

Entre o Clima e a Cidade: análise das ocorrências em áreas de riscos climáticos na cidade de Fortaleza

Rômulo Andrade da Silva | Analista de Planejamento e Gestão

Raynara dos Santos Silva | Gerente do Observatório

1 INTRODUÇÃO

Os desastres de origem climática em áreas urbanas vêm se intensificando nas últimas décadas, tanto em frequência quanto em impacto, evidenciando a vulnerabilidade estrutural e social das grandes cidades brasileiras. Em Fortaleza, essa vulnerabilidade manifesta-se de forma desigual no território, com forte concentração de ocorrências notificadas em determinados bairros. Entre os anos de 2021 e 2024, a Defesa Civil de Fortaleza registrou mais de 6 mil notificações de eventos adversos na cidade, como alagamentos, risco de desabamento e solapamentos de vias, refletindo uma dinâmica urbana marcada por falhas de infraestrutura, ocupações em áreas de risco e desigualdade socioespacial.

A análise da distribuição das ocorrências nos bairros evidencia forte assimetria e presença de outliers, indicando que parte expressiva dos registros se concentra em poucos bairros. Esses outliers não representam meras anomalias estatísticas, mas revelam padrões de vulnerabilidade persistentes. Ademais, a persistência temporal de registros em áreas específicas — em três ou quatro anos consecutivos — confirma a existência de zonas críticas que funcionam como epicentros de risco estrutural crônico, onde intervenções pontuais têm se mostrado insuficientes.

Nesse contexto, compreender a espacialização das ocorrências e o perfil estatístico de sua distribuição é essencial não apenas para o diagnóstico da vulnerabilidade urbana, mas também para orientar políticas públicas sob a ótica da justiça climática. A identificação dos bairros mais afetados e da população residente em áreas de risco de inundação fornece subsídios estratégicos para o planejamento territorial baseado em evidências e a priorização racional de investimentos em infraestrutura.

2 DADOS E METODOLOGIA

A metodologia adotada neste estudo buscou integrar análises estatísticas descritivas, avaliação espacial e da persistência das ocorrências e estimativas populacionais em áreas de risco, de modo a oferecer uma visão abrangente da dinâmica dos eventos adversos em Fortaleza. Para isso, partiu-se dos dados de registros da Defesa Civil de Fortaleza entre 2021 e 2024, que foram sistematizados e submetidos a procedimentos de análise estatística e espacial.

Inicialmente, foi realizada a caracterização das ocorrências, considerando sua distribuição por bairros e a variação entre anos. Essa etapa envolveu o uso de gráficos de dispersão e boxplot, que possibilitaram identificar padrões de densidade e dispersão, além

de destacar a presença de valores discrepantes, permitindo reconhecer os bairros mais críticos em termos de concentração de eventos.

A análise espacial das ocorrências foi realizada por meio da Estimativa de Densidade de Kernel (KDE), técnica amplamente utilizada para identificar padrões de concentração de eventos pontuais no espaço geográfico. O método consiste em calcular uma superfície contínua de densidade, ponderando a influência de cada ponto em função de uma função núcleo (kernel) e de um raio de busca (bandwidth), que define o alcance da influência espacial. Neste estudo, aplicou-se a função núcleo gaussiana, considerando o raio adaptado à escala urbana de Fortaleza, de modo a evidenciar aglomerados de ocorrências e áreas críticas de risco climático. Essa abordagem permite diferenciar zonas com alta intensidade de notificações, os hotspots.

Na sequência, avançou-se para a avaliação da persistência temporal, identificando os locais em que as ocorrências se repetiram de forma contínua ao longo de três e quatro anos consecutivos. A repetição aqui analisada levou em consideração os pontos dos anos subsequentes que interseccionam em até 20 metros os pontos registrados no ano base. Esses pontos de recorrência foram considerados zonas críticas de risco estrutural e representados em mapas temáticos, que permitem visualizar a continuidade espacial dos problemas em diferentes regiões da cidade. Os dados foram processados no software R e projetados para o sistema SIRGAS 2000 / UTM zona 24S (EPSG:31985), assegurando análises métricas de proximidade.

Paralelamente, buscou-se compreender a dimensão socioambiental do risco por meio da delimitação de áreas vulneráveis. Foram utilizadas camadas geoespaciais oficiais, incluindo assentamentos precários e limites de bairros, obtidas em bases institucionais públicas, de modo a sobrepor a ocorrência dos desastres às áreas caracterizadas por precariedade urbana. Essa sobreposição possibilitou refinar a identificação das regiões em que o risco é mais intenso e estruturalmente condicionado pelas desigualdades urbanas.

Por fim, para incorporar a dimensão populacional, procedeu-se à estimativa do número de pessoas residentes em áreas de risco de inundação. Para tal, empregaram-se dados censitários do IBGE de 2022, vinculados à malha de setores censitários do município de Fortaleza. As informações populacionais foram cruzadas com as áreas de risco definidas pela Defesa Civil e pela FUNCEME, incluindo regiões classificadas com níveis alto e muito alto de suscetibilidade a alagamentos, além da bacia de inundação do Rio Cocó. A interseção entre setores censitários e áreas de risco permitiu estimar a população residente exposta diretamente, possibilitando dimensionar o alcance humano da vulnerabilidade identificada.

Essa abordagem combinada, articulando estatísticas descritivas, mapeamento da persistência temporal e espacial, delimitação de áreas vulneráveis e estimativas populacionais, permitiu não apenas caracterizar a assimetria na distribuição das ocorrências, mas também revelar a sobreposição entre riscos ambientais e contextos urbanos de precariedade. Dessa forma, foi possível traduzir parte da complexidade do problema em subsídios concretos para a formulação de políticas públicas voltadas à prevenção, mitigação e enfrentamento dos desastres socioambientais em Fortaleza.

3 RESULTADOS

3.1 Distribuição espacial da tipologia dos eventos adversos climáticos

Foram utilizados registros georreferenciados das ocorrências de desastres da Defesa Civil de Fortaleza entre 2021 e 2024. As categorias de notificações analisadas foram resumidas em 5 tipos de eventos (ver tabela 1):

Tabela 1: Notificações de eventos adversos por tipologia

Tipologia	2021	2022	2023	2024	Percentual
Alagamento/Inundação	117	168	80	224	10%
Desabamento	1.285	1.271	970	1.158	81%
Deslizamento/Solapamento	2	18	11	38	1%
Explosão/Incêndio	94	100	84	76	6%
Outros	13	30	28	29	2%
Total	1.511	1.587	1.173	1.525	100%

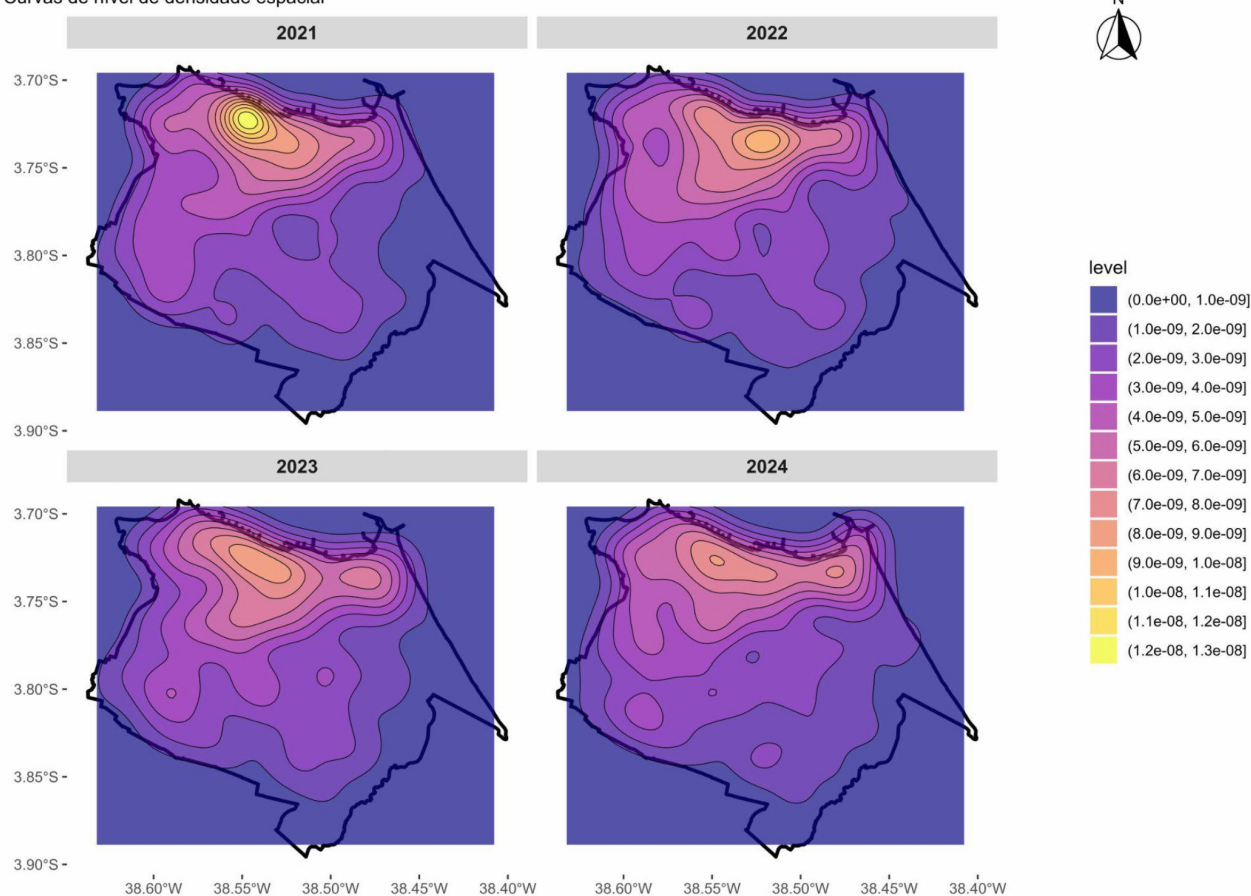
Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

A partir da tabela, verifica-se que os **desabamentos** constituíram o evento mais recorrente em todo o período analisado, com mais de 900 registros anuais, correspondendo a 81% das notificações realizadas nos quatro anos. **Alagamentos/Inundações** apresentaram forte variação, com redução significativa em 2023 (80 casos) e pico em 2024 (224 casos). Os **deslizamentos/solapamentos** mantiveram números relativamente baixos, mas com tendência de aumento ao longo dos anos. As ocorrências de **explosão/incêndio** apresentaram uma redução nos últimos 3 anos, representando 6% do total de ocorrências no período. A categoria **outros** apresentou participação pouco expressiva, mas com leve crescimento em relação a 2021 e permanecendo estável desde então. Observa-se, contudo, padrões distintos de frequência para cada tipo de evento.

Em relação a distribuição espacial das ocorrências por tipo de evento, a análise se baseou na metodologia de Estimativa de Densidade por Kernel (*Kernel Density Estimation – KDE*) para analisar a distribuição espacial do fenômeno, permitindo a visualização de áreas com alta concentração de eventos. Essa técnica é especialmente útil em estudos de geoprocessamento, nos quais a representação visual de dados espaciais é crucial para a tomada de decisões. O funcionamento do Kernel Density Estimation baseia-se na aplicação de uma função kernel, que é uma função suave e contínua, sobre cada ponto de dados em um conjunto (utilizou-se aqui a função kernel gaussiano bivariado). O KDE soma as contribuições de todos os pontos, resultando em uma superfície de densidade que representa a probabilidade de encontrar um ponto em uma determinada área (a largura de banda foi definida automaticamente pela regra de Silverman, com base na variabilidade dos dados). Essa abordagem permite identificar padrões espaciais e áreas de concentração de eventos de forma visual e intuitiva.

