



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

GUILHERME MACHADO GOLDMAM

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA PORÇÃO SUL DO ESPÍRITO
SANTO

VITÓRIA - ES
2026

GUILHERME MACHADO GOLDMAM

**EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA PORÇÃO SUL DO
ESPÍRITO SANTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Professor Drº Wesley de Souza Campos
Correa

VITÓRIA - ES

2026

EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS NA PORÇÃO SUL DO ESPÍRITO SANTO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia do Centro de Ciências Humanas e Naturais da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Orientador: Professor Dr. Wesley de Souza Campos
Correa

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **WESLEY DE SOUZA CAMPOS CORREA**
Data: 29/01/2026 10:37:58-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Wesley de Souza Campos Correa
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Documento assinado digitalmente
 **KYSSYANNE SAMIHRA SANTOS OLIVEIRA**
Data: 29/01/2026 15:33:56-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Kyssyanne Samihra Santos Oliveira
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 **EBERVAL MARCHIORO**
Data: 29/01/2026 15:05:46-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Eberval Marchioro
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

O Estado do Espírito Santo tem sido recorrentemente afetado por eventos extremos associados à precipitação, resultando em impactos socioeconômicos e ambientais significativos. Em março de 2024, municípios da porção Sul do estado, como Mimoso do Sul e Bom Jesus do Norte, foram severamente atingidos por chuvas intensas, ocasionando inundações, deslizamentos de terra, vítimas fatais e prejuízos materiais, reforçando a relevância de estudos regionalizados sobre a variabilidade climática. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo caracterizar a intensidade, a variabilidade temporal e a distribuição espacial dos eventos extremos de precipitação nos municípios da porção Centro-Sul do Espírito Santo, no período de 1990 a 2022. Foram utilizados dados diários de precipitação provenientes de estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA). A identificação dos eventos extremos foi realizada a partir dos percentis 90, 95 e 99, do total anual de precipitação (PRCPTOT), dos índices de maior precipitação acumulada em um único dia (RX1day), maior precipitação acumulada em 5 dias consecutivos (RX5day), dias secos consecutivos (Consecutive Dry Days - CDD) e do Índice de Precipitação Padronizada (Standardized Precipitation Index - SPI), calculados com auxílio do software RStudio. Os resultados indicam que os maiores acumulados anuais de precipitação se concentram, principalmente, nas regiões Central Sul e do Caparaó, evidenciando a influência da interação entre os sistemas atmosféricos de grande escala e o relevo. A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) destacou-se como o principal sistema atmosférico associado aos episódios de precipitação extrema registrados na área de estudo, com contribuição adicional da infiltração de umidade marítima, sobretudo nos municípios próximos ao litoral e nas áreas a barlavento das regiões montanhosas. Os maiores valores do índice RX1day foram observados nos municípios das regiões Metropolitana, Litoral Sul e Central Sul. A análise do índice de dias secos consecutivos (CDD) revelou menores períodos de estiagem nos municípios litorâneos, associados à atuação recorrente de frentes frias ao longo do ano, enquanto os maiores valores de CDD foram observados nos municípios mais afastados da linha de costa, com destaque para a região do Caparaó. Os resultados reforçam a importância de análises observacionais para subsidiar o planejamento territorial e a gestão de riscos climáticos no sul do Espírito Santo.

Palavras-Chave: RX1day, RX5day, CDD, ZCAS, Precipitação Extrema

ABSTRACT

The state of Espírito Santo has been recurrently affected by extreme precipitation events, resulting in significant socioeconomic and environmental impacts. In March 2024, municipalities in the southern portion of the state, such as Mimoso do Sul and Bom Jesus do Norte, were severely affected by intense rainfall, leading to floods, landslides, fatalities, and material losses, reinforcing the relevance of regional-scale studies on climate variability. In this context, this study aims to characterize the intensity, temporal variability, and spatial distribution of extreme precipitation events in municipalities located in the Central-Southern portion of Espírito Santo, Brazil, during the period from 1990 to 2022. Daily precipitation data from pluviometric stations of the Brazilian National Water Agency (ANA) were used. Extreme events were identified based on the 90th, 95th, and 99th percentiles, the annual total precipitation (PRCPTOT), the maximum 1-day precipitation (RX1day), the maximum 5-day consecutive precipitation (RX5day), consecutive dry days (CDD), and the Standardized Precipitation Index (SPI)., calculated using the RStudio software. The results indicate that the highest annual precipitation totals are mainly concentrated in the Central-Southern and Caparaó regions, highlighting the influence of the interaction between large-scale atmospheric systems and local topography. The South Atlantic Convergence Zone (SACZ) stood out as the main atmospheric system associated with extreme precipitation episodes recorded in the study area, with additional contribution from maritime moisture advection, especially in coastal municipalities and windward mountainous areas. The highest RX1day values were observed in municipalities located in the Metropolitan, Southern Coastal, and Central-Southern regions. The analysis of the Consecutive Dry Days (CDD) index revealed shorter dry periods in coastal municipalities, associated with the recurrent passage of cold fronts throughout the year, while the highest CDD values were observed in municipalities farther from the coastline, particularly in the Caparaó region. Overall, the results highlight the importance of observational analyses to support territorial planning and climate risk management in southern Espírito Santo.

