



Vulnerabilidade socioeconômica e a crise climática em Porto Alegre, Rio Grande do Sul

Andrea Maio Ortigara⁹⁵

Paulo Miguel de Bodas Terassi⁹⁶

Resumo

O objetivo deste manuscrito consistiu em avaliar as relações entre os eventos extremos pluviiais, suas tendências e padrões, os riscos climáticos e a vulnerabilidade socioespacial em Porto Alegre, no Rio Grande do Sul. Foram utilizados os dados observados de precipitação pluvial e temperatura do ar das estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para Porto Alegre e demais localidades da rede hidrográfica do rio Guaíba. Além da análise climatológica referente ao evento climático extremos e suas condições sinóticas, os resultados apontaram o aumento da temperatura do ar associado à intensificação das chuvas fortes e concentradas em Porto Alegre e em outras cidades da região. As enchentes em Porto Alegre em maio de 2024 destacaram a injustiça espacial na cidade, exacerbada por desigualdades socioespaciais históricas, posto que os bairros mais pobres, situados em áreas de risco e com infraestrutura deficiente, sofreram graves danos e enfrentaram lentidão na assistência e na recuperação.

Palavras-chave: eventos pluviiais extremos; vulnerabilidade socioespacial; riscos climáticos; crise climática; segregação socioespacial urbana.

1. Introdução

A crise climática tem despertado crescente atenção da comunidade científica, posto que as atividades humanas, dentre as quais estão a queima dos combustíveis fósseis

⁹⁵ Professora Visitante Universidade Federal da Integração Latino-Americana, andreaortigara@gmail.com

⁹⁶ Professor Visitante Universidade Federal da Integração Latino-Americana, pmbterassi@gmail.com



e o desmatamento, têm contribuído significativamente e alarmantemente para o aumento das temperaturas médias globais e para a ocorrência de eventos climáticos extremos (FRAME et al., 2020; IPCC, 2021). Neste contexto, as populações socioeconômicas vulneráveis são as mais afetadas pelos impactos adversos das mudanças climáticas, sendo aquelas em que há uma maior desassistência do Estado e um menor poder de infraestrutura e resiliência frente às severas avarias econômicas (DALAGNOL et al., 2021).

Em ambientes urbanos, associado às ilhas de calor urbano, o calor antropogênico intensifica a evaporação total e contribui para precipitações mais intensas e concentradas em áreas urbanas, em que a impermeabilização do solo aumenta o potencial de enchentes e alagamentos (TRENBERTH et al., 2015). Neste âmbito, o estado do Rio Grande do Sul tem sido palco dos efeitos da crise climática e, com destaque, a capital Porto Alegre enfrenta os danos dos eventos climáticos extremos, como chuvas fortes e intensas, enchentes, alagamentos e inundações, que têm causado danos significativos à infraestrutura urbana e, preocupantemente, à população local. Com maior frequência e intensidade, estas excepcionalidades climáticas ressaltam a vulnerabilidade socioeconômica regional e a urgência de políticas de adaptação e mitigação (BLANK, 2015).

A vulnerabilidade socioeconômica, implica a propensão de uma comunidade a sofrer danos devido à sua exposição, sensibilidade e capacidade de adaptação aos impactos das mudanças climáticas, é exacerbada em contextos urbanos como Porto Alegre. As populações de baixa renda, muitas vezes concentradas em áreas de risco, enfrentam desafios adicionais devido à falta de infraestrutura adequada, acesso limitado a serviços básicos e poucos recursos para se recuperar de desastres naturais (KIRSCH; SCHNEIDER, 2016). Neste estudo compreendemos o espaço como força no processo de reprodução social, reconhecendo como os arranjos físicos, geográficos e urbanos influenciam e perpetuam dinâmicas sociais, econômicas e políticas. Portanto, a forma como o espaço é utilizado e organizado tem implicações significativas no ambiente. Cabe citar que a modificação extensiva no Código Ambiental do Rio Grande do Sul realizada pelo governador Eduardo Leite é um exemplo relevante de como as escolhas políticas influenciam na capacidade de uma região se proteger de eventos climáticos extremos. Embora não defendamos que esta seja a causa direta das inundações recentes, as alterações na legislação ambiental representam uma variável importante a ser considerada

ao avaliar a preparação e a resposta do governo estadual frente a eventos climáticos devastadores. A análise crítica dessas políticas é essencial para compreendermos a realidade que se impõe, buscando a promoção de segurança das populações.

Diante desse cenário, este manuscrito tem como seu escopo a investigação sobre a relação entre a crise climática, a vulnerabilidade socioeconômica e os eventos climáticos extremos observados recentemente em Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Por meio de uma revisão da literatura e análise de dados empíricos, compreenderemos os mecanismos que contribuem para a vulnerabilidade da população local frente às excepcionalidades do clima. O objetivo deste manuscrito consiste em avaliar as relações entre os eventos extremos pluviais, suas tendências e padrões, os riscos climáticos e a vulnerabilidade socioespacial no município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. Assim, buscaremos entender como determinadas comunidades são desproporcionalmente afetadas pelos impactos ambientais adversos e pelas consequências das mudanças climáticas.

2. Materiais e Métodos

2.1 Dados observacionais de precipitação e temperatura do ar

Para a realização deste artigo, obtiveram-se os dados diários do período entre 1961 e 2023 disponíveis no banco de dados meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024), com falhas de registros equivalente a 0% e 0,78% dos dados diários de precipitação pluvial e temperatura do ar, nesta ordem, para a estação meteorológica de Porto Alegre (Código OMM: 083967). Devido ao fato de ser uma investigação das tendências de mudanças nas séries históricas e, sobretudo, por apresentar um percentual abaixo do recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (<10%), optou-se por mantê-la com as falhas observadas. Para complementar as análises de tendências observadas em indicadores climáticos extremos, optou-se por incluir os dados observacionais das estações meteorológicas convencionais de Caxias do Sul e Santa Maria para uma comparação com os resultados obtidos para a capital gaúcha e, como uma forma abranger para localidades situadas região hidrográfica da bacia do Guaíba (**Tabela 1**).

Posteriormente, para uma análise detalhada dos totais pluviais acumulados entre os meses de abril e maio de 2024, foram utilizados os dados diários das estações meteorológicas automáticas em localidades da Serra Gaúcha e/ou demais setores que estão situados na rede hidrográfica do rio Guaíba e estão diretamente associadas ao

aumento expressivo da vazão e da inundação em Porto Alegre. São estações meteorológicas situadas em Bento Gonçalves, Canela, Porto Alegre (Jardim Botânico) e em Soledade (**Tabela 2**).

Tabela 1. Código da Organização Meteorológica Mundial (OMM), localização geográfica, altitude (m) e porcentagem de falhas (%) das estações meteorológicas convencionais em estudo.

Código	Estações Meteorológicas Convencionais	Lat. (S)	Lon. (W)	Alt. (m)	Dados faltantes de chuva (%)	Dados faltantes de Temp. Máx. (%)	Dados faltantes de Temp. Mín. (%)
083942	Caxias do Sul	-29,20	-51,19	750,2	10,61	16,40	10,25
083967	Porto Alegre	-30,05	51,17	41,2	0,00	0,78	0,43
083936	Santa Maria	-29,72	-53,72	103,1	7,76	12,41	11,20

Tabela 2. Código da Organização Meteorológica Mundial (OMM), localização geográfica, altitude (m) e porcentagem de falhas (%) para os meses de abril e maio de 2024* das estações meteorológicas automática em estudo.

Código	Estações Meteorológicas Automáticas	Lat. (S)	Lon. (W)	Alt. (m)	Dados faltantes de chuva* (%)	Normal Climatológica Provisória
A840	Bento Gonçalves	-29.16	-51.53	623,3	0,00	30/11/2006 - Atual
A879	Canela	-29.37	50.83	830,9	0,00	22/08/2008 - Atual
A801	Porto Alegre (Jardim Botânico)	-30,05	51,17	41,2	1,64	21/09/2000 - Atual
A837	Soledade	-28.86	-52,54	660,4	0,00	29/02/2008 - Atual

Com a incorporação dos dados das estações meteorológicas de Caxias do Sul e Santa Maria, dado o elevado percentual de falhas observadas nas séries temporais, realizou-se o preenchimento de falhas de registros com a utilização do conjunto de dados diários estimados de precipitação pluvial, temperatura mínima e máxima do ar do produto orbital ERA5 Land, produto do European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMFW), que vem produzindo a reanálise ERA5, que incorpora um registro detalhado da atmosfera global desde 1950, com uma resolução horizontal aprimorada de 11.1 km (HERSBACH et al., 2020; GOMIS-CEBOLLA et al., 2023)

2.2 Indicadores climáticos extremos

Com o propósito de gerar os indicadores de tendências de temperatura e precipitação, utilizou-se o software RCLimDex (ZHANG; YANG, 2004), desenvolvido pelo Sistema Meteorológico Canadense, e que possibilita demonstrar os indicadores das

estimativas de tendência destes indicadores e o nível de significância estatística, conforme disponível na obra citada acima.

3. Resultados e Discussões

3.1 Eventos hidrometeorológicos intensos e a catástrofe em Porto Alegre

Uma das maiores implicações decorrentes da crise climática, o aumento da frequência e da intensidade dos eventos pluviais extremos, têm ocasionado severos impactos ambientais, sociais e econômicos em diferentes regiões do Mundo. Nas primeiras semanas de maio de 2024 se observaram manchetes de jornais culpabilizando as chuvas fortes e intensas pelas inundações e deslizamentos de terra e, conseqüentemente, pelas vidas ceifadas e desalojadas no estado do Rio Grande do Sul. No dia 01 de julho, a Defesa Civil do Rio Grande do Sul contabilizava 179 óbitos, 33 desaparecidos e 2.398.255 afetados (DEFESA CIVIL - RS, 2024).

Um dos cartões-postais da capital gaúcha, o Rio Guaíba recebe as águas dos rios Taquari, Sinos, Cai, Jacuí e Gravataí, rios que receberam nas semanas de maior precipitação, totais excepcionais de chuva e, isto posto, respondem pelo mais elevado nível da história deste corpo hídrico e pela inundação severa de uma das maiores cidades e regiões metropolitanas do país. Do ponto de vista sinótico, verifica-se uma condição prevalente de temperaturas mais elevadas do Oceano Atlântico Sul, posicionando sob o Sudeste e Centro-Oeste do Brasil uma forte alta pressão atmosférica que ocasiona um bloqueio atmosférico e, por conseguinte, dificulta a passagem das frentes frias do Sul para as demais regiões. Ao mesmo tempo, como um dos resquícios do El Niño, há a intensificação dos Jatos em Baixos Níveis, que favorece o transporte de umidade da Amazônia para o Sul do Brasil, e dos Jatos Subtropicais, um mecanismo atmosférico que sopra de oeste para leste e, por sua vez, mantém as frentes frias estacionárias no Brasil Meridional, sobretudo no estado do Rio Grande do Sul.

Segundo Wollmann (2014), a gênese das enchentes no Rio Grande do Sul, em mais de 90% dos casos, está condicionada à participação das correntes perturbadas de origem polar (Frentes Polares); e ainda, as variações do eixo da frente polar, tais como as frentes estacionárias, quentes, frias e ciclones é que podem ter maior ou menor participação na gênese das enchentes, mas todos derivam de um mesmo sistema atmosférico. Apenas em alguns casos, há a participação de correntes perturbadas de origem tropical, como as Instabilidades Tropicais. Neste caso, o ritmo climático que foi

observado em maio de 2024 indicou a participação efetiva das frentes polares estacionárias que, com a intensificação dos Jatos Subtropicais e os Jatos de Baixos Níveis e com o Bloqueio Atmosférico situado no Brasil Central, os totais de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul, com maior incidência na rede hidrográfica do rio Guaíba, foram excepcionalmente anômalos e repercutiram em diversas avarias materiais e perdas humanas.

O levantamento dos dados registrados pelo INMET mostra que, excepcionalmente, os totais acumulados entre os meses de abril e maio de 2024 superaram recordes de precipitação em diferentes setores do Rio Grande do Sul, com uma ênfase às localidades situadas na região hidrográfica do rio Guaíba. O gráfico abaixo demonstra que em abril de 2024 os totais de precipitação superaram os 300 mm em estações meteorológicas da Serra Gaúcha (Bento Gonçalves, Canela e Caxias do Sul) e em Santa Maria, sendo que nesta localidade a anomalia de precipitação superou os 300%. O mês de abril mostrou total acumulado de precipitação acima da média para todas as localidades investigadas (**Figura 1**).

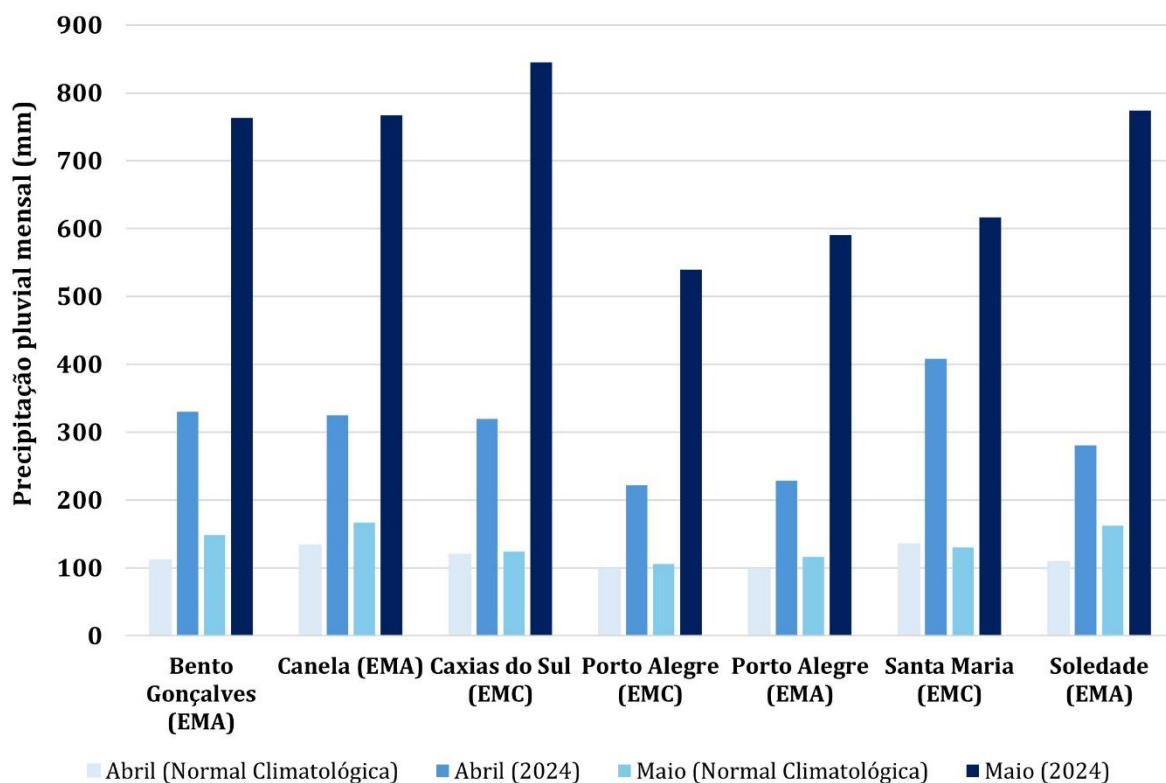


Figura 1. Comparação entre as normais climatológicas para os meses de abril e maio e os totais acumulados nestes mesmos meses em 2024 para localidades do Rio Grande do Sul.

O total de precipitação acumulada em maio de 2024 superou os 700 mm em todas as cidades da Serra Gaúcha e em Soledade, no interior gaúcho. Destaca-se que os totais registrados na estação meteorológica convencional de Caxias do Sul foi de 845,3 mm, superando a normal climatológica (124,1 mm) em cerca de 580%. Em Soledade, a média para o mês de maio é equivalente a 162,6 mm e o total acumulado neste mesmo mês em 2024 foi igual a 773,8 mm. Para a estação meteorológica automática de Porto Alegre, a normal climatológica para o mês de maio é de 116,6 mm e os totais deste mês em 2024 foi de 590,8 mm. Por sua vez, a estação meteorológica convencional apresenta média mensal de 105,7 mm e, em maio de 2024, obteve uma somatória de 539,9 mm (**Figura 1**).

Os dados fornecidos pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) nos mostram que, entre 22 de abril e 6 de maio, cidades gaúchas registraram totais de chuva superior a 700 mm, o equivalente à normal climatológica entre os meses de janeiro e maio para esta região. Ressalta-se que o mesmo CEMADEN, criado em 2011 após as enchentes e deslizamentos que deixaram mais de 900 mortos na Região Serrana do Rio de Janeiro, experimentou uma redução de orçamento em aproximadamente 80% entre os anos de 2013 e 2021.

Por sua vez, os dados disponibilizados pelo INMET mostraram que entre os dias 28 de abril e 28 de maio, o total de precipitação pluvial superou os 900 mm em localidades da Serra Gaúcha, com o total equivalente a 1.014,7 mm em Caxias do Sul. A estação meteorológica automática (EMA) de Porto Alegre registrou volume equivalente a 741,8 mm, enquanto a EMC indicou total acumulado de 684,6 mm na capital gaúcha. Em termos comparativos, a média histórica anual para Porto Alegre, para a série temporal de 1961 a 2023 é de 1.412,7 mm e, portanto, o total acumulado entre as duas datas é igual a 48,5% do volume de precipitação esperado para um ano (**Figura 2**).

Como se trata de um setor de encontro de águas precipitadas ao longo de toda uma complexa rede de drenagem, é importante destacar o total observado em demais setores da rede hidrográfica do rio Guaíba. Como exemplo, Caxias do Sul é uma localidade que apresenta média anual de 1.841,5 mm anuais para o segmento temporal de 1961 a 2023 e, deste modo, o total acumulado entre 28 de abril e 28 de maio de 2024 foi equivalente a 55,1% desta série histórica. Em Santa Maria, a normal climatológica de precipitação anual é de 1.707,6 mm e as chuvas ocorridas neste período foram iguais a 45,7% do total médio anual (**Figura 2**).

Os totais observados entre ao longo deste período analisado foi mais intenso e concentrado entre os dias 30 de abril e 02 de maio, excepcionalmente nas cidades da Serra Gaúcha (Bento Gonçalves, Canela, Caxias do Sul) e em Santa Maria com chuvas diárias superiores a 100 mm. Nas cidades da Serra Gaúcha, o total diário superou os 100 mm novamente no dia 12 de maio, enquanto em Porto Alegre este limiar foi ultrapassado no dia 24 de maio nas duas estações meteorológicas (EMC e EMA). Somente na EMA de Porto Alegre os totais diários foram acima de 100 mm em 30 de abril e 02 de maio, ao passo que em Soledade o acumulado diário superou este total em 01 e 02 de maio (**Figura 2**).

Os totais máximos diários neste período obtiveram os recordes de precipitação acumulada em 24 horas. Em Soledade, em 02 de maio foi observado um total de 249,4 mm, sendo que nesta mesma data as EMA's de Bento Gonçalves e Canela foram registrados totais de 172,6 mm e 154,8 mm, nesta ordem. Em Santa Maria, o recorde anterior foi registrado em outubro de 2015 (180,8 mm) e, em 01 de maio de 2024, o total diário acumulado foi de 213,6 mm. Em Caxias do Sul, o maior volume diário foi observado em junho de 1983 (176,9 mm) e no dia 02 de maio o total de precipitação foi de 192,4 mm. Embora não tenha superado nenhum recorde anterior de precipitação acumulada em 24 horas, o total observado em 5 dias (RX5Day) foi de 309,3 mm e 348,2 mm entre os dias 28 de abril e 03 de maio (**Figura 2**). O recorde anterior para este indicador climático extremo foi identificado em agosto de 1965 (215,2 mm).

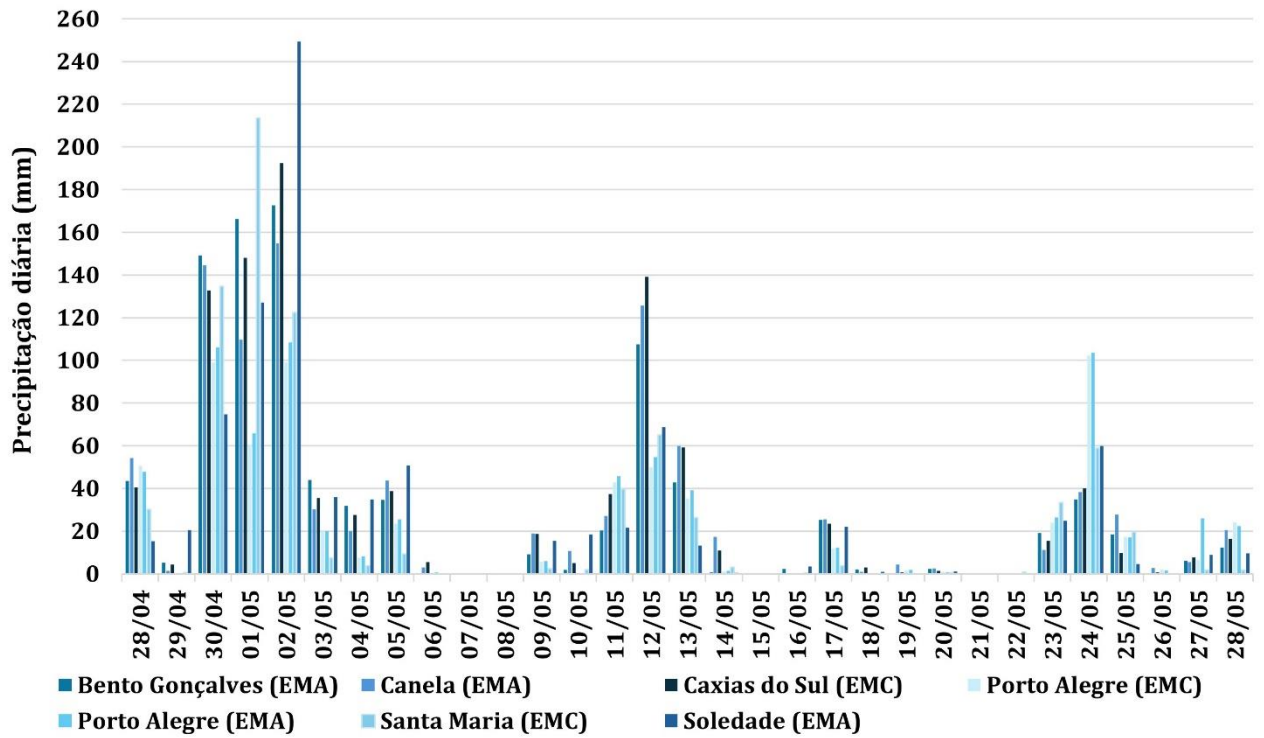
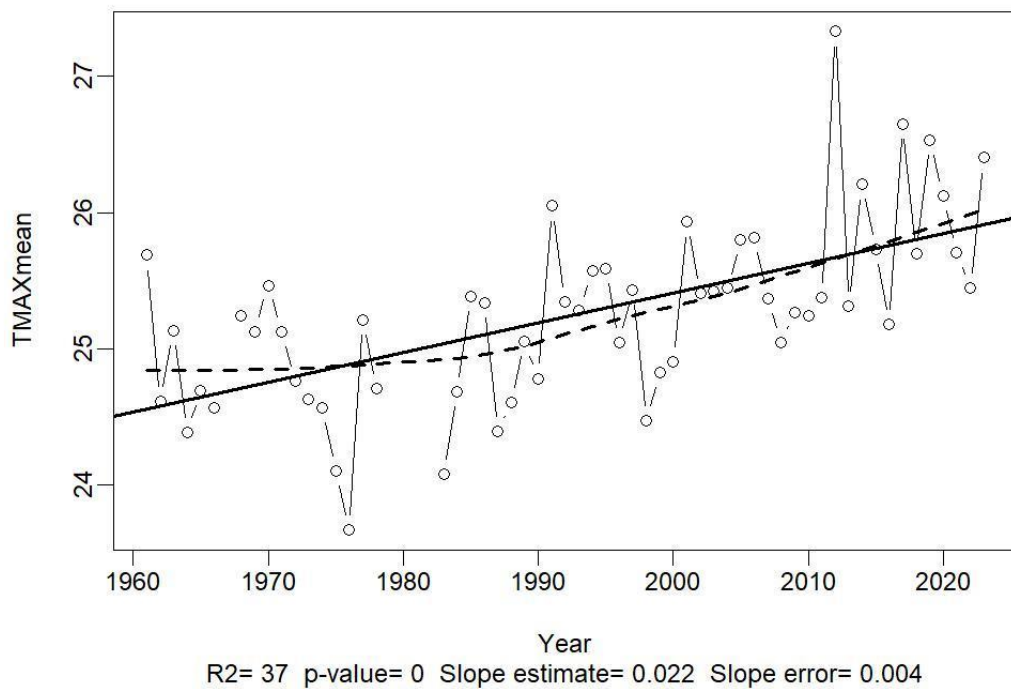


Figura 2. Totais diários de precipitação pluvial entre os dias 28 de abril a 28 de maio de 2024 em localidades do Rio Grande do Sul.

Este cenário, associado a ambientes com temperaturas mais elevadas devido ao cenário global e às modificações dos tipos de uso e ocupação do solo para o crescimento das cidades e de áreas destinadas à Agropecuária, por exemplo, são condições favoráveis à ocorrência de instabilidades atmosféricas mais intensas e concentradas. Os dados oficiais do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) apontam que a temperatura média máxima anual obteve um aumento de 1,38°C e, adicionalmente, o total anual de chuvas fortes (acima de 95% dos percentis) aumentaram em 268,51 mm ao longo de 63 anos na cidade de Porto Alegre (**Figura 3**). Isto sinaliza que, atualmente, a cidade está mais quente e registra mais com maior frequência chuvas de maior magnitude.

TMAXmean 83967 - Porto Alegre



R95p 83967 - Porto Alegre

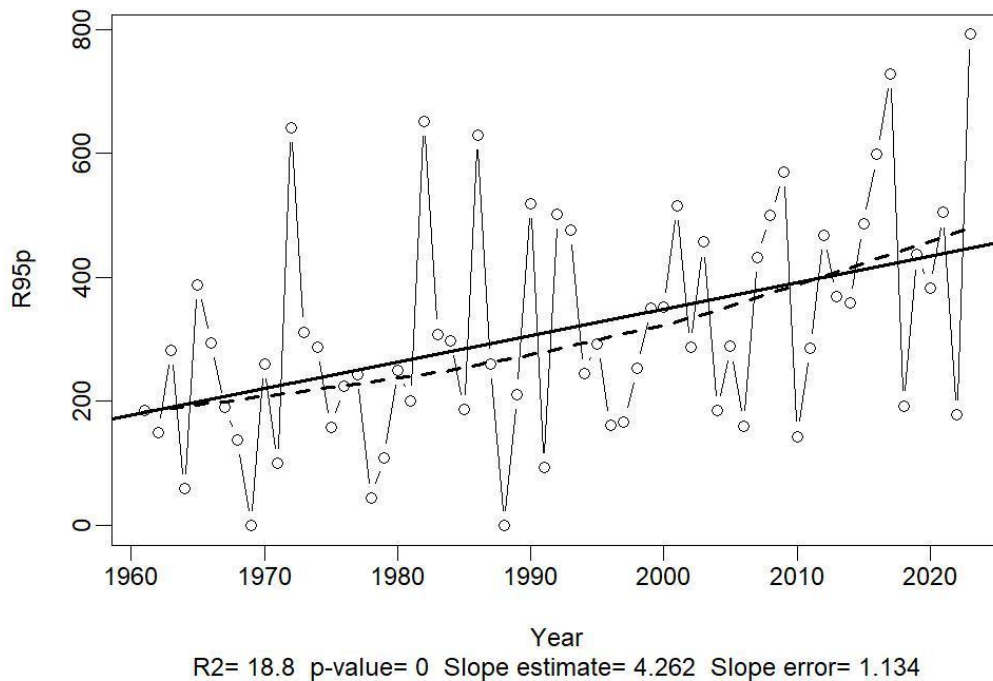


Figura 3: Tendências de indicadores climáticos extremos associados à temperatura do ar (TMAXmean: temperatura média máxima anual em °C) e precipitação pluvial (R95p: total anual de chuvas superiores a 95% dos percentis) em Porto Alegre (RS) para o período de 1961 a 2023.

Destaca-se que as cidades de Caxias do Sul, Porto Alegre e Santa Maria obtiveram um aumento generalizado dos indicadores climáticos extremos associados à temperatura

do ar. Além do aumento TMAXmean, verificou-se o aumento de 40 dias anuais do número de tarde com temperatura acima de 25°C (SU25) ao longo de toda a série histórica. As ondas de calor também estão mais frequentes, posto que o número de dias com temperatura diurna superior a 90% dos percentis aumentou na ordem de 1 dia por década. O aumento da temperatura diurna também foi verificado para o percentual de temperatura diurna inferior a 10% dos percentis (TX10p) em 8,13% ao longo dos 63 anos analisados em Porto Alegre (**Tabela 3**).

As demais localidades gaúchas também mostraram tendências expressivas de modificação dos indicadores climáticos extremos de temperatura do ar. Em Caxias do Sul, notou-se o aumento de 1,45°C da TMINmean, ao passo que a menor temperatura mínima anual aumentou em 1,83°C e o percentual de dias com temperatura diurna acima de 90% dos percentis (TX90p) aumentou em 7,69% ao longo de toda a série analisada. O percentual de dias com temperatura noturna abaixo dos 10% percentis (TN10p) indica uma diminuição das noites frias em 8,82% e, por sua vez, o indicador de noites quentes (TN90p) aumentou em 10,71% no período analisado na cidade da Serra Gaúcha. Por fim, em Santa Maria foi expressivo o aumento do número de dias com temperatura noturna acima de 20°C em cerca de 26 dias e a maior temperatura máxima anual (TXx) aumentou 2,33°C. O número de dias consecutivos com temperatura noturna inferior a 10% dos percentis diminui em 1,83 dias, ao passo que a menor temperatura máxima anual aumentou em 1,20°C ao decorrer dos 63 anos em Santa Maria (**Tabela 3**).

Tabela 3 - Tendências dos indicadores climáticos extremos de temperatura do ar em Caxias do Sul, Porto Alegre e Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Índices	Definição	Caxias do Sul	Porto Alegre	Santa Maria
TMAXmean	Temperatura máxima anual média	0,017***	0,022***	0,021***
TMINmean	Temperatura mínima anual média	0,023***	0,011**	0,017***
DTR	Amplitude anual média da temp. diurna	-0,006	0,011**	0,004
SU25	Número de dias no ano em que TX>25°C	0,531***	0,635***	0,471***
TR20	Número de dias no ano em que TN>20°C	0,256***	0,291***	0,411***
FD0	Número de dias no ano em que TN<0°C	-0,108	0,000	0,005
TXx	Maior temperatura máxima anual	0,024**	0,015+	0,037***
TXn	Menor temperatura máxima anual	0,011	0,007	0,019+
TNx	Maior temperatura mínima anual	0,029***	0,013*	0,007
TNn	Menor temperatura mínima anual	0,008	0,002	-0,002
TX10p	Perc. de dias em que TX <10% percentil (%)	-0,078***	-0,129***	-0,107***
TX90p	Perc. de dias em que TX >90% percentil (%)	0,122***	0,108***	0,108***
TN10p	Perc. de dias em que TN <10% percentil (%)	-0,140***	-0,083***	-0,093***

TN90p	Perc. de dias em que TN >90% percentil (%)	0,170***	0,088**	0,093***
WSDI	Número de dias no ano em que TX >90% percentil (%) em ao menos seis dias consecutivos (%)	0,097*	0,101**	0,049
CSDI	Número de dias no ano em que TN <10% percentil (%) em ao menos seis dias consecutivos (%)	-0,014	-0,005	-0,029⁺

Legenda: *** = 99,9% de significância; ** = 99% de significância; * = 95% de significância; + = 90% de significância. Os resultados com significância estatística estão destacados em negrito.

Os resultados indicaram um padrão de aumento da precipitação pluvial de forma mais robusta em Porto Alegre, localidade em que o total anual de precipitação (PRCPTOT) aumentou em 329,5 mm, enquanto o índice de chuva concentrada (SDII) aumentou em 2,46 mm/dia ao longo de todo este período. Além do aumento do acumulado anual de chuvas fortes (R95p), conforme destacado acima, o total anual de chuvas intensas (R99p) obteve aumento de 120,65 mm e, além do aumento de chuvas de menor intensidade (R10 mm e R20 mm), verificou-se o aumento da frequência de chuvas acima de 60 mm em 2,7 dias ao ano e de 16,32 mm da chuva máxima diária anual (RX1Day) para toda a série histórica. Adicionalmente, Caxias do Sul obteve o aumento de RX1Day em 30,05 mm, enquanto o R99p aumentou em 176, 8 mm e a frequência anual de dias com chuva superior a 60 mm se elevou em 1,64 dias/ano (**Tabela 4**).

Em Santa Maria, os resultados mostraram tendências menos expressivas e significativas, com o aumento da chuva concentrada (SDII) em 2,21 mm/dia e a diminuição do número de dias secos consecutivos em 5,3 aos longos dos 63 anos analisados. O único resultado discordante deste padrão de aumento da precipitação nestas localidades do Rio Grande do Sul foi verificado em Caxias do Sul, com a diminuição dos dias úmidos consecutivos (CWD) em 1,95 dias (**Tabela 4**). Em suma, aqui foram apresentados resultados que indicam que há um cenário alarmante frente à crise climática e que, tanto em Porto Alegre quanto nas outras duas cidades de maior porte que estão inseridas na rede hidrográfica do rio Guaíba, verifica-se que o aumento da temperatura do ar está associado diretamente ao aumento da precipitação pluvial, especialmente para indicadores que indicam o aumento de chuva concentrada.

Tabela 4 - Tendências dos indicadores climáticos extremos de precipitação pluvial em Caxias do Sul, Porto Alegre e Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Índices	Definição	Caxias do Sul	Porto Alegre	Santa Maria
RX1day	Precipitação máxima anual em 1 dia (mm)	0,477**	0,259⁺	0,248
RX5day	Precipitação máx. anual consecutiva de 5 dias (mm)	0,294	0,378	0,364
SDII	Precipitação total anual dividida pelo núm. de dias chuvosos anual	0,021	0,039***	0,035***
R10 mm	Número anual de dias com RR ≥ 10 mm (dias)	-0,015	0,093⁺	0,072



R20 mm	Número anual de dias com $RR \geq 20$ mm (dias)	0,001	0,091*	0,081
R60 mm	Número anual de dias com $RR \geq 60$ mm (dias)	0,026+	0,043***	0,007
CDD	Número máx. de dias secos consecutivos anual	-0,042	-0,065	-0,084*
CWD	Número máx. de dias úmidos consecutivos anual	-0,031+	0,008	-0,016
R95p	Precipitação total anual nos dias em que $RR > 95p$	1,966	4,262***	1,411
R99p	Precipitação total anual nos dias em que $RR > 99p$	2,807**	1,915***	0,739
PRCPTOT	Precipitação total anual dos dias chuvosos (mm)	1,505	5,230**	3,753

Legenda: *** = 99,9% de significância; ** = 99% de significância; * = 95% de significância; += 90% de significância. Os resultados com significância estatística estão destacados em negrito.

Os resultados observados são concordantes com as observações de pesquisas anteriores para este setor do território brasileiro. Por exemplo, Terassi et al. (2022) apontaram que em Curitiba (PR) houve um aumento de 1,6°C da temperatura mínima média anual (TMINmean), além do aumento da precipitação máxima anual (RX1Day) em cerca de 40% a partir de 1995, com a média de RX1Day passando de 68,3 mm para 91,9 mm. Ao examinar as tendências de precipitação, Pedron et al. (2017) descobriram que a frequência de chuvas igual ou superior a 95% dos percentis (R95p) em Curitiba (PR) está associada a vários fatores, incluindo o Índice de Oscilação Sul (SOI), a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), as Anomalias de Temperatura da Superfície dos Oceanos Pacífico e Atlântico, a Oscilação Multidecadal do Atlântico e o Índice de Escala de Monções na América do Sul. No entanto, os autores destacam a importância de investigar também fatores críticos como a urbanização, a poluição do ar e outras variáveis ambientais.

Zanella (2006) enfatizou a influência dos eventos de El Niño em provocar chuvas intensas com maior frequência e, especialmente, em elevar significativamente os riscos de desastres naturais associados a precipitações superiores a 60 mm anuais na cidade de Curitiba (PR). Normalmente, a região Sul do Brasil apresenta maiores volumes de precipitação em condições de aquecimento anômalo do Pacífico Equatorial (CORREA; GALVANI, 2020), com a ação do El Niño. Além disso, conforme indicaram Nascimento-Júnior e Sant'Anna Neto (2016), a fase quente da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP), em sua intensidade máxima, é um dos principais fatores que intensificam os efeitos dos eventos de El Niño. Sendo assim, eventos pluviais extremos como os observados em maio de 2024 são essencialmente potencializados pela atuação mais incisiva da fase quente do El Niño – Oscilação Sul (ENOS) e, potencialmente, são anabolizados pelo aumento da temperatura média em superfície.

Os resultados de Dias et al. (2013) para o segmento temporal de 1933 a 2010 sugerem que o aumento da frequência e intensidade dos eventos extremos na cidade de São Paulo, a maior cidade do Hemisfério Sul com aproximadamente 11 milhões de habitantes, está diretamente associado ao calor antropogênico. O aquecimento da superfície na capital de São Paulo foi de 3°C, aumentando a precipitação anual total em 425 mm e a frequência de chuvas superiores a 40 mm em 24 horas. Os autores observaram um aumento significativo na frequência de chuvas mais intensas (R40mm, R60mm e R80mm). Até meados da década de 1970, não se registravam chuvas acima de 60 mm durante a estação seca (junho, julho e agosto), mas essas chuvas tornaram-se mais comuns a partir dessa década. Em todas as estações do ano, houve um aumento notável de chuvas de 80 mm após o início dos anos 1970, especialmente com o crescimento acelerado da malha urbana em São Paulo.

Regoto et al. (2021) analisaram os indicadores climáticos extremos para o território brasileiro e indicaram um aumento significativo nas temperaturas máximas e mínimas extremas na região Sul do Brasil, sendo que este aumento nas temperaturas tem sido mais pronunciado em comparação com outras regiões do país, refletindo um padrão geral de aquecimento. De modo geral, apontaram que o clima no Brasil Meridional está se tornando mais úmido, com uma redução nos dias secos consecutivos, especialmente na primavera. Também indicaram que há uma tendência de aumento na frequência e intensidade das precipitações extremas e suas análises indicam que eventos de precipitação intensa estão se tornando mais frequentes, o que pode levar a um aumento na ocorrência de inundações e deslizamentos de terra.

Ao investigar as regiões serranas dos estados do Rio de Janeiro e Santa Catarina, Ávila et al. (2016) observaram tendências crescentes nas chuvas máximas diárias (RX1day) e nas chuvas acumuladas em cinco dias consecutivos (RX5day). Eles encontraram correlações positivas e significativas entre deslizamentos de terra e eventos de inundações repentinas com RX1day e RX5day, indicando que esses índices podem ser indicadores valiosos para eventos de risco natural em uma determinada área. Além disso, Murara et al. (2019) detectaram um aumento nas chuvas diárias máximas (RX1day) na bacia hidrográfica do rio Itajaí, localizada no setor leste de Santa Catarina, com uma variação entre 2,1 e 7,6 mm por década.

Dalagnol et al. (2021) avaliaram os impactos do evento de precipitação extrema no sudeste do Brasil, com epicentro no estado de Minas Gerais. Embora chuvas intensas



sejam comuns na região durante a estação chuvosa, este evento resultou na morte de 56 pessoas, deixou milhares de residentes desabrigados e causou perdas financeiras de milhões de reais devido aos efeitos das inundações e deslizamentos de terra. Estes autores sugerem que as mudanças climáticas antropogênicas tornaram este evento mais de 70% mais provável de ocorrer. Estimamos que mais de 90.000 pessoas ficaram temporariamente sem-teto, e pelo menos 1,3 bilhões de reais foram perdidos nos setores público e privado, dos quais 41% podem ser atribuídos às mudanças climáticas.

Com os avanços em diversas áreas do conhecimento, estes resultados têm sido questionados de forma pouco densa e sem dados que possam refutá-los robustamente. Em relação a isto, podemos desprender que as cidades acometidas pelas chuvas intensas entre o final de abril e início deste mês de maio no Rio Grande do Sul, assim como tantas outras cidades brasileiras, não apresentam o mesmo padrão dos tipos de tempo e atributos climáticos, devido aos efeitos de uma urbanização desordenada, acelerada e corporativista.

Neste contexto, com o cenário de destruição que o Rio Grande do Sul vivenciou em maio de 2024 e partir de todos os diagnósticos climáticos apresentados, urge a necessidade de projetarmos as cidades sob o contexto da crise climática, com uma infraestrutura planejada para atenuar os impactos e avarias decorrentes de uma atmosfera moldada aos efeitos do Antropoceno, período em que há a primazia do domínio das técnicas e das tecnologias de uma sociedade capitalista que antagoniza e explora de modo predatório a natureza.

Essencial para o monitoramento e prevenção de desastres naturais, a o CEMADEN e a Defesa Civil cumprem um papel fundamental na redução de riscos climáticos e, pujantemente, em salvar e resguardar vidas. O negacionismo de uma emergência climática e as negligências de instrumentos e mecanismos legais para minimizar a susceptibilidade de perdas de vidas são uma forma muito peculiar das elites em perpetuar sua visão de descaso frente às classes menos abastadas da população brasileira. O cenário de caos no Rio Grande do Sul é um resultado muito hostil da combinação de descuido com a natureza e com as populações mais vulneráveis e a insensata busca pela produção e concentração de riqueza.

O cruzamento de dados e os mapas apresentados no Boletim 835 do Observatório das Metrópoles (INCT, 2024) e elaborados por André Augustin comparam as áreas inundadas no dia 6 de maio na região metropolitana de Porto Alegre à renda média das

populações conforme Censo do IBGE de 2010, e demonstram que as áreas mais afetadas foram aquelas onde a população possui renda entre 1 e 2 salários-mínimos. Portanto, relacionar mudanças climáticas à negligência socioambiental é reconhecer como os padrões de injustiça social se entrelaçam e criam desigualdades significativas na capacidade das populações de enfrentar e se adaptar aos desafios ambientais contemporâneos diante da nova (des)ordem mundial (HAESBAERT; PORTO-GONÇALVES, 2005).

3.2 Impactos socioespaciais e econômicos das enchentes em Porto Alegre

Com o intuito de refletir sobre desigualdades socioespaciais e como estas foram determinantes para a situação de calamidade vivida no Rio Grande do Sul em decorrência das enchentes de 2024, partiremos do conceito de desigualdades socioespaciais.

Conforme Rodrigues (2007):

“A desigualdade socioespacial é expressão do processo de urbanização capitalista, um produto da reprodução ampliada do capital que se perpetua como condição de permanência da desigualdade social. (...) A desigualdade socioespacial exprime formas e conteúdos da apropriação e da propriedade, da mercadoria terra e das edificações, da cidade mercadoria, da exploração e da espoliação da força de trabalho, da acumulação desigual no espaço, da presença e da, aparentemente paradoxal, ausência do Estado capitalista no urbano (...) A desigualdade socioespacial não é nova, acirra-se com o “sucesso do modo de produção de mercadorias, com a precarização das relações de emprego no mundo do trabalho, com o avanço da tecnologia, com “imagens de cidade-mercadoria competitivas”, incorporadas no imaginário coletivo”.

As desigualdades socioespaciais revelam a presença de classes sociais distintas e as diversas formas de apropriação da riqueza gerada. As desigualdades refletem a dificuldade da maioria dos trabalhadores em encontrar condições adequadas de sobrevivência, e aqui nos referimos à moradia, saúde, segurança, mobilidade e ao acesso à alimentação adequada e saudável. A disparidade entre áreas ricas e áreas pobres é visível na paisagem das cidades. No entanto, não é explícita a compreensão das causas e do conteúdo das crises, problemas, contradições e conflitos que geram estas desigualdades, obscurecendo o conhecimento da complexidade envolvida na produção e consumo do e



no espaço. As desigualdades socioespaciais e a precariedade da reprodução da vida resultam do modo de produção capitalista, ao mesmo tempo que mantêm as condições precárias. O processo de expansão capitalista, ao produzir a cidade e incorporar o espaço produzido pelos trabalhadores, faz prevalecer o valor de troca sobre o valor de uso.

As segregações espaciais se intensificam com a acumulação flexível do capital decorrente da prevalência da ideologia neoliberal. A adoção das políticas neoliberais aumenta as desigualdades, uma vez que intensifica a precarização das relações de trabalho, da privatização de serviços públicos e do acesso focalizado aos equipamentos e meios de consumo coletivo. O programa neoliberal defende que o Estado deve diminuir de tamanho e, ao mesmo tempo, atender às demandas setoriais, o que significa focalizar as assistências e cobrar pela concessão de benefícios. Em contrapartida, os movimentos sociais representam uma oposição ao neoliberalismo, reafirmando o direito universal ao trabalho, à educação, à saúde, à terra para plantar e morar, à igualdade, à universalidade de acesso à moradia, ao saneamento básico, aos transportes coletivos, ao direito à cidade, e à alimentação adequada e saudável.

Enquanto o neoliberalismo insiste na focalização, abordagem utilizada em políticas públicas e programas sociais que visa direcionar recursos e benefícios especificamente para grupos ou indivíduos considerados mais vulneráveis ou necessitados. As lutas dos movimentos sociais defendem que a produção do espaço é social, assim as desigualdades não podem ser resolvidas no e pelo mercado, mas, sim pela promoção de justiça social por intermédio da universalização das políticas públicas e dos programas sociais.

As enchentes em na Região Metropolitana de Porto Alegre, especialmente as ocorridas em maio de 2024, revelam de forma contundente a injustiça espacial presente na cidade. A injustiça espacial refere-se à distribuição desigual dos riscos e recursos no espaço urbano, onde as comunidades mais vulneráveis, geralmente de baixa renda, são desproporcionalmente afetadas por desastres naturais, como as enchentes. Em Porto Alegre, essa disparidade é evidente na maneira como as enchentes impactaram os bairros mais vulneráveis. Bairros como Arquipélago, Navegantes, Humaitá e Vila Farrapos, localizados próximos às margens dos rios Guaíba, Gravataí e Sinos, sofreram severamente com as inundações. Essas áreas, caracterizadas por uma maior concentração de habitações precárias e infraestrutura deficiente, enfrentaram alagamentos intensos que destruíram casas, deslocaram famílias e interromperam serviços essenciais. A falta de um

planejamento urbano adequado e de sistemas eficazes de drenagem nessas regiões exacerbou a vulnerabilidade dos moradores, muitos dos quais já viviam em condições de precariedade, como podemos observar nos mapas elaborados pelo Observatório das Metrópoles apresentado abaixo (**Figura 4**).

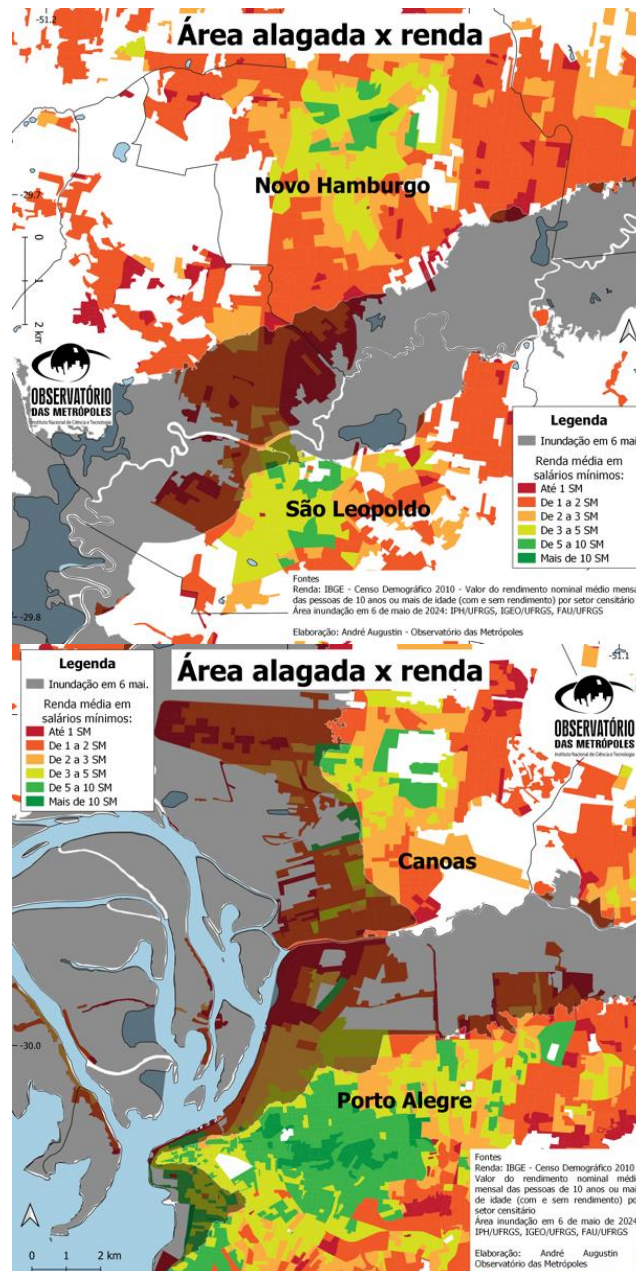


Figura 4: Área alagada em 2024 na região metropolitana de Porto Alegre e renda.
 Fonte: André Augustin/Núcleo de Porto Alegre do Observatório das Metrópoles (2024).

A injustiça espacial em na região Metropolitana de Porto Alegre é evidenciada não apenas pela localização dessas comunidades em áreas de risco, mas também pela insuficiência das respostas emergenciais e das políticas de longo prazo para mitigar esses



riscos. Enquanto bairros de classes mais altas, situados em áreas mais elevadas e com melhor infraestrutura, sofreram menos danos e tiveram acesso mais rápido a recursos de recuperação, as comunidades dos bairros mais afetados enfrentaram demora na assistência e dificuldades na reconstrução de suas vidas. Essa desigualdade no acesso a recursos e proteção intensifica a marginalização social e econômica dessas populações.

Além disso, a destruição de infraestrutura comunitária e a interrupção de serviços básicos nos bairros mais afetados tiveram um impacto profundo e duradouro. Escolas e postos de saúde foram inundados, dificultando o acesso a educação e cuidados médicos. A perda de bens materiais e a contaminação de águas potáveis aumentaram a vulnerabilidade sanitária, expondo os moradores a doenças. Esses fatores ressaltam a necessidade urgente de políticas públicas que não apenas respondam aos desastres de forma mais equitativa, mas também abordem as causas estruturais da injustiça espacial em Porto Alegre, promovendo um desenvolvimento urbano mais inclusivo e resiliente.

As enchentes em Porto Alegre em 2024 ilustram de maneira clara a injustiça espacial na cidade. Os bairros mais afetados, como Arquipélago, Navegantes, Humaitá e Vila Farrapos, sofrem desproporcionalmente devido à sua localização em áreas de risco e à insuficiência de infraestrutura e serviços. Abordar essa injustiça requer um compromisso renovado com políticas urbanas inclusivas que priorizem a equidade e a resiliência das comunidades mais vulneráveis.

5. Conclusões

O aumento da frequência e intensidade das chuvas têm gerado severos impactos ambientais, sociais e econômicos globalmente. Em específico, as fortes chuvas observadas no Rio Grande do Sul durante as primeiras semanas de maio de 2024 resultaram em inundações e deslizamentos de terra, ocasionando 179 mortes, 33 desaparecidos e mais de 2,3 milhões de pessoas afetadas, conforme os dados da Defesa Civil do estado do Rio Grande do Sul.

Um dos principais corpos hídricos da região, o rio Guaíba recebeu totais pluviais excepcionais, contribuindo para níveis históricos de vazão e, conseqüentemente, as inundações em Porto Alegre e cidades adjacentes. Analisando a condição sinótica, observou-se uma combinação de temperaturas elevadas no Oceano Atlântico Sul e a influência persistente do El Niño, que intensificou os Jatos em Baixos Níveis e os Jatos Subtropicais que, associados a um bloqueio atmosférico sobre o Brasil Central, foram



determinantes para a ocorrência das precipitações anômalas e intensas. Em várias localidades do Rio Grande do Sul, os totais de precipitação superaram os valores normais históricos, que causaram estragos materiais e perdas humanas consideráveis.

O aumento da temperatura média anual e a intensificação das chuvas fortes e concentradas em Porto Alegre e em outras cidades da região refletem uma tendência geral de aumento dos indicadores climáticos extremos. A elevação da temperatura máxima anual, o aumento da frequência de ondas de calor e a intensificação das chuvas intensas são indicativos de uma mudança climática, exacerbada por fatores como a urbanização desordenada e as mudanças nos tipos de uso e ocupação do solo. Os impactos das mudanças climáticas destacam a necessidade urgente de um planejamento urbano e uma infraestrutura resiliente, capaz de mitigar os impactos adversos da crise climática. No entanto, o verifica-se um descompasso entre a urgência climática e a capacidade de resposta das instituições, exacerbado por cortes orçamentários e falta de planejamento, demonstra a necessidade de enfrentar a emergência climática de uma forma mais robusta e integrada.

Em suma, os setores mais afetados pelas inundações em Porto Alegre eram majoritariamente habitados por populações de baixa renda, evidenciando como as injustiças socioambientais e a falta de infraestrutura adequada amplificam as vulnerabilidades das comunidades de baixa renda. Sendo assim, destaca-se a urgência de políticas públicas que integrem a equidade social e ambiental, com a finalidade de uma adaptação eficaz às mudanças climáticas.

Referências

- ÁVILA, A.; JUSTINO, F.; WILSON, A.; BROMWICH, D.; AMORIM, M. Recent precipitation trends, flash floods and landslides in southern Brazil. **Environmental Research Letters**, v.11, n.11, p.1-13, 2016. DOI: 10.1088/1748-9326/11/11/114029
- BLANK, D.M.P. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. **Mercator**, Fortaleza, v.14, n.2, p.157-172, 2015. DOI: 10.4215/RM2015.1402.0010
- CORREA, M.G.G.; GALVANI, E. O impacto do ENOS na variabilidade temporal da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Piquiri-PR. **Revista do Instituto Geológico**, v.41, n.3, p.21-33, 2020. DOI: 10.33958/revig.v41i3.717
- DALAGNOL, R.; GRAMCIANINOV, C.B.; CRESPO, N.M.; CRESPO, N.M.; LUIZ, R.; CHIQUETTO, J.B.; MARQUES, M.T.A.; DOLIF NETO, G.; ABREU, R.C.; LI, S.; LOTT, F.C.; ANDERSON, L.O.; SPARROW, S. Extreme rainfall and its impacts in the Brazilian Minas Gerais state in January 2020: Can we blame climate change? **Climate Resilience and Sustainability**, v.1, n.1, p.1-15, 2021. DOI: 10.1002/cli2.15
- DEFESA CIVIL – RS. 2024. Defesa Civil atualiza balanço das enchentes no RS – 01/7. Disponível em: <<https://www.defesacivil.rs.gov.br/defesa-civil-atualiza-balanco-das-enchentes-no-rs-10-6-9h-6671eb9e34066-6679e4a1759fd-667dc83f8db7f-6682af309d833>>. Acesso em: 01 de julho de 2024.



ANAIS do 5º Seminário Nacional de Geografia Econômica e Social
O MUNDO ATUAL: TRANSFORMAÇÕES NA GEOGRAFIA ECONÔMICA E SOCIAL
Foz do Iguaçu 12 a 17 de agosto de 2024

- DIAS, M.F.A.; DIAS, J.; CARVALHO, L.M.V.; FREITAS, E.D.; DIAS, P.L.S. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, v.116, n.3-4, p.705-722, 2013. DOI: 10.1007/s10584-012-0504-7
- FRAME, D.J.; ROSIER, S.M.; NOY, I.; HARRINGTON, L.J.; CARE-SMITH, T.; SPARROW, S.N.; STONE, D.A.; DEAN, S.M. Climate change attribution and the economic costs of extreme weather events: a study on damages from extreme rainfall and drought. **Climatic Change**, v.162, n.2, p.781-797, 2020. DOI: 10.1007/s10584-020-02729-y
- GOMIS- CEBOLLA, J.; RATTAYOVA, V.; SALAZAR-GALÁN, S.; FRANCÉS, F. Evaluation of ERA5 and ERA5-Land reanalysis precipitation datasets over Spain (1951–2020). **Atmospheric Research**, v.284, e-106606, 2023. DOI: 10.1016/j.atmosres.2023.106606
- HAESBAERT, R.; PORTO-GONÇALVES, C.W. **A nova des-ordem mundial**. 1ª Edição. São Paulo: Editora UNESP, 2005. 157p.
- HERSBACH, H.; BELL, B.; BERRISFORD, P.; HIRAHARA, S.; HORÁNYI, A.; MUÑOZ-SABATER, J.; NICOLAS, J.; PEUBEY, C.; RADU, R.; SCHEPERS, D.; SIMMONS, A.; SOCI, C.; ABDALLA, S.; ABELLAN, X.; BALSAMO, G.; BECHTOLD, P.; BIAVATI, G.; BIDLO, J.; BONAVITA, M.; DE CHIARA, G.; DAHLGREN, P.; DEE, D.; DIAMANTAKIS, M.; DRAGANI, R.; FLEMMING, J.; FORBES, R.; FUENTES, M.; GEER, A.; HAIMBERGER, L.; HEALY, S.; HOGAN, R.J.; HÓLM, E.; JANISKOVÁ, M.; KEELEY, S.; LALOYAU, P.; LOPEZ, P.; LUPU, C.; RADNOTI, G.; ROSNAY, P.; ROZUM, I.; VAMBOR, F.; VILLAUME, S.; THÉPAUT, J.N. The ERA5 global reanalysis. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.146, n.730, p.1999-2049, 2020. DOI: 10.1002/qj.3803
- INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). **BDMEP (Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa)**. 2024. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>. Acesso em 04 de junho de 2024.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 2021. DOI: 10.1017/9781009157896.
- KIRSCH, H.M.; SCHNEIDER, S. Vulnerabilidade social às mudanças climáticas em contextos rurais. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, v.31, n.91, p. e319106, 2016. DOI: 10.17666/319106/2016
- MURARA, P.; ACQUAOTTA, F.; GARZENA, D.; FRATIANNI, S. Daily precipitation extremes and their variations in the Itajaí River Basin, Brazil. **Meteorology and Atmospheric Physics**, v.131, n.4, p.1145-1156, 2019. DOI: 10.1007/s00703-018-0627-0
- NASCIMENTO-JÚNIOR, L.; SANT'ANNA NETO, J.L. Contribuição aos estudos da precipitação no estado do Paraná: a oscilação decadal do Pacífico - ODP. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, v.35, n.2, p.314-343, 2016. DOI: 10.5380/raega.v35i0.42048
- OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES**. Núcleo Porto Alegre analisa os impactos das enchentes na população pobre e negra do Rio Grande do Sul. Observatório das Metrópoles, Porto Alegre, 2023. Disponível em: https://www.observatoriodasmetrolopoles.net.br/nucleo-porto-alegre-analisa-os-impactos-das-enchentes-na-populacao-pobre-e-negra-do-rio-grande-dosul/?utm_source=Boletim&utm_medium=Email&utm_campaign=835&utm_content=N%C3%BAcleo+Porto+Alegre+analisa+os+impactos+das+enchentes+na+popula%C3%A7%C3%A3o+pobre+e+negra+do+Rio+Grande+do+Sul. Acesso em: 27 de junho de 2024.
- PEDRON, I.T.; SILVA DIAS, M.A.F.; PAULA DIAS, S.; CARVALHO, L.M.V.; FREITAS, E.D. Trends and variability in extremes of precipitation in Curitiba - Southern Brazil. **International Journal of Climatology**, v.37, n.3, p.1250-1264, 2017. DOI: 10.1002/joc.4773
- REGOTO, P.; DEREZYNSKI, C.; CHOU, S.C.; BAZZABEKAM, A.C. Observed changes in air temperature and precipitation extremes over Brazil. **International Journal of Climatology**, v.41, n.11, p.5125-5142, 2021. DOI: 10.1002/joc.7119
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. 2017. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <www.r-project.org>, ISBN 3-900051-07-0. Acesso em 24 de março de 2023.
- RODRIGUES, A. M. Desigualdades socioespaciais – A luta pelo direito à cidade. **Cidades**, v.4, n.6, p.73-88, 2007.
- TERASSI, P.M.B.; OSCAR-JÚNIOR, A.C.S.; GALVANI, E.; OLIVEIRA JUNIOR, J.F.; SOBRAL, B.S.; BIFFI, V.H.R.; GOIS, G. Daily rainfall intensity and temporal trends in eastern Paraná state - Brazil. **Urban Climate**, v.42, p.101090, 2022. DOI: 10.1016/j.uclim.2022.101090
- TRENBERTH, K.; FASULLO, J.; SHEPHERD, T. Attribution of climate extreme events. **Nature Climate Change**, v.5, p.725-730, 2015. DOI: 10.1038/nclimate2657



ANAIS do 5º Seminário Nacional de Geografia Econômica e Social
O MUNDO ATUAL: TRANSFORMAÇÕES NA GEOGRAFIA ECONÔMICA E SOCIAL
Foz do Iguaçu 12 a 17 de agosto de 2024

- WOLLMANN, C. A. Enchentes no Rio Grande do Sul do Século XXI. **Mercator (Fortaleza)**, v.13, n.1, p.79-91, 2014. DOI: 10.4215/RM2014.1301.0006
- ZANELLA, M.E. Eventos pluviométricos intensos e impactos gerados na cidade de Curitiba/PR - Bairro Cajuru: um destaque para as inundações urbanas. **Mercator**, v.5, n.9, p.61-74, 2006. DOI:10.4215/RM0000.0000.0000
- ZHANG, X. YANG, F. RClimDex (1.0) - User Manual. **Climate Research Branch Environment Canada Downsview**, Ontario, Canadá, 2004.22p.