Figura 1: Densidade espacial das ocorrências notificadas de eventos adversos climáticos

Curvas de nível de densidade espacial



Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

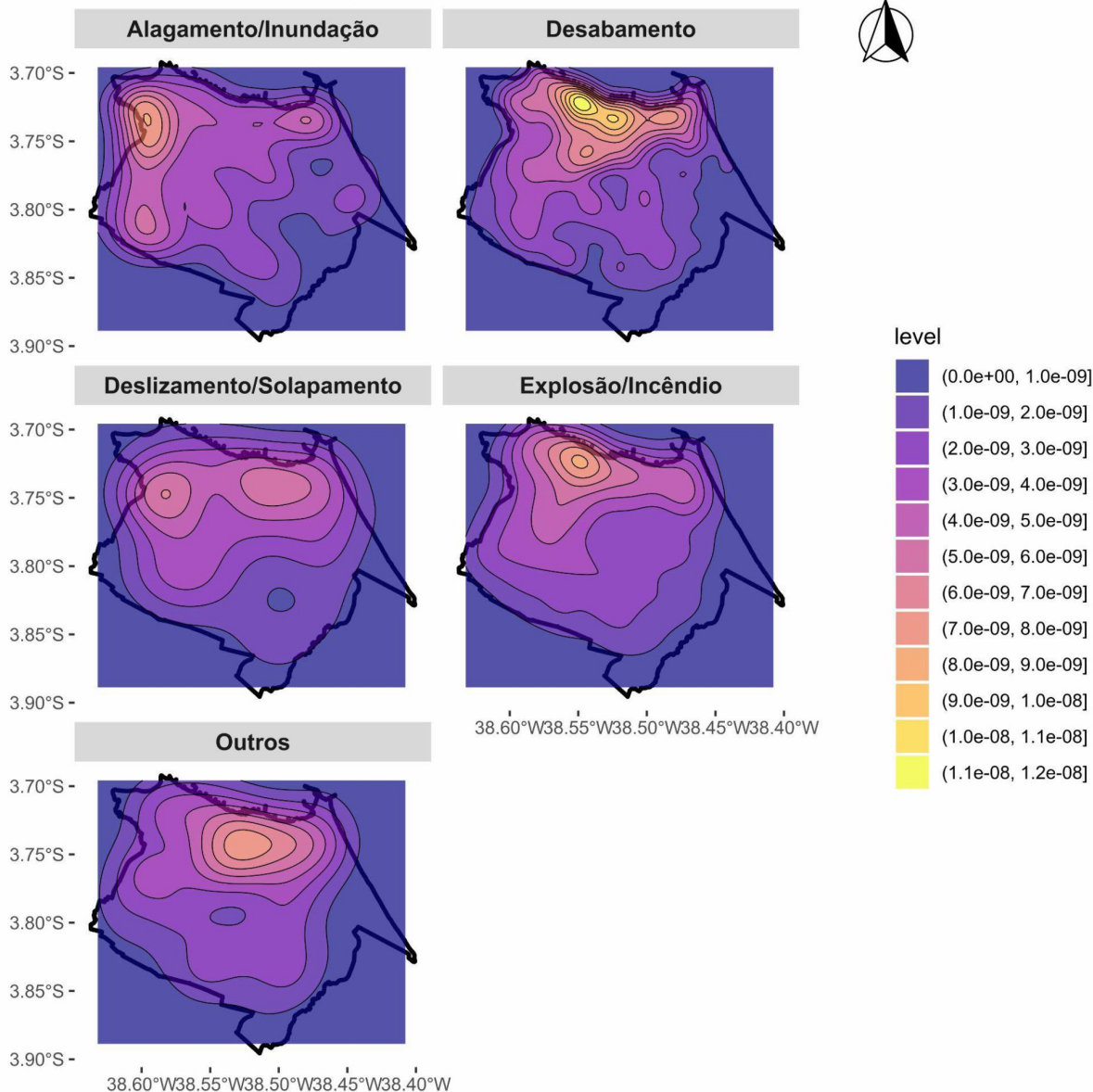
A análise de densidade espacial das ocorrências registradas pela Defesa Civil evidencia concentração de eventos em determinadas regiões do município. Em todos os tipos de ocorrência, observa-se maior intensidade na faixa norte e centro-norte da cidade, indicando a presença de áreas mais vulneráveis a diferentes ameaças.

Eventos de **alagamento/inundação** apresentam concentração predominante na porção noroeste e centro-norte, áreas as quais, geralmente, se localizam em cotas altimétricas mais baixas, próximas a cursos d'água (Rio Maranguapinho) e sujeitas a possíveis deficiências no sistema de drenagem pluvial (ver figura 3). O padrão espacial do risco evidencia que os núcleos mais críticos de ocorrências, caracterizados pelas maiores densidades de registros, concentram-se em áreas mais planas e deprimidas do relevo. Nesses locais, o escoamento superficial da água pode encontrar limitações, favorecendo o acúmulo e a permanência de volumes significativos, o que potencializa a ocorrência de alagamentos e inundações. Em contraste, as regiões situadas em cotas mais elevadas, especialmente aquelas acima de 60 metros, apresentam menor incidência de notificações. Esse comportamento sugere que o relevo exerce um papel fundamental como fator de

proteção natural, uma vez que áreas mais altas permitem maior escoamento das águas, reduzindo a vulnerabilidade a eventos associados a chuvas intensas.

Figura 2: Densidade espacial das ocorrências notificadas de eventos adversos climáticos por tipologia

Curvas de nível de densidade espacial

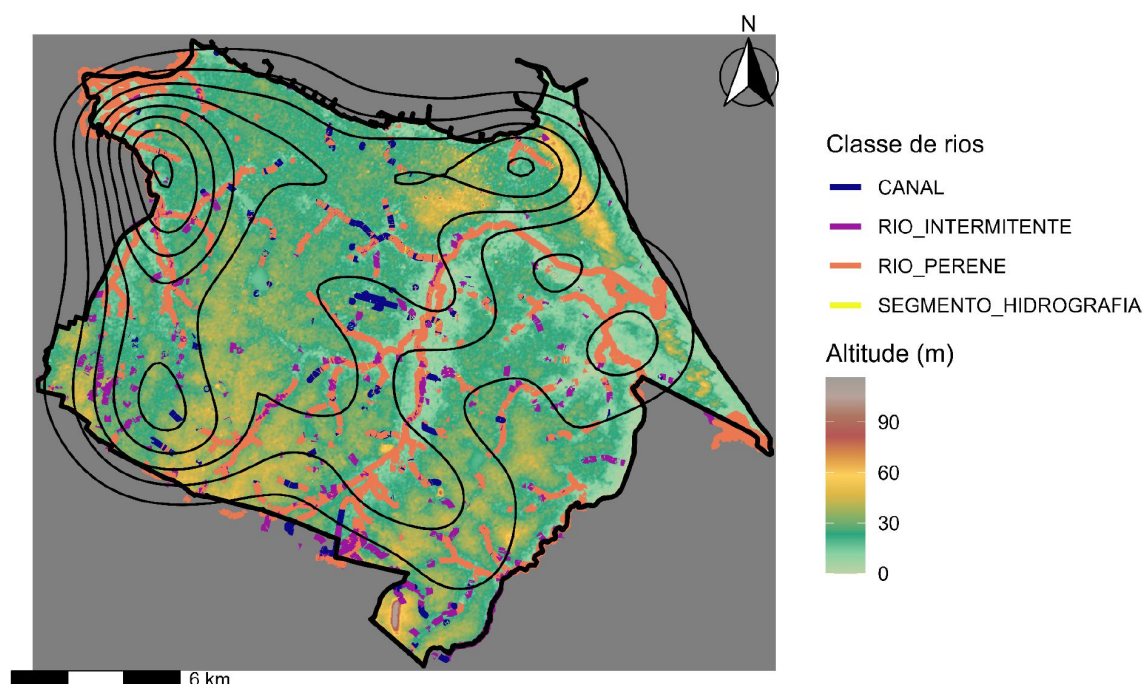


Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

No que diz respeito aos **desabamentos**, a maior incidência ocorre no extremo norte, sugerindo a presença de edificações e infraestruturas mais antigas e suscetíveis, em áreas próximas ao litoral. Já no tocante aos **deslizamentos/solapamentos**, apesar de distribuição mais difusa, observa-se maior densidade no norte e nordeste, coincidindo parcialmente com as áreas de maior incidência de desabamentos. No que se refere a **explosão/incêndio**, a

concentração segue padrão similar ao dos alagamentos, indicando relação com zonas densamente povoadas e possivelmente com infraestrutura elétrica e de gás mais antiga ou sobrecarregada. Por fim, a categoria **outros** mantém o padrão de concentração na faixa norte, reforçando a tendência de vulnerabilidade generalizada nessa porção do município.

Figura 3: Topografia do Município de Fortaleza e Densidade de Ocorrências de Alagamentos (2021–2024)



Fonte: Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), via Amazon Web Services (AWS) Terrain Tiles/Fortaleza em Mapas. Elaboração: Ipplan/Diobs.

3.2 Distribuição das ocorrências nos bairros - Fatores estruturais e sociais por trás da assimetria

A tabela 2 a seguir apresenta as medidas descritivas das ocorrências registradas entre os anos de 2021 e 2024. Observa-se um padrão estatístico marcado por forte assimetria à direita e pela presença de outliers, o que sugere uma distribuição desigual entre os bairros de Fortaleza ao longo dos anos. Nota-se que o número total de ocorrências varia relativamente pouco entre os anos (de um mínimo de 1.173 em 2023 a um máximo de 1.587 em 2022), os valores máximos dentro dos bairros se destacam em todos os períodos. Em 2021, por exemplo, o bairro Centro apresentou 74 ocorrências, enquanto a mediana foi de apenas 9. Essa discrepância é ainda mais acentuada em 2022, quando o número máximo chegou a 89 ocorrências, frente a uma mediana de 12, evidenciando que poucos bairros concentram um número desproporcional de muitos registros, caracterizando a assimetria.

Esse padrão se mantém nos anos seguintes: em 2023, o valor máximo foi 62, com uma mediana de 8 e em 2024 o máximo chegou a 66, com mediana 10.

Tabela 2: Principais medidas das ocorrências nos bairros. Fonte: Defesa Civil de Fortaleza.

Ano	Total Ocorrências	Min	Média	1ºQuartil	Mediana	3ºQuartil	Max	Total de bairros	Bairros sem ocorrências
2021	1.511	1	12,59	6	9	15	74	120	1 Guajeru
2022	1.587	1	13,34	6	12	17	89	119	1 Salinas 2 De Lourdes
2023	1.173	1	9,94	5	8	12	62	118	1 Cambeba 2 Jardim Cearense 3 Parque Santa Rosa
2024	1.525	1	12,92	6	10	16	66	118	1 Curió 2 Parque São José 3 De Lourdes

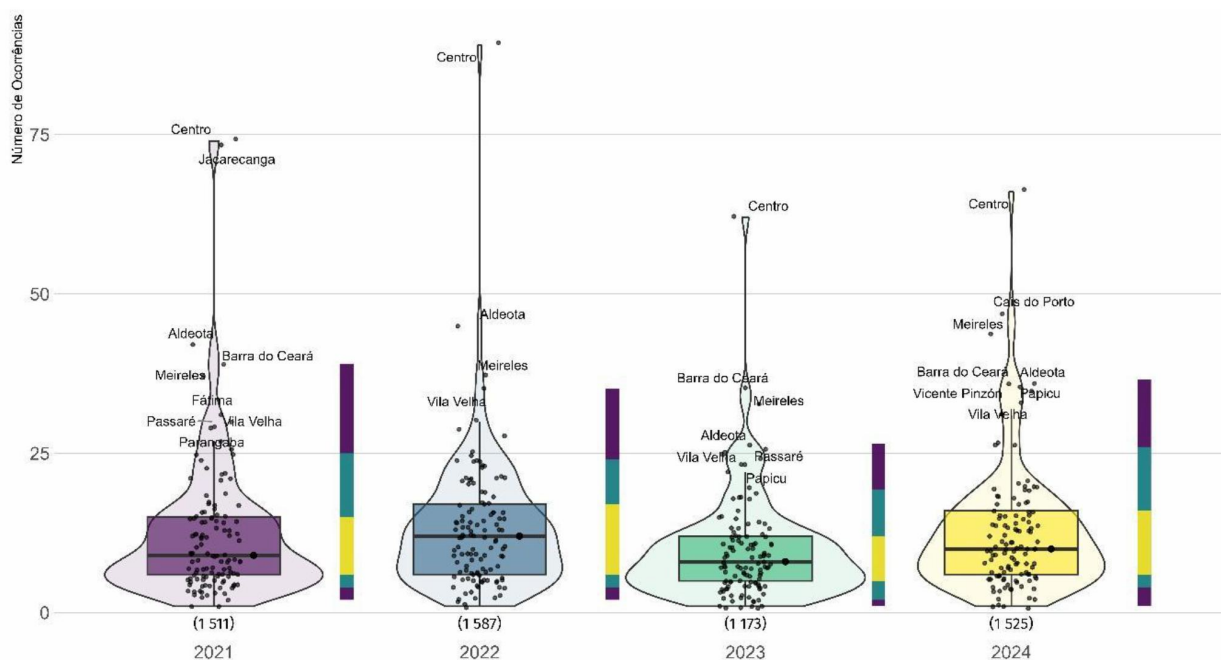
Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

Essas diferenças entre as medidas de tendência central (média e mediana) e os valores extremos, bem como a densidade das notificações de ocorrências nos bairros em forma de “violino”, revelam uma característica forte de assimetria à direita, com coeficientes elevados ao longo dos anos analisados: 2,86 (2021), 3,34 (2022), 2,66 (2023) e 2,10 (2024) (coeficiente de assimetria de Fischer ajustado¹). Ou seja, isto indica que grande parte dos bairros apresentou baixa quantidade de ocorrências, enquanto poucos bairros concentram altos números.

No entanto, a concentração nos extremos superiores da distribuição — representada por bairros outliers — não deve ser tratada como simples anomalia estatística. Pelo contrário, ela fornece pistas importantes sobre o padrão desigual de vulnerabilidade e resposta entre diferentes regiões da cidade.

¹ Valores próximos de zero indicam simetria, entre -1 e 1; valores positivos indicam cauda à direita (ou assimetria positiva) e negativos, cauda à esquerda. Resultados fora do intervalo entre -1 e 1 indicam alto grau de assimetria (JOANES; GILL, 1998)

Figura 4: Distribuição das ocorrências de eventos adversos climáticos nos bairros



Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

Nota: A faixa amarela da coluna representa a concentração de 50% das quantidades de ocorrências nos bairros, os extremos da faixa verde concentram 80%, e da faixa roxa 95%. Os números de ocorrências nos bairros que se desviaram muito dos demais, ou seja, os pontos fora do padrão (outliers) foram identificados nominalmente. O formato de “violino” mostra a densidade das ocorrências em cada faixa de valor ao longo dos anos.

Tabela 3: Bairros com notificações discrepantes (outliers)

Ordem	2024			2023		
	BAIRRO	Qtd.	PERCENTIL	BAIRRO	Qtd.	PERCENTIL
1	Centro	66	100%	Centro	62	100%
2	Cais do Porto	47	99%	Barra do Ceará	35	99%
3	Meireles	44	98%	Meireles	33	98%
4	Aldeota	36	97%	Aldeota	26	97%
5	Barra do Ceará	36	97%	Passaré	26	97%
6	Papicu	35	96%	Jacarecanga	25	96%
7	Vicente Pinzón	35	96%	Vicente Pinzón	25	96%
8	Vila Velha	33	94%	Fátima	24	94%
9				Papicu	23	93%
10				Vila Velha	23	93%
Ordem	2022			2021		
	BAIRRO	Qtd.	PERCENTIL	BAIRRO	Qtd.	PERCENTIL
1	Centro	89	100%	Centro	74	100%
2	Aldeota	45	99%	Jacarecanga	73	99%
3	Meireles	37	98%	Aldeota	42	98%

4	Vila Velha	35	97%	Barra do Ceará	39	98%
5				Meireles	37	97%
6				Fátima	31	96%
7				Passaré	30	95%
8				Parangaba	29	94%
9				Vila Velha	29	94%
10						

Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

Nota: Percentil é uma medida que indica a posição relativa de um valor dentro de um conjunto de dados ordenado. Divide-se os dados em 100 partes iguais, de forma que, por exemplo, o percentil 70 significa que aproximadamente 70% dos valores são inferiores a este ponto.

Duas hipóteses principais ajudam a explicar esse comportamento assimétrico. A primeira está relacionada à presença de edificações antigas, irregulares (propícias ao desabamento), áreas que podem ocorrer extrapolação da capacidade dos sistemas de drenagem e urbanização desordenada. Bairros com ocupações urbanas desordenadas, construções fora dos padrões técnicos e infraestrutura precária — como ausência de drenagem adequada, contenções e habitações em encostas ou margens de rios — tendem a ser mais suscetíveis a eventos como chuvas intensas, alagamentos e deslizamentos. Essa maior exposição gera uma quantidade desproporcional de registros, contribuindo para a cauda longa da distribuição.

A segunda hipótese envolve a subnotificação em alguns territórios. Nesses bairros, muitos eventos podem não ser registrados por limitações de conhecimento dos canais de comunicação com o poder público e/ou baixa mobilização social. A ausência de notificações, portanto, pode não refletir a ausência de impacto, mas sim a fragilidade institucional dessas localidades. Esse fenômeno achata artificialmente a base da distribuição, intensificando ainda mais a assimetria.

Contudo, a análise evidencia um cenário em que as ocorrências estão fortemente concentradas em poucos bairros, enquanto a maioria apresenta baixos registros ou nenhum. Tal distribuição deve ser considerada em políticas públicas e estratégias de prevenção, já que a concentração em determinadas áreas pode estar relacionada a fatores estruturais, sociais ou territoriais específicos.

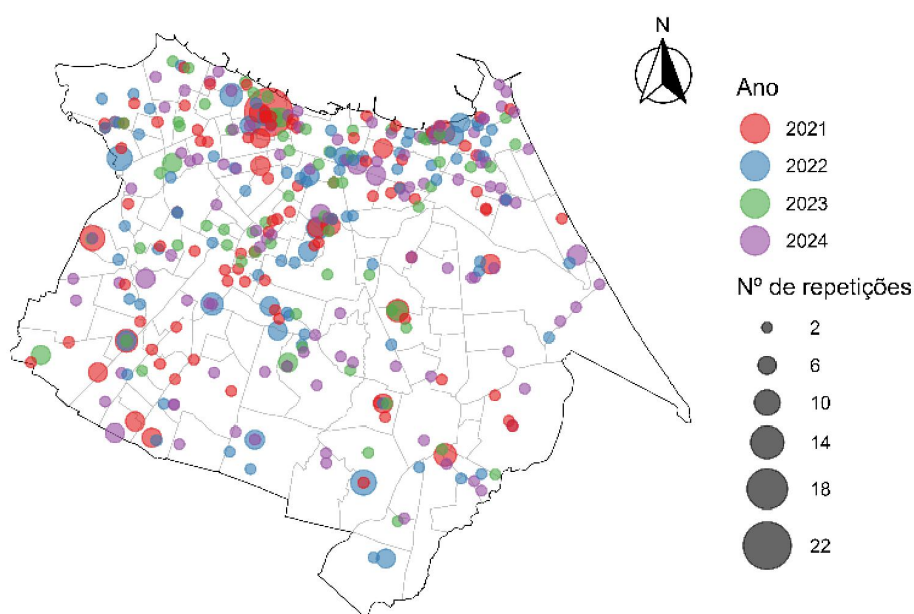
Os bairros identificados como outliers — com quantitativo de notificações muito acima da média dos outros bairros —, tabela 2, podem representar tanto locais com alta vulnerabilidade física quanto regiões com maior capacidade de registrar, comunicar e responder aos eventos. Isto é, a ocorrência de outliers revela não apenas a intensidade dos impactos, mas também as disparidades no acesso à institucionalidade e aos meios de notificações.

Além disso, nota-se a existência de bairros sem nenhuma ocorrência registrada ao longo do ano, o que também reforça a heterogeneidade territorial dos dados. A recorrência de certos bairros entre os que não registraram ocorrências (como *De Lourdes*, que aparece tanto em 2022 quanto em 2024) pode indicar áreas com baixa vulnerabilidade.

3.3 Persistência das ocorrências (recorrência)

A análise da persistência das ocorrências permite destacar as áreas mais vulneráveis de Fortaleza com base na frequência que os mesmos locais são atingidos ao longo do tempo. Essa perspectiva temporal é essencial para diferenciar eventos isolados de situações crônicas, que revelam falhas estruturais e ambientais não solucionadas por ações pontuais. Quando um ponto apresenta registros repetidos de desastres no mesmo ano e até em anos consecutivos pode tratar-se de um indicativo de risco sistêmico que exige intervenção prioritária.

Figura 5: Repetições de notificações na mesma coordenada e ano – Fortaleza



Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

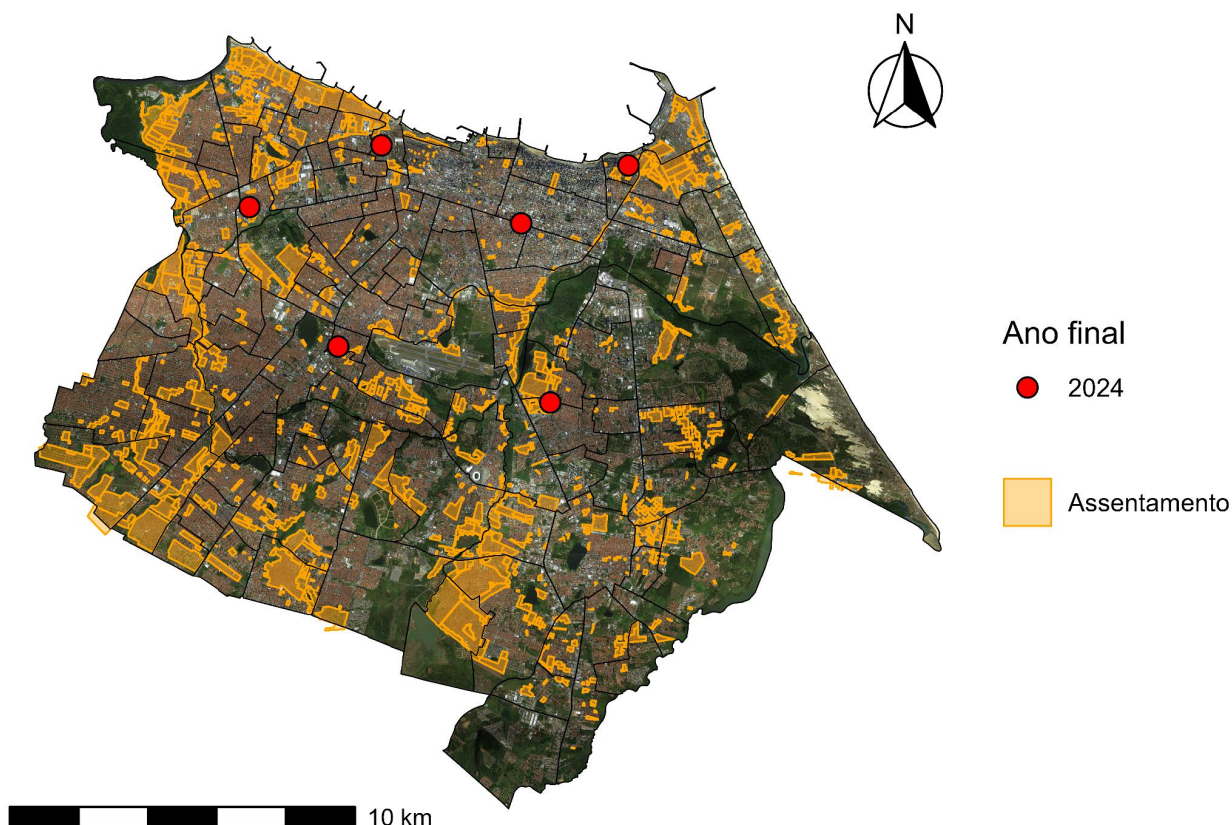
Entre 2021 e 2024, foram analisadas notificações de desastres registradas pela Defesa Civil do município, abrangendo alagamentos, inundações, riscos de desabamento, incêndios, entre outros. Para identificar a recorrência, considerou-se um raio de 20 metros em torno de cada ocorrência anual, verificando se novos eventos ocorreram nesse mesmo espaço nos anos seguintes. Assim, definiu-se como persistente a ocorrência que se repetiu em três anos consecutivos (2021–2023 e 2022–2024) ou nos quatro anos do período (2021–2024).

Os resultados evidenciaram áreas críticas com reincidência de notificações, concentradas sobretudo nos bairros de Jacarecanga, Itaoca, Aldeota e Padre Andrade. Nesses locais, destacam-se registros de alagamentos e, mais frequentemente, a presença de moradias em condições de risco para **desabamentos**.

As ocorrências que se repetiram por quatro anos seguidos, ilustradas na Figura 6, representam os pontos de criticidade máxima e funcionam como epicentros de falhas

estruturais e ambientais crônicas na cidade. A sua persistência ao longo de todo o período estudado demonstra que intervenções emergenciais e paliativas não foram capazes de solucionar a causa raiz do problema.

Figura 6: Ocorrências persistentes por 4 anos consecutivos no raio de 20 metros



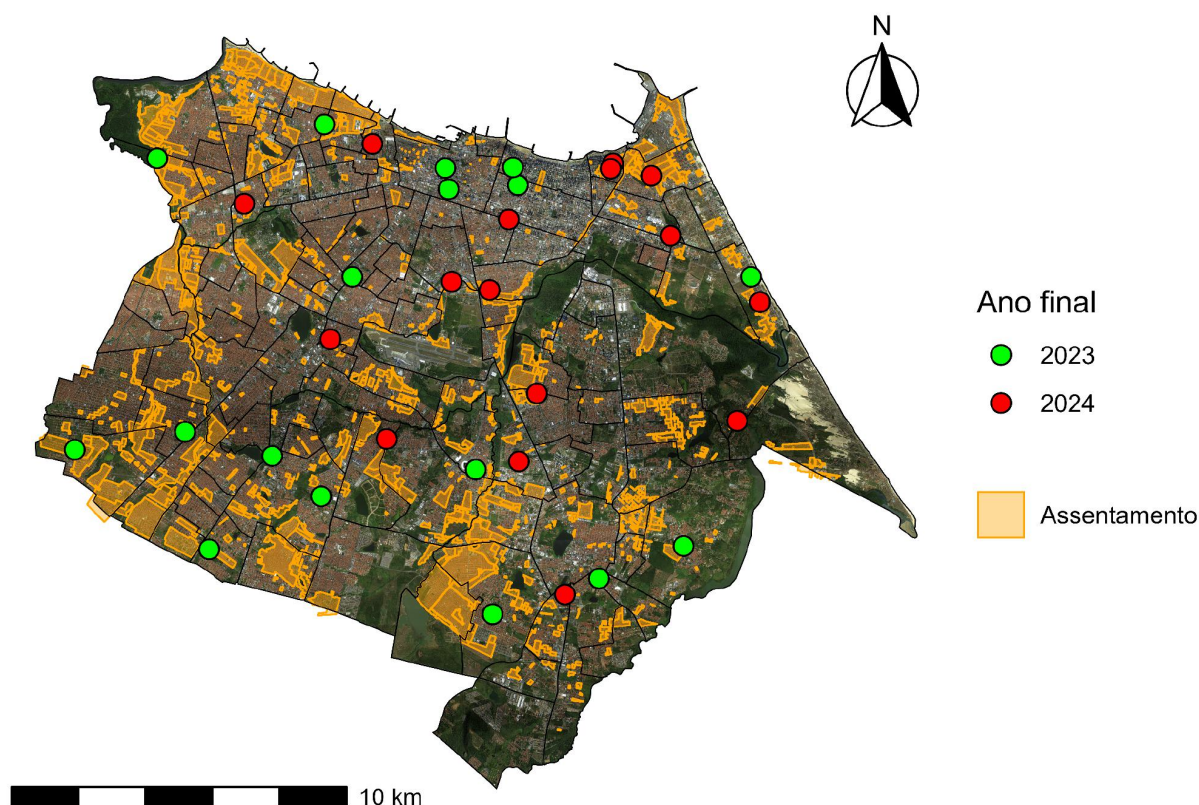
Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

A análise espacial e o conhecimento das características do território permitem associar esses pontos a condições específicas. Primeiramente, observa-se uma clara concentração geográfica na metade norte de Fortaleza, corroborando as análises de densidade que já apontavam esta como a região com maior número de notificações do município. As notificações resultantes tratam em sua grande maioria, com 77%, sobre o risco de desabamento de infraestruturas, seguida de 23% com risco de alagamento e solapamento. Apenas 1 dos 6 pontos se localiza em área de assentamento precário (no bairro do Mucuripe), o que reforça a atenção para a hipótese da subnotificação. É importante destacar que um ponto pode ter recebido mais de 1 notificação ao longo do mesmo ano.

O mapa de persistência de 3 anos, ver figura 7, amplia o escopo dos pontos. Cerca de 13,24% das notificações vieram de áreas de assentamentos precários. A grande maioria das recorrências tratam sobre risco de desabamento, 75%.

A análise da persistência de ocorrências em locais específicos ao longo de 3 e 4 anos consecutivos oferece um diagnóstico contundente que vai além da simples quantificação de eventos, ela confirma a existência de zonas de risco permanente, a repetição de chamados nos mesmos locais, ano após ano, é a evidência mais clara da existência de zonas de risco permanente no tecido urbano de Fortaleza. Esses pontos não representam eventos isolados, mas sim áreas onde a vulnerabilidade é uma condição estrutural. A reincidência não significa necessariamente a repetição exata do mesmo evento, mas sim a manifestação contínua de um problema em um mesmo local. Por exemplo, em um raio de 20 metros, um ano pode registrar um alagamento, no ano seguinte um risco de desabamento devido à saturação do solo, e no terceiro um solapamento da via. O gatilho varia, mas a vulnerabilidade daquele local é a constante.

Figura 7: Ocorrências persistentes por 3 anos consecutivos no raio de 20 metros



Fonte: Defesa Civil de Fortaleza. Elaboração: Ipplan/Diobs.

Contudo, a persistência do risco nesses locais também sugere que as ações de mitigação adotadas podem ter sido paliativas e insuficientes para reverter a causa raiz dos problemas. Observou-se que a grande maioria dos eventos foram notificados com risco de desabamentos, com mais de 75% dos casos. Os mapas de persistência funcionam como um registro visual desse ciclo vicioso, com a ausência de obras estruturantes, o mesmo local volta a apresentar problemas no ciclo de chuvas seguinte.

Por fim, é crucial considerar a possibilidade de subnotificação nas áreas de assentamento precário, o que tornaria o cenário ainda mais grave. A ausência de um ponto em um determinado ano não garante que o risco deixou de existir. Em comunidades altamente vulneráveis, a população pode normalizar certos níveis de risco (como alagamentos de baixa intensidade) e deixar de acionar a Defesa Civil, ou pode haver desconfiança ou desconhecimento sobre os canais de notificação. Portanto, os mapas de persistência devem ser interpretados como um piso mínimo da cronicidade do risco, eles mostram os locais onde a recorrência foi oficialmente registrada, mas é provável que existam outras áreas em condições similares que não aparecem na análise por falhas na notificação. Essa limitação reforça a necessidade de buscas ativas e de um monitoramento contínuo nessas regiões, em vez de depender apenas de registros passivos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise apresentada revela que os desastres em Fortaleza não ocorrem de forma aleatória, seguem um padrão de continuidade espacial. Esta previsibilidade geográfica, evidenciada pelos mapas de densidade e, principalmente, pelos pontos de persistência, transforma os dados da Defesa Civil em uma ferramenta estratégica de gestão pública. Fica claro que estes registros não devem se limitar a uma função reativa de atendimento a emergências, mas devem subsidiar ativamente a construção de uma cidade mais justa.

O caminho para essa transformação passa, necessariamente, por três eixos de atuação interligados:

1. **Planejamento territorial baseado em evidências:** Os mapas de risco devem ser diretamente integrados ao planejamento territorial do município. Isso significa utilizar essa inteligência geoespacial para revisar o Plano Diretor, definir zonas de restrição à ocupação, estabelecer diretrizes mais rígidas para novas construções em áreas vulneráveis e, fundamentalmente, guiar os programas de regularização fundiária.

2. **Priorização racional de investimentos em infraestrutura:** Em um cenário de recursos públicos limitados, a decisão sobre onde investir é crucial. Os mapas de persistência oferecem um roteiro para a priorização e fiscalização de obras de infraestrutura. Eles apontam as zonas que necessitam com mais urgência de projetos de drenagem, contenção de encostas, saneamento básico e urbanização de assentamentos. A alocação de recursos deixa de ser uma decisão subjetiva e passa a ser orientada por dados que indicam onde o investimento terá maior impacto na redução de riscos e na proteção de vidas.

3. **Políticas integradas sob a ótica da justiça climática:** A concentração desproporcional do risco nas mesmas áreas, frequentemente as mais carentes, é um reflexo espacial da desigualdade social. A população mais pobre é a que mais sofre com os impactos de eventos climáticos extremos. Portanto, investir nessas áreas não é apenas uma medida de prevenção de desastres, mas um ato de justiça climática, buscando corrigir um desequilíbrio histórico e garantir o direito à moradia segura para todos.

Nesse contexto, a recorrência das notificações é um sinal de alerta crítico que demanda intervenção imediata. Para garantir que essa análise se traduza em ação contínua, é importante que mapas e registros com essas finalidades sejam incorporados em ferramentas de monitoramento dinâmico e de resposta rápida, a criação de painéis de controle (*dashboards*) para gestores e o desenvolvimento de sistemas de alerta precoce que utilizem esses pontos para emitir avisos direcionados a população.

REFERÊNCIAS

FORTALEZA (Prefeitura Municipal). **Fortaleza em Mapas**. Fortaleza: Prefeitura de Fortaleza, [2025]. Disponível em: <https://mapas.fortaleza.ce.gov.br/>. Acesso em: 1 ago. 2025.]

HOLLISTER, J.; SHARAN, M. **elevatr: Access Elevation Data from Various APIs**. R package version 0.4.5. 2023. Disponível em: <https://cran.r-project.org/package=elevatr>. Acesso em: 22 ago. 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/22827-censo-demografico-2022.html>.

JOANES, D. N.; GILL, C. A. **Comparing measures of sample skewness and kurtosis**. Journal of the Royal Statistical Society: Series D (The Statistician), v. 47, n. 1, p. 183–189, 1998.

R Core Team (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

SILVERMAN, B. W. **Density Estimation for Statistics and Data Analysis**. London: Chapman & Hall/CRC, 1986.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY – USGS. **Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global**. Disponível em: <https://lpdaac.usgs.gov/products/srtmg1v003/>. Acesso em: 12 ago. 2025.

VENABLES, W. N.; RIPLEY, B. D. **Modern Applied Statistics with S**. 4. ed. New York: Springer, 2002.

WICKHAM, H. et al. **ggplot2: Create Elegant Data Visualisations Using the Grammar of Graphics**. R package version 3.5.1, 2024. Disponível em: https://ggplot2.tidyverse.org/reference/geom_density_2d.html. Acesso em: 3 ago. 2025.