Keywords: RX1day; RX5day; CDD; SACZ; Extreme precipitation.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela saúde, força e perseverança que tornaram possível a conclusão desta etapa acadêmica.

Agradeço a Universidade Federal do Espírito Santo pelo apoio institucional ao longo de minha formação acadêmica por meio de políticas de permanência estudantil e fomento a pesquisa.

Agradeço à professora Kyssyanne Oliveira, pela força, atenção, parceria, orientação, disponibilidade e contribuições fundamentais ao longo do meu desenvolvimento acadêmico.

Ao professor Wesley Correa, expresse minha gratidão pelas valiosas contribuições acadêmicas, incentivo e apoio neste capítulo final do meu curso.

À minha mãe, Neide Roza, e ao meu pai, Israel Goldman, agradeço pelo apoio incondicional, incentivo constante e compreensão ao longo de toda a minha vida.

Aos meus amigos Lucas Leal e Danilo Oliveira, agradeço pela amizade, apoio e companheirismo durante essa caminhada.

Aos colegas do Laboratório de Estudos do Sistema Atmosfera-Continente-Oceano (ESOLAB) e do Grupo de Pesquisa em Climatologia (GPC), agradeço pelo convívio acadêmico, pelas trocas de conhecimento e pelo apoio técnico e intelectual.

Agradeço à Geografia da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), que proporcionou a base teórica, científica e humana indispensável para minha formação.

Por fim, agradeço à cantora Madonna, por sua arte e pelas mensagens de perseverança, força e amor que atravessam sua obra e inspiram trajetórias pautadas na autoafirmação, resistência e persistência.

1. Introdução

Ao longo dos últimos anos, o Estado do Espírito Santo, assim como várias regiões do Brasil, tem vivenciado eventos climáticos extremos, como estiagem e chuvas intensas (Marengo, 2007). Por exemplo, entre os anos de 2013 a 2024, o estado capixaba sofreu uma série de eventos extremos, que serão apresentados abaixo.

No mês de dezembro de 2013, entre os dias 11 e 27, o Estado do Espírito Santo, sobre atuação da Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), foi atingido por eventos extremos de chuvas. A ZCAS, aliada a sistemas de baixa pressão em diversos níveis da atmosfera, provocaram elevados acumulados de chuvas, com valores superiores a 100mm em 24 horas, inicialmente em municípios das Regiões Sul (Silva *et al.*, 2014). Esse caso resultou em vítimas, diversos transtornos e prejuízos em várias áreas, como: pessoas desalojadas, agricultura, transporte, principalmente na porção Sul e Serrana, Região Metropolitana da Grande Vitória e Região Noroeste do estado (G1 Espírito Santo, 2013).

Nos anos de 2014 a 2016, o Espírito Santo, juntamente com os demais estados da Região Sudeste do Brasil, vivenciou um período de estiagem severa (Coelho *et al.*, 2016), impactando diversos setores como o abastecimento de água e a produção agrícola (Silva *et al.*, 2024). A produção de cafeicultura obteve uma perda de 19,2% contabilizando aproximadamente R\$ 745,6 milhões, enquanto que na fruticultura as estimativas de perdas foram de 17,3% num valor de R\$ 165,9 milhões (Galeano *et al.*, 2016).

Nos períodos chuvosos correspondentes aos verões 2014/2015 e 2015/2016, o déficit de precipitação observado na região sudeste do Brasil e no Estado do Espírito Santo, foi relacionado diretamente com um padrão anômalo da circulação atmosférica de Alta Pressão no sudoeste do Oceano Pacífico (OP) (Silva *et al.*, 2024). Como resultado desse padrão, houve uma mudança na circulação da célula de Walker sobre o Oceano Atlântico Sul (OAS), bem como, a formação de um centro de baixa pressão anômalo próximo a América do Sul. No OAS a alta pressão se estendeu para oeste dificultando a ocorrência de chuvas sobre a maior parte da Região Sudeste do Brasil (Coelho *et al.*, 2016).

As mudanças climáticas tem causado mudanças nos padrões temporais e espaciais da precipitação, no território Brasileiro (da Costa *et al.*, 2025; Haylock *et al.*, 2006). Nos últimos anos, tem se verificado um aumento na intensidade da precipitação diária na região Sudeste, ao mesmo tempo que, também pode ser observado uma redução no número de dias chuvosos consecutivos e aumento do número de dias secos consecutivos, evidenciando uma tendência de

períodos secos maiores intercalados de curtos períodos úmidos, porém mais intensos (dos Santos *et al.*, 2024). Essa situação pode ocasionar mais transtornos relacionados a enchentes, estiagens prolongadas e movimentos de massa em encostas.

Por fim, em relação Estado do Espírito Santo, os estudo de Correa *et al.* (2022), a partir dos dados do *Coupled Model Intercomparison Project –Phase6* (CMIP6), indicam que o estado capixaba apresentou tendência de aumento da temperatura e da precipitação entre 1985 e 2014. Já o estudo de Regoto *et al.* (2018), mostrou, a partir dos dados das estações meteorológicas para o período de 1971 a 2010, que a região sul do estado ficou mais úmida.

Diante do cenário apresentado, traz-se ao debate a porção Sul do território capixaba. A destacada região, também, vem sofrendo com eventos extremos. Em 2024, os municípios de Mimoso do Sul, Bom Jesus do Norte, Vargem Alta, Alegre, Muniz Freire, vivenciaram um evento climático extremo de chuva, resultando em inundações com vítimas fatais, desabrigados, desalojados e prejuízos econômicos (Assad, 2024). No dia 23 de março de 2024, o município de Mimoso do Sul, registrou 231,8mm de chuva em apenas 24 horas (Marengo *et al.*, 2025). Em Alegre, o acumulado de chuva em 24 horas para o dia 22 de março chegou a 193,6mm, enquanto na cidade de Muniz Freire, o acumulado mensal chegou a 356mm. (INMET, 2024).

O aumento da frequência dos eventos extremos sobre o Estado do Espírito Santo pode estar relacionado entre outros fatores, às mudanças climáticas que vêm sendo observadas em diversas áreas do globo (Zilli *et al.*, 2016). Segundo Roza *et. al* (2024), há uma tendência de aumento RX1day, RX5day, R95p e R99p para os municípios da região Sul do Espírito Santo, bem como para a região Central do estado.

Entretanto, estudos mais regionalizados e de cunho observacional, são necessários para compreensão de como áreas distintas são impactadas pelas mudanças no clima. Os eventos extremos de precipitação estão relacionados a diversos impactos à população como, inundações, redução da disponibilidade de recursos hídricos, danos à agricultura, infraestrutura urbana e rural. Diante disso, faz-se necessário investigarmos os eventos extremos que ocorreram na região Centro-Sul do Espírito Santo.

A região Centro-Sul capixaba, apresenta elevada vulnerabilidade a eventos extremos, como resultado da combinação entre padrões atmosféricos, falta de planejamento e entre outros fatores locais, assim como em várias regiões do Brasil (Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional - MIDR, 2025). Diante disso torna-se fundamental entender o comportamento histórico desses eventos, fornecendo resultados para a sociedade e os gestores

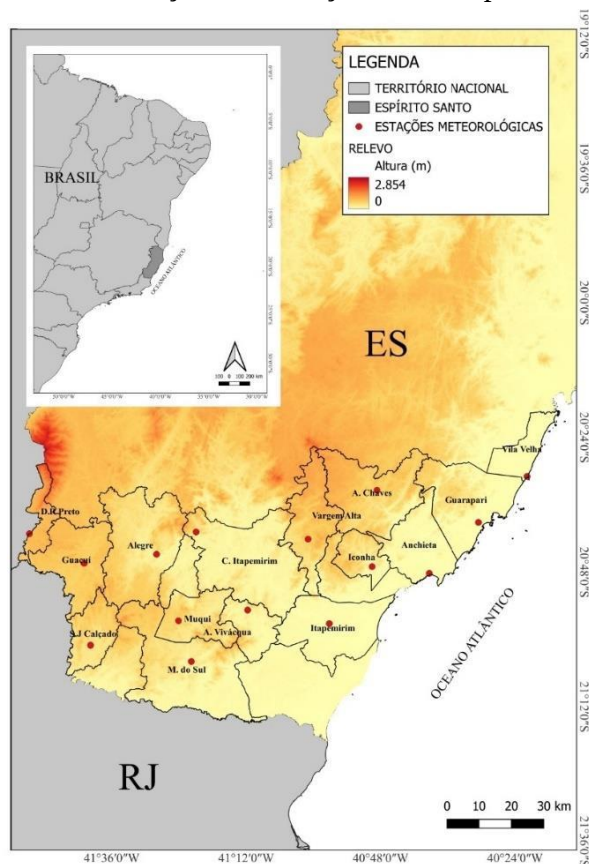
públicos, almejando a elaboração de estratégias de mitigação e adaptação frente aos riscos climáticos no sul do Espírito Santo.

Mediante o exposto, a presente pesquisa tem por objetivo caracterizar a ocorrência e espacialidade dos eventos extremos de precipitação nos municípios da porção Centro-Sul do Espírito Santo, no período de 1990 a 2022, a partir dos dados oriundos das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA).

1.1- Caracterização da área em estudo

A área em estudo (Figura 1), compreende municípios pertencentes as microrregiões do Espírito Santo, delimitadas pelo governo do estado, a saber: Metropolitana: (Vila Velha e Guarapari), Litoral Sul: (Anchieta, Alfredo Chaves, Iconha e Itapemirim), Central Sul: (Vargem Alta, Cachoeiro de Itapemirim, Atilio Vivácqua, Mimoso do Sul, e Muqui) e Caparaó: (São José do Calçado, Dorcas do Rio Preto, Guaçuí e Alegre), (Geobases, 2017).

Figura 1: Mapa da localização das estações, municípios analisados e altimetria (m)



Sistema de Coordenadas: UTM, DATUM: SIRGAS 2000 Zona 24S, Fonte: IJSN/IBGE.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O relevo da região Centro-Sul do ES apresenta variações no sentido Leste-Oeste. A Leste da área em estudo, são observadas, nos municípios da porção litorânea, que engloba as regiões

Metropolitana e Litoral Sul, áreas de formação barreiras, planícies costeiras, piemontês inumados e áreas de acumulação fluvial. À medida que seguimos em direção a Oeste, ao afastarmos do litoral, são observadas áreas do planalto da Mantiqueira Setentrional que abrangem majoritariamente todos os municípios das regiões Central Sul e Caparaó (Espírito Santo, 2012).

Em relação a produção agrícola, nos municípios analisados da região Litoral Sul, os produtos com maior arrecadação entre os anos de 2014 e 2024 são: Café Conilon, Inhame, Banana, Café Arábica e Tomate. Já os municípios da região Central Sul tiveram para o mesmo período a maior produção em reais para os seguintes produtos: Café Conilon, Café Arábica, Banana, Tomate e Milho. Os principais produtos agrícolas produzidos nos municípios da região do Caparaó foram: Café Arábica, Café Conilon, Milho, Tomate e Feijão (Espírito Santo, 2024).

Dentre os municípios analisados, pode-se destacar também a importância econômica dos municípios de Cachoeiro de Itapemirim, que é um grande exportador de rochas ornamentais (IJSN, 2024), Guarapari, que se consolidou como um grande polo turístico no estado (Guarapari, 2025) e Vila Velha, o município destaca-se como um polo dinâmico no Espírito Santo, com Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 16,3 bilhões em 2021, representando a terceira maior participação no total estadual (8,75%) (IJSN, 2025).

1.1.2-Sistemas atmosféricos responsáveis pelos eventos climáticos extremos no Espírito Santo

O Estado do Espírito Santo, devido a sua posição singular no território brasileiro, tem as suas condições de tempo e clima influenciadas por sistemas atmosféricos que interagem entre si e com as condições locais. Esses, são oriundos tanto das latitudes médias – associados a sistemas transientes no escoamento oeste, quanto da faixa tropical - escoamento de leste (Vasconcellos e Reboita, 2021). Ao se propagarem para o interior do estado, esses sistemas interagem com o relevo acidentado, resultando em tempo severo e eventos de precipitação extrema, podendo ocasionar desastres naturais (Pontes da Silva *et al.*, 2014).

Os principais sistemas meteorológicos atuantes sobre a Região Sudeste e o Estado do Espírito Santo e que, conseqüentemