

QUEDA DE ÁRVORE NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E SUA RELAÇÃO COM EVENTO EXTREMO DE PRECIPITAÇÃO

TREE FALLS IN THE CITY OF RIO DE JANEIRO AND ITS RELATION TO
EXTREME PRECIPITATION EVENTS

Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias, Engenharias • 02/08/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/785439748](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/785439748)

Marcelle da Silva Oliveira Bulhões¹

Henderson Silva Wanderley²

RESUMO

As árvores urbanas são essenciais para a qualidade de vida da população na cidade do Rio de Janeiro, pois auxiliam na saúde humana, qualidade do ar e melhoria do clima, mitigando os impactos das mudanças climáticas. No entanto, os eventos extremos de precipitação têm provocado impactos na arborização urbana, muitos deles com dados significativos. Deste modo, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a relação da precipitação extrema e a queda de árvore na cidade do Rio de Janeiro. Para esse fim, foram utilizados dados de remoção de árvores e de chuva, entre os anos de 2015 e 2022, para as diferentes zonas na cidade do Rio de Janeiro. Os resultados mostraram correlação entre a chuva e as quedas de árvores de quase 95%, com significância estatística para as zonas Norte, Oeste e Centro. As mudanças do clima têm a potência de amplificar os impactos dos eventos extremos de precipitação, aumentando o número de quedas de árvores e os danos causados por sua queda.

Palavras-chave: chuva; análise de riscos; mudanças climáticas.

ABSTRACT

Urban trees are essential for the quality of life in the city of Rio de Janeiro, as they contribute to human health, improve air quality, and mitigate the impacts of climate change, thereby enhancing the city's climate. However, extreme precipitation events have had significant impacts on urban forestry. Thus, this research aims to evaluate the relationship between extreme precipitation and tree felling in the city of Rio de Janeiro. For this purpose, data on tree removal and rainfall were used between 2015 and 2022 for different areas in the city of Rio de Janeiro. The results showed a correlation between rainfall and tree falls of almost 95%, with statistical significance for the North, West, and Central zones. Climate change

has the potential to exacerbate the impacts of extreme precipitation events, leading to an increased number of trees falling and greater damage caused by them.

Keywords: rain; risk analysis; climate change.

1. INTRODUÇÃO

As árvores em ambientes urbanos possuem uma função ambiental significativa, funcionando como absorvedores de calor e poluentes do ar, capturando carbono e diminuindo a demanda por energia elétrica graças à sombra que oferecem, entre outras atribuições. Além disso, elas atuam como habitats para numerosas espécies, estimulam a prática de atividades físicas ao ar livre e ajudam a regular o microclima das cidades. Por outro lado, as árvores urbanas também trazem diversos benefícios em áreas sociais, econômicas, psicológicas, de saúde e estética; alguns desses benefícios estão ligados aos serviços ecossistêmicos, enquanto outros são mais desafiadores de medir. Elas ainda ajudam a mitigar os efeitos das chuvas, interceptando as gotas de água, funcionando como barreiras naturais contra a erosão do solo e facilitando a infiltração da água através de suas raízes.

O crescimento das áreas urbanas resulta na fragmentação da vegetação, o que leva à diminuição dos habitats naturais, mudanças no microclima e ao aumento da temperatura do ar e do solo, devido à exposição excessiva à radiação solar. Isso também contribui para a intensificação da poluição urbana e aumenta a susceptibilidade das árvores a quedas durante fenômenos climáticos severos. As chuvas fortes, que podem se intensificar com as alterações climáticas, criam condições favoráveis para a derrubada de árvores, acarretando efeitos adversos como a perda de serviços ecossistêmicos, prejuízos

financeiros causados por calçadas danificadas pelas raízes, problemas de manutenção gerados pela queda de ramos, folhas, flores, sementes e frutos, além de ataques de insetos, animais e até mesmo fatalidades (Rötzer et al., 2021).

De acordo com Ludvigsen e Klæboe (2014), a queda de árvores pode ser causada por vários fatores, incluindo declínio, fissuras, problemas nas raízes, galhos mal unidos, cancrios, má estrutura da copa e presença de madeira morta. Portanto, as chuvas podem contribuir significativamente para a queda de árvores devido ao amolecimento do solo, o que compromete a estabilidade das raízes, e pode estar relacionado a podas irregulares e a ação dos ventos.

Durante eventos extremos de chuva, árvores urbanas mal posicionadas ou em más condições podem representar um risco de queda, causando danos significativos e riscos sociais. Portanto, é fundamental realizar manutenção periódica das árvores urbanas e promover o plantio de espécies apropriadas para as características locais, garantindo sua manutenção, maximizando seus benefícios e minimizando o risco de quedas associadas às chuvas.

Para grandes centros urbanos, como a cidade do Rio de Janeiro (CRJ), a relação entre chuva, arborização e áreas urbanizadas é especialmente relevante devido às características geográficas e climáticas da região, que apresenta áreas críticas para ocorrência de desastres naturais associados à precipitação extrema (Pereira e Wanderley, 2022). A cidade enfrenta desafios significativos relacionados a eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e tempestades, que podem resultar em alagamentos, deslizamentos de terra e outros problemas de infraestrutura urbana, como incêndios florestais (Regueira e Wanderley, 2022; Costa et al., 2023).

Essa problemática, associada ao aumento dos eventos climáticos extremos, pode amplificar os desastres socioambientais e seus impactos à sociedade, algo comum no estado do Rio de Janeiro. O estado, especialmente sua capital, a região Serrana e a Costa Verde, está entre os locais mais vulneráveis aos eventos extremos de precipitação (EEP), frequentemente apresentando grandes impactos socioambientais, alguns com ocorrência de fatalidades. O clima mais quente tende a aumentar a frequência, magnitude e duração dos EEP, o que, no caso da CRJ, pode gerar impactos incalculáveis diante das projeções de mudanças climáticas (Da Conceição e Wanderley, 2025).

As mudanças climáticas previstas para o estado do Rio de Janeiro tendem a intensificar os EEP e seus impactos ao longo do século XXI (Ferreira et al., 2025). Para a arborização urbana, esses impactos podem ser ainda maiores devido ao plantio de espécies invasoras, manejo inadequado e podas irregulares. Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a relação entre precipitação extrema e queda de árvores na cidade do Rio de Janeiro.

2. METODOLOGIA

2.1. Área de Estudo

A pesquisa foi realizada na cidade do Rio de Janeiro, situada na região Sudeste do Brasil. O clima da cidade é classificado como tropical úmido, com temperaturas médias mínimas anuais entre 19°C e 23°C e médias máximas entre 28°C e 32°C, além de uma estação chuvosa durante o verão, caracterizada por precipitações intensas que podem exceder 1.800 mm anuais (Regueira e Wanderley, 2022). A cidade apresenta cerca de 34 mil hectares de

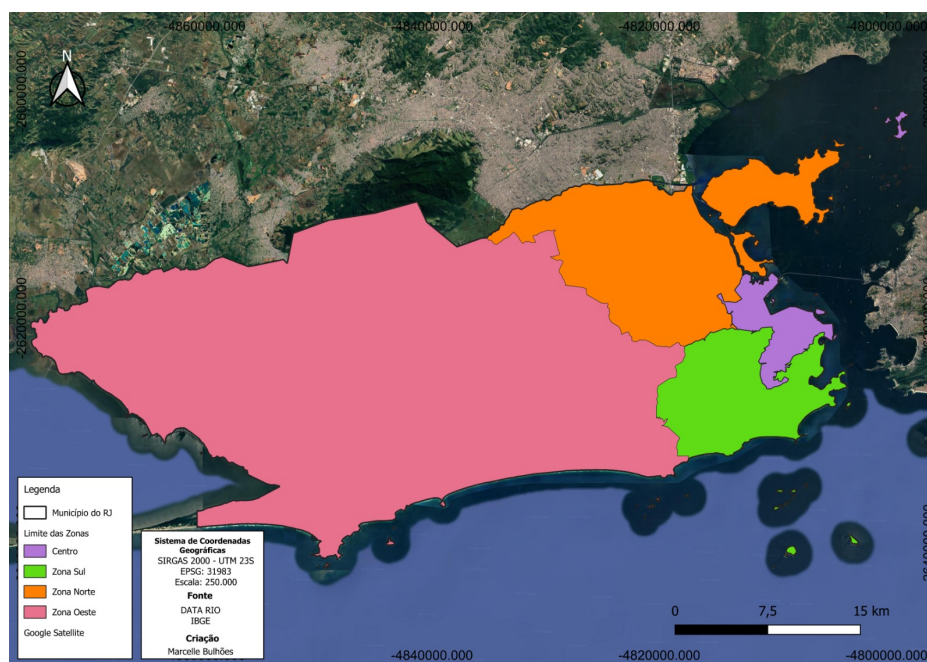
Mata Atlântica, representando aproximadamente 30% do total preservado (Lisboa, 2015).

2.2. Dados Utilizados

As informações para realizar a pesquisa foram obtidas no banco de dados do Data Rio, por meio do filtro Manejo Arbóreo e do subtipo Queda de Árvores. Foram utilizados os dados de solicitações de remoção de queda de árvores (SRQA) entre os anos de 2015 e 2022, referentes aos registros do serviço 1746 da cidade do Rio de Janeiro.

Esse número atende chamadas relacionadas a ocorrências como risco de queda de árvores, remoção de resíduos e outros serviços prestados pela Prefeitura do Rio de Janeiro. No entanto, para esta pesquisa, foram utilizadas apenas as SRQA. Para a análise e compreensão da relação entre queda de árvores e precipitação, a cidade do Rio de Janeiro foi dividida em quatro zonas: Zona Sul (ZS), Centro (CT), Zona Oeste (ZO) e Zona Norte (ZN) (Figura 1).

Figura 1. Cidade do Rio de Janeiro e suas Zonas



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Para verificar a influência da chuva na queda de árvores na CRJ, foram selecionados dados de três estações meteorológicas, referentes ao período de 2015 a 2022, distribuídas espacialmente pela cidade do Rio de Janeiro (Tabela 1). Os dados de precipitação foram obtidos no portal do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tabela 1. Informações geográficas das estações meteorológicas utilizadas na pesquisa

Nome da Estação	Código	Latitude (°)	Longitude (°)	Altitude (m)
Forte de Copacabana	A652	-22,9	-43,2	25,6
Jacarepaguá	A636	-22,9	-43,4	20,0
Vila Militar	A621	-22,8	-43,4	30,4

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o artigo original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/queda-de-arvore-na-cidade-do-rio-de-janeiro-e-sua-relacao-com-evento-extremo-de-precipitacao?noblockage>

Fonte: Elaborada pelos autores (2026)

As estações selecionadas para o estudo foram: a estação Forte de Copacabana, localizada na Zona Sul; a estação Jacarepaguá, situada na Zona Oeste; e a estação Vila Militar, que se encontra na Zona Norte da cidade do Rio de Janeiro. A análise foi realizada utilizando os totais anuais máximos de chuva e o número total anual de solicitações de remoção de árvores urbanas registradas pelo serviço 1746.

2.3. Análise Estatística

A relação entre a queda de árvores e as chuvas foi verificada por meio de análise de regressão. A análise de regressão é uma ferramenta estatística utilizada para investigar relações entre variáveis (Eq. 1). Neste estudo, busca-se determinar o efeito das chuvas sobre a ocorrência de quedas de árvores. Em termos estatísticos, verificou-se, por meio do teste de hipótese t, se o coeficiente da regressão da variável dependente em relação à variável independente é significativamente diferente de zero.

$$y = a + bx$$

em que:

y - Variável Dependente

x - Variável Independente

a - Intercepto

b - Coeficiente angular da reta

O teste t para o coeficiente de regressão foi realizado (Equação 2). Para o teste estatístico, adotou-se o nível de significância de $\alpha = 0,05$. A hipótese nula (H_0) considera que a variável independente não exerce efeito significativo sobre a variável dependente, enquanto a hipótese alternativa (H_1) estabelece que a variável possui efeito estatisticamente significativo.

$$t = b / SE$$

onde:

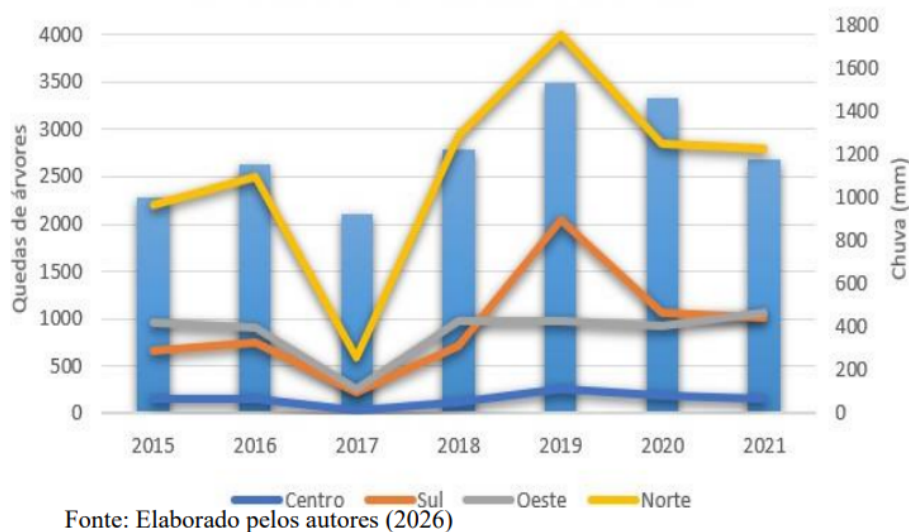
b - coeficiente de regressão

SE - erro-padrão da estimativa desse coeficiente

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de 2015 a 2022, a Prefeitura da CRJ atendeu 31.465 ocorrências de SRQA. As solicitações apresentaram relação com a distribuição das chuvas na cidade: anos com maior precipitação registraram maior número de SRQA. Em 2019, por exemplo, a média anual das estações pluviométricas ultrapassou 1.500 mm, e mais de 7.200 solicitações foram registradas (Figura 2). Já o ano de 2017 apresentou o menor número de solicitações, com aproximadamente 1.100 SRQA e precipitação anual inferior a 1.000 mm.

Figura 2. Solicitações de remoção das quedas de árvore nas Zonas do Rio de Janeiro e a precipitação anual de 2015 a 2022.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

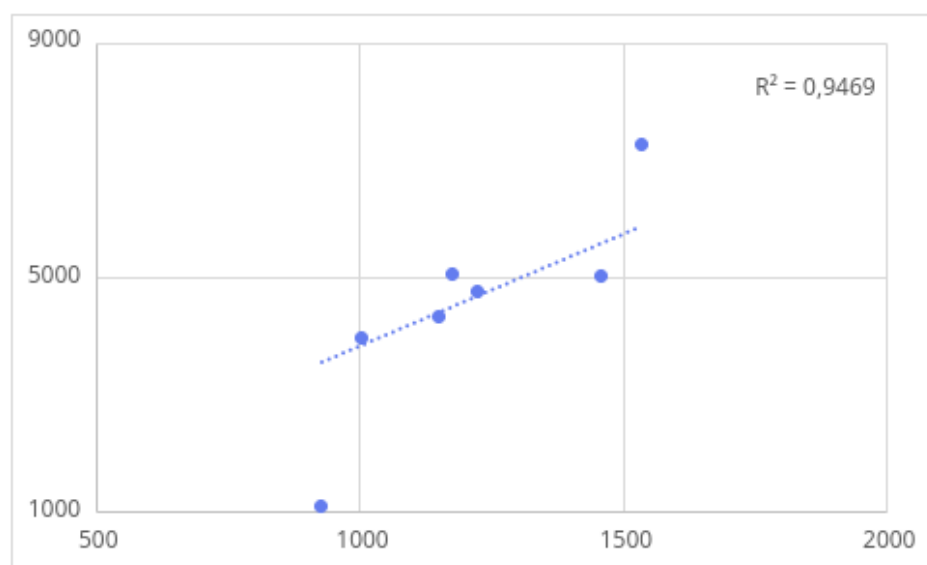
Na avaliação das diferentes zonas da CRJ, destacou-se a ZN, que registrou o maior número de solicitações, totalizando 17.865 ocorrências. Em todos os anos analisados, a ZN foi a região com maior número de SRQA, atingindo quase 4.000 solicitações em 2019 e apenas 586 em 2017, respectivamente os anos de maior e menor

registro. A região do CT apresentou o menor número de solicitações, com apenas 1.080 ocorrências no período. Em 2017, foram registradas apenas 36 SRQA no CT, enquanto em 2019 esse número aumentou para 265.

As zonas ZS e ZO situam-se entre esses extremos, com 6.458 e 6.062 SRQA, respectivamente. É notório e preocupante o aumento das solicitações na ZS, que apresentou o segundo maior número de registros e é uma região caracterizada pela elevada proporção de residentes idosos.

A análise de regressão demonstrou que existe, de fato, uma relação significativa entre a precipitação e as quedas de árvores na CRJ, com p -valor $< 0,05$. O coeficiente de determinação (R^2) obtido foi de 0,9469 (Figura 3), indicando que quase 95% da variabilidade nas quedas de árvores pode ser explicada pela precipitação. Resultados semelhantes foram observados por Sousa et al. (2016), que também identificaram relações preditivas significativas ($p < 0,05$).

Figura 3. Dispersão SRQA em relação a precipitação.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

A aplicação do teste t mostrou significância estatística entre a precipitação e as SRQA nas zonas ZN ($p\text{-valor} < 0,01$), ZO ($p\text{-valor} < 0,01$) e CT ($p\text{-valor} < 0,001$). Apenas a ZS ($p\text{-valor} > 0,10$) não apresentou significância estatística. O aumento das SRQA pode ser preocupante nessas zonas da CRJ, pois se trata de áreas altamente adensadas, onde quedas de árvores podem, inclusive, resultar em fatalidades. Esses resultados reforçam a influência direta da precipitação nas quedas de árvores da CRJ, embora outros fatores cruciais — não analisados nesta pesquisa devido à indisponibilidade de dados — também possam exercer influência.

A expansão populacional em larga escala e a intensificação da urbanização, como na cidade do Rio de Janeiro, resultaram na liberação de grande quantidade de calor antropogênico, criando condições instáveis de vapor d'água na atmosfera das cidades. Essas mudanças ambientais alteram os processos de fluxo de calor, vapor d'água e a troca de aerossóis entre a superfície urbana e a atmosfera, favorecendo o desenvolvimento de EEP (Li et al., 2019).

Essas características são observadas em cidades ao redor do mundo, que são afetadas pelo efeito da ilha de calor urbana, resultando em diferenças de temperatura entre áreas centrais e regiões rurais. Em média anual, o efeito de ilha de calor pode gerar diferenças de até 8 °C, favorecendo a formação de precipitação convectiva (Zhou et al., 2014). O aumento de eventos extremos de curta duração pode estar associado à instabilidade atmosférica causada pelo calor emitido como subproduto dos processos de urbanização (Zhang et al., 2020).

Na CRJ, a formação de precipitação convectiva é intensificada pela topografia local, que também favorece a ocorrência de precipitação orográfica. Essas especificidades contribuem significativamente para

o aumento das chuvas, associado ao acréscimo da umidade atmosférica (Pfahl et al., 2017). De acordo com Pristo et al. (2018), cerca de 33% da precipitação anual da CRJ ocorre em apenas 6,6 dias, quando o total pluviométrico diário é igual ou superior ao percentil 95.

Segundo Luiz-Silva e Júnior (2022), os maiores valores de dias consecutivos com precipitação expressiva ultrapassam 150 mm — volume com elevado potencial para derrubar galhos e árvores. Carvalho e Wanderley (2022) evidenciaram tendência positiva no aumento dos extremos diários de chuva. Os autores identificaram que a precipitação máxima diária tem aumentado desde o início da década de 1930, com leve redução na década de 1970 e novo crescimento a partir dos anos 1980. Esses resultados reforçam a influência direta dos eventos climáticos nas quedas de árvores e a crescente necessidade de manejo adequado da arborização urbana.

Segundo Moore (2014), as práticas de manejo têm profunda influência na saúde das árvores expostas a estresse ambiental. Árvores localizadas em condições adequadas e não submetidas a manejo invasivo tendem a manter-se saudáveis e vigorosas ao longo dos anos, resistindo melhor a pragas, doenças e até mesmo aos EEP. Entretanto, quando o manejo é irregular, as árvores tornam-se mais suscetíveis à queda durante eventos extremos. A manutenção da fitossanidade das árvores é uma estratégia essencial de adaptação das cidades às mudanças climáticas (Spathelf et al., 2025).

Oliveira e Lopes (2007), ao analisarem quedas de árvores em Lisboa entre 1990 e 2006, concluíram que 70,5% dos eventos ocorreram nos últimos sete anos do período estudado. Os autores atribuíram esse aumento à idade avançada das árvores, ao maior número de

automóveis, cujos poluentes reduzem a resistência das árvores, a mudanças nos métodos de registro e às condições meteorológicas mais adversas observadas com maior frequência.

Mendes et al. (2016) concluíram que o processo de urbanização é um dos principais responsáveis pela queda de árvores, observando que 36,7% das quedas ocorreram na região central e 48,4% em áreas classificadas como urbanizadas. Esse padrão decorre de condições estressantes impostas às árvores, como solo compactado, canteiros estreitos e danos ao sistema radicular, que comprometem a estabilidade das plantas.

Manfra et al. (2022), ao estudarem 26.616 árvores na cidade de São Paulo ao longo de oito anos, verificaram grande variação na proporção de falhas entre os distritos, de 0,59% no extremo sul a 16,99% na região central. Essa variação provavelmente está relacionada à idade dos bairros e à má gestão por parte das autoridades competentes, frequentemente limitada por fatores políticos, técnicos e econômicos.

A análise realizada por Mendes et al. (2016) sugere que 74% das árvores avaliadas apresentavam alto risco de queda, enquanto 26% apresentavam risco médio. Das Graças Emerick e Martini (2020) verificaram que, após um EEP, cerca de 30% das árvores que caíram apresentavam problemas fitossanitários, enquanto 70% estavam localizadas em calçadas, ambientes com menor área de canteiro, pouco espaço para desenvolvimento das raízes e limitada área de crescimento.

O plantio de espécies inadequadas ou invasoras, condições fitossanitárias deficientes e podas irregulares de galhos e raízes são

fatores determinantes para a queda de árvores em áreas urbanas. Esses fatores, quando associados a condições climáticas extremas como secas prolongadas, alagamentos, ventos fortes e tempestades, contribuem significativamente para quedas em centros urbanos. Assim, uma estratégia de resiliência climática nas cidades deve estar fundamentada na criação, ampliação, recuperação, conexão e melhoria das áreas verdes e da arborização urbana (Rezende et al., 2025).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a relação entre a precipitação extrema e a queda de árvores na cidade do Rio de Janeiro, tema que se mostrou relevante. Foi verificada correlação estatística significativa entre os EEP e a queda de árvores na CRJ, com a precipitação explicando quase 95% das ocorrências.

A análise por zonas da CRJ mostrou que a significância estatística também ocorre nas zonas Norte, Oeste e Central da cidade. Essas são as regiões mais populosas do município, e a queda de árvores e galhos pode gerar impactos relevantes para a sociedade, podendo causar danos materiais e riscos à integridade das pessoas.

Para uma compreensão mais abrangente e direta dos fatores que contribuem para a queda das árvores urbanas, ainda é necessário considerar outros elementos que podem torná-las mais vulneráveis durante a ocorrência de EEP. No entanto, tais informações não foram analisadas nesta pesquisa devido à inexistência desses dados no banco da prefeitura da CRJ, sendo recomendadas para estudos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, L. V.; WANDERLEY, H. S. **Risk identification of precipitation extremes due to climate change in the southern region of the state of Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 15, n. 4, p. 2073-2085, 2022. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/253680>. Acesso em: 23 out. 2025.

COSTA, A. G.; LIMA, G. S.; TORRES, F. T. P.; RODRIGUES, V. B.; SILVA JÚNIOR, M. R.; ALMEIDA, M. P. **Causes and period of occurrence of forest fires in Brazilian federal protected areas from 2006 to 2012.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 33, n. 2, p. 1-16, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/PcqQz5zm9FdnS5DxbCFbXbr/?lang=en>. Acesso em: 13 set. 2025.

DA CONCEIÇÃO, T. F.; WANDERLEY, H. S. **Precipitação extrema para os cenários atual e futuros de mudanças climáticas para a cidade do Rio de Janeiro.** Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 36, p. 618-637, 2025. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/19304>. Acesso em: 31 mar. 2026.

DAS GRAÇAS EMERICK, T.; MARTINI, A. **Diagnóstico da arborização após a ocorrência de evento climático extremo.** Nature and Conservation, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 77-85, 2020. Disponível em: <https://www.sustenere.inf.br/index.php/nature/article/view/CBPC2318-2881.2020.001.0009>. Acesso em: 02 fev. 2026.

FERREIRA, W. P. C.; WANDERLEY, H. S.; DELGADO, R. C. **Changes in the Distribution of Precipitation with the Potential to Cause Extreme Events in the State of Rio de Janeiro for a Future Climate Change Scenario.** Atmosphere, Basel, v. 16, n. 4, p. 358, 2025.

Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4433/16/4/358>. Acesso em: 14 jun. 2026.

LI, D.; LIAO, W.; RIGDEN, A. J.; LIU, X.; WANG, D.; MALYSHEV, S.; SHEVLIAKOVA, E. **Urban heat island: Aerodynamics or imperviousness?** *Science Advances*, Washington, v. 5, n. 4, p. 1-12, 2019. Disponível em: <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.aau4299>. Acesso em: 22 abr. 2026.

LUDVIGSEN, J.; KLÆBOE, R. **Extreme weather impacts on freight railways in Europe.** *Natural Hazards*, Dordrecht, v. 70, n. 1, p. 767-787, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-013-0851-3>. Acesso em: 12 nov. 2025.

LUIZ-SILVA, W.; OSCAR-JÚNIOR, A. C. **Climate extremes related with rainfall in the State of Rio de Janeiro, Brazil: A review of climatological characteristics and recorded trends.** *Natural Hazards*, Dordrecht, v. 114, p. 713-732, jun. 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-022-05409-5>. Acesso em: 05 mai. 2026.

MANFRA, R.; MASSOCA, M. S.; URAS, P. M. C.; CAVALARI, A. A.; LOCOSSELLI, G. M. **Average height of surrounding buildings and district age are the main predictors of tree failure on the streets of São Paulo/Brazil.** *Urban Forestry & Urban Greening*, Munich, v. 74, p. 127665, ago. 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866722002084>. Acesso em: 14 dez. 2025.

MENDES, F. H.; POLIZEL, J. L.; DA SILVA FILHO, D. F. **O efeito do vento nas quedas de árvores em Piracicaba/SP.** *Ciência e Natura*,

Santa Maria, v. 38, n. 3, p. 1523-1535, 2016. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/21355>. Acesso em: 28 out. 2025.

MOORE, G. M. **Wind-Thrown Trees: Storms or Management? Arboriculture & Urban Forestry**, Atlanta, v. 40, n. 2, p. 53-69, 2014. Disponível em: <https://auf.isa-arbor.com/content/40/2/53>. Acesso em: 28 mai. 2026.

PEREIRA, R. M. S.; WANDERLEY, H. S.; DELGADO, R. C. **Homogeneous regions for rainfall distribution in the city of Rio de Janeiro associated with the risk of natural disasters**. Natural Hazards, Dordrecht, v. 111, p. 333-351, set. 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-021-05056-2>. Acesso em: 21 mar. 2026.

PFAHL, S.; O'GORMAN, P. A.; FISCHER, E. M. **Understanding the regional pattern of projected future changes in extreme precipitation**. Nature Climate Change, London, v. 7, p. 423-427, mai. 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/nclimate3287>. Acesso em: 24 abr. 2026.

PRISTO, M. V. D. J.; DEREZYNSKI, C. P.; SOUZA, P. R. D.; MENEZES, W. F. **Climatologia de chuvas intensas no município do Rio de Janeiro**. Revista Brasileira de Meteorologia, São José dos Campos, v. 33, p. 615-630, out/dez. 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbmet/a/RsP5CT4MLXwVdXXnkNtSBXL/?lang=pt>. Acesso em: 11 mai. 2026.

REGUEIRA, A. D. O.; WANDERLEY, H. S. **Changes in rainfall rates and increased number of extreme rainfall events in Rio de Janeiro city**. Natural Hazards, Dordrecht, v. 114, n. 3, p. 3833-3847, ago. 2022.

Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11069-022-05545-y>. Acesso em: 26 mar. 2026.

REZENDE, J. H.; FABRÍCIO, G. M. **Floresta urbana viária em Jaú/SP: florística, diversidade e manejo da arborização.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 35, e89163, jan/mar. 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/89163>. Acesso em: 05 abr. 2026.

RÖTZER, T.; MOSER-REISCHL, A.; RAHMAN, M. A.; HARTMANN, C.; PAETH, H.; PAULEIT, S.; PRETZSCH, H. **Urban tree growth and ecosystem services under extreme drought.** Agricultural and Forest Meteorology, Amsterdam, v. 308, p. 108532, out. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168192321002161>. Acesso em: 30 mar. 2026.

ROY, S.; BYRNE, J.; PICKERING, C. **A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones.** Urban Forestry & Urban Greening, Munich, v. 11, n. 4, p. 351-363, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1618866712000829>. Acesso em: 24 jan. 2026.

SOUSA, C.; MONTALTO, M. R.; GURIAN, F. A. P. **Evaluating green infrastructure stormwater capture performance under extreme precipitation.** Journal of Extreme Events, Singapore, v. 3, n. 2, p. 1650006, 2016. Disponível em: https://www.worldscientific.com/doi/10.1142/S2345737616500068?srsId=AfmBOooB9HNmIQcTHh8jXRdU0iZuGLCligxb1FXmIl6i_FORE8ILwQ51. Acesso em: 23 nov. 2025.

SPATHELF, P.; BOLTE, A. **Silvicultura de cobertura contínua - o conceito adequado para a adaptação das florestas às mudanças climáticas na Alemanha?** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 35, e90715, jan/mar. 2025. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/90715>. Acesso em: 23 jun. 2026.

WANDERLEY, H. S.; MIGUEL, V. C. **Mudança dos elementos meteorológicos em função da degradação da floresta urbana.** *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 834-843, abr/jun. 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/k5zhn6PzVndQ7W45NYhMYHs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 21 fev. 2026.

ZHANG, L.; CHEN, X.; LAI, R. **Urban signatures of sub-daily extreme precipitation events over a metropolitan region.** *Atmospheric Research*, Amsterdam, v. 246, p. 105204, dez. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809520311406>. Acesso em: 30 out. 2025.

ZHOU, D.; ZHAO, S.; LIU, S.; ZHANG, L.; ZHU, C. **Surface urban heat island in China's 32 major cities: Spatial patterns and drivers.** *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 152, p. 51-61, set. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425714002053>. Acesso em: 12 jun. 2026.

¹ Discente do Curso de Engenharia Florestal do Instituto de Florestas. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Campus Seropédica-RJ. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8541-5641>

² Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas.
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Campus Seropédica-
RJ. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). ORCID:
<https://orcid.org/0000-0002-4031-3509>