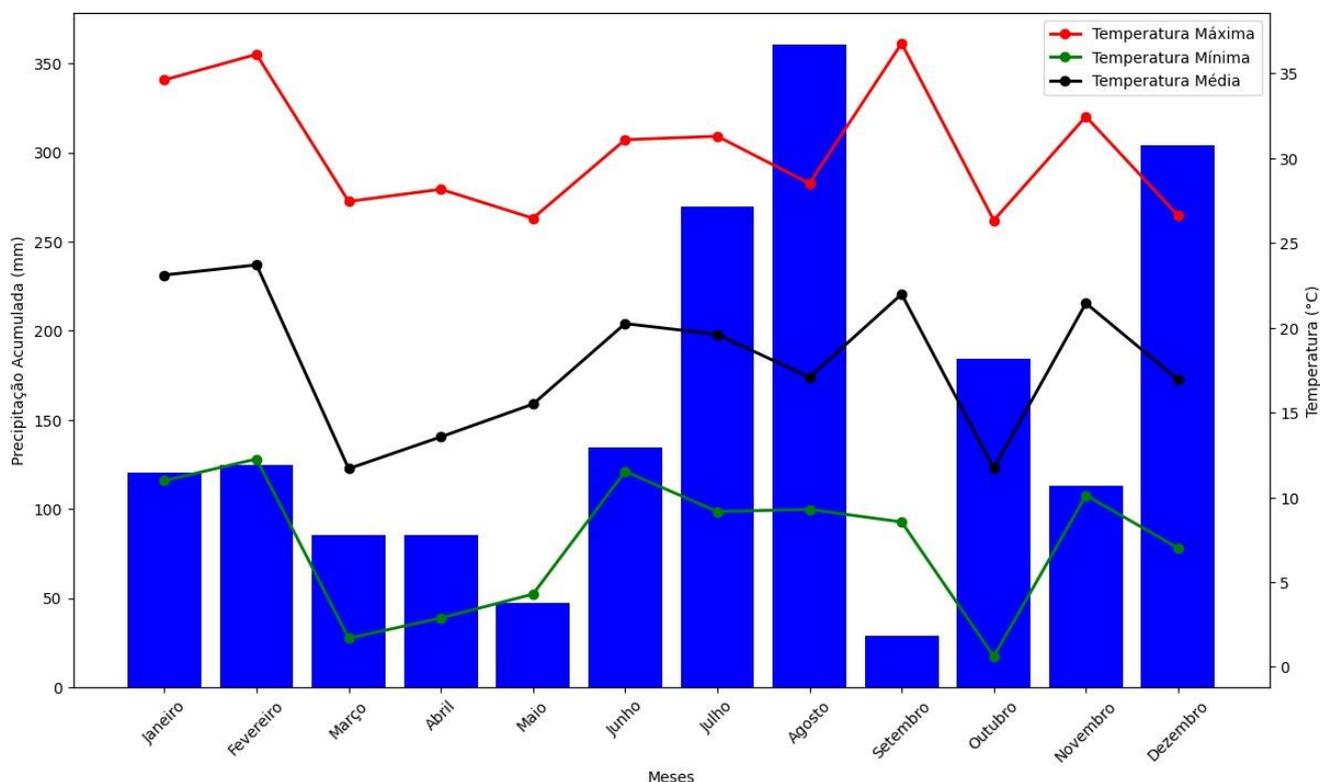


Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores [Alexandre C. Xavier](#), [Bridget R. Scanlon](#), [Carey W. King](#), [Aline I. Alves](#) (2024)

A análise do gráfico 6 revela uma considerável variabilidade interanual da precipitação máxima mensal em Porto Alegre. Os valores variam de 118,1 mm (em 1962) a 369,8 mm (em 2015), indicando que a cidade está sujeita a eventos de chuva extrema.

A linha vermelha pontilhada representa o percentil 95, ficando evidente que, em anos como 1984, 2015, 2017, e 2019, a precipitação acumulada superou este limite, sinalizando eventos significativos de chuvas intensas. Observa-se também um aumento na frequência de eventos que se aproximam ou ultrapassam o percentil 95 nas últimas décadas, sugerindo uma tendência de maior intensidade nas precipitações extremas.

Gráfico 7 - Climograma de Porto Alegre no ano de 2019.



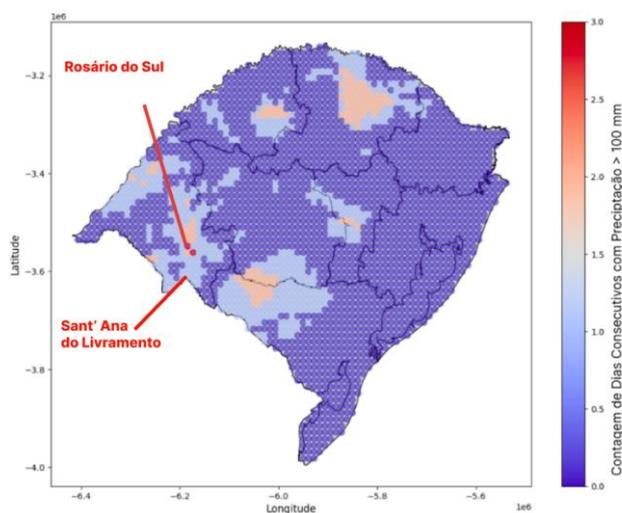
Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores [Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves. \(2024\)](#)

O gráfico 7 apresenta a relação entre a precipitação acumulada mensal e as temperaturas máxima, mínima e média, em Porto Alegre, durante o ano de 2019. As barras azuis representam a precipitação que oscila ao longo do ano. Os picos de chuva ocorrem em agosto e dezembro, enquanto maio e setembro apresentam os menores valores

acumulados. Um padrão sazonal é identificado com a redução da precipitação de janeiro a maio e o aumento gradual de setembro a dezembro.

As temperaturas máxima, mínima e média são representadas por linhas de diferentes cores: a linha vermelha indica a temperatura máxima; a verde, temperatura mínima; e a preta, temperatura média. As temperaturas máximas são mais altas nos meses próximos ao verão (primeiro e quarto trimestres), atingindo entre 30°C e 35°C. As temperaturas mínimas são mais baixas nos meses próximos ao inverno (segundo e terceiro trimestres), variando abaixo de 15°C em alguns períodos. A temperatura média apresenta valores intermediários com tendência de elevação no verão e redução no inverno.

Figura 8 - Número de vezes onde houve pelo menos dois dias consecutivos com precipitação acima de 100 mm.



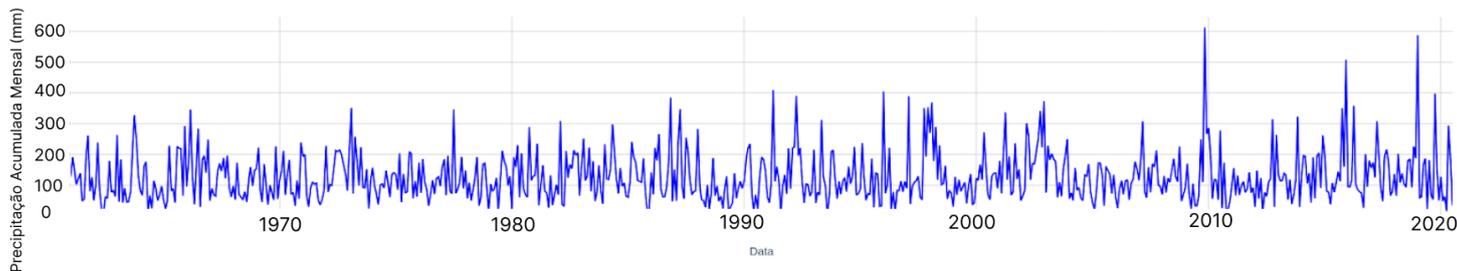
Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores [Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves \(2024\)](#)

Na figura 8, o mapa mostra que a região com maior número de eventos com dois dias consecutivos de precipitação acima de 100 mm está localizada no norte do Rio Grande do Sul. Essa área é caracterizada por um clima subtropical úmido, com alta pluviosidade durante todo o ano. As localidades com menor número de eventos estão situadas no sul e sudeste do estado, onde o clima é mais seco.

Os pontos em questão são Rosário do Sul e Sant'Ana do Livramento cada um registrando uma precipitação acumulada média nesses 60 anos de 133.33 mm e 127.35 mm, respectivamente. Essas duas regiões sofrem, constantemente, com chuvas e alagamentos.

Repetindo alguns dos gráficos vistos anteriormente, verifica-se que para Rosário do Sul os resultados são surpreendentes:

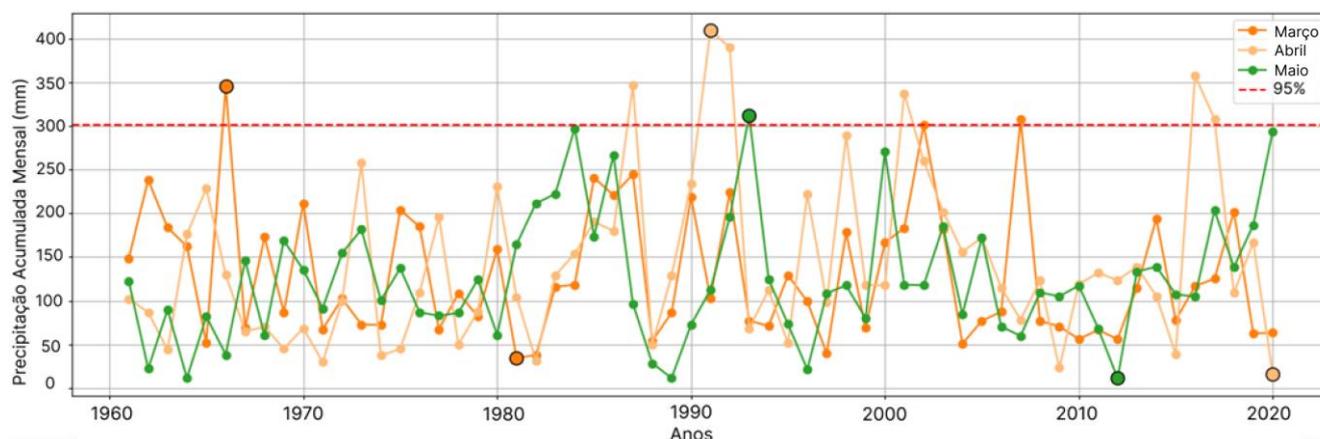
Gráfico 8 - Gráfico de precipitação acumulada mensal em Rosário do Sul.



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves. (2024)

Ao analisar o gráfico 8, em Rosário do Sul, em novembro de 2009, foi registrada uma precipitação acumulada mensal de 612.17 mm. Já em janeiro de 2019, foi registrada uma precipitação acumulada de 587.15 mm. Ainda existem diversas outras ocorrências impressionantes.

Gráfico 9 - Gráfico de análise da precipitação acumulada mensal no outono em Rosário do Sul (1961 a 2020)



Fonte: Elaboração própria com base nos dados dos autores: Alexandre C. Xavier, Bridget R. Scanlon, Carey W. King, Aline I. Alves. (2024)

Para o gráfico 9, de outono, encontram-se resultados semelhantes. Analisando a região de Sant'Ana do Livramento, notam-se resultados bem semelhantes à Rosário do Sul.

Em suma, os gráficos mostram, claramente, que meses com grande precipitação acumulada passam a ser observados, e cada vez com mais frequência.

Cronologia do evento

Região Metropolitana de Porto Alegre

- \ **27 de abril:** primeiro temporal;
- \ **28 de abril:** impactos das chuvas começam a ser sentidos;
- \ **29 de abril:** chuva se intensifica, causando transtornos na região;
- \ **30 de abril:** primeiras mortes por afogamento;
- \ **1º a 15 de maio:** inundações atingem o pico, com alagamentos em diversos municípios, incluindo Canoas, Cachoeirinha, Gravataí, Sapucaia do Sul, Esteio, Eldorado do Sul, Viamão e Alvorada;
- \ **16 de maio em diante:** nível da água começa a baixar gradativamente, com retorno gradual da normalidade.

Região Centro do Estado

- \ **29 de abril:** início das chuvas fortes, causando alagamentos em Santa Maria, Santa Cruz do Sul, Venâncio Aires e outras cidades;
- \ **1º a 4 de maio:** inundações atingem o ápice, com registro de transbordamentos de rios e córregos;
- \ **5 de maio em diante:** nível da água começa a recuar, mas estragos já estão feitos;
- \ **15 a 20 de maio:** início da reconstrução e intensificação dos trabalhos de auxílio às vítimas.

Região Sul do Estado

- \ **2 de maio:** chegada das chuvas fortes, provocando alagamentos em Pelotas, Rio Grande, Bagé e Camaquã;
- \ **3 a 6 de maio:** inundações se intensificam, isolando comunidades e causando danos à infraestrutura;
- \ **7 de maio em diante:** nível da água começa a baixar, mas alagamentos persistem em algumas áreas;

- \ **20 a 30 de maio:** mobilização de esforços para auxiliar as famílias afetadas e iniciar os reparos.

Região Norte do Estado

- \ **4 de maio:** chuvas fortes atingem Erechim, Passo Fundo, Carazinho e outras cidades da região;
- \ **5 a 7 de maio:** inundações causam transtornos, mas com menor impacto do que em outras regiões;
- \ **8 de maio em diante:** nível da água recua rapidamente, com retorno à normalidade em poucos dias;
- \ **15 a 25 de maio:** assistência às famílias atingidas e avaliação dos danos.

Região Noroeste do Estado:

- \ **5 de maio:** início das chuvas fortes, com alagamentos em Santo Ângelo, Ijuí e Frederico Westphalen;
- \ **6 a 8 de maio:** inundações atingem o auge, impactando áreas rurais e cidades da região;
- \ **9 de maio em diante:** nível da água começa a baixar, mas estragos nas safras já são consideráveis;
- \ **20 a 30 de maio:** apoio às famílias afetadas e medidas para minimizar o impacto econômico das inundações.

Região da Serra Gaúcha

- \ **6 de maio:** chuvas fortes causam alagamentos em Caxias do Sul, Bento Gonçalves, Farroupilha e outras cidades;
- \ **7 a 9 de maio:** inundações atingem áreas urbanas e rurais, com deslizamentos de terra em alguns pontos;
- \ **10 de maio em diante:** o nível da água recua, mas o solo encharcado aumenta o risco de novos deslizamentos;
- \ **22 a 31 de maio:** auxílio às famílias atingidas e monitoramento das áreas de risco.

Vale do Taquari

- \ **8 de maio:** chegada das chuvas fortes, provocando alagamentos em Taquari, Encruzilhada do Sul e Arroio do Meio;
- \ **9 a 11 de maio:** inundações causam danos à infraestrutura e afetam o setor agrícola;

- \ **12 de maio em diante:** o nível da água começa a baixar, mas a recuperação da região é lenta;
- \ **25 de junho a 5 de julho:** auxílio às famílias atingidas e medidas para conter os prejuízos econômicos.

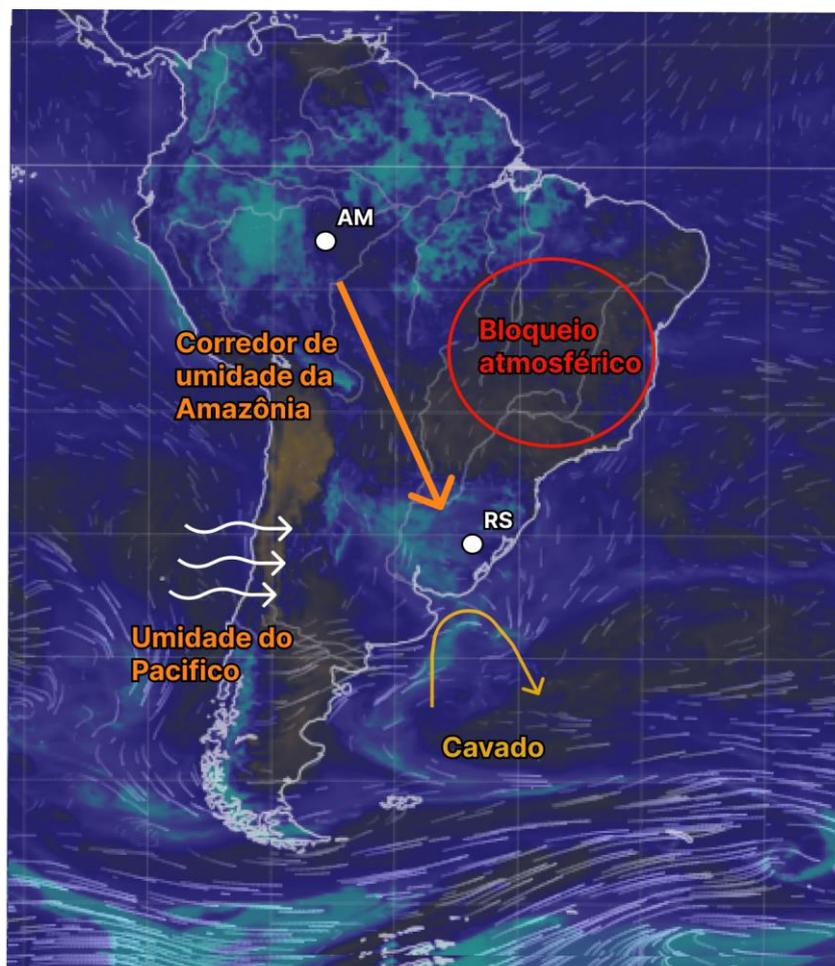
Climatologia pré-evento

Para entender o desastre das inundações sem precedentes no Rio Grande do Sul é crucial considerar um estudo climatológico detalhado. Esse estudo permite compreender os sistemas atmosféricos envolvidos e suas interações que forneceram o cenário propício para o desastre. Entre os diversos fatores climáticos contribuintes estão os elevados níveis de umidade do ar, que favoreceram a formação de nuvens carregadas e chuvas intensas; variações anômalas na temperatura da superfície, que influenciaram a dinâmica atmosférica e intensificaram as precipitações; o fenômeno El Niño, que alterou os padrões climáticos típicos, aumentando a frequência e intensidade das chuvas; correntes de ar instáveis e fortes, que transportaram massas de ar úmido, intensificando as precipitações; e a interação entre áreas de baixa e alta pressão, que resultam em chuvas contínuas e concentradas ao bloquear a dispersão das nuvens.

A Cordilheira dos Andes desempenha um papel crucial atuando como uma barreira natural que dificulta a passagem das massas de ar úmido provenientes do Pacífico redirecionando-as para o sul do Brasil onde se acumulam e intensificam as precipitações. Adicionalmente, a Cordilheira também serve como uma barreira que, em conjunto com o bloqueio atmosférico formado no centro do Brasil, contribuiu para a formação de um corredor de umidade da Amazônia em direção ao sul do país funcionando como uma barreira adicional ao movimento das massas de ar úmido.

Esses elementos combinados ilustram como diversos fatores climáticos complexos podem convergir para desencadear eventos meteorológicos extremos como os altos níveis de precipitação observados no Rio Grande do Sul. Para ilustrar os principais sistemas climáticos envolvidos, por meio da figura 9 é possível ver uma representação esquemática desses fatores.

Figura 9 - Representação dos sistemas climatológicos formados sobre o mapa de umidade relativa do ar.



Fonte: Elaboração própria (2024)

A figura 9 apresenta a localização e a interação de quatro sistemas climáticos que influenciaram significativamente o tempo na região sul do Brasil: um cavado, um corredor de umidade, um bloqueio atmosférico e a umidade do Pacífico. A compreensão desses sistemas e suas interações é essencial para entender os eventos climáticos extremos que ocorreram na região.

Cavado

Havia a presença de um cavado, que é uma região alongada de baixa pressão atmosférica associada a uma intensa corrente de vento. Este cavado causava instabilidade no tempo o que promovia condições favoráveis para a ocorrência de tempestades.

Corredor de umidade

Paralelamente, um corredor de umidade vindo da Amazônia contribuiu, significativamente, para o aumento da intensidade das chuvas. Este corredor transporta abundantes massas de vapor d'água da floresta amazônica para outras regiões, o que intensifica a precipitação.

Bloqueio atmosférico

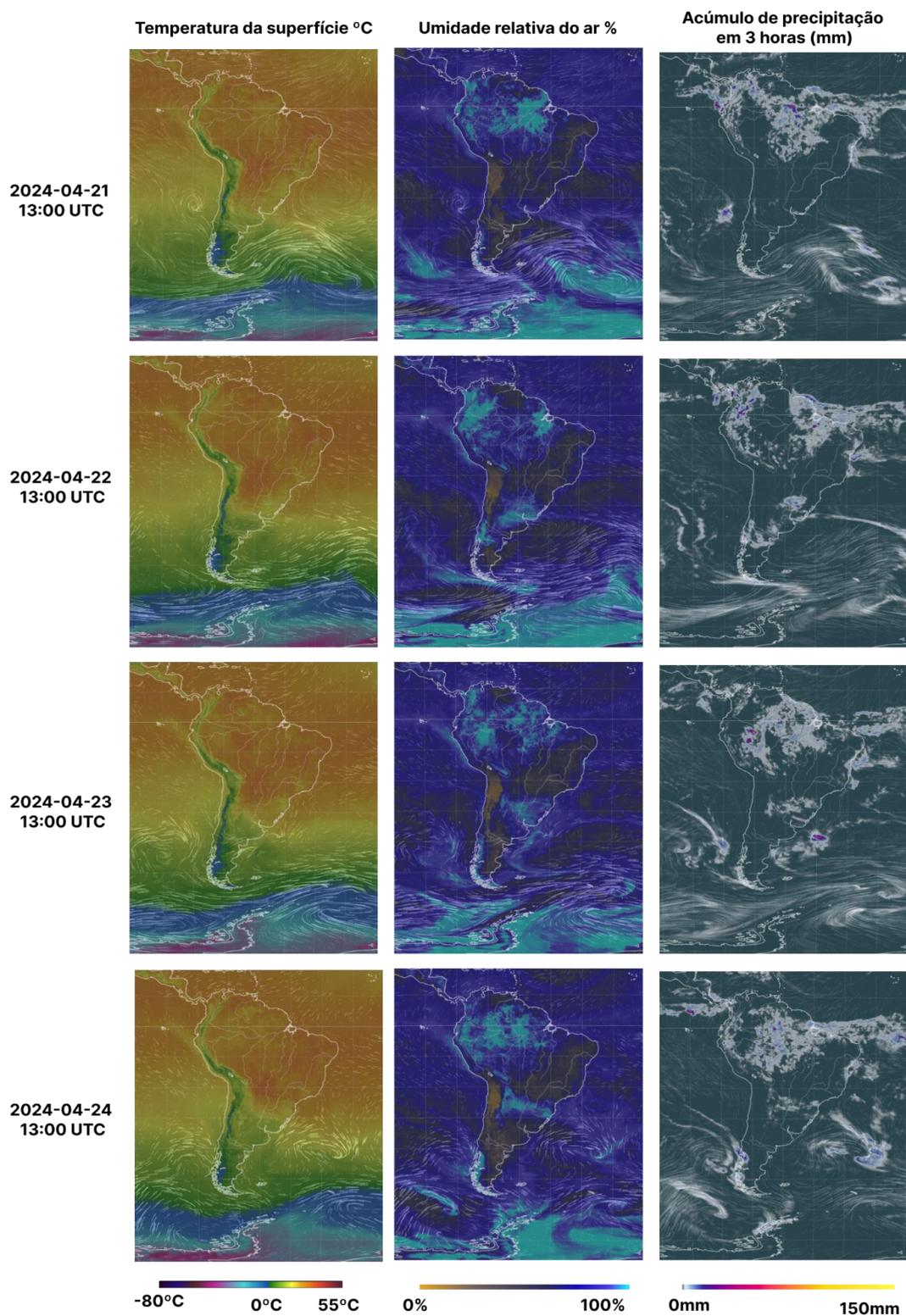
A situação foi ainda mais agravada por um bloqueio atmosférico, que é um padrão de circulação atmosférica onde uma onda de calor persistente impede a movimentação normal dos sistemas meteorológicos. Este bloqueio fez com que o centro do país permanecesse seco e quente e, assim, impedisse a dispersão das chuvas concentrando-as nas regiões extremas do estado.

Umidade do Pacífico

Um dos principais impactos da mudança na umidade do Pacífico durante um El Niño 3.4, no Rio Grande do Sul, é o aumento da precipitação. A intensificação da circulação atmosférica no Pacífico Central e Ocidental, combinada com o enfraquecimento da corrente de Humboldt, leva ao transporte de mais vapor d'água para a região sul do Brasil.

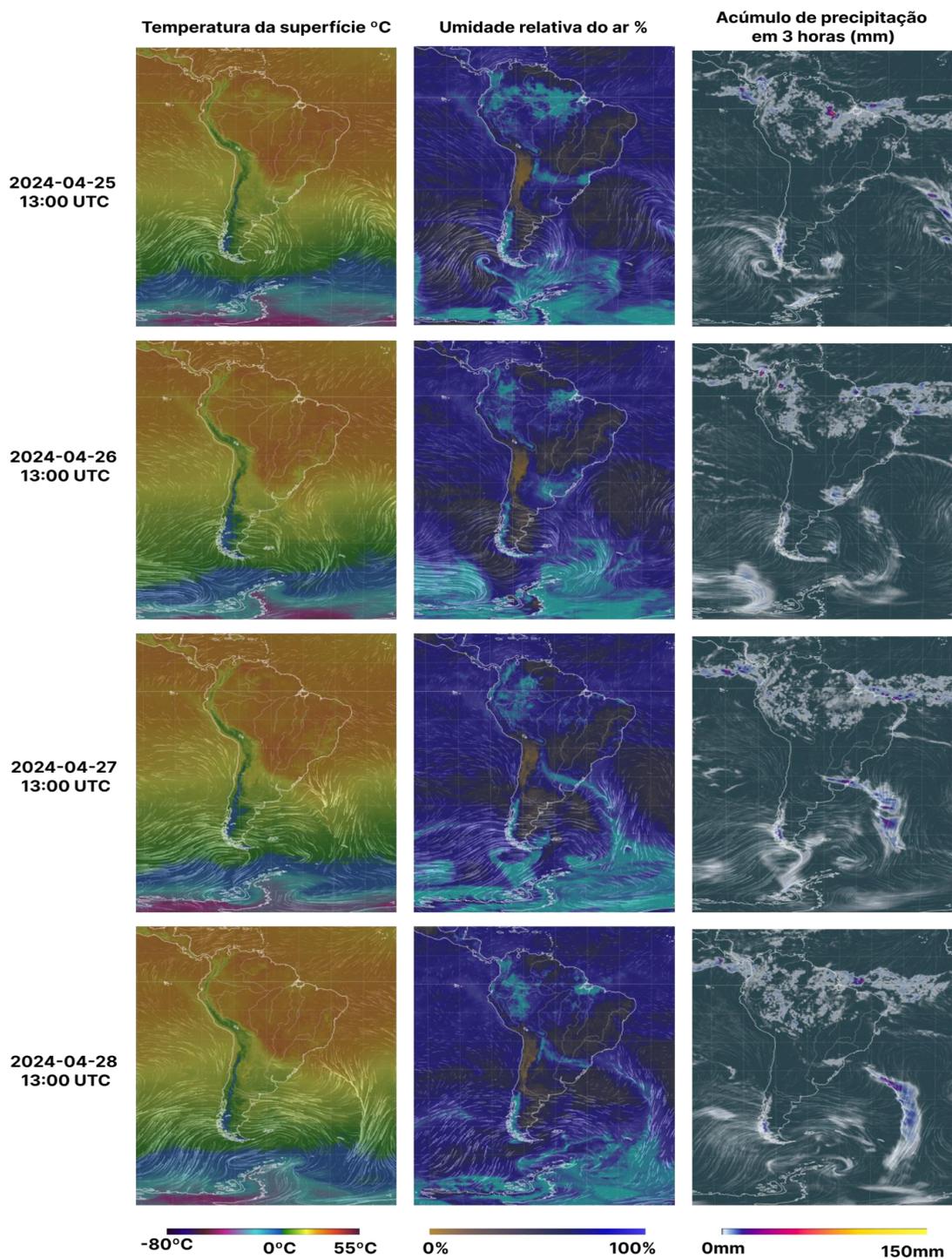
Desta forma, para ser possível a compreensão dos três sistemas e sua evolução ao longo dos dias, no pré-evento as figuras 10 e 11 devem ser consultadas em conjunto com a imagem 9:

Figura 10 - Evolução temporal das condições climáticas no Brasil pré-evento.



Fonte: Obtido do modelo GFS do NCEP via [Earth Nullschool](#). Dados fornecidos pelo US National Weather Service (2024)

Figura 11 - Evolução temporal das condições climáticas no Brasil pré-evento.



Fonte: Obtido do modelo GFS do NCEP via [Earth Null School](#). Dados fornecidos pelo US National Weather Service (2024)

Descrição da evolução dos sistemas meteorológicos na avaliação das figuras 10 e 11

21 de abril de 2024

Cavado: uma região alongada de baixa pressão atmosférica se forma sobre o sul do Brasil associada a uma intensa corrente de vento;

Corredor de umidade: um corredor de umidade se estabelece entre a Amazônia e o sul do Brasil transportando grandes quantidades de vapor d'água para a região;

Bloqueio atmosférico: uma onda de calor persistente se intensifica no centro do país e, com isso, impede a movimentação normal dos sistemas meteorológicos.

22 de abril de 2024

Cavado: o cavado se intensifica, aprofundando a baixa pressão atmosférica e aumentando a instabilidade do tempo;

Corredor de umidade: o corredor de umidade se fortalece, transportando ainda mais vapor d'água para o sul do Brasil;

Bloqueio atmosférico: a onda de calor persistente no centro do país impede a dispersão das chuvas, concentrando-as no Sul.

23 de abril de 2024

Cavado: o cavado atinge seu pico de intensidade e causa instabilidade máxima no tempo;

Corredor de umidade: o corredor de umidade permanece forte e continua a alimentar a região com vapor d'água;

Bloqueio atmosférico: a onda de calor persiste e confina as chuvas no Sul do país.

24 de abril de 2024:

Cavado: o cavado começa a se enfraquecer, o que diminui a instabilidade do tempo;

Corredor de umidade: o corredor de umidade começa a se dissipar e reduz o transporte de vapor d'água para a região;

Bloqueio atmosférico: a onda de calor começa a perder força e, assim, permite a movimentação gradual dos sistemas meteorológicos.

25 de abril de 2024

Cavado: presente no sul do país causando instabilidade no tempo e condições favoráveis para a formação de tempestades;

Corredor de umidade: atuação em conjunto com o cavado, o que intensifica a precipitação na região;

Bloqueio atmosférico: ausente nesta data.

26 de abril de 2024

Cavado: intensificando-se e com deslocamento para o leste, ainda sobre o Sul do Brasil;

Corredor de umidade: persistindo e transportando grande quantidade de vapor d'água para a região;

Bloqueio atmosférico: formação sendo iniciada no centro do país, o que impede a dispersão das chuvas e as concentra no Sul.

27 de abril de 2024:

Cavado: continuando a se intensificar e se deslocando para o leste, agora sobre o Atlântico Sul;

Corredor de umidade: fortalecendo-se ainda mais, direcionando grande volume de umidade para o Sul do Brasil;

Bloqueio atmosférico: se fortalecendo e impedindo a movimentação das chuvas para outras regiões.

28 de abril de 2024

Cavado: afastando-se do Brasil, já sobre o Atlântico Sul;

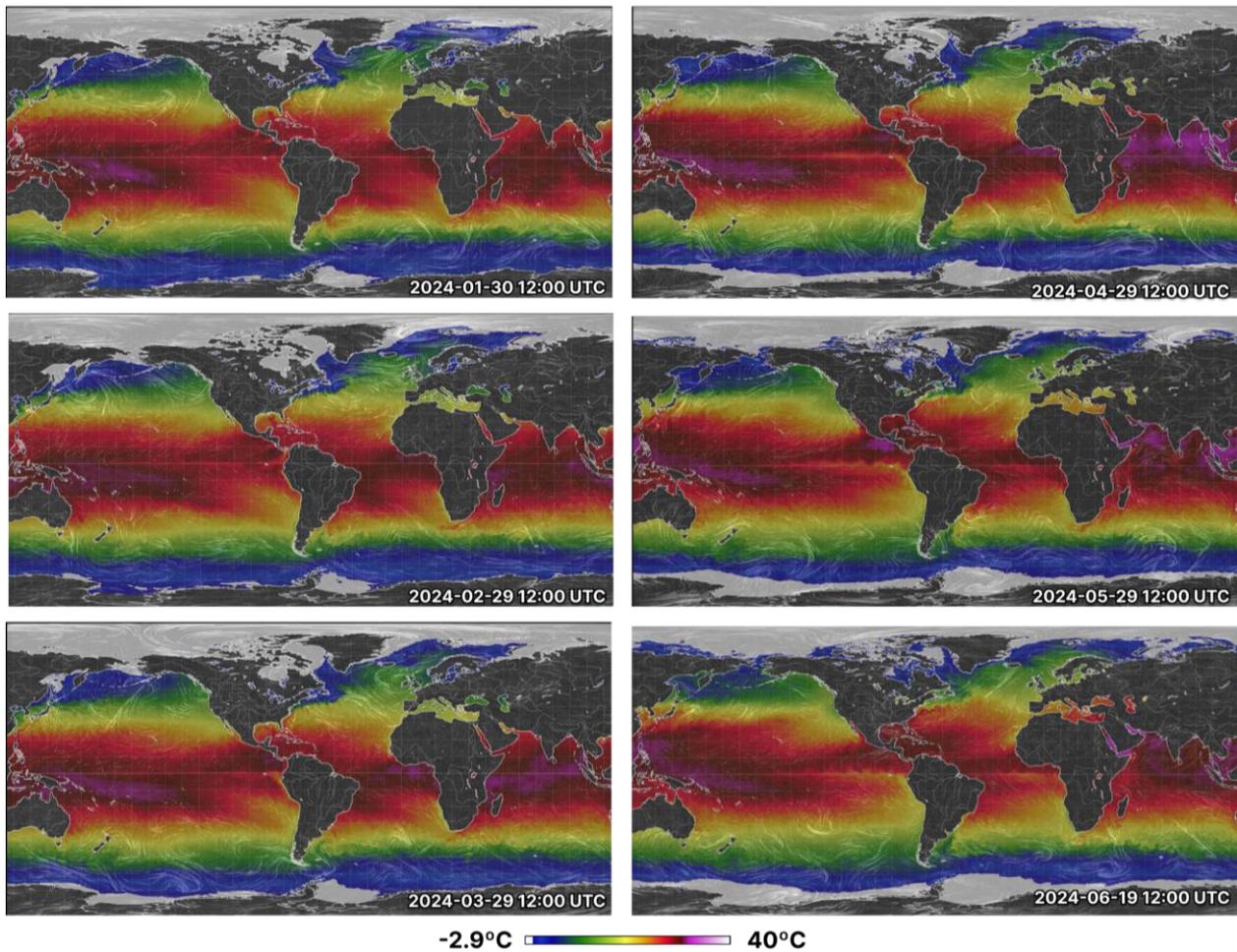
Corredor de umidade: persistindo e transportando grande quantidade de vapor d'água para o Sul do Brasil;

Bloqueio atmosférico: persistindo e intensificando a concentração de chuvas no Sul do Brasil.

Durante o evento

Influência do El Niño

Figura 12 - Temperatura da Superfície do Mar - TMS °C (2024-01-30 12:00 UTC - 2024-06-19 12:00 UTC)



Fonte: Obtido do modelo Global Forecast System (GFS) do National Center for Environmental Prediction (NCEP) via [Earth Nullschool](#). Dados fornecidos pelo US National Weather Service (2024).

Os seis mapas mundiais ilustram a anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM), entre 30 de janeiro de 2024 e 19 de junho de 2024, com foco no Oceano Pacífico Equatorial. As cores representam a diferença entre a temperatura real da superfície do mar e a média climatológica para o período. Tons de vermelho indicam temperaturas acima da média, enquanto tons de azul indicam temperaturas abaixo da média.

Evolução do El Niño:

janeiro a março de 2024: a anomalia da TSM no Oceano Pacífico Equatorial Central (região Niño 3.4) se intensifica gradativamente, caracterizando o desenvolvimento do evento El Niño.

abril a junho de 2024: a anomalia da TSM atinge seu pico em abril e maio, com valores acima de +2 °C na região Niño 3.4.

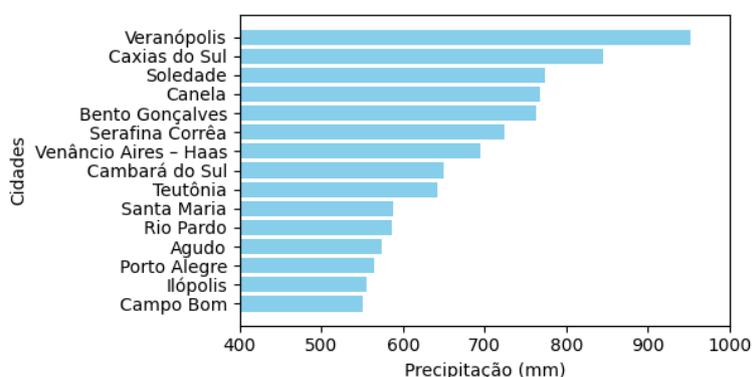
A partir de junho: a anomalia começa a diminuir, indicando o enfraquecimento do El Niño.

Climatologia durante o evento

No período entre os dias 29 de abril e 10 de maio, houve registro de eventos climáticos significativos, no Rio Grande do Sul, caracterizados por precipitações intensas, tragédia e desespero na região. O estado foi submetido a chuvas torrenciais que resultaram em inundações de grande escala, deslizamentos de terra e impactos socioeconômicos significativos. Esses eventos meteorológicos extremos afetaram severamente a região, o que demonstra a necessidade de um monitoramento climático contínuo e de políticas públicas voltadas para a mitigação de desastres naturais.

A análise dos dados pluviométricos revela volumes de precipitação que ultrapassam as médias históricas, sublinhando a importância de medidas preventivas e de resposta rápida a fim de minimizar os danos.

Gráfico 10 - As 15 maiores precipitações pluviais registradas no mês de maio



Fonte: Elaboração própria. Dados obtidos do Comunicado Agrometeorológico 70 (2024)

O mês de maio de 2024 apresentou volumes de precipitação pluviais, excepcionalmente, altos em diversos municípios do Rio Grande do Sul, refletindo um padrão climático anômalo para o período. Esses dados evidenciam a severidade das chuvas e o impacto em termos de alagamentos, deslizamentos de terra e outros desastres naturais anteriormente discutidos. No gráfico 10, as 15 maiores precipitações pluviais registradas no mês de maio aconteceram nos municípios de Veranópolis (951,2 mm), Caxias do Sul (845,3 mm), Soledade (773,8 mm), Canela (767,2 mm), Bento Gonçalves (763,0 mm), Serafina Corrêa (724,6 mm), Venâncio Aires – Haas (695,6 mm), Cambará do Sul (650,4 mm), Teutônia (641,7 mm), Santa Maria (587,6 mm), Rio Pardo (585,8 mm), Agudo (574,0 mm), Porto Alegre (564,8 mm), Ilópolis (555,0 mm) e Campo Bom (551,4 mm), (Comunicado Agrometeorológico 70, 2024)

Os registros de precipitação pluviais extremamente elevados no mês de maio de 2024 em diversos municípios do Rio Grande do Sul destacam um cenário climático fora do padrão esperado para o período. Esses dados indicam não apenas a intensidade das chuvas, mas também os severos impactos associados, como alagamentos, deslizamentos de terra e outros eventos adversos. Entre os municípios mais afetados, Veranópolis lidera com impressionantes 951,2 mm de chuva registrados, seguido por Caxias do Sul com 845,3 mm. Esses números estão significativamente acima das médias históricas, evidenciando a excepcionalidade desses eventos meteorológicos.

Em maio de 2024, as menores temperaturas médias mínimas foram registradas na região da Campanha devido à entrada de massas de ar frio. Os valores mais baixos foram em Quaraí (8,6°C), Santana do Livramento (9,2°C), Lavras do Sul - Fazenda Galpão (9,5°C), Pinheiro Machado - Olival Batalha (9,8°C), Bagé (9,8°C) e Canguçu (9,9°C), além de 9,8°C em Vacaria, na região dos Campos de Cima da Serra. As maiores temperaturas médias mínimas ocorreram em Campo Bom (13,8°C), Mostardas - Fazenda Ressaco (13,9°C), Porto Alegre (14,0°C) e Tramandaí (15,2°C). Em comparação com a normal climatológica de 1991 a 2020, as temperaturas mínimas ficaram acima da média na maior parte do estado, exceto no sudoeste.

Após esta breve contextualização, os próximos parágrafos abordarão, de forma mais detalhada, os eventos e a climatologia entre os dias 29 de abril e 10 de maio de 2024. Neste período, registrou-se um padrão climático anômalo, caracterizado por volumes de

precipitação pluvial excepcionalmente altos e temperaturas mínimas contrastantes em diversas regiões do Rio Grande do Sul. A seguir, serão analisados os dados climáticos específicos, bem como os impactos destes eventos nos municípios afetados, proporcionando uma compreensão aprofundada das condições meteorológicas e seus efeitos.

29 de abril

É emitido o primeiro alerta vermelho pelo Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) devido ao alto volume de chuva na região central do estado. Essa grande quantidade de chuva é resultado de uma mistura de fatores, sendo uma delas a massa de ar quente na região central do país. Ademais, ainda há a influência do fenômeno El Niño que, como já discutido anteriormente, é responsável pelo aquecimento das águas do Oceano Pacífico (Fonte: [A cronologia da tragédia no Rio Grande do Sul](#)). Segundo o Inmet, o período entre final de abril e início de maio de 2024, ainda estava sob a influência do El Niño. Este fenômeno, que aquece as águas do Pacífico, contribui para bloquear as frentes frias e concentra os sistemas de áreas de instabilidade na região do Rio Grande do Sul. Isso resulta em chuvas mais intensas em partes do estado gaúcho e no sul de Santa Catarina desde o dia 27 (Fonte: [Sul do Brasil segue sendo atingido por tempestades nos próximos dias](#)).

30 de abril e 1º de maio

No dia 30 de abril de 2024, a atuação de um cavado de baixa pressão no centro-sul do país contribuiu para o aumento da precipitação na região, conforme indicado pelo SPI acima de +1.0 na figura 13. O enfraquecimento do cavado e seu deslocamento para o Sul, no dia 1º de maio de 2024, coincidiram com a diminuição da precipitação, conforme indicado pelo SPI próximo de +1.0 no mapa (Fonte: [Chuvas extremas no Rio Grande do Sul envolvem múltiplos fatores, apontam especialistas](#)).

2 de maio

No dia 2, o Rio Grande do Sul, registrou oito das dez cidades com maiores volumes de chuva, no mundo, nas últimas 24 horas, conforme o site de meteorologia Ogimet. Entre as cidades gaúchas destacadas estão Soledade (245,0 mm), Ibirubá (186,2 mm), Bento Gonçalves (183,0 mm), Santa Rosa (156,8 mm), Canela (151,0 mm), Cruz Alta (147,6 mm), Santiago (146,0 mm) e Santa Maria (137,0 mm) (Fonte: [Rio Grande do Sul tem 8 das 10 cidades com maior volume de chuva do mundo](#)).

3 a 5 de maio

Houve uma elevação rápida no nível d'água no Guaíba até 3 de maio, seguida por uma elevação mais lenta, no dia 4 de maio, estabilizando-se em 5,30 metros no dia 5 de maio. A elevação rápida do nível da água foi resultado da combinação de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Guaíba com destaque para a Serra Gaúcha e da vazão reduzida do rio devido à maré baixa. As inundações causadas pela subida afetaram, principalmente, áreas baixas de Porto Alegre, como o Centro Histórico, a Zona Leste e a Ilha Grande dos Marinheiros (Fonte: [PREVISÕES ATUALIZADAS DE NÍVEIS D'ÁGUA NO GUAÍBA](#)).

6 e 7 de maio

O Inmet emitiu um aviso de nível vermelho o que indica grande perigo devido às intensas chuvas que afetam especialmente a região sudeste do Rio Grande do Sul. O alerta permaneceu válido até às 12h do dia 07/05. Isso se deve a uma previsão indicando que as chuvas podem atingir 100 mm por dia, com ventos de até 100 km/h naquele período (Fonte: [Chuvas intensas não dão trégua no Rio Grande do Sul](#)).

8 de maio

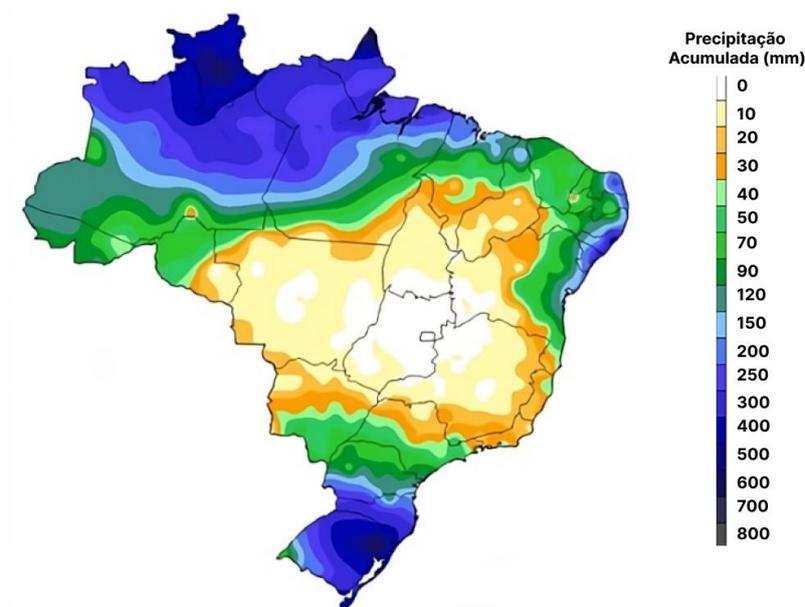
Entre 29 de abril e 8 de maio, a cidade de Santa Maria registrou um acumulado de 624,8 mm de chuva, de acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden). Nas últimas 24 horas, o volume de precipitação foi de 14,9 mm. Entre os dias 1º e 8 de maio, foram registrados, aproximadamente, 450 mm de chuva, o que equivale a três vezes o volume

normal para todo o mês (Fonte: [ENCHENTE: Santa Maria tem 107 desabrigados e 1.120 desalojados, Previsão do tempo indica o dobro da média de chuva no RS nos próximos cinco dias](#)).

9 e 10 de maio

Uma combinação de fatores intensos levou à devastação de centenas de municípios no Rio Grande do Sul, resultando em dezenas de milhares de desabrigados e pelo menos cem mortes. Este evento é agora reconhecido como uma das maiores tragédias ambientais já enfrentadas pelo estado.

Figura 13 - Precipitação acumulada nos últimos 31 dias de 31 de maio de 2024.



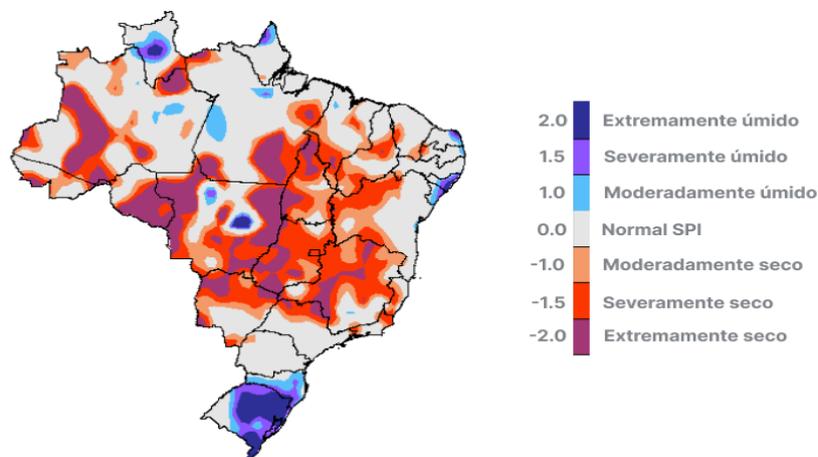
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet (2024)

De maneira mais ampla, é possível observar na figura 13 que, no mês de maio de 2024, a precipitação total no Brasil variou de 0 a 800 mm. As áreas com maior precipitação, acima de 400 mm, estão concentradas na Região Norte, especialmente nos estados do Amazonas, Pará e Rondônia. Essa alta precipitação se deve à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), uma faixa de convergência de ventos úmidos que favorece a formação de nuvens e chuvas. Outras áreas que também apresentaram precipitação acima da média

incluem o litoral do Nordeste e a Região Sul. Por outro lado, as áreas com menor precipitação, menos de 100 mm, estão localizadas na região central do país.

O estado do Amazonas registrou a maior precipitação acumulada no período e com algumas áreas recebendo mais de 800 mm de chuva. O Sul do país também teve precipitação acima da média com destaque para o Rio Grande do Sul onde algumas regiões registraram mais de 400 mm. Em contraste, o Centro-Oeste foi a região de menor precipitação acumulada, com menos de 100 mm em algumas localidades.

Figura 14 - Índice de precipitação padronizada (SPI) no Brasil - maio de 2024 acumulado de um mês



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet (2024)

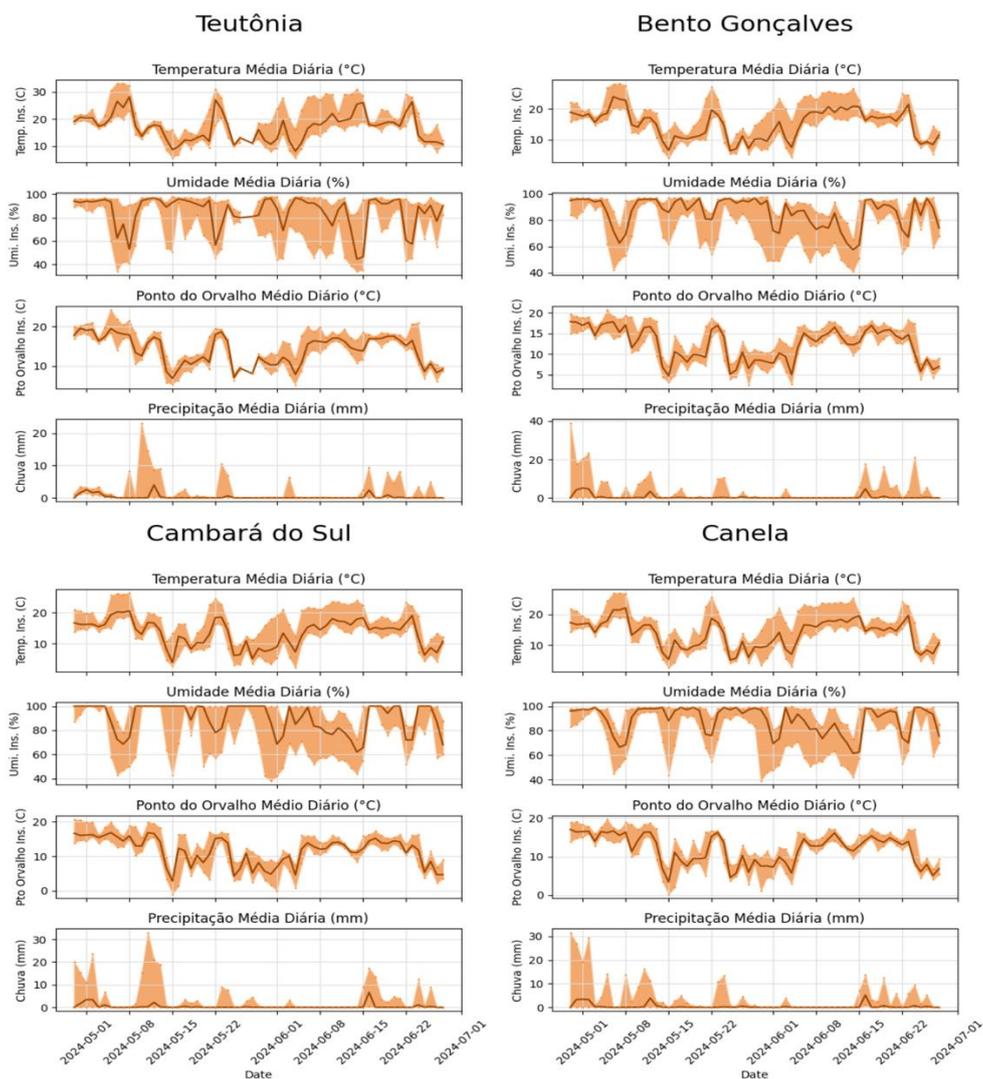
A figura 14 mostra a distribuição da precipitação padronizada (SPI), no Brasil, para maio de 2024. O SPI é um índice que demonstra a probabilidade de ocorrência de um determinado valor de precipitação em comparação com a média histórica do local e período analisado. Em maio de 2024, grande parte do Brasil registrou precipitação abaixo da média.

As áreas com SPI acima de +1.0, indicando condições de extrema a severa umidade, estão concentradas também nas regiões do sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina). A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), uma faixa de ventos úmidos que favorece a formação de nuvens e chuvas, atuou com intensidade acima da média na Região Norte do país, o que contribuiu para o excesso de precipitação em algumas áreas específicas. Além disso, sistemas frontais e massas de ar úmido, também, aumentaram a precipitação em diversas regiões, resultando em alagamentos, inundações e deslizamentos de terra em várias áreas

nacionais. As safras agrícolas foram afetadas, em algumas regiões, ocasionando em perdas de produção e prejuízos para os agricultores.

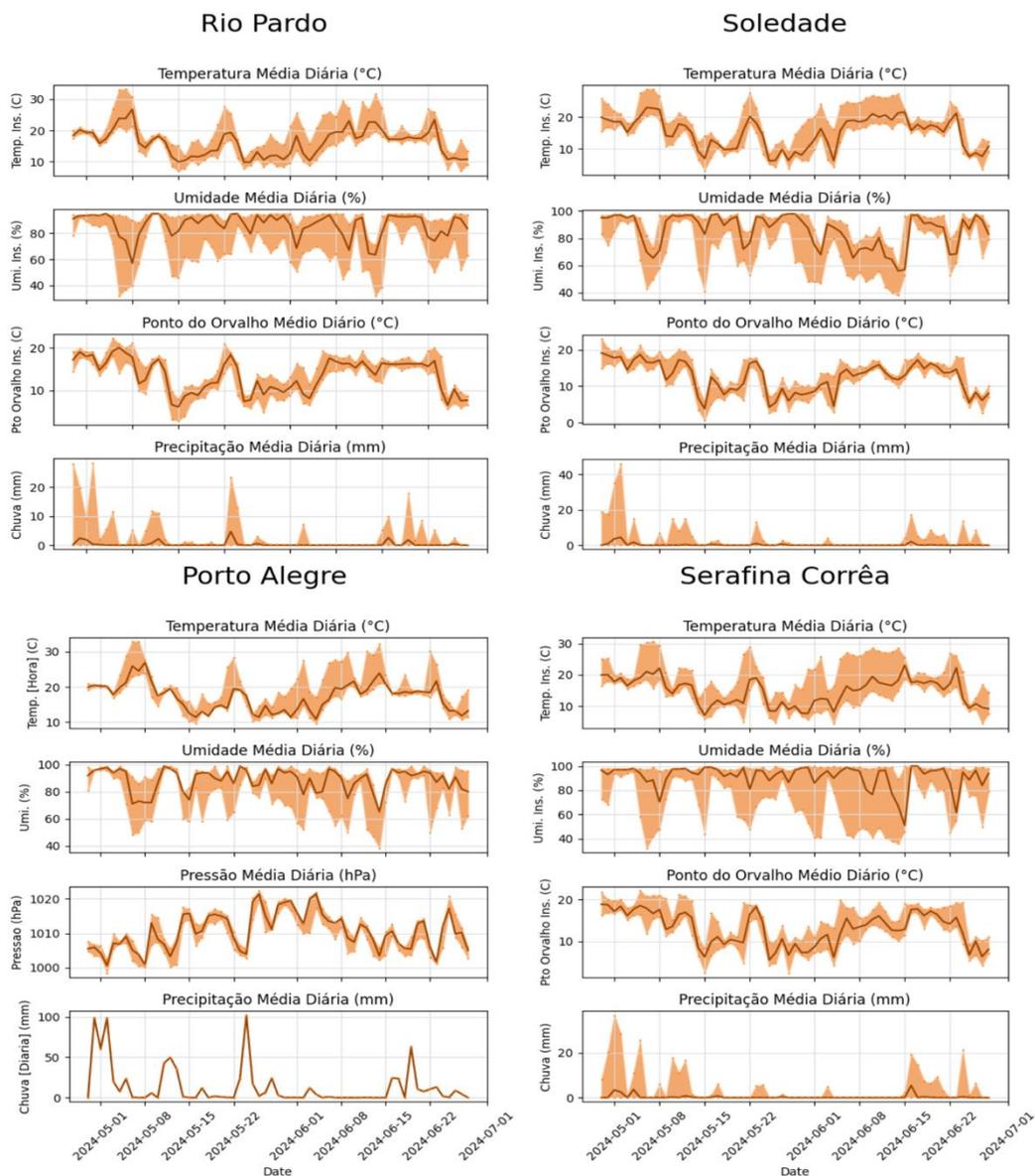
Os gráficos 11 e 12 apresentam a média diária dos valores de temperatura, umidade, ponto de orvalho e precipitação. Esses dados representam o clima de algumas das cidades onde mais choveu no mês de maio no estado do Rio Grande do Sul com informações meteorológicas registradas no período de 29 de abril a 28 de junho de 2024. Não foi possível incluir todas as quinze cidades anteriormente listadas devido à falta de dados meteorológicos de algumas delas. As localidades que possuíam informações climáticas completas durante esse período são: Soledade (773,8 mm), Canela (767,2 mm), Bento Gonçalves (763,0 mm), Serafina Corrêa (724,6 mm), Cambará do Sul (650,4 mm), Teutônia (641,7 mm), Rio Pardo (585,8 mm) e Porto Alegre (564,8 mm).

Gráfico 11 – Média diária dos valores de temperatura, umidade, ponto de orvalho e precipitação.



Fonte: Elaboração própria. Dados de estações meteorológicas do Inmet (2024).

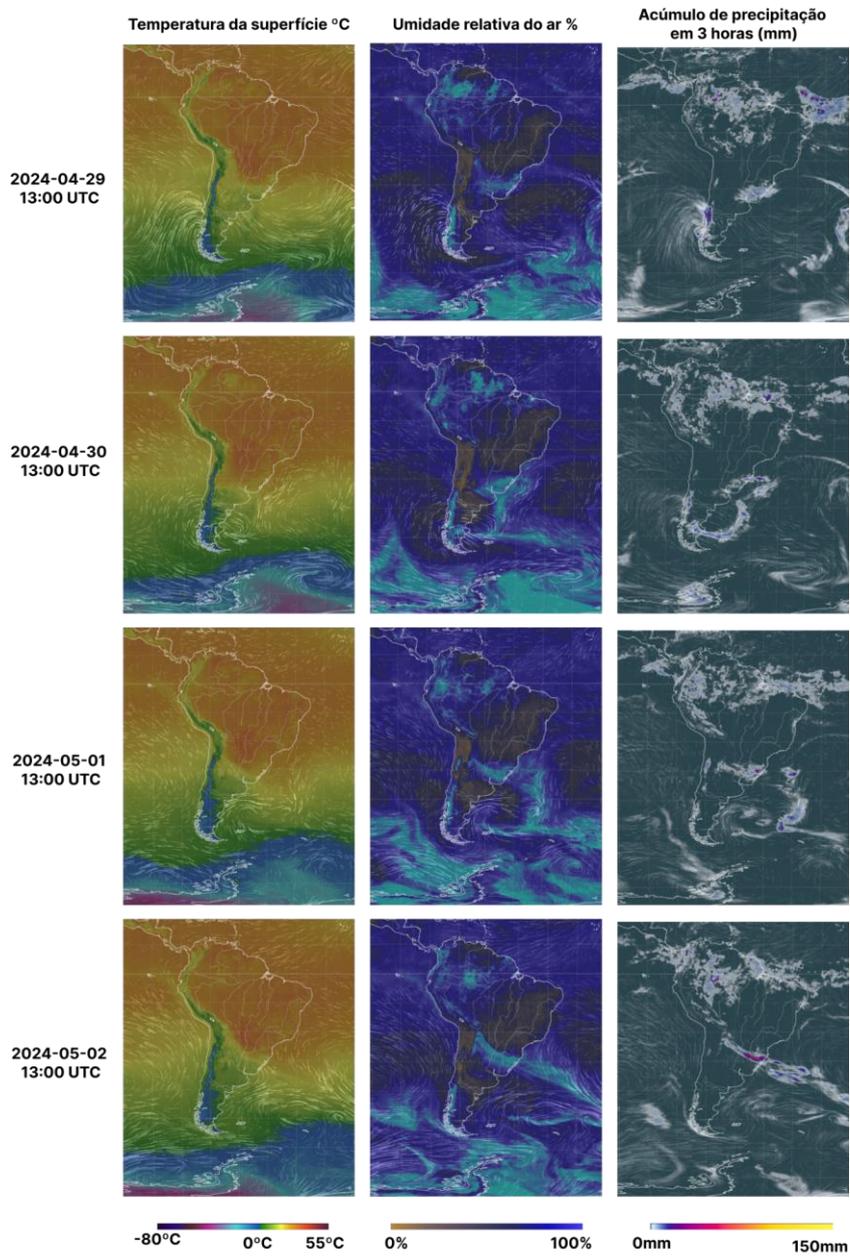
Gráfico 12 - Média diária dos valores de temperatura, umidade, ponto de orvalho e precipitação.



Fonte: Elaboração própria. Dados de estações meteorológicas do Inmet (2024).

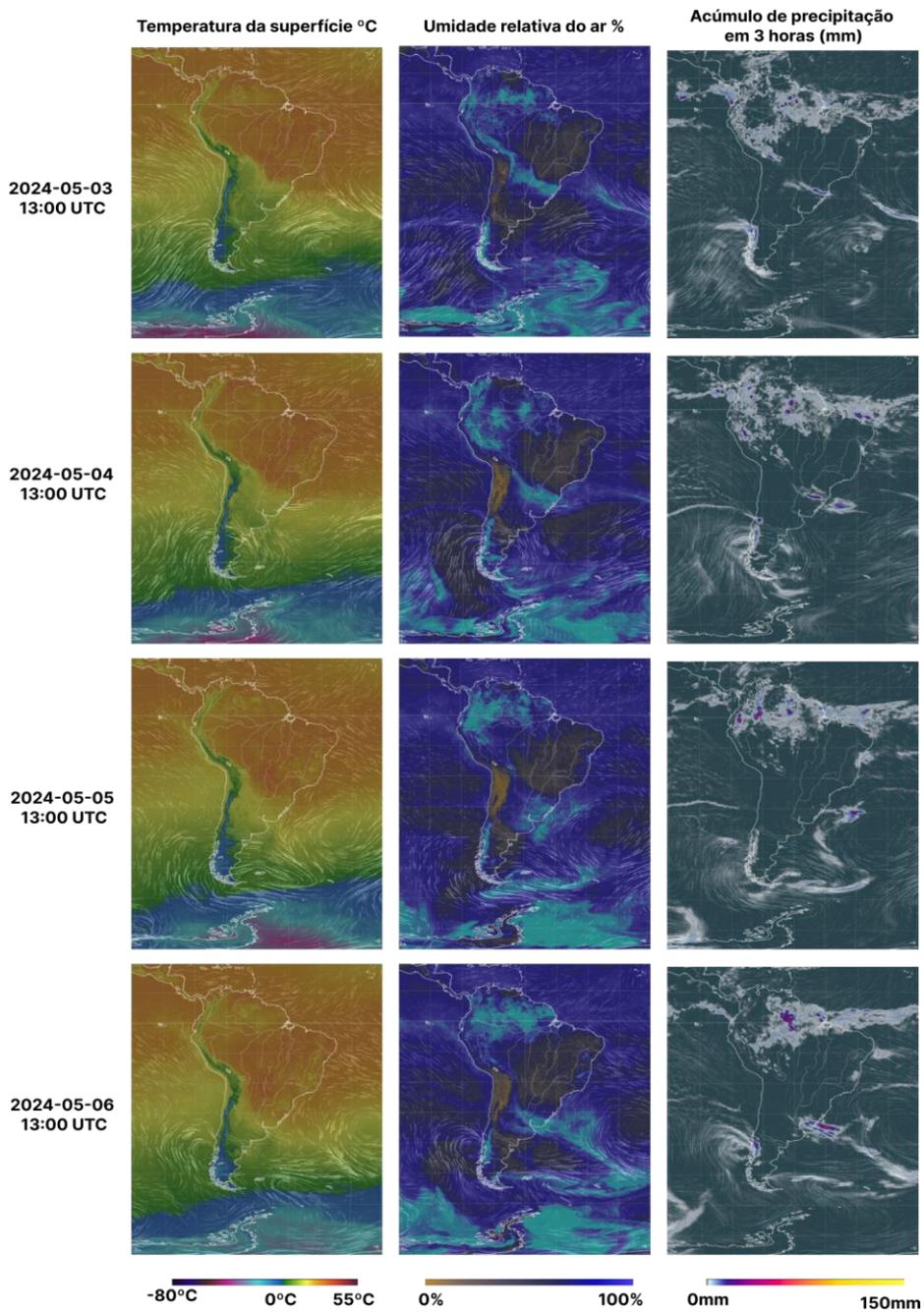
Para uma análise mais detalhada sobre a climatologia dos sistemas descritos, recomenda-se consultar as figuras 15, 16 e 17, que apresentam a evolução ao longo dos dias durante o evento de 29 de abril a 10 de maio de 2024. Para uma melhor compreensão, essas figuras devem ser analisadas em conjunto com a figura 9.

Figura 15 - 29 de abril a 2 de maio de 2024



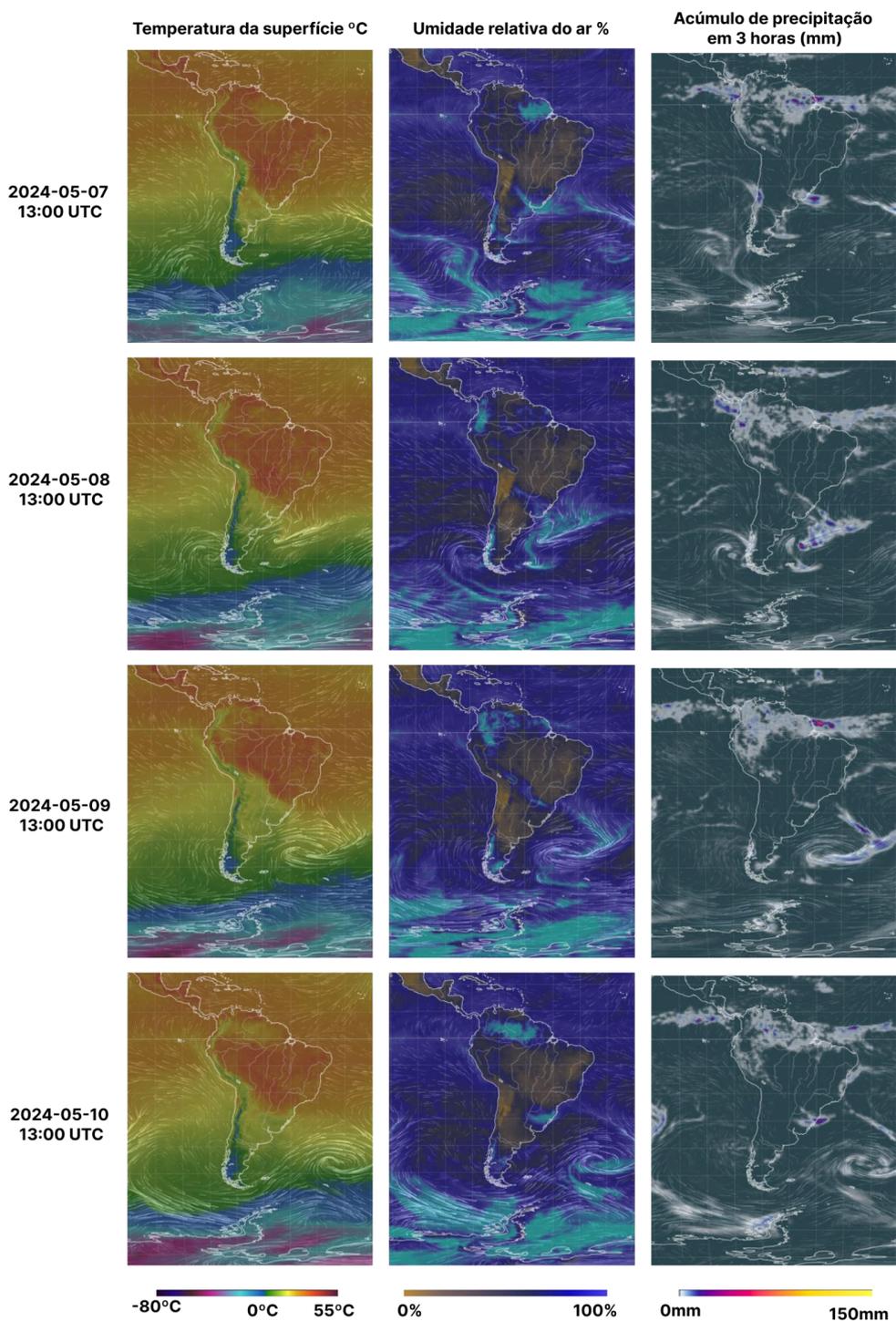
Fonte: Obtido do modelo GFS do NCEP via [Earth Nullschool](#). Dados fornecidos pelo US National Weather Service (2024)

Figura 16 – 3 a 6 de maio de 2024



Fonte: Obtido do modelo Global Forecast System (GFS) do National Center for Environmental Prediction (NCEP) via [Earth Nullschool](#). Dados fornecidos pelo US National Weather Service (2024)

Figura 17 – 7 a 10 de maio de 2024



Fonte: Obtido do modelo GFS do NCEP via [Earth Nullschool](#). Dados fornecidos pelo US National Weather Service (2024)

29 de abril de 2024

Cavado: o cavado dirige-se mais para a Região Sul, aumentando sua amplitude;

Corredor de umidade: o corredor de umidade prevalece na região;

Bloqueio atmosférico: persistindo e intensificando a concentração de chuvas.

30 de abril de 2024

Cavado: em relação ao dia anterior se intensificou e se deslocou para o sudeste do Rio Grande do Sul, o que por decorrência de tal movimentação proporcionou um aumento ainda mais evidente na convergência da massa de umidade sobre o estado gaúcho;

Corredor de umidade: o corredor de umidade se estabeleceu entre o oceano Atlântico e o interior do continente, transportando grande quantidade de vapor d'água para o estado;

Bloqueio atmosférico: persistindo e ampliando-se em relação à amplitude e intensidade.

1º de maio de 2024

Cavado: persistiu sobre o Rio Grande do Sul, mantendo a convergência de ventos úmidos e a precipitação intensa;

Corredor de umidade: o corredor de umidade prevalece na região e começa a aumentar sua amplitude pelo país;

Bloqueio atmosférico: persistindo e ampliando-se em relação à amplitude mais para a Região Sudeste e Centro-Oeste.

2 de maio de 2024

Cavado: novamente se afastando do Brasil, já sobre o Atlântico Sul;

Corredor de umidade: o corredor de umidade prevalece na região e começa a aumentar ainda mais sua amplitude, espalhando-se pelo país;

Bloqueio atmosférico: persistindo e ampliando-se em relação à amplitude mais para a Região Sudeste e Centro-Oeste.

3 de maio de 2024:

Cavado: a intensificação do cavado sobre o Atlântico Sul contribuiu para o aumento da umidade no Sul do Brasil.

Corredor de umidade: presença de um corredor de umidade na região ampliou sua intensidade, favorecendo o transporte de ar úmido e a formação de chuvas.

Bloqueio atmosférico: a persistência e a ampliação do bloqueio atmosférico no Centro-Oeste impediram a progressão de frentes frias para a região contribuindo para a concentração de chuvas no Sul.

4 de maio de 2024

Cavado: continua intensificando-se sobre o Atlântico Sul;

Corredor de umidade: dispersando-se de forma breve;

Bloqueio atmosférico: persistindo e ampliando-se em relação à amplitude mais para o centro-oeste.

5 de maio de 2024

Cavado: presença de um cavado no Sul do continente;

Corredor de umidade: continua a se dispersar no local;

Bloqueio atmosférico: persistindo e concentrando-se no centro-oeste e sudeste do Brasil.

6 de maio de 2024

Cavado: a intensificação do cavado no Atlântico Sul retomou a entrada de grande quantidade de umidade no sul do Brasil, intensificando novamente as chuvas;

Corredor de umidade: presente, porém de forma menos intensa;

Bloqueio atmosférico: persistindo e ampliando-se em relação à amplitude em quase todo o país.

7 de maio de 2024

Cavado: pequena presença na América do Sul tanto em intensidade quanto em amplitude;

Corredor de umidade: a breve dispersão do corredor de umidade pode ter contribuído para uma ligeira diminuição da umidade;

Bloqueio atmosférico: persistindo e movendo para diferentes regiões do país.

8 de maio de 2024

Cavado: intensificação novamente do cavado na região, porém de maneira mais dispersa e menos concentrada;

Corredor de umidade: presente, porém menos intensificado na região;

Bloqueio atmosférico: persistindo e movendo para diferentes regiões do país.

9 de maio de 2024

Cavado: presente no Sul do país, causando instabilidade no tempo e condições favoráveis para a formação de tempestades;

Corredor de umidade: intensificando novamente na região;

Bloqueio atmosférico: persistindo e movendo para diferentes regiões do país.

10 de maio de 2024

Cavado: presença do cavado na região, intensificando a concentração de chuvas no Sul do país.

Corredor de umidade: persiste na região com mínimas alterações.

Bloqueio atmosférico: persistindo e ampliando-se em relação à amplitude em quase todo o país.

Mancha de inundação e pontos de deslizamento de terras

Figura 18 - Extensão da mancha de inundação observada nas enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul

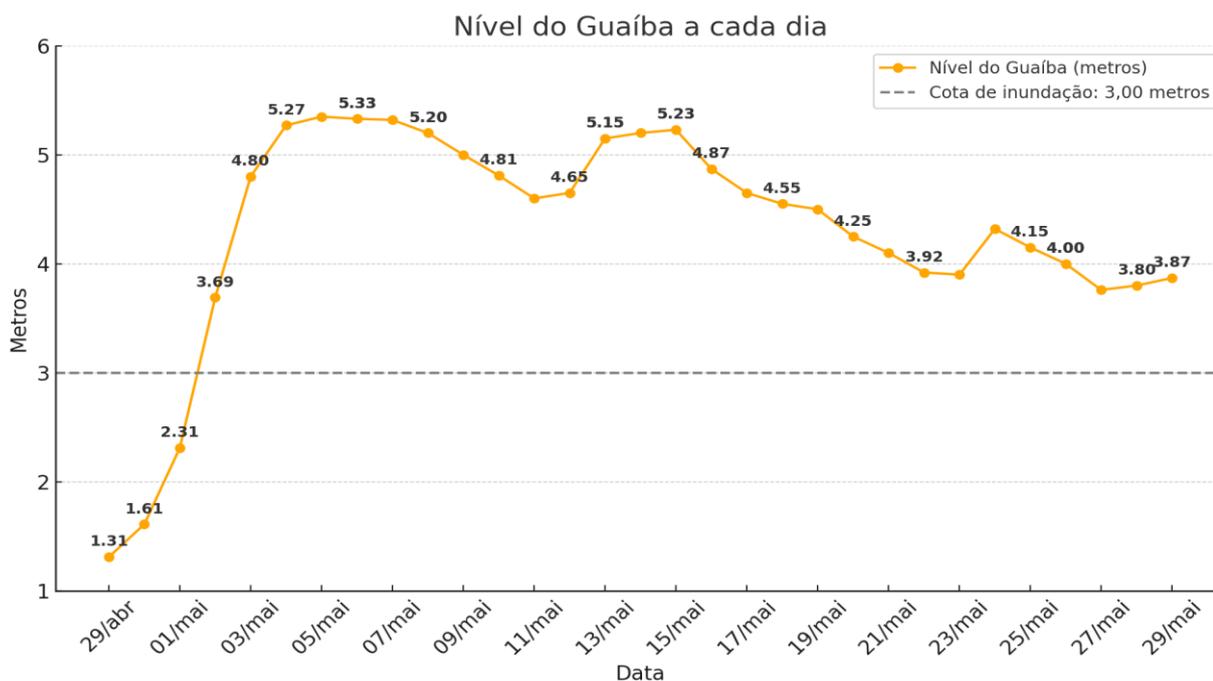


Fonte: Painel RS: <https://experience.arcgis.com/experience/fb202096249641709e8aa5df59f14a8c> (2024)

A mancha de inundação observada na imagem abrange uma parte significativa do estado do Rio Grande do Sul, concentrando-se principalmente nas áreas próximas aos rios e seus

afluentes. As áreas mais afetadas parecem ser as regiões central e sul do estado, com destaque para as cidades de Porto Alegre, Santa Cruz do Sul e Rio Grande. A inundação se estende por uma vasta área, atingindo tanto zonas urbanas quanto rurais.

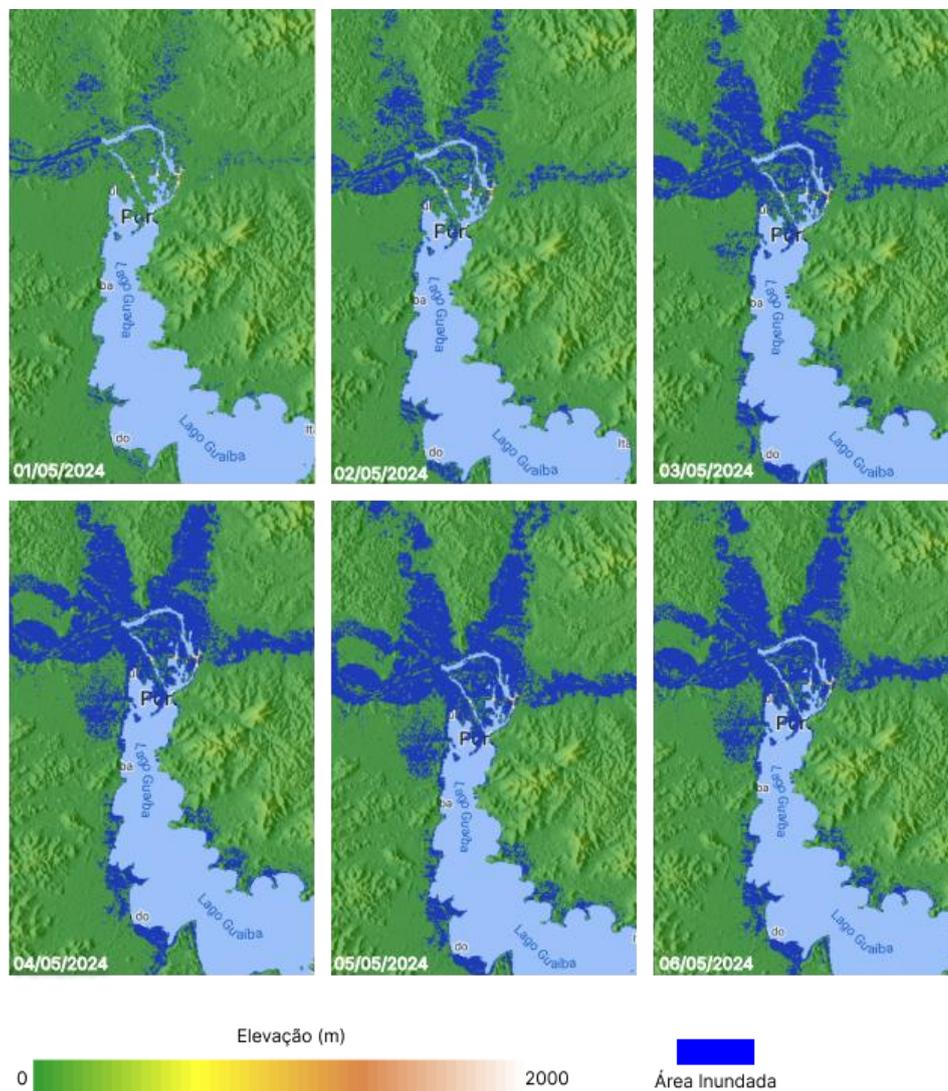
Gráfico 14 - Nível do Guaíba durante a enchente no Rio Grande do Sul (29 de abril a 29 de maio).



Fonte: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA (2024)

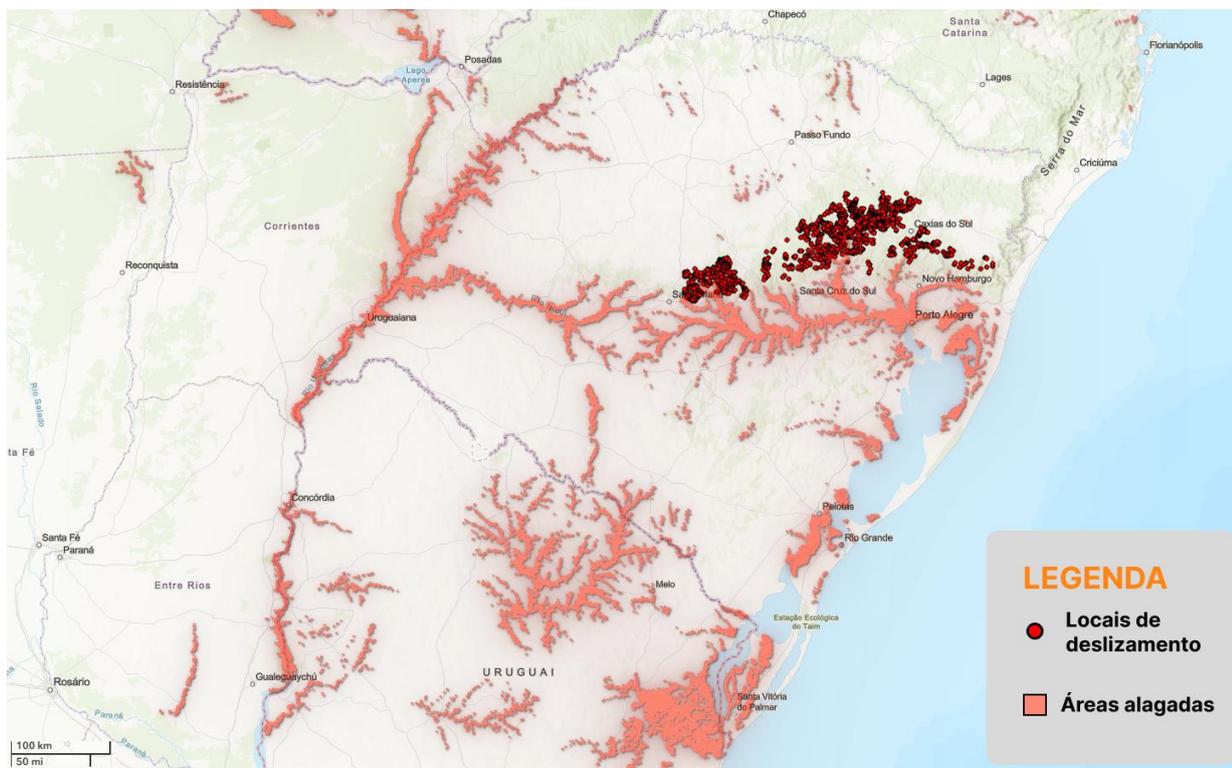
O nível do Guaíba sobe rapidamente e ultrapassa a cota de inundação já no dia 1º de maio atingindo o pico de 5,33 metros no dia 5 de maio. O gráfico demonstra a gravidade da enchente no Rio Grande do Sul, com o nível do Guaíba superando a cota de inundação por todo o mês de maio de 2024.

Figura 31 - Simulação da evolução de áreas inundadas ao longo dos dias do evento



Fonte: Elaboração própria. O modelo desenvolvido no Google Earth Engine simula a inundação da região do Guaíba, em Porto Alegre, entre os dias 1º e 6 de maio de 2024. Utilizando dados de elevação do terreno e informações sobre o nível do lago, o modelo demonstra a progressão da inundação ao longo dos dias. Mapa interativo: <https://code.earthengine.google.com/f3e978c61a1a547d26cc84362581940a> (2024)

Figura 19 - Mapa com análise de áreas alagadas e pontos de deslizamentos de terra.

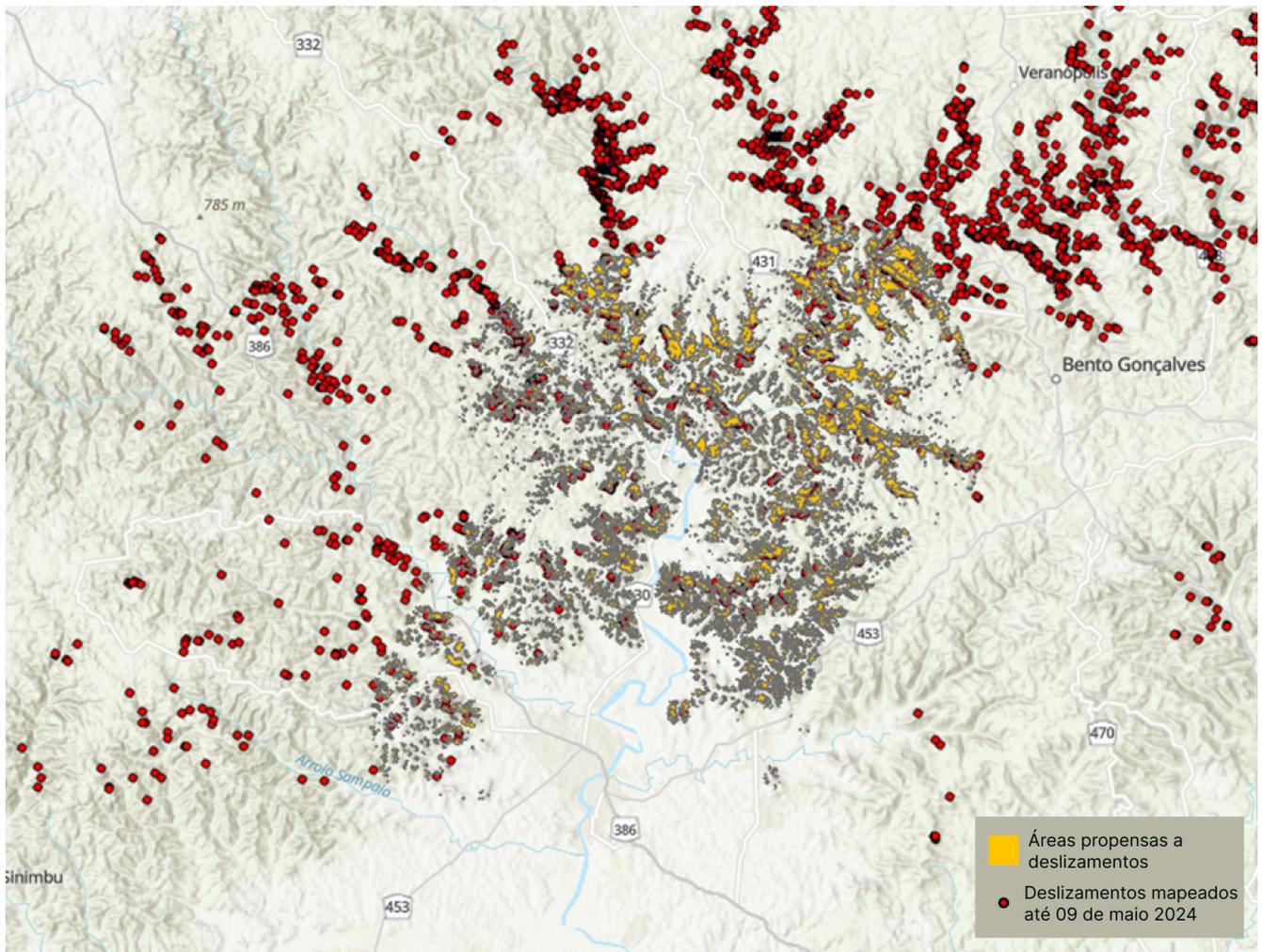


Fonte: SOS RS - Mapa Geral (arcgis.com) (2024)

Ao analisar o mapa, observa-se uma maior concentração de deslizamentos na região serrana do Rio Grande do Sul, especialmente nas áreas próximas às cidades de Caxias do Sul, Farroupilha, Bento Gonçalves e Gramado. Além disso, há uma concentração significativa de deslizamentos na região central do estado, próximo à Santa Maria.

As áreas alagadas, em laranja, se concentram, principalmente, nas regiões próximas aos rios, como o Rio Jacuí, Rio Taquari e Rio Uruguai, e seus afluentes. Essas áreas alagadas, também, se estendem para a região da Campanha, no sudoeste do estado. Podemos identificar as seguintes mesorregiões afetadas por deslizamentos de terra em 2024.

Figura 20 - Mapa dos deslizamentos de terra na Região Serrana do Rio Grande



Fonte: SOS RS - Mapa Geral (arcgis.com) (2024)

Região Serrana (Nordeste Rio-Grandense)

Localização dos deslizamentos: o mapa revela alta concentração de deslizamentos nas áreas mais elevadas da Serra Geral, especialmente nos arredores de Bento Gonçalves e Veranópolis, e, em menor grau, próximo de Monte Belo do Sul e Santa Tereza;

Topografia: o mapa apresentado, anteriormente, mostra a forte influência do relevo acidentado da Serra Geral com encostas íngremes e altitudes elevadas na ocorrência dos deslizamentos. Os pontos vermelhos se concentram nas áreas mais íngremes, o que evidencia a relação direta entre a declividade do terreno e a suscetibilidade a deslizamentos;

Solos: a análise do mapa no tópico da descrição do solo indica a predominância de cambissolos, neossolos litólicos e chernossolos nessas áreas. Os cambissolos, com sua moderada capacidade de retenção de água, podem se tornar instáveis em encostas íngremes, especialmente com chuvas intensas. Os neossolos litólicos, por serem rasos e com afloramentos rochosos, são altamente suscetíveis à erosão e aos deslizamentos devido à baixa capacidade de infiltração e retenção de água. Já os chernossolos, apesar de sua alta capacidade de retenção de água e fertilidade, podem se tornar instáveis em áreas de encosta com inclinação acentuada, especialmente quando a vegetação natural é removida;

Precipitação: chuvas intensas que contribuem para a saturação do solo e a instabilidade do terreno;

Desmatamento: o mapa de desmatamento sugere que a remoção da cobertura vegetal, especialmente em áreas de maior altitude, contribuiu para a intensificação dos deslizamentos.

Centro Oriental Rio-Grandense

Localização dos deslizamentos: focos isolados em áreas de relevo mais acidentado, como o entorno de Santa Maria;

Topografia: presença de morros e encostas íngremes, embora menos acentuadas do que na Serra Geral;

Solos: os solos predominantes na região, como os argissolos (que apresentam alta concentração de argila e baixa permeabilidade) e os neossolos (solos jovens e pouco profundos), são mais suscetíveis à saturação em períodos de chuva intensa, o que favorece a instabilidade do terreno e aumenta o risco de deslizamentos;

Desmatamento: a remoção da vegetação nativa em áreas de encosta reduz a proteção do solo e aumenta o escoamento superficial. Assim, contribui para a ocorrência de deslizamentos. A perda da mata ciliar, que protege as margens dos rios, também, facilita a instabilidade do terreno.

Região Metropolitana de Porto Alegre

Topografia: relevo predominantemente plano com algumas elevações isoladas e morros, como o Morro Santana;

Solos: os solos predominantes na região, como argissolos, cambissolos e neossolos, podem se tornar instáveis em condições de chuva intensa e prolongada, especialmente em áreas com declividade acentuada. A remoção da vegetação nativa, que protege o solo e ajuda a reter a água, aumenta a vulnerabilidade a deslizamentos;

Desmatamento: intenso processo de urbanização e expansão agrícola com a consequente remoção da vegetação nativa, principalmente da Mata Atlântica.

Proximidade aos rios e ao Lago Guaíba: a localização da região em torno de importantes cursos d'água e do lago Guaíba aumenta a vulnerabilidade às inundações, especialmente em períodos de cheia dos rios.

Regiões afetadas

Apesar das tendências observadas em relação à melhoria da efetividade dos mecanismos de gerenciamento de riscos, os impactos associados às enchentes ainda são severos em muitos locais do mundo. Um dos motivos associados à projeção de aumento da severidade e da frequência das enchentes é a mudança climática, resultado do aquecimento global. Também é esperado que os danos econômicos das enchentes dobrem no mundo todo, nos próximos anos (Kreibich, et. al, 2022).

As enchentes de alta magnitude, além de causar danos visíveis, como a ativos físicos e infraestruturas públicas e privadas, também podem impactar indiretamente a saúde física e psicológica dos moradores locais, pelo estresse provocado pelo desastre e pela contaminação da água e dos alimentos (Merz, 2021).

Além disso, a exposição ao risco e a vulnerabilidade da sociedade afetada por uma enchente relacionam-se diretamente com os impactos subsequentes (Merz, 2021). Vulnerabilidade refere-se às condições determinadas por fatores físicos, sociais, econômicos e ambientais que aumentam a suscetibilidade de um indivíduo, comunidade, ativos ou sistemas aos impactos dos perigos. Quanto à exposição, relaciona-se à situação das pessoas,

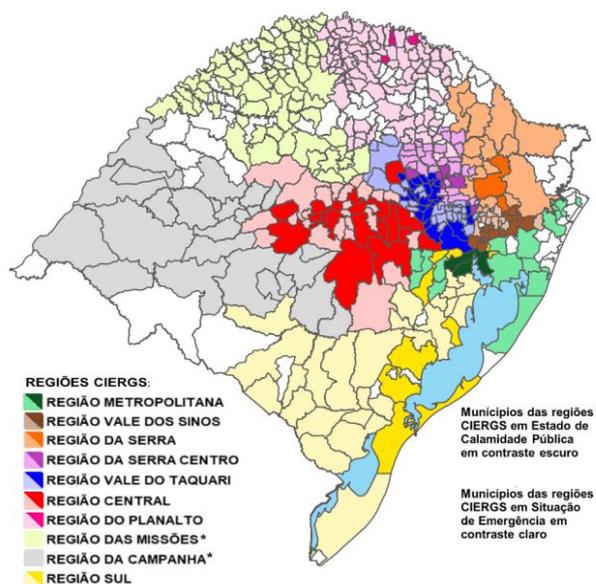
infraestrutura, moradia, capacidade de produção e outros ativos humanos tangíveis localizados em áreas propensas a riscos (Bourget, et.al, 2024). Dessa forma, regiões que possuem proteção e capacidade de enfrentamento adequadas contra eventos catastróficos podem se prevenir com mais eficiência contra as consequências, mesmo em casos de níveis extremos de enchentes.

Segundo a Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, no mês de maio de 2024, 315 municípios foram registrados e reconhecidos com situação de calamidade pública ou emergência com desastres que incluem inundações, enxurradas, alagamentos e chuvas intensas. Houve um total de 339 ocorrências nesse período. A população total de todos os municípios registrados ou reconhecidos é de 7.143.711 pessoas e quase 72% foram afetados¹ pelas cheias. Em relação às perdas a infraestruturas públicas e privadas² foram contabilizados R\$ 1.570.564.553,90 de danos.

¹ Porcentagem de afetados inclui: mortos, desabrigados, desalojados, feridos, enfermos e desaparecidos.

² Danos monetários a infraestruturas públicas/privadas compreendem danos a unidades habitacionais, instalações públicas de saúde, instalações públicas de ensino, instalações públicas prestadoras de outros serviços, instalações públicas de uso comunitário e obras de infraestrutura pública.

Figura 21 - Municípios do RS que decretaram Estado de Calamidade Pública ou Emergência até o dia 27 de maio de 2024.



Fonte: Decreto Nº 57.626, de 21 de maio de 2024. Elaboração: UEE/FIERGS. Retirada de Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS). Enchentes no Rio Grande do Sul: Impactos e Medidas. Porto Alegre: FIERGS, 2024.

Nota: em branco, os municípios que não foram afetados pelas enchentes

Devido às fortes chuvas, a Defesa Civil do Rio Grande do Sul contabilizou que dos 497 municípios do estado, 476 foram afetados pelas inundações até a primeira semana do mês de junho. Isso representa cerca de 96% do estado. A população do estado do Rio Grande do Sul representa 6% da população brasileira, ou seja, 10.882.965 de pessoas conforme o Censo de 2022 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e, até o momento, 2.392.686 moradores foram impactados pela catástrofe.

Tabela 3 - Relação entre pessoas afetadas pelas fortes chuvas conforme o Relatório da Defesa Civil do Rio Grande do Sul no dia 4 de junho de 2024.

SITUAÇÃO	QUANTIDADE DE PESSOAS
Pessoas em abrigos	35.103
Desalojados	575.171
Feridos	806
Desaparecidos	44
Óbitos confirmados	172
Pessoas resgatadas*	77.874

*Apenas as pessoas resgatadas pelas forças de segurança do Estado.

Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS (2024).

Como o Rio Grande do Sul encarou prejuízos para além de perdas nos setores agropecuário, industrial e comercial, como perdas humanas e potenciais danos em cadeias produtivas que impulsionam o Produto Interno Bruto (PIB) do estado, faz-se necessário uma análise minuciosa e especialmente segregada das consequências das enchentes no mês de maio de 2024, bem como, levando em consideração fatores socioeconômicos de cada mesorregião do estado. Considera-se uma mesorregião a divisão geográfica intermediária entre a microrregião e o estado, geralmente composta por agrupamentos de municípios que compartilham características socioeconômicas e geográficas semelhantes.

Vale ressaltar que a frequência de um evento catastrófico não é o único fator a ser considerado em relação aos danos causados. Isso porque as mesorregiões do estado gaúcho variam em relação à predominância dos setores econômicos, nível de renda, infraestrutura básica, dentre outras variáveis. E, para analisar a intensidade dos prejuízos decorrentes dos eventos hidrológicos, é importante explorar de forma detalhada a dinâmica socioeconômica de cada mesorregião.

Fotos das áreas afetadas



Vista de Canoas-RS com as ruas tomadas pelas águas. Fonte: Amanda Perobelli (2024).



Imagem do satélite Sentinel-2 do Sistema Copernicus da cheia no Delta do Jacuí. Foto: ADAM Platform (2024).



Inundação severa na região da Praça da Alfândega, entre a Avenida Mauá e a Rua dos Andradas (Rua da Praia), no Centro Histórico de Porto Alegre. Fonte: Gustavo Mansur/Palácio Piratini (2024).



A imagem de satélite retrata o impacto devastador das enchentes em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. A comparação "antes e depois" revela a extensão da inundação, que afetou áreas urbanas, infraestruturas e pontos de referência da cidade. Fonte: Handout/Satellite Image MAXAR TECHNOLOGIES / AFP (2024)



A imagem aérea do estádio Beira-Rio, em Porto Alegre, revela a magnitude da inundação causada pelas fortes chuvas na região. O estádio, um dos principais palcos do futebol brasileiro, encontra-se completamente cercado pelas águas barrentas do Rio Guaíba. Fonte: Anselmo Cunha/Getty Images (2024)



A inundação severa que atingiu o Aeroporto Salgado Filho, em Porto Alegre, causou grandes impactos na infraestrutura e nas operações do local. As águas do Guaíba invadiram o terminal, a pista de pouso e outras instalações, causando a suspensão imediata de todas as atividades do aeroporto. Fonte: Fernando Oliveira (2024)



Em Lajeado, a força das águas do Rio Taquari durante a enchente causou a destruição de um trecho da BR-386, principal via de acesso à cidade. A ponte que ligava Lajeado ao município vizinho de Estrela foi gravemente danificada, com o asfalto sendo arrancado e a estrutura comprometida. A cidade ficou totalmente isolada. Fonte: AFP (2024)



A barragem da Usina Hidrelétrica (UHE) 14 de Julho, localizada entre Cotiporã e Bento Gonçalves, na Serra do Rio Grande do Sul, rompeu parcialmente no dia 2 de maio. Fonte: Divulgação (2024)



A água invadiu a área de embarque e desembarque da rodoviária de Porto Alegre, chegando a cobrir os bancos e dificultando a circulação de pessoas. Lojas e estabelecimentos comerciais também foram afetados.



Fonte: Reprodução/RBSTV (2024)

Comparação das imagens de satélite do sensor MODIS nos satélites Terra e Aqua mostram a diferença dos rios entre 20 de abril (antes da enchente) e 6 de maio (perto do pico da enchente) | Fonte: NASA (2024)

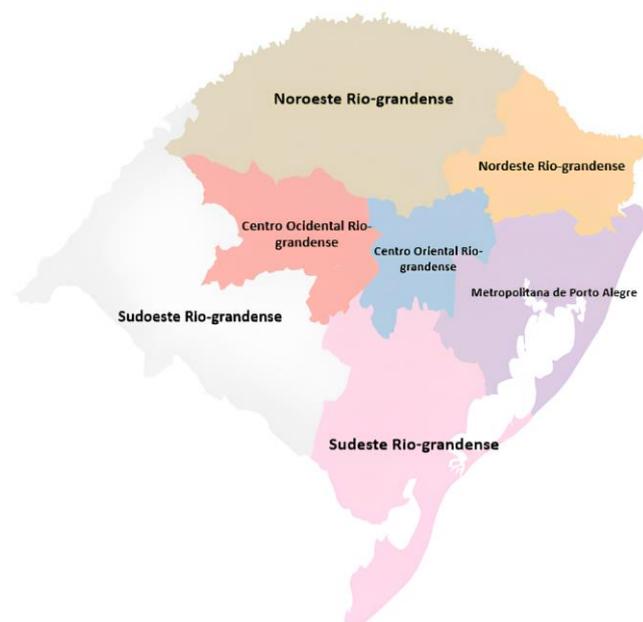
Análise socioeconômica

Além dos fatores naturais tratados, é importante considerar a vulnerabilidade das comunidades afetadas. Essa vulnerabilidade é determinada por condições físicas, sociais, econômicas e ambientais que aumentam a suscetibilidade dos indivíduos, das comunidades, dos bens e dos sistemas aos impactos dos perigos. A combinação desses elementos contribui para a complexidade e gravidade dos eventos de inundação na região.

Segundo Bourget (2024), risco é definido como qualquer processo, fenômeno natural ou atividade humana que apresenta potencial para causar perda de vidas, lesões ou outros impactos à saúde das pessoas, danos materiais significativos, perturbações sociais e econômicas, bem como degradação ambiental. Esses riscos podem assumir diversas formas, desde eventos naturais - como enchentes, terremotos e furacões -, até atividades humanas como desmatamento excessivo, construções inadequadas em áreas de risco e emissões industriais poluentes.

Cada espaço tem suas próprias configurações culturais, sociais, econômicas, espaciais e territoriais, e incluem fatores econômicos e não econômicos. Dessa forma, é importante destacar que as regiões apresentam temporalidades diferentes e são influenciadas por ritmos e intensidades de crescimento e desenvolvimento distintos (Rammé, 2011). O estado gaúcho é dividido em sete mesorregiões, conforme imagem abaixo, e subdividido em 43 regiões geográficas imediatas (IBGE, 2022).

Figura 22 - Divisão do estado do Rio Grande do Sul em mesorregiões.



Fonte: Elaboração Própria (2024)

Para iniciar a discussão sobre o desenvolvimento socioeconômico do estado, o PIB será um excelente aliado. Assim, é importante destacar que o PIB do Brasil, em 2021, foi igual a R\$ 10,9 trilhões, enquanto o PIB do RS foi igual a R\$ 581 bilhões, ou seja, o PIB do estado gaúcho correspondeu a 6,5% do nacional, sendo a quarta maior economia estadual do país. O RS é superado apenas pelos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais, segundo dados informados pelo IBGE.

Tabela 4 - PIB das mesorregiões do Rio Grande do Sul do ano de 2021.

Unidade da Federação e Mesorregião Geográfica	PIB (Mil Reais)
Noroeste Rio-Grandense	R\$ 121.379.127,00
Nordeste Rio-Grandense	R\$ 74.893.332,00
Centro Ocidental Rio-Grandense	R\$ 26.092.470,00
Centro Oriental Rio-Grandense	R\$ 41.998.281,00
Metropolitana de Porto Alegre	R\$ 245.847.326,00
Sudoeste Rio-Grandense	R\$ 29.220.428,00
Sudeste Rio-Grandense	R\$ 41.852.713,00
Rio Grande do Sul	R\$ 581.283.677,00

Fonte: Elaboração própria (2024). São utilizados dados do IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

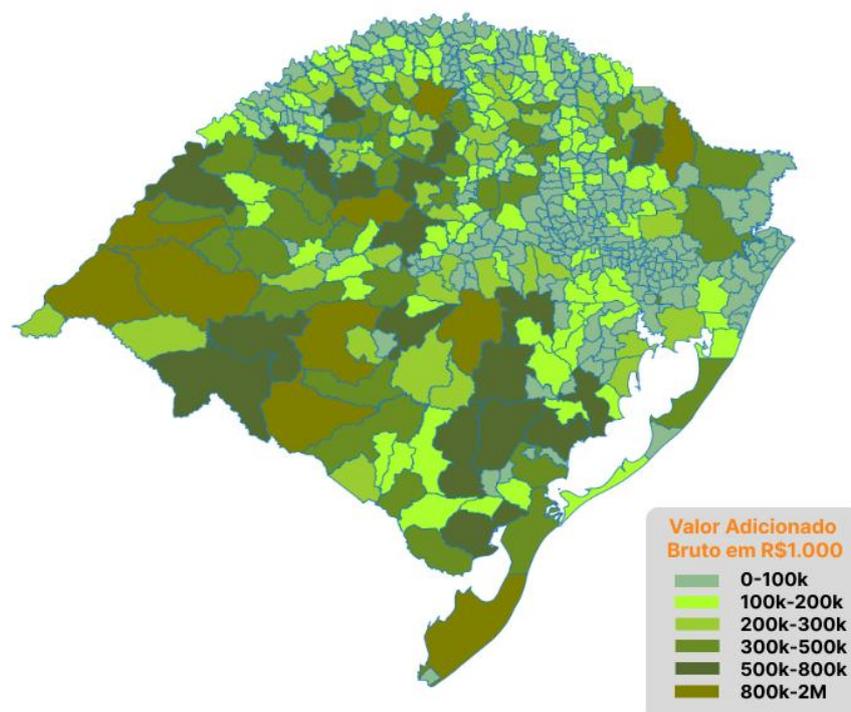
Observa-se que a mesorregião que se destaca, com maior PIB, é a Metropolitana de Porto Alegre e a segunda maior é a noroeste. As mesorregiões com maior valor de PIB têm um potencial mais elevado de sofrer danos econômicos do que outras, devido ao seu alto nível de produção e, portanto, a gravidade do impacto no setor econômico é mais severa. Em particular, uma microrregião que foi extensivamente afetada foi o Vale do Taquari, caracterizado pela presença de uma economia diversificada, à base da agricultura, das indústrias alimentícias e de uma crescente infraestrutura de serviços.

Em setembro de 2023, o Rio Taquari, que leva o nome da microrregião, sofreu os impactos da maior cheia histórica. Mesmo com a orientação de evacuação da área feita pela Defesa Civil, mais de oito mil moradores ficaram fora de casa, mais de três mil pessoas em abrigos e

cinco mil desalojados. No período de dez anos, de 2013 a 2023, o estado decretou 953 estados de calamidade pública ou emergências devido às enchentes (The Brazilian Report, 2024).

Com isso, para fazer uma análise mais específica em relação a qual setor tem destaque maior em cada mesorregião será utilizado o Valor Adicionado Bruto (VAB) de cada município. Assim, foram elaborados por meio dos dados disponibilizados pelo IBGE três diferentes mapas em que são usados o VAB da indústria, da agropecuária e dos serviços, respectivamente.

Figura 23 - Mapa do RS com destaque para o VBA da agropecuária por município em 2021.



Fonte: Elaboração própria (2024). São utilizados dados do IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

É evidente na imagem acima que a mesorregião sudoeste se destaca na produção agrícola do estado. Dessa forma, os quatro valores de VAB, de 2021, mais evidenciados dos municípios de Alegrete, Tupanciretã, Dom Pedrito e São Gabriel, são de R\$ 1,13 bilhão,

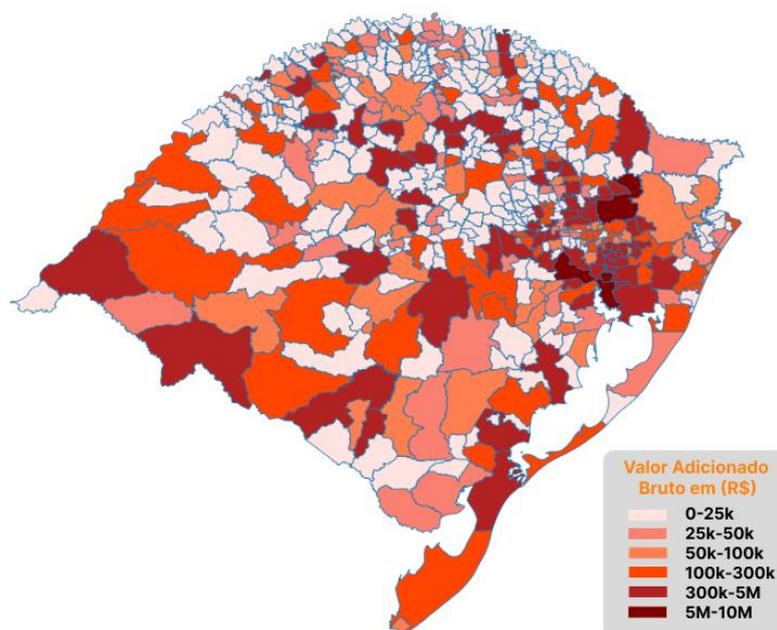
R\$ 1,10 bilhão, R\$ 1,05 bilhão e R\$ 1,0 bilhão, respectivamente. Destes, a única cidade que não é da mesorregião sudoeste é Tupanciretã, que está localizada no Centro-Ocidental.

Dentro da Mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, o Vale do Caí é economicamente influenciado pela proximidade com a capital e pela predominância da atividade agrícola, destacando-se na produção de frutas e hortaliças. A mesorregião Centro Ocidental possui uma economia baseada na agropecuária e indústrias relacionadas. É destacada a dependência do setor primário para a economia local, com menor participação dos setores industrial e de serviços.

Seguindo, a mesorregião noroeste possui 216 municípios e é caracterizada por sua forte economia agrícola, sendo a segunda região mais importante do estado em termos de VAB, contribuindo com 1,25% em relação ao VAB do estado, segundo o IBGE. A agropecuária é predominante e com produção significativa de leite, trigo, milho, soja, além da criação de aves e suínos. Assim, a produção de leite nessa região se sobressai já que é a segunda maior produtora de leite do Brasil. A ocupação da região Noroeste do Rio Grande do Sul foi, economicamente, viabilizada pela pequena propriedade, ou, também, denominada de agricultura familiar, que ainda hoje proporciona o desenvolvimento da agricultura local.

O município de Alegrete tem 72 mil habitantes ([IBGE, 2022](#)) e as principais produções agrícolas são a produção de arroz, soja e bovino. A cidade da Fronteira-Oeste é um exemplo da recuperação após a estiagem que afetou os números do estado, em 2022, pois foi a pior estiagem dos últimos 17 anos na região. Após dois anos, o nível do Rio Ibirapuitã estava 12,42 metros acima do normal, devido às chuvas intensas ocorridas no município desde o dia 30 de abril até 2 de maio de 2024. O Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (Cemaden) divulgou que o acumulado de precipitação nessas 72 horas totalizou 191,8 mm. E, ainda, na última semana de maio, mais de 500 pessoas atingidas pela enchente no município estavam realizando cadastros para receber alguma ajuda financeira do governo.

Figura 24 - VAB da Indústria do RS dividido por Município no ano de 2021.



Fonte: Elaboração própria (2021) Foram utilizados dados do IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

Como fica evidente na imagem acima, os três municípios que se destacam com os maiores valores estão localizados na mesorregião Metropolitana de Porto Alegre, mas o maior VAB está situado na mesorregião nordeste, onde fica Caxias do Sul. Assim, esses municípios são: Caxias do Sul, Canoas, Triunfo e Porto Alegre, sendo os valores de VAB de cada cidade R\$ 9,59 bilhões, R\$ 8,40 bilhões, R\$ 7,20 bilhões e R\$ 6,60 bilhões, respectivamente. A mesorregião metropolitana de Porto Alegre possui forte presença do setor de couro e calçados, concentrando, aproximadamente, 39,5% da massa salarial desse segmento, somente no Vale dos Sinos, conforme apontado pela Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS). Além disso, a referida mesorregião possui o maior número de residentes dentre todas as regiões do estado gaúcho.

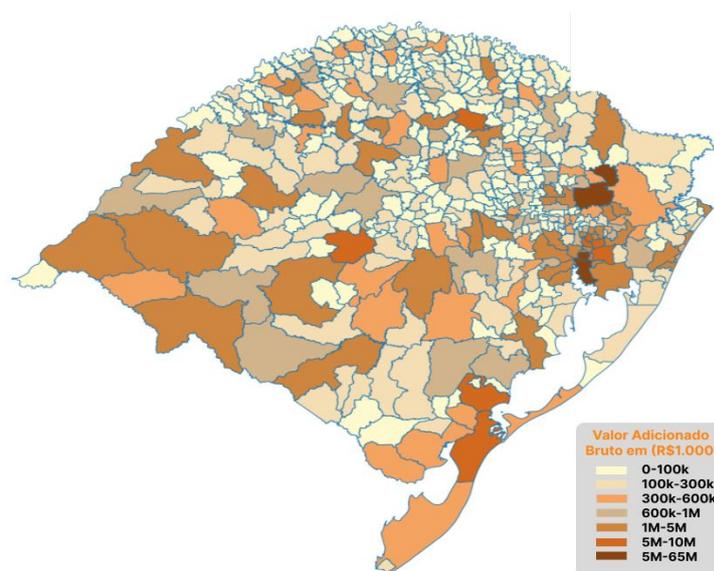
O município de Caxias do Sul tem 463 mil habitantes, segundo o Censo do IBGE de 2022. Dessa forma, essa área se destaca na indústria por ser o segundo maior polo metalomecânico brasileiro. A Metalúrgica Abramo Eberle foi a pioneira, abrindo os caminhos para Caxias do Sul se tornar, então, uma cidade empreendedora. A cidade está

localizada no Nordeste do estado e é conhecida pelo elevado PIB per capita, impulsionado, principalmente, pelas atividades industriais e de serviços.

No dia 13 de maio de 2024, após dias de fortes chuvas na região Serrana do estado, tanto o Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB) quanto o Centro de Sismologia da Universidade de São Paulo (USP) detectaram sismos de 2.2 a 2.4 na escala Richter, não somente em Caxias do Sul, mas, também, em Pinto Bandeira, Bento Gonçalves e Veranópolis ([G1, 2024](#)). A MetSul Meteorologia afirmou que os abalos ocorridos na Serra Gaúcha são não convencionais e ocorrem devido à acomodação do solo pelo excesso de chuva. Apesar dos tremores, a prefeitura de Caxias do Sul mencionou, em nota, que não houve riscos à população ([CNN, 2024](#)).

O município de Caxias do Sul foi grandemente impactado, não somente pelas chuvas intensas e pelos sismos detectados, mas, também, por deslizamentos de terra. No dia 12 de maio, dois deslizamentos de terra atingiram a cidade, deixando um morto ([CNN, 2024](#)), e ainda, 23 vias municipais de Caxias ficaram com problemas, de bloqueios totais e parciais ([Gazeta, 2024](#)).

Figura 25 – Valor Acrescentado Bruto (VAB) dos Serviços do RS dividido por Município no ano de 2021.



Fonte: Elaboração própria (2024). São utilizados dados do IBGE, em parceria com os Órgãos Estaduais de Estatística, Secretarias Estaduais de Governo e Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA.

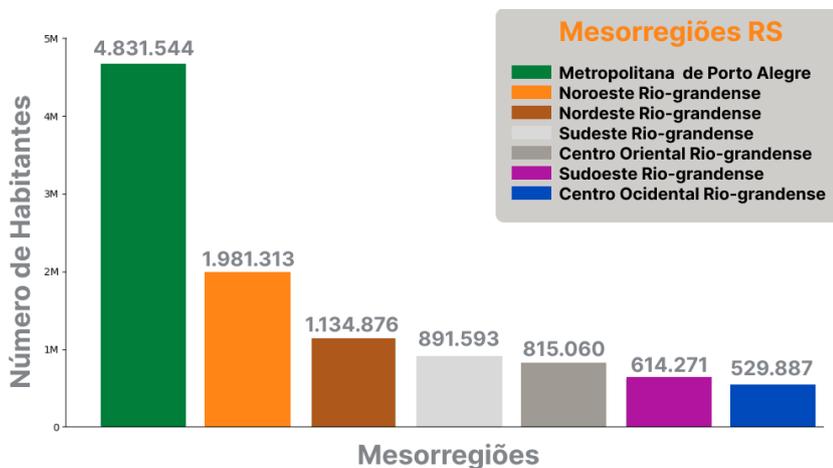
O VAB nos dados do IBGE é segmentado em dois grupos. O primeiro abrange com exclusividade os serviços privados e o segundo contabiliza a administração pública, defesa, educação, saúde pública, seguridade social e previdência. Apesar de existir essa divisão, o presente estudo soma esses dois grupos, já que o objetivo é evidenciar as perdas econômicas que as enchentes, em 2024, causaram no estado. Com isso, a imagem acima foi elaborada a partir da soma dos VAB de serviços, dado que tanto os serviços públicos quanto os privados foram severamente atingidos pelo desastre.

Na mesorregião metropolitana de Porto Alegre há uma concentração de valores altos de VAB. Na imagem é possível observar que existem dois valores acima de R\$ 10 bilhões nesta região, sendo que Porto Alegre é a que mais se destaca com R\$ 62,78 bilhões, vindo a seguir Canoas, com R\$ 16,54 bilhões. Outra cidade que aparece em destaque na imagem do VAB de serviços é Caxias do Sul que está localizada na mesorregião nordeste.

O município de Porto Alegre tem 1,3 milhão de habitantes, segundo o IBGE. Devido às enchentes que começaram no mês de maio, a cidade teve 30% da sua área atingida, impactando diretamente 45.970 CNPJs segundo a prefeitura local que, por meio de um projeto com a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo (SMDET), divulgou números sobre o impacto da enchente.

A mesorregião Centro Oriental Rio-Grandense tem como destaque a cidade de Santa Maria, um importante centro educacional com várias instituições de ensino superior. Essa região apresenta uma economia diversificada com destaque para os setores de serviços e comércio. A presença de uma grande população urbana, associada a uma infraestrutura educacional robusta, impulsiona o desenvolvimento econômico local, contribuindo significativamente para o PIB da região (Mantovani et al, 2019).

Gráfico 13 - Número de habitantes por Mesorregião no Rio Grande do Sul.



Fonte: Elaboração própria (2024). Fundação Getulio Vargas (FGV) - Centro de Políticas Sociais. Wealth.

Segundo o Censo do IBGE de 2022, a população do RS é igual a 10,8 milhões de habitantes. A ocorrência das fortes chuvas que acarretaram enchentes no estado gaúcho afetou diretamente mais de 20% desta população, ou seja, 2,3 milhões de pessoas. Ainda por essa perspectiva 575.171 pessoas foram desalojadas e os óbitos confirmados foram iguais a 172, segundo dados da Defesa Civil.

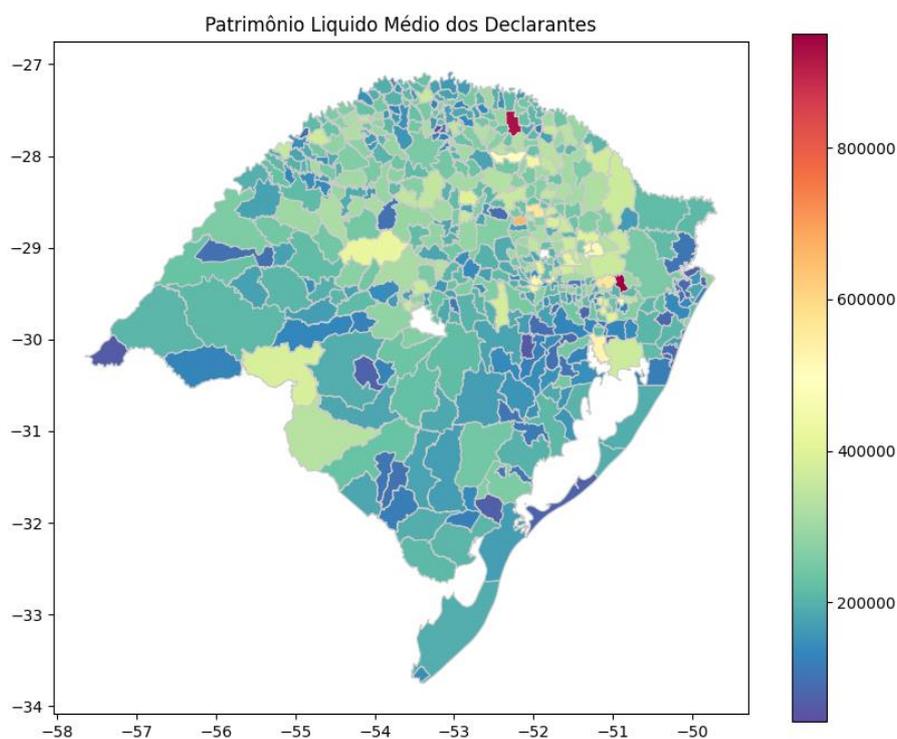
Apesar do estado inteiro ter sofrido consequências desse desastre, as mesorregiões que têm densidade populacional maior apresentaram condições mais severas para enfrentar as enchentes, já que a evacuação, distribuição de ajuda e serviços de saúde enfrentam desafios logísticos maiores, o que pode aumentar o número de pessoas afetadas e o tempo necessário para a recuperação. Ou seja, as mesorregiões Metropolitana de Porto Alegre, o Noroeste e o Nordeste são as três mesorregiões mais densas em população, como evidencia o gráfico 13 e que, conseqüentemente, tiveram maior severidade por causa dos impactos gerados pelas enchentes de 2024.

O estado do Rio Grande do Sul está entre os estados do sul do Brasil com altos níveis de renda média tanto na população total quanto entre os declarantes de imposto de renda. As figuras a seguir apresentam diversos aspectos socioeconômicos dos municípios do estado do Rio Grande do Sul. Cada figura divide o estado em municípios, utilizando cores para representar diferentes níveis de um determinado indicador. Cores mais escuras indicam valores mais altos, enquanto cores mais claras representam valores mais baixos. Os

municípios com os maiores valores de cada indicador estão concentrados em determinadas regiões, enquanto os municípios com valores menores estão localizados em outras áreas específicas. Essa estrutura uniforme facilita a comparação e a análise dos dados apresentados.

A figura 26 apresenta uma visão geral da distribuição da riqueza entre os declarantes do Imposto de Renda (IR) no estado do Rio Grande do Sul em 2020. O patrimônio líquido de declarantes de IR refere-se ao valor total dos bens e direitos de uma pessoa física subtraídos de suas dívidas e obrigações, conforme declarado à Receita Federal do Brasil.

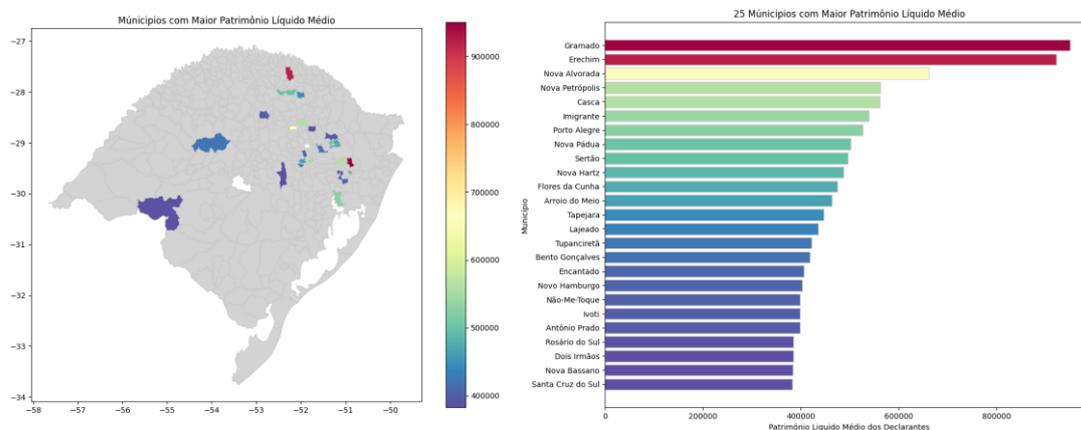
Figura 26 - Mapa do RS dos municípios com o patrimônio líquido médio dos declarantes.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Neste aspecto, municípios como Gramado, Erechim e Nova Alvorada se destacam entre os demais presentes no estado. O patrimônio líquido médio de Gramado e Erechim ultrapassam R\$ 800.000,00. Enquanto os municípios de Nova Alvorada e Nova Petrópolis, alcançam valores próximos dos R\$ 600.000,00.

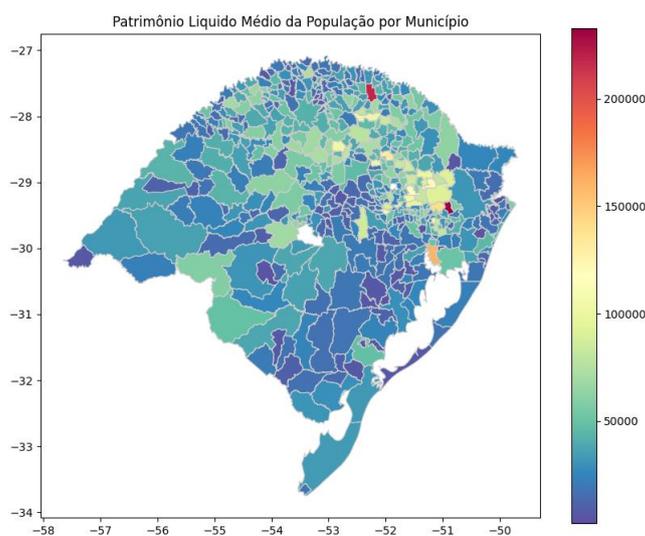
Figura 27 - Mapa do RS com destaque para os 25 municípios com maior patrimônio líquido médio dos declarantes em 2020.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A figura 28, de maneira similar, apresenta o patrimônio líquido médio da população, sendo está uma medida financeira que representa a diferença entre os ativos e passivos médios da população presente no estado. As regiões com maior renda per capita estão concentradas na região metropolitana próxima de Porto Alegre, no norte do estado e na região serrana. As regiões com menor renda per capita estão centralizadas no oeste do estado e na região da Campanha.

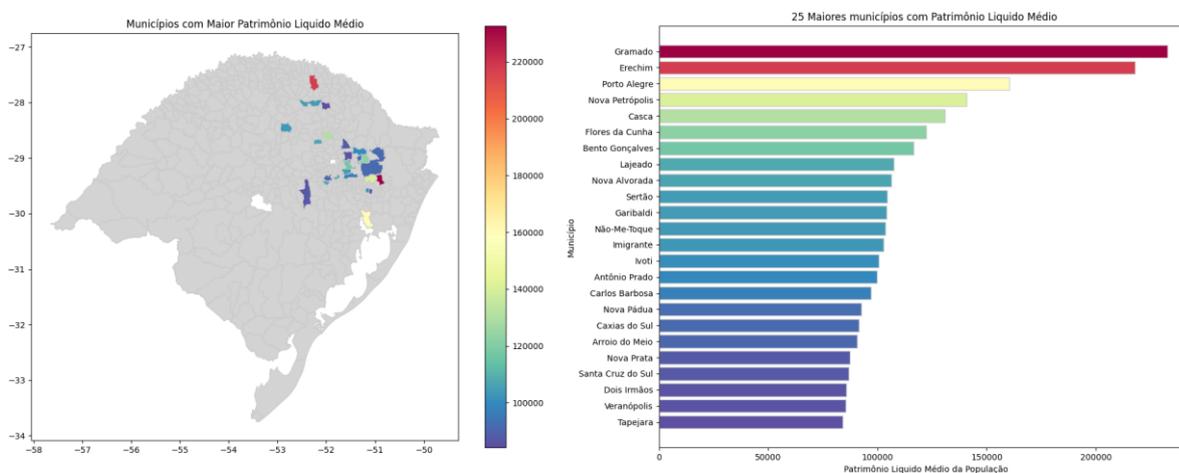
Figura 28 - Mapa do Rio Grande do Sul com o patrimônio líquido médio da população por município em 2020.



Fonte: Elaboração própria (2024)

Os dados apresentados na figura 20 destacam os municípios com o maior patrimônio líquido médio da população. Gramado e Erechim continuam liderando, seguidos por Porto Alegre, Nova Petrópolis e Casca. No contexto de todos os municípios do estado, o Rio Grande do Sul possui um patrimônio líquido médio da população de R\$ 30.810,95, com um valor máximo de R\$ 232.685,01 e mínimo de R\$ 2.504,60.

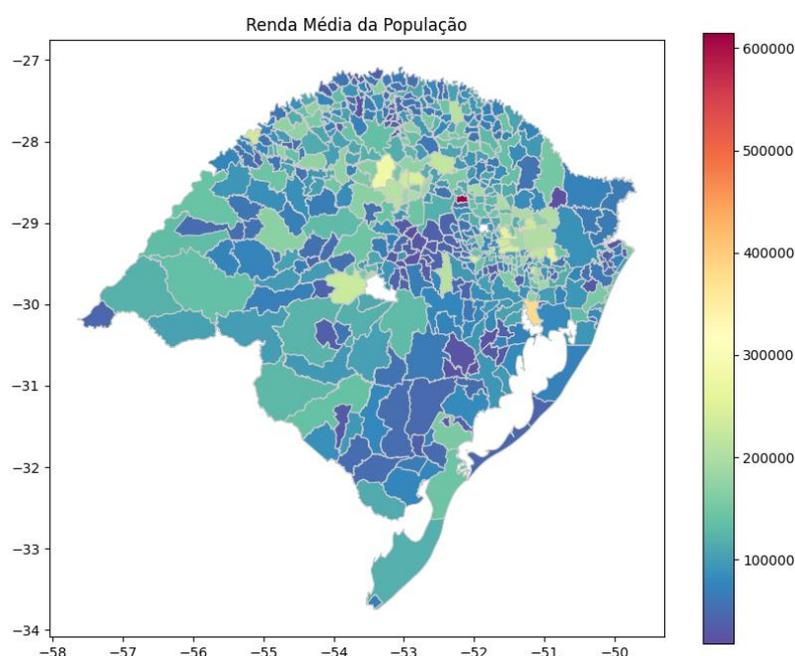
Figura 29 - Mapa do RS com destaque para os 25 municípios com maior patrimônio líquido médio da população em 2020.



Fonte: Elaboração própria (2024).

A renda média da população é um indicador crucial para entender a distribuição socioeconômica em uma região. Este dado reflete o valor médio dos rendimentos de todos os habitantes de um determinado local, influenciado por diversos fatores como emprego, setores econômicos dominantes, políticas públicas e nível educacional da população. Municípios com renda média mais alta tendem a oferecer melhores oportunidades de trabalho e acesso a serviços públicos de qualidade, enquanto aqueles com renda média mais baixa frequentemente enfrentam desafios relacionados à pobreza, infraestrutura precária e limitações no desenvolvimento econômico. A figura 30 apresenta todos os municípios presentes no Rio Grande do Sul e seus respectivos valores de renda média da população.

Figura 30 - Mapa do Rio Grande do Sul dos municípios com a renda média da população em 2020.

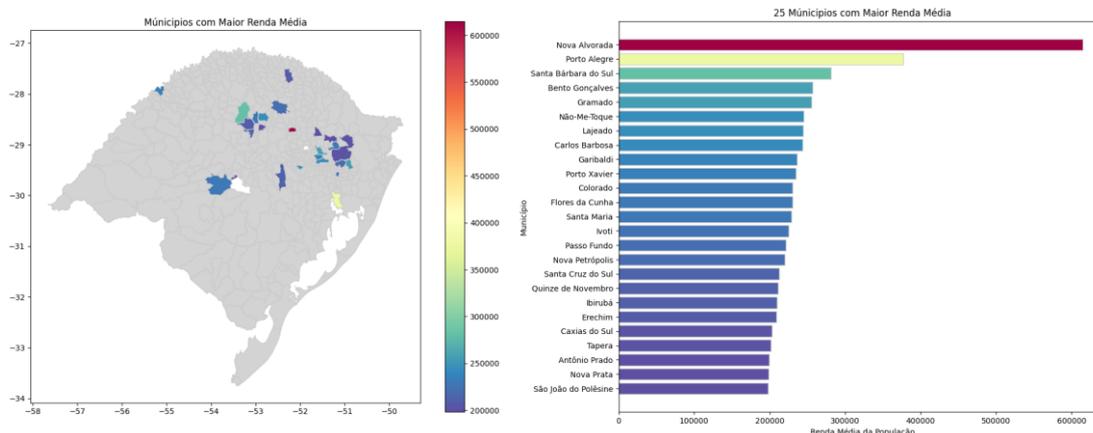


Fonte: Elaboração própria (2024).

Os cinco municípios com maior renda média, em 2020, no estado do Rio Grande do Sul são: Nova Alvorada do Sul, Porto Alegre, Santa Bárbara do Sul, Bento Gonçalves e Gramado. Segundo a prefeitura do município, Nova Alvorada do Sul possui uma população estimada de 22.967 habitantes, resultando em uma densidade populacional de 4,09 pessoas por km². Porto Alegre, como já mencionado, possui 1,3 milhão de habitantes e ocupa a posição de segunda cidade do país em desenvolvimento econômico. Santa Bárbara do Sul, por sua vez, possui uma população de 8.122 habitantes e é conhecida por sua economia diversificada, que inclui agricultura e indústria. Situada na região noroeste do estado, a cidade beneficia-se de uma localização estratégica para o comércio agrícola e possui um perfil econômico em crescimento.

Bento Gonçalves, conhecida por ser o principal polo vitivinícola do Brasil segundo a prefeitura de Porto Alegre, tem uma população de, aproximadamente, 121 mil habitantes. Gramado, um dos destinos turísticos mais populares do país, possui uma população de cerca de 36 mil habitantes. Esses municípios não apenas se destacam pela renda média elevada, mas, também, pela diversidade econômica e características únicas que contribuem com o desenvolvimento regional e nacional.

Figura 31 - Mapa do Rio Grande do Sul com destaque para os 25 municípios com maior renda média em 2020.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Os 78 municípios afetados pelas enchentes de forma mais crítica, mesmo que em menor frequência, possuem a característica de serem mais populosos e relevantes economicamente no estado, conforme apresentado pela FIERGS. Das cidades que decretaram estado de calamidade pública há representação de 50,7% dos VAB totais do estado, abrangendo mais de 5.400.000 residentes. Nos 340 municípios em emergência, o que representa 68,4% das cidades riograndenses, residem quatro milhões e meio de pessoas, e ainda é local de 44% de todas as indústrias do Rio Grande do Sul, cerca de 22 mil.

Tabela 5 - Quantidade de municípios do Rio Grande do Sul que decretaram Estado de Calamidade Pública, por região até o dia 27 de maio de 2024.

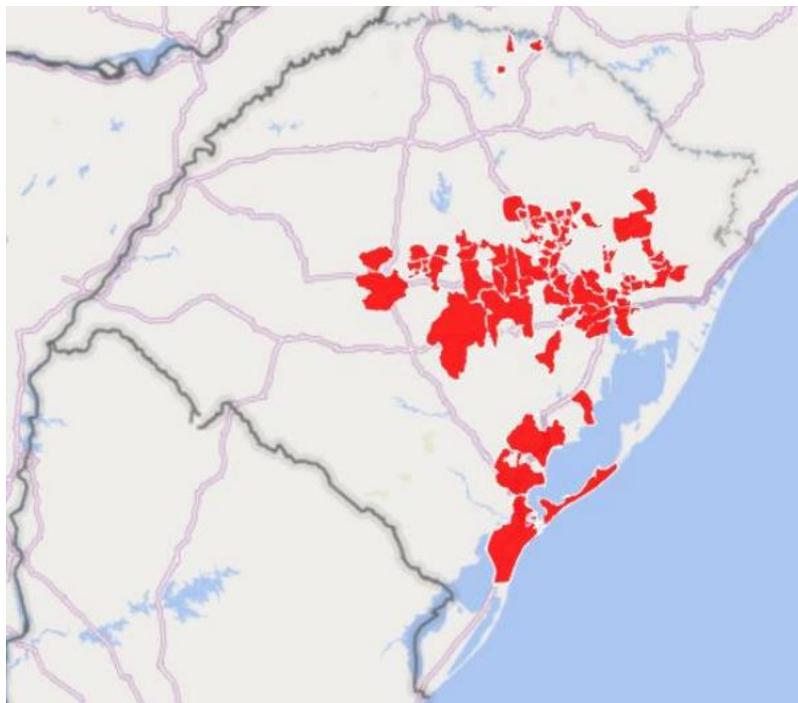
REGIÕES*	MUNICÍPIOS EM ESTADO DE CALAMIDADE PÚBLICA
Metropolitana	7
Vale dos Sinos	11
Serra	2
Serra centro	7
Vale do Taquari	23
Central	20
Planalto	3
Sul	5
Regiões Atingidas	78

Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (FIERGS). Enchentes no Rio Grande do Sul: Impactos e Medidas. Porto Alegre: FIERGS, 2024.

*Considerado apenas os municípios atingidos que decretaram Estado de Calamidade conforme Decreto n.º 57.626, de 21 de maio de 2024.

Abaixo encontra-se o mapa do RS com destaque aos municípios que decretaram estado de calamidade pública até a referida data. O mapa auxilia a visualizar a concentração dos municípios gaúchos afetados de forma mais grave devido às chuvas intensas. É notável que mais de 55% dos municípios estão localizados na região Central ou no Vale do Taquari.

Figura 32 - Mapa do Rio Grande do Sul com destaque aos 78 municípios que decretaram estado de calamidade pública até o dia 27 de maio de 2024.



Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul (2024).

Conforme explicado pelo advogado e professor Délton Carvalho, entende-se que a decretação da calamidade pública exige uma ação de todo o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil, uma vez que a atuação das instituições públicas é totalmente prejudicada, conduzindo assim, um efeito mais grave aos cidadãos (Farber; Carvalho; Teixeira, 2024). Por outro lado, quando há decreto de emergência, o compromisso da atuação do poder público local é parcial, já que há o entendimento de que os recursos estaduais ou federais podem ser suficientes para restabelecer as condições pré-evento.

Tabela 6 - Quantidade de municípios do Rio Grande do Sul que decretaram situação de emergência, por região até o dia 27 de maio de 2024.

REGIÕES*	MUNICÍPIOS EM SITUAÇÃO DE EMERGÊNCIA
Metropolitana	15
Vale dos Sinos	13
Serra	16
Serra centro	28
Vale do Taquari	28
Central	26
Planalto	84
Missões	80
Campanha	25
Sul	25
Total Municípios	340

*Considerados apenas os municípios atingidos que decretaram Estado de Calamidade ou Emergência conforme Decreto n.º 57.626, de 21 de maio de 2024.

Fonte: Adaptado de FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL – FIERGS (2024).

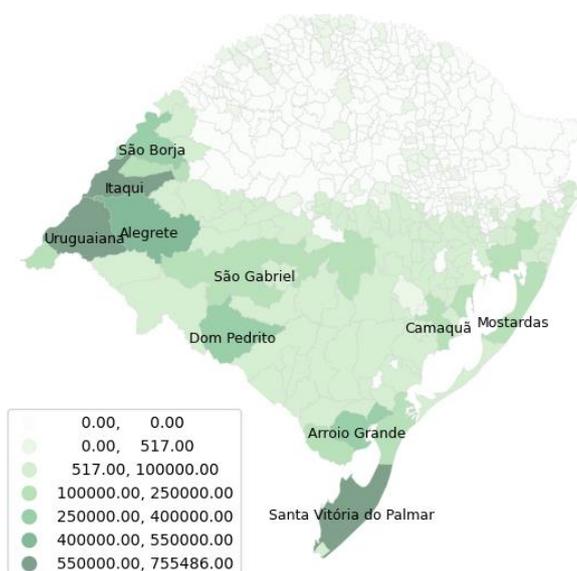
Veranópolis foi a cidade que reportou o maior volume de precipitação acumulada no mês de maio no RS, com o total de 951 mm. Na sequência estão as cidades de Caxias do Sul, Soledade, Canela e Bento Gonçalves ([Rádio Agência, 2024](#)). A capital gaúcha, Porto Alegre, reportou cinco vezes o volume de precipitação acumulada no mês considerado como normal: 565 mm.

Perdas no setor rural

É possível notar que o setor agropecuário possui relevância à economia do estado, uma vez que impulsiona diversas atividades, como o setor de comércio e de serviços, além de exportações, principalmente em pequenos municípios. O VAB da Agropecuária no estado foi de, aproximadamente, R\$ 75 bilhões, representando 12,7% do indicador nacional, (Atlas socioeconômico do RS, 2021).

Uma das principais culturas do RS é o arroz, por influência das regiões irrigadas e do clima propício. O Brasil é o maior produtor de arroz nas Américas, e a unidade federativa que mais produz a cultura em casca é o Rio Grande do Sul, sendo responsável por 70% do arroz brasileiro, segundo a BBC News. De 2020 a 2022, conforme a Pesquisa Agrícola Municipal do IBGE, o estado produziu em média 7.906.860 toneladas do grão (Atlas socioeconômico do RS, 2021).

Figura 33 - Mapa temático da produção de arroz, em toneladas, no ano de 2018, no Rio Grande do Sul. Destaque para as dez cidades com a maior produção dessa cultura em ordem decrescente.



Fonte: Elaboração Própria (2024).

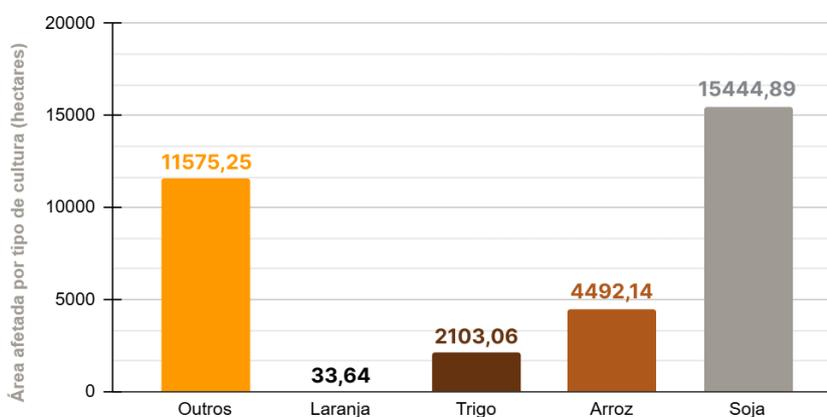
Nota: foram utilizados os dados do Catálogo de Metadados da ANA, no endereço *on-line*: [Mesorregiões](#). E as malhas territoriais do IBGE, no endereço *on-line*: [Malhas territoriais](#). E os dados do [Sistema de Subvenção Econômica ao Prêmio do Seguro Rural - SISSE](#).

Vale mencionar que o estado possui uma forte presença da agricultura familiar, que além de fomentar a sustentabilidade econômica e social, também, promove o desenvolvimento local, auxilia na segurança alimentar das comunidades rurais e contribui para a conservação ambiental por meio de práticas sustentáveis do solo. Sendo assim, o RS é um estado destaque no estabelecimento da agricultura familiar que, por sua vez, encontra-se mais concentrada nas Regiões Norte e Centro-Leste. Estudos conduzidos pelo governo estadual mostraram que, no ano de 2017, do total de 365.094 estabelecimentos agropecuários, 293.892 são categorizados como familiares e 71.202 como não familiares (Censo Agropecuário, 2017). Nesse mesmo ano, o valor da produção da agricultura familiar foi de, aproximadamente, 20 bilhões de reais.

A Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul divulgou que mais de 206 mil propriedades rurais foram impactadas e que 34.519 famílias radicadas nos espaços rurais estão sem acesso à água potável. Na produção primária houve 3,97 milhões de toneladas (MT) de grãos perdidos, sendo que 2,71 MT são somente de soja. Esse é o maior volume de perda de produção em grãos e, ainda, deixando, aproximadamente, 1.490.505 hectares de área devastada.

Os estudos realizados pela Federação da Agricultura do Rio Grande do Sul (Farsul) resultou no valor de R\$ 467.680.550 de perdas agrícolas entre 347 produtores rurais do estado, em uma área de estudo de 33.649 hectares.

Gráfico 15 - Área de cultivo afetada por tipo de cultura (hectares).



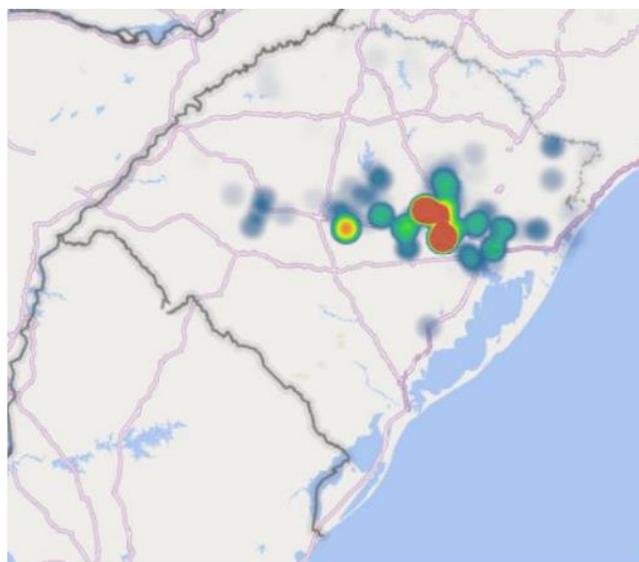
Fonte: FARSUL. SOS AGRO RS (2024): Movimento em prol dos produtores rurais gaúchos.

A produção frutícola e de olerícolas, também, foi, consideravelmente, impactada com a perda de 120.016 toneladas de frutas, sendo as principais perdas as tangerinas, laranjas, maçãs e bananas. Houve ainda 171.473 toneladas de olericultura perdidas, em que as maiores perdas foram de batatas, brócolis, aipins e batatas-doces (FARSUL,2024).

Em relação à agropecuária, também, foram contabilizadas 1.230.540 cabeças de animais impactados, sendo 1.198.489 mortes de aves adultas. Entre os animais domesticados, como cães e gatos, e animais silvestres e de produção, até o dia 31 de maio, pelo menos 20 mil estavam distribuídos em 400 abrigos ([Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024](#)).

As pastagens e as áreas de cultivo de animais também sofreram com as enchentes, prejudicando assim, a capacidade do agricultor em manter rebanhos saudáveis e, até mesmo, vivos. Conforme o que foi divulgado pelo governo do RS, houve 688.207 hectares de área atingida, as quais serviam para a silagem dos animais e o cultivo de plantas forrageiras.

Figura 34 - Mapa do RS e localidades com registro de mortes de bovinos de leite e de corte até o dia 27 de maio de 2024.



Fonte: Governo do Estado do Rio Grande do Sul. Relatório sobre as Enchentes em Maio de 2024. Porto Alegre (2024).

Outra consequência das enchentes, no contexto rural, foi a erosão do solo, o que reduz a capacidade de produção, altera níveis de fertilidade e de matéria orgânica, além de

contaminar os recursos hídricos. Conforme a Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do RS, e levantamentos feitos pela Emater/RS-Ascar, houve danos de fertilidade e solos em 2.706.683 hectares. Após as chuvas intensas, a terra atingida pode não reter mais a umidade, alterando sua capacidade de deter nutrientes e outras matérias orgânicas essenciais para a prática agrícola. Dos 497 municípios do estado, produtores de 405 municípios relataram problemas ([G1, 2024](#)).

Após serem contabilizadas 12 microrregiões do estado atingidas pela erosão do solo, o Palácio Piratini revelou o custo de cerca de R\$ 16 bilhões para recuperar os solos afetados ([G1, 2024](#)). Conforme publicado pela CNN Economia, apesar das estimativas das perdas, tanto em áreas urbanas quanto rurais, ainda serem preliminares, a Farsul avalia a perda de R\$ 3 bilhões somente no agronegócio do RS. Além disso, a recuperação e normalização das produções inundadas podem demandar, pelo menos, uma década. O agronegócio engloba atividades econômicas relacionadas à produção, ao processamento e à distribuição de produtos agrícolas.

O excesso de chuvas inundou áreas já plantadas, causou erosão e atrasou o plantio e a colheita das culturas de inverno. Para o trigo, o IBGE revisou para baixo sua estimativa de produção em 6,4% em relação à projeção anterior, enquanto a Companhia Nacional de Abastecimento (Conab) manteve sua projeção inalterada. No entanto, a Emater/RS estima um impacto ainda mais negativo, com uma queda de 11,4% na produção de trigo (Tabela 3, Anexo).

Perdas no setor industrial e na economia

Municípios diretamente afetados por uma enchente podem sofrer uma queda de até 8,5% do PIB per capita logo após o desastre hidrológico, conforme revelado por estudos de Barbosa (2019). E, ainda, no ano seguinte, pode ser observada uma redução de até 7,71%. Contudo, a recuperação, aos níveis pré-desastre, do PIB per capita pode ser atingida após três anos da enchente em todos os setores, menos no setor agrícola. Em relação aos impactos gerados no setor industrial, um estudo conduzido pela FIERGS mostrou que, nos municípios afetados pelo desastre hidrológico, estão localizadas 47 mil indústrias que empregam 813 mil pessoas. Isso representa mais de 92% do total de indústrias no território

gaúcho. Consoante ao jornal Valor Econômico, os desastres hidrológicos afetam, também, o capital das empresas e os bens das famílias atingidas, por conta da redução dos fluxos de renda e dos estoques de capital após o evento. Como consequência disso, o estado pode sofrer com a queda do PIB.

Tabela 7 - Os efeitos sobre o estoque de capital da economia do Rio Grande do Sul.

Setor	Perda nominal (R\$ bilhões)	Perda percentual (%)	Estoque de capital fixo (R\$ bilhões)	Estoque de capital fixo percentual (%)
Construção Residencial	11,20	2,00%	560,26	35,00%
Infraestrutura	13,76	2,00%	688,32	43,00%
Máquinas, Equipamentos e Outros	3,70	1,50%	352,17	22,00%
Total	28,66	1,79%	1.600,75	100,00%

Fonte: GLOBO - Efeito da enchente sobre o estoque de capital fixo no RS (2024).

Nota: "O método dos estoques perpetuados envolve a acumulação da formação bruta de capital fixo (FBCF) e o desconto da depreciação".

Pela BBC News, Gallas informa que as projeções apontam para uma queda de até 2% na economia do estado no final do ano de 2024, em comparação com janeiro do ano corrente. Embora as estimativas continuem em fase de cálculo, os dados da FIERGS mostram que 94% de todas as atividades das fábricas foram afetadas pela enchente.

As consequências do desastre hidrológico perpassam os prejuízos econômicos ao capital fixo das empresas e às estruturas físicas dos comércios, aos danos a matérias-primas e estoques, e atinge a massa salarial de diversos segmentos industriais. Conforme estudos da FIERGS, cerca de 43% da massa salarial do estado está presente nas regiões Metropolitana e Planalto, locais onde 109 municípios decretaram estado de calamidade pública ou situação de emergência.

Ademais, já foi constatado o recuo de 14,3% da arrecadação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), no Rio Grande do Sul, em maio de 2023 e 2024, após correção pelo Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA), conforme emitido pela Secretaria da Fazenda do RS. Com os estudos de Junior (2024), a perda estimada do PIB

do Rio Grande do Sul, somente no mês de maio, em decorrência das chuvas, pode variar de R\$ 6,35 bilhões até R\$ 8,78 bilhões. Dados da Secretaria da Fazenda do RS (SEFAZ/RS) revelam um decréscimo de 29,8% nas vendas das indústrias gaúchas na primeira quinzena de maio, em comparação com o mesmo período do ano anterior (Tabela 2, Anexo). Embora o impacto tenha diminuído ao longo do mês, a queda acumulada no período de 1º de maio a 11 de junho ainda foi de 12,7%.

Setorialmente, os segmentos mais afetados foram o metal mecânico, a agroindústria e o de insumos agropecuários que, juntos, representaram 8,7 pontos percentuais da queda total de 12,7%. O setor metalmeccânico, em particular, sofreu uma retração de 21,5% nas vendas no período analisado. A queda da confiança do empresário industrial, registrada em 6,4 pontos, em maio, pela CNI e FIERGS, corrobora o cenário de dificuldades enfrentado pelo setor. Esse recuo, embora menor do que o observado durante a pandemia, foi ligeiramente superior à contração registrada durante a greve dos caminhoneiros em 2018.

A redução do número de empresas que emitiram nota fiscal, observada pela SEFAZ/RS, também, reflete o impacto das enchentes na atividade industrial. Na primeira quinzena de maio, houve um recuo de 37% em relação ao mesmo período de abril. Mesmo com a recuperação gradual ao longo do mês, o número de companhias emitindo notas fiscais, em 9 de junho, ainda era 8% menor do que no mesmo período de abril.

Perdas nas cidades

Com os dados divulgados pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), é possível entender a dimensão de espaços destruídos e pessoas afetadas pelas cheias no espaço urbano. Observações de satélites mostraram que, percentualmente, as populações

dos municípios de Eldorado do Sul na região Metropolitana de Porto Alegre, Estrela na região Centro Oriental, e Canoas, também na região Metropolitana, foram as mais impactadas até a primeira semana do mês de maio com, respectivamente, 80%, 46% e 44% da população afetada. Em termos de valores absolutos, a UFRGS divulgou que Canoas, Porto Alegre, e Eldorado do Sul contabilizaram 154 mil, 151 mil e 32 mil pessoas diretamente afetadas,

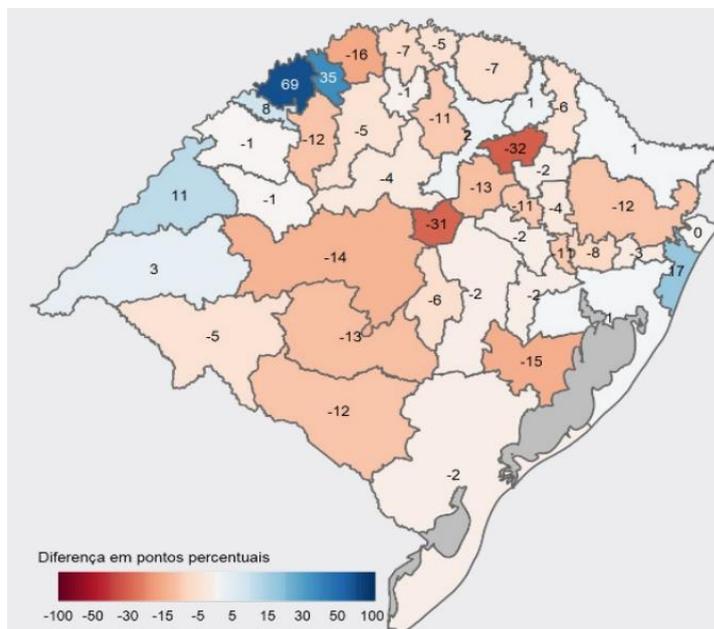
respectivamente. Todos os municípios estão localizados na bacia hidrográfica do Lago Guaíba.

No que tange à estimativa dos domicílios diretamente afetados, as cidades que lideram o *ranking* são Porto Alegre com 85 mil estruturas danificadas, Canoas com 66 mil, São Leopoldo com o total de 38 mil e Eldorado do Sul, 13 mil. Das 15 cidades com a maior estimativa de domicílios diretamente afetados pelas enchentes, oito estão localizadas na região Metropolitana de Porto Alegre. Em toda a região foram estimados mais de 242 mil domicílios danificados no dia 6 de maio de 2024. As residências particulares foram o tipo de endereço mais afetado pelas inundações e enchentes em todo o estado, equivalentes a 5,3% do total de domicílios no RS (G1, 2024).

Somente na cidade de Porto Alegre, quase 46 mil empresas foram afetadas pelas enchentes em maio de 2024, sendo que 63% são do setor de prestação de serviços e 25% são do comércio. Em todo o estado mais de 18 mil CNPJs foram prejudicados. As perdas ocorridas impactam diretamente na expectativa e confiança do empresário gaúcho, que de acordo com estudos conduzidos pela FIERGS, o Índice de Expectativas das Empresas, divulgado pela UEE/FIERGS, apresentou queda de dez pontos, em maio de 2024, sendo o menor valor desde o período pandêmico de maio de 2020.

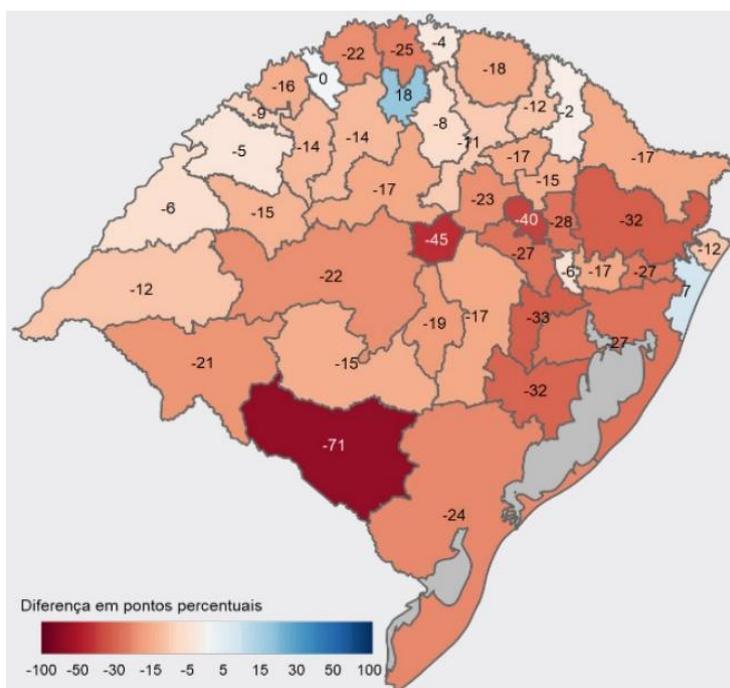
As enchentes causaram impactos significativos no comércio varejista e nos serviços prestados às famílias, com efeitos heterogêneos ao longo do estado. A análise dos pagamentos recebidos por empresas via cartão de débito ou Pix revelou uma queda inicial de 8,6% no número de empresas que receberam pagamentos na primeira semana das chuvas intensas. Essa redução oscilou em torno de 4,3%, durante maio e início de junho, em comparação com o período base (semanas de 17 a 30 de abril). No entanto, na semana de 5 a 11 de junho, houve uma recuperação, com o número de empresas recebendo pagamentos superando o período base, sugerindo uma retomada relativamente rápida das vendas na maioria dos setores. (Tabela 1, Anexo).

Figuras 35 - Mudança para o varejo restrito, em maio, na taxa de crescimento interanual dos fluxos recebidos pelas empresas.



Fonte: BC e Núclea (2024).

Figuras 36 - Mudança para serviços prestados à família, em maio, na taxa de crescimento interanual dos fluxos recebidos pelas empresas.



Fonte: BC e Núclea (2024).

As figuras 35 e 36 ilustram a distribuição geográfica dos impactos no comércio varejista e nos serviços prestados às famílias, respectivamente. A disrupção da infraestrutura do estado causou transbordamentos para outras áreas, resultando em quedas significativas nas vendas em diversas regiões. O governo estadual e a Secretaria de Educação (SEDUC) informaram que, até a terceira semana do mês de maio, 21% das escolas do RS foram fechadas. Desse total, 376 escolas não tinham previsão de retorno às aulas.

No que diz respeito à reconstrução do estado, os cálculos da Federação de Entidades Empresariais do Rio Grande do Sul (FEDERASUL) resultam no montante entre R\$ 110 bilhões e R\$ 176 bilhões para a restauração de infraestruturas por conta dos impactos das enchentes. A estimativa, somente deste ano, ultrapassou o total gasto para a reparação do estado após as chuvas das últimas três décadas.

Até o dia 10 de maio, o governo federal disponibilizou R\$ 619 milhões em emendas aos municípios para gastos como auxílio emergencial, cesta básica, gasolina, reconstrução e limpeza de vias e pontes de até dez metros, além de fundos de saúde e assistência social (Governo Federal, 2024).

Perdas reportadas às seguradoras

Tabela 8 - Indenizações avisadas no Rio Grande do Sul até 20 de setembro de 2024.

Produto	Quantidade	Valor (R\$)
Até 23 de maio		
Automóvel	8.216	557.429.463,64
Residencial + Habitacional	11.396	239.189.519,54
Agrícola	993	47.294.125,95
Grandes Riscos (riscos nomeados e operacionais)	386	507.002.600,78
Outros	2.450	322.136.532,56
TOTAL	23.441	1.673.052.242,48
Até 18 de junho		
Automóvel	19.067	1.277.064.213,42
Residencial + Habitacional	22.673	524.664.255,04
Agrícola	2.215	181.687.725,48
Grandes Riscos (riscos nomeados e operacionais)	599	1.322.167.839,68

Produto	Quantidade	Valor (R\$)
Outros	4.316	580.005.686,75
TOTAL	48.870	3.885.589.720,37
Até 31 de julho		
Automóvel	18.086	1.224.334.098,78
Residencial + Habitacional	28.898	563.286.273,38
Agrícola	2.108	177.712.120,23
Grandes Riscos (riscos nomeados e operacionais)	821	2.817.187.220,41
Outros	7.133	817.865.713,50
TOTAL	57.045	5.601.015.426,30
Até 20 de setembro		
Automóvel	18.086	1.224.338.130,07
Residencial + Habitacional	29.783	601.588.539,17
Agrícola	2.109	177.714.928,54
Grandes Riscos (riscos nomeados e operacionais)	822	3.211.437.942,31
Outros	7.147	821.164.543,63
TOTAL	57.946	6.036.244.083,72

Fonte: Confederação Nacional das Seguradoras – CNseg (2024).

O número de solicitações para pagamento de indenizações de seguros relacionadas às enchentes no Rio Grande do Sul apresentou um aumento expressivo: mais que dobrou no intervalo entre maio e junho e registrou um crescimento adicional de quase 8% entre 31 de julho e 20 de setembro, totalizando 57.946 solicitações até a data ([CNseg, 2024](#)).

Entre os tipos de seguros mais afetados, o segmento de grandes riscos lidera, com R\$ 3,21 bilhões em indenizações avisadas, até setembro passado, crescimento expressivo frente aos R\$ 1,32 bilhão registrados em junho. O segmento de automóveis vem em seguida, com R\$ 1,22 bilhão, até o nono mês de 2024, valor estável em relação a julho, mas, ainda, altamente representativo devido à ampla exposição desse setor ([CNseg, 2024](#)).

Os seguros residencial e habitacional, também, registraram avanço relevante, totalizando R\$ 601,5 milhões até setembro, em comparação com R\$ 524,6 milhões, em junho, impulsionados pelos danos aos imóveis. Por sua vez, os seguros classificados como "outros" somaram R\$ 821 milhões até setembro, frente aos R\$ 580 milhões do sexto mês do ano de 2024, refletindo a diversidade de demandas ocasionadas pelos eventos climáticos ([CNseg, 2024](#)).

IRB(P&D)

É importante destacar que os valores apresentados se referem às indenizações avisadas, ou seja, aos pedidos de sinistros registrados pelas seguradoras até a data de consulta. O valor final das indenizações pode ser diferente, pois alguns pedidos podem ser negados ou ter seus valores ajustados após análise.

Os especialistas do Bank of America indicam que entre 5% e 9% dos prêmios das seguradoras listadas foram emitidos no Estado. O banco aponta que BB Seguridade é a mais exposta, com 9% do total de prêmios; seguida pela Caixa Seguridade, com 7% de exposição; Bradesco Seguro e Porto Seguro, com 5% cada ([Valor Econômico, 2024](#)).

As projeções do governo estadual indicam um prejuízo de R\$ 62 bilhões. Já a Federação das Entidades Empresariais do Rio Grande do Sul (Federasul) enxerga um número muito maior: R\$ 110 bilhões. Se as perdas seguradas se situarem em torno de 10% do total, o custo final que o setor teria de arcar pode alcançar entre R\$ 6 bilhões e R\$ 11 bilhões ([CQCS, 2024](#)).

Anexo

Tabela 1 – Quantidade de empresas que receberam pagamentos via cartão de débito ou Pix

Atividade	Variação % em relação ao período base ¹						
	Semana 1 01-07mai	Semana 2 08-14mai	Semana 3 15-21mai	Semana 4 22-28mai	Semana 5 29mai-4jun	Semana 6 05-11jun	Média semanas 1-6
Total	-8,6	-4,9	-4,9	-6,4	-3,7	2,6	-4,3
Combustíveis	-0,5	-1,8	-1,8	-2,4	-2,0	-0,6	-1,5
Supermercados e afins	-4,2	-5,5	-6,1	-6,1	-4,1	-1,9	-4,7
Tecidos, vestuário e calçados	-11,3	-0,7	0,6	-3,1	-0,3	5,7	-1,5
Móveis e eletrodomésticos	-10,6	-1,5	1,5	-0,7	-0,2	9,7	-0,3
Farmácias	-9,3	-6,4	-7,6	-8,3	-7,7	-4,6	-7,3
Equip. escrit., inform. e comunicação	-9,7	-3,1	-2,4	-4,5	-3,8	6,1	-2,9
Livros, jornais, revistas e papelaria	-6,3	-9,5	-6,5	-7,1	-5,5	-1,5	-6,1
Outros artigos de uso pessoal e doméstico	-9,6	-5,1	-5,2	-6,1	-4,1	1,9	-4,7
Veículos, motocicletas, partes e peças	-13,0	-6,4	-4,4	-5,8	-4,7	1,8	-5,4
Atacado e varejo de material de construção	-9,9	-6,0	-2,9	-4,7	-3,4	2,0	-4,1
Atacado alimentos, bebidas e fumo	-8,4	-4,6	-3,8	-4,0	-4,8	-0,6	-4,4
Alojamento	-11,0	-14,5	-15,2	-14,9	-9,8	-4,3	-11,6
Alimentação	-11,9	-9,6	-10,9	-9,9	-5,7	-3,4	-8,6
Atividades esportivas	-5,1	5,8	-1,7	-8,2	-4,3	13,0	-0,1
Serviços pessoais e de educação não continuada	-4,0	-0,5	-2,2	-8,1	-1,1	19,9	0,7

Fonte: BC (Pix), Núcleo (cartão de débito)

Nota: ¹ Período base = Média das semanas 17-23 e 24-30 de abril.

Tabela 2 – Vendas das indústrias do RS¹

Setor	01 de maio a 11 de junho de 2024			Variação quinzenal (% a/a)		
	R\$ milhões	Var (% a/a)	Contrib. (p.p.)	01 a 14/05	15 a 28/05	29/05 a 11/06
Total	50.457	-12,7	-12,7	-29,8	-8,5	-1,7
Metalmeccânico	12.969	-21,5	-6,1	-45,3	-8,5	-13,3
Agroindústria	11.446	-9,5	-2,1	-13,2	-10,7	-4,9
Combustíveis	4.526	-6,0	-0,5	-14,2	-8,2	2,8
Insumos Agropecuários	2.233	-32,7	-1,9	-56,8	-30,3	-13,5
Coureiro-calçadista	2.028	-12,3	-0,5	-33,5	-8,4	3,9
Alimentos	1.828	-4,1	-0,1	-20,4	3,8	3,9
Tabacos	1.748	10,3	0,3	29,9	12,1	-6,0
Plástico	1.607	-8,1	-0,2	-24,7	-2,1	0,4
Bebidas	1.475	1,7	0,0	-23,8	10,2	18,5
Móveis	1.453	9,6	0,2	-14,9	17,8	23,7
Eletroeletrônico	1.205	0,4	0,0	-29,3	11,0	14,7
Químico	1.188	-10,5	-0,2	-36,7	-2,3	3,7
Madeira, Cimento e Vidro	1.035	-11,8	-0,2	-34,7	-12,5	10,1
Papel	813	13,0	0,2	-28,0	-8,4	73,6
Têxteis e Vestuário	786	-12,1	-0,2	-37,0	-3,7	4,9
Pneumáticos e Borracha	679	-15,3	-0,2	-38,3	-12,4	3,1
Outras Indústrias	3.436	-15,0	-1,0	-39,0	-22,1	16,6

Fonte: Secretaria da Fazenda do RS. Elaboração: BC.

Nota: ¹ Valores corrigidos pelo D-ICMS (26% IPCA + 74% IGP-DI).

Tabela 3 – Produção agrícola

Estimativas de maio de 2024

Região e grão	Produção estimada IBGE-LSPA			Produção estimada Conab		
	Safr 2024 Mi ton	Variação da proj. atual ante (%):		Safr 23/24 Mi ton	Variação da proj. atual ante (%):	
		2023	Projeção do mês anterior		Safr 22/23	Projeção do mês anterior
Brasil						
Grãos	296,8	-5,9	-0,9	297,5	-7,0	0,7
Soja	146,7	-3,5	-1,1	147,4	-4,7	-0,2
Milho	114,5	-12,7	-1,1	114,1	-13,5	2,2
Arroz	10,5	2,3	0,3	10,4	3,6	-0,9
Trigo	9,6	23,8	-2,5	9,1	12,0	-0,2
Rio Grande do Sul						
Grãos	37,6	38,5	-5,4	37,6	36,4	-4,2
Soja	20,3	59,8	-6,7	20,2	55,1	-5,8
Milho	4,7	18,1	-6,6	4,9	31,7	-4,2
Arroz	7,3	2,6	-1,6	7,1	2,1	-2,6
Trigo	4,2	61,0	-6,4	4,2	44,5	0,0

Fontes: IBGE, Conab

Fonte: BC e Núclea (2024).

Referências

Fontes usadas para a descrição das regiões afetadas:

Alegre Tudo: <https://www.alegretetudo.com.br/mais-de-230-pessoas-atingidas-pela-enchente-em-alegrete-ibirapuita-esta-1242m-acima-do-normal/>

Cobertura jornalística local das inundações.

Alegre Tudo: <https://www.alegretetudo.com.br/pessoas-atingidas-pela-enchente-do-ibirapuita-terao-direito-a-verba-do-governo-federal/>

Cobertura jornalística local das inundações.

Alkama, R., & Cescatti, A. (2016). Biophysical climate impacts of recent changes in global forest cover. *Science*, 351(6273), 600-604.

Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/arroz>

Possui dados relacionados à agricultura e agropecuária do Rio Grande do Sul.

Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul:
<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/organizacao-produtiva>

Possui dados relacionados à agricultura e agropecuária do Rio Grande do Sul.

Atlas Socioeconômico do Rio Grande do Sul: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/vab-da-agropecuaria>

Barbosa Júnior, Luciano Carvalho; Halmenschlager, Vinícius; Machado, Fábio Luiz Vargas; Leivas, Pedro Henrique Soares. *Destruição Criadora? Efeitos Econômicos Do Desastre Natural De São Lourenço Do Sul/Brasil-2011*. Revista de Estudos Sociais, v. 25, n. 50, p. 20-40, 2023. Disponível em: Acesso em: 13 jun. 2024.

Possui dados relacionados à agricultura e agropecuária do Rio Grande do Sul.

BBC News Brasil: <https://www.youtube.com/watch?v=7I IUko5fKk>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Banco Central do Brasil (BCB). *Impactos Iniciais Das Enchentes Na Atividade Econômica Do RS*. Disponível em:

<https://www.bcb.gov.br/content/ri/relatorioinflacao/202406/ri202406b1p.pdf>. Acesso em: 29 maio 2024.

Bourget, Mathilde; Boudreault, Mathieu; Carozza, David A.; Boudreault, Jérémie; Raymond, Sébastien. A data science approach to climate change risk assessment applied to pluvial flood occurrences for the United States and Canada. *ASTIN Bulletin*. [S. l.]: Cambridge University Press (CUP), 21 maio 2024. DOI 10.1017/asb.2024.19. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1017/asb.2024.19>.

Bradshaw, C. J., Sodhi, N. S., PEH, K. S., & Brook, B. W. (2007). Global evidence that deforestation amplifies flood risk and severity in the developing world. *Global Change Biology*, 13(11), 2379-2395.

Brasil. Senado Federal. Comissão Temporária Externa Rio Grande do Sul – 2024 (CTERS). Relatório final. Brasília: Senado Federal, 2024.

Brasil (2012). Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.

Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Câmara de Dirigentes Lojistas de Porto Alegre. Nota Técnica: Estimativa do impacto das enchentes no PIB em maio.

CNN Brasil Economia:

<https://www.instagram.com/p/C7fOdQ1oda0/?igsh=OGs2aGpqZDB0OWN1>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

CNN Brasil Economia: Entenda as causas e efeitos dos tremores de terra registrados na Serra Gaúcha. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/entenda-as-causas-e-efeitos-dos-tremores-de-terra-registrados-na-serra-gaucha/>

CNN Brasil: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/moradores-de-caxias-do-sul-relatam-tremor-de-terra-e-bombeiros-orientam-evacuacao/>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Confederação Nacional das Seguradoras (CNseg): <https://cnseg.org.br/noticias/volume-de-indenizacoes-de-seguros-no-rio-grande-do-sul-chega-a-quase-r-4-bilhoes>

Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) (2014). Resolução CONSEMA nº 288, de 2014.

Confederação Nacional das Seguradoras (CNseg). *Volume De Indenizações De Seguros No Rio Grande Do Sul Já Superam R\$ 6 Bilhões.* Disponível em: <https://cnseg.org.br/noticias/solicitacoes-de-indenizacoes-de-seguros-no-rio-grande-do-sul-ja-superam-r-6-bilhoes>. Acesso em: 17 nov. 2024.

De Oliveira, Bruno Ribeiro et al. *Biogeografia do Rio Grande do Sul. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento*, v. 1, p. 1034-1045, 2017. Disponível em: [Biogeografia do Rio Grande do Sul | Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento \(unicamp.br\)](https://www.unicamp.br/unicamp/handle/document/1034)

Earth Nullschool. Estudo da FIERGS mostra que 47 mil indústrias no RS estão em municípios atingidos pelas enchentes. Considerados apenas os municípios atingidos que decretaram Estado de Calamidade conforme Decreto n.º 57.626, de 21 de maio de 2024. Disponível em: <https://www.fiergs.org.br/noticia/estudo-da-fiergs-mostra-que-47-mil-industrias-no-rs-estao-em-municipios-atingidos-pelas>. Acesso em: 10 jun. 2024.

Earth Nullschool. Visualização de dados meteorológicos globais. Disponível em: https://earth.nullschool.net/pt/#2024/04/24/1300Z/wind/surface/level/overlay=precip_3hr/equirectangular=-61.59,5.21,466/loc=-148.675,-25.006.

Federação de Agricultura do Rio Grande do Sul (FARSUL):

https://www.farsul.org.br/files/ef35f45d62d323d4866d4db0acea1f8a/midia_document/20240527/apresentaA-A-o-sos-agro-rs/

Representação e defesa dos interesses do produtor rural. Possui relatórios e pesquisas relacionados aos agricultores do Rio Grande do Sul.

Federação de Entidades Empresariais do Rio Grande do Sul (FEDERASUL):

<https://www.federasul.com.br/federasul-estima-minimo-de-r-110-bi-para-reconstrucao-do-rs/>

Notícias e publicações relacionadas ao setor empresarial após as inundações e enchentes.

Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS):

<https://www.fiergs.org.br/noticia/estudo-da-fiergs-mostra-que-47-mil-industrias-no-rs-estao-em-municipios-atingidos-pelas>

Notícias e publicações relacionadas ao setor industrial após as inundações e enchentes.

Estudo da FIERGS mostra que 47 mil indústrias no RS estão em municípios atingidos pelas enchentes. Porto Alegre: FIERGS, 2024. Acesso em: 10 jun. 2024.

Fundação Getúlio Vargas (FGV) – Centro de Políticas Sociais. Wealth. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas. Disponível em: <https://cps.fgv.br/en/wealth>. Acesso em: 19 jun. 2024.

Fontana, Denise Cybis; Berlatto, Moacir Antonio. Influência do El Niño Oscilação Sul sobre a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 5, n. 1, p. 127-132, 1997.

Fundação Getúlio Vargas (FGV) - Centro de Políticas Sociais: <https://cps.fgv.br/en/wealth>
Pesquisas e dados socioeconômicos do Brasil.

Gazeta: <https://gauchazh.clicrbs.com.br/pioneiro/geral/noticia/2024/05/deslizamento-de-terra-e-registrado-na-avenida-sao-leopoldo-em-caxias-do-sul-clw58y27e00570148pgtrwkh1.html>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

G1: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/06/06/27-milhoes-de-hectares-de-terra-perderam-fertilidade-com-erosao-do-solo-no-rs-estima-emater.ghtml>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

G1: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/05/13/tremor-em-caxias-do-sul-chuvas-e-inundacoes-podem-provocar-terremotos.ghtml>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

G1. Tremor em Caxias do Sul: chuvas e inundações podem provocar terremotos. 13 maio 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/meio-ambiente/noticia/2024/05/13/tremor-em-caxias-do-sul-chuvas-e-inundacoes-podem-provocar-terremotos.ghtml>

Governo do Estado do Rio Grande do Sul: <https://www.defesacivil.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-4-6-9h>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

Governo do Estado do Rio Grande do Sul:

<https://estado.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/relatório-sisperdas-evento-enchentes-em-maio-2024>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

Governo do Estado do Rio Grande do Sul: <https://www.estado.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanço-das-enchentes-no-rs-14-6-9h>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

Governo do Estado do Rio Grande do Sul: <https://estado.rs.gov.br/governo-lanca-o-plano-estadual-de-aco-es-de-resposta-a-fauna>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

Governo Federal - Secretaria de Comunicação Social: <https://www.gov.br/secom/pt-br/assuntos/noticias/2024/05/governo-federal-ja-pagou-r-619-milhoes-em-emendas-aos-municipios-do-rio-grande-do-sul>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE):
<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/panorama>

Pesquisas e dados socioeconômicos do Brasil.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Censo Agropecuário 2017: Rio Grande do Sul.

Pesquisas e dados socioeconômicos do Brasil.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE):
<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101648>

Pesquisas e dados socioeconômicos do Brasil.

<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/>

Produção Agropecuária filtrar por produto

Kreibich, H. et al. The challenge of unprecedented floods and droughts in risk management. *Nature*, v. 608, n. 7921, p. 80–86, 4 ago. 2022.

Lima, Ricardo Carvalho de Andrade; Barbosa, Antonio Vinícius Barros. Natural disasters, economic growth and spatial spillovers: Evidence from a flash flood in Brazil. *Philosophical Issues*, v. 30, n. 1, p. 294-306, 21 jun. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/pirs.12380>. Acesso em: 21 jun. 2024.

Lopes, J. D. de A. (2006). A vegetação do Rio Grande do Sul. Instituto Anchieta de Pesquisas.

Mantovani, Gabriela Gomes; Rodrigues, Karla Tyskowski Teodoro; Rodrigues, Eliane Aparecida Gracioli. Análise da dinâmica socioeconômica das mesorregiões do Sul do Brasil. In: DESENVOLVIMENTO REGIONAL: PROCESSOS, POLÍTICAS E TRANSFORMAÇÕES TERRITORIAIS, 2019, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. 2019. p. 1-12. Disponível em: <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/view/19092>

Mapa de desastres climáticos: <https://mapa-desastres-climaticos.streamlit.app/>

Merz, Bruno; et. al. Causes, impacts and patterns of disastrous river floods. Nature reviews, Earth & Environment, v. 2, p. 592-609, ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s43017-021-00195-3>.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento:

<https://dados.agricultura.gov.br/dataset/sisser3>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

O Globo: <https://valor.globo.com/opiniao/coluna/efeito-da-enchente-sobre-o-estoque-de-capital-fixo-no-rs.ghtml>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

O Globo: <https://oglobo.globo.com/fotogalerias/noticia/2023/11/20/enchentes-no-rio-grande-do-sul-varias-cidades-inundam-apos-temporais-fotos.ghtml>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Painel-RS: <https://painelrs.com.br/>

Prefeitura Bento Gonçalves: <https://bentogoncalves.atende.net/cidadao/pagina/bento-goncalves-perfil-da-cidade>

Informações sobre o perfil socioeconômico da cidade.

Prefeitura de Porto Alegre: <https://prefeitura.poa.br/smdet/noticias/porto-alegre-e-segunda-melhor-cidade-do-pais-em-desenvolvimento-economico>

Informações sobre o perfil socioeconômico da cidade.

Prefeitura de Porto Alegre: <https://prefeitura.poa.br/smdet/noticias/porto-alegre-e-segunda-melhor-cidade-do-pais-em-desenvolvimento-economico>.

Informações sobre o perfil socioeconômico da cidade.

Prefeitura de Porto Alegre: <https://prefeitura.poa.br/smdet/noticias/mais-de-45-mil-atividades-economicas-foram-impactadas-pela-enchente-na-capital>

Informações sobre o perfil socioeconômico da cidade.

Prefeitura Municipal de Nova Alvorada do Sul:
<https://www.novaalvoradadosul.ms.gov.br/municipio/dados>

Informações sobre o perfil socioeconômico da cidade.

Rádio **Agência:** <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/geral/audio/2024-06/chuva-superou-500-milímetros-em-20-cidades-do-rs-no-mes-de-maio>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Rammé, J. Desenvolvimento municipal: análise populacional da Mesorregião do Oeste Catarinense. Revista Estudos do CEPE, Santa Cruz do Sul, n. 34, p.242-262, jul./dez. 2011.

Reckziegel, Elisabete Weber; Weschenfelder, Jair; Bazzan, Thiago. Dinâmica Temporal e Espacial das Inundações no Lago Guaíba e Delta do Jacuí (RS) Entre 1940 e 2015. Anuário do Instituto de Geociências, v. 41, n. 2, p. 499-519, 2018

Revista de Economia Regional e Urbana:
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/pirs.12380>

Rio Grande do Sul (2000). Lei nº 11.520, de 3 de agosto de 2000.

Código Estadual do Meio Ambiente.

Rio Grande do Sul (2015). Decreto Estadual nº 52.431, de 23 de março de 2015.

Regulamenta o Cadastro Ambiental Rural.

Estabelece procedimentos para a supressão de vegetação nativa.

Sartori, Maria da Graça Barros. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. Terra livre, n. 20, p. 27-50, 2003.

Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul:

<https://www.agricultura.rs.gov.br>

Secretaria da Agricultura, Pecuária, Produção Sustentável e Irrigação do Rio Grande do Sul.

Comunicado agrometeorológico n° 70 – biometeorológico outono 2024. Disponível em:

<https://www.agricultura.rs.gov.br/upload/arquivos/202406/21084431-comunicado-agrometeorologico-70-biometeorologico-outono-2024-final.pdf>

Secretaria da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Rural do Rio Grande do Sul:

<https://www.agricultura.rs.gov.br/mais-de-206-mil-propriedades-rurais-foram-afetadas-pelas-enchentes-no-rs>

Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). Metadados – mesorregiões. Disponível em: Acesso em: 19 jun. 2024.

The Brazilian Report: <https://brazilian.report/liveblog/brazil-floods/2024/05/09/south-brazil-devastating-floods/>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS):

<https://storymaps.arcgis.com/stories/a81d69f4bccf42989609e3fe64d8ef48>

Possui estudos e pesquisas relacionadas às inundações, incluindo análises das causas e impactos do desastre.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) (2020): Hidrografia do Rio Grande do Sul. Departamento de Geografia.

UOL: <https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2024/05/16/diferenca-calamidade-publica-e-emergencia.htm>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Fontes usadas para construção da cronologia das inundações no Rio Grande do Sul em 2024:

Defesa Civil do Rio Grande do Sul: <https://defesacivil.rs.gov.br/>

Oferece relatórios oficiais, dados sobre as inundações e medidas de resposta à crise.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS): <https://www.ufrgs.br/>

Possui estudos e pesquisas relacionadas às inundações, incluindo análises das causas e impactos do desastre.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): <https://www.gov.br/inpe/pt-br>

Publica dados sobre monitoramento de desastres naturais, incluindo inundações.

G1 Rio Grande do Sul: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/>

Cobertura jornalística completa das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Folha de S. Paulo: <https://www.folha.uol.com.br/>

Reportagens investigativas e artigos aprofundados sobre as causas, impactos e desdobramentos das inundações.

BBC News Brasil: [Notícias, vídeos, análise e contexto em português - BBC News Brasil](#)

Cobertura internacional das inundações, com foco nos aspectos humanitários e sociais do desastre.

Veja: <https://veja.abril.com.br/>

Cobertura abrangente das inundações, com reportagens, entrevistas e análises de especialistas.

Cruz Vermelha Brasileira: <https://www.cruzvermelha.org.br/>

Publica relatórios sobre as ações de ajuda humanitária às vítimas das inundações.

Cáritas Brasileira: <https://caritas.org.br/>

Oferece informações sobre o trabalho de assistência às famílias afetadas pelas inundações.

Fontes usadas para construção da cronologia histórica das inundações no Rio Grande do Sul:

G1 Rio Grande do Sul: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2015/10/nivel-do-guaiba-atinge-recorde-e-mantem-estado-de-alerta-no-rs.html>

BBC News Brasil: <https://www.bbc.com/portuguese/articles/cekl7x9x0d8o>

Fontes usadas para as fotos das perdas:

MetSul: <https://metsul.com/metsul-disponiliza-laudo-gratuito-das-enchentes-no-rio-grande-do-sul/>

Cobertura jornalística local das inundações.

Facha Todo Lugar: <https://emtodolugar.facha.edu.br/2024/05/16/paralisacao-no-campeonato-brasileiro/>

Agência Brasil: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2024-05/mais-de-78-dos-municipios-gauchos-foram-impactados-pelas-chuvas>

Cobertura jornalística local das inundações.

Brasil de Fato: <https://www.brasildefato.com.br/2024/05/10/enchentes-no-rs-e-preciso-sim-buscar-os-culpados-pela-tragedia>

Cobertura jornalística local das inundações.

Diário de Pernambuco:

<https://www.diariodepernambuco.com.br/noticia/brasil/2024/05/veja-fotos-do-rio-grande-do-sul-antes-e-depois-das-enchentes.html>

Cobertura jornalística local das inundações.

G1: <https://g1.globo.com/rs/rio-grande-do-sul/noticia/2024/05/03/antes-e-depois-veja-como-eram-e-como-ficaram-lugares-atingidos-por-temporais-no-rs.ghtml>

Cobertura jornalística local das inundações.

Fundação Getulio Vargas. *Wealth*. Rio de Janeiro: FGV, 2024. Disponível em: <https://cps.fgv.br/en/wealth>. Acesso em: 19 jun. 2024.

Fontes usadas referentes aos dados de temperatura da superfície do mar (TSM) para El Niño:

OSTIA (UK Met Office): O Observations from Sea Surface Temperature and Sea Ice Analysis (OSTIA) é um produto operacional do UK Met Office que fornece análises globais de temperatura da superfície do mar e gelo marinho: [OSTIA \(metoffice.gov.uk\)](http://metoffice.gov.uk)

Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST): O GHRSSST é um esforço internacional para fornecer análises globais de TSM de alta resolução de várias agências espaciais e centros de previsão operacional: [NOAA High-Resolution Sea Surface Temperature \(SST\) Analysis Products](http://noaa.gov/high-resolution-sea-surface-temperature-sst-analysis-products)

Copernicus Marine Service (CMEMS): O CMEMS é um serviço operacional europeu que fornece acesso a dados oceânicos em tempo real e atrasados, incluindo análises de TSM : [Home | CMEMS \(copernicus.eu\)](http://copernicus.eu)

Fontes usadas para realização do estudo climatológico

Seluchi, Marcelo E. et al. Influência da Cordilheira dos Andes sobre os sistemas frontais na América do Sul: estudo de caso utilizando o modelo regional Eta/CPTEC. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**. 2004. p. 1-14. [INFLUÊNCIA DA CORDILHEIRA DOS ANDES SOBRE OS SISTEMAS FRONTAIS NA AMÉRICA DO SUL: ESTUDO DE CASO UTILIZANDO O MODELO REGIONAL ETA/CPTEC. - PDF Free Download \(docplayer.com.br\)](http://docplayer.com.br)

[Instituto Nacional de Meteorologia - INMET](http://inmet.gov.br)

Varejão-Silva, M. A., de Souza, E. B., & Ribeiro, M. N. G. (2018). Influência das Cordilheiras dos Andes sobre o Clima da América do Sul. In: Santos, C. A. G., Santana, A. C., da Silva, L. S., & de Souza, A. D. (Eds.), Clima e Mudanças Climáticas: Reflexões para o Brasil (pp. 203-220). EdUECE. [CAPÍTULO I \(unesp.br\)](http://unesp.br)

Garreaud, R. D. (2009). The Andes climate and weather. Advances in Geosciences, 22, 3-11. [Atmosphere, Weather and Climate, 9th Edition - Anna's Archive \(annas-archive.se\)](http://annas-archive.se)

Vuille, M., & Bradley, R. S. (2000). Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes. Geophysical Research Letters, 27(23), 3885-3888. [Mean annual temperature trends and their vertical structure in the tropical Andes - Vuille - 2000 - Geophysical Research Letters - Wiley Online Library](http://wileyonlinelibrary.com)

Espinoza Villar, J. C., et al. (2009). Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries (Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador). *International Journal of Climatology*, 29(11), 1574-1594. [Spatio-temporal rainfall variability in the Amazon basin countries \(Brazil, Peru, Bolivia, Colombia, and Ecuador\) - Espinoza Villar - 2009 - International Journal of Climatology - Wiley Online Library](#)

Marengo, J. A., et al. (2011). The drought of 2010 in the context of historical droughts in the Amazon region. *Geophysical Research Letters*, 38(12). [gl047436 1..5 \(inpe.br\)](#)

Vera, C., et al. (2006). The South American low-level jet experiment. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 87(1), 63-77. [THE SOUTH AMERICAN LOW-LEVEL JET EXPERIMENT on JSTOR](#)

Saurral, R. I., et al. (2008). Climate variability and change in Southern South America over the 21st century. *Climate Dynamics*, 30(1), 1-21. [Climate Variability and Change in Tropical South America | SpringerLink](#)

Xavier, A. C., Scanlon, B. R., King, C. W., & Alves, A. I. (2022). New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020). *International Journal of Climatology*, 42(16), 8390–8404.

IRB(P&D)

irbre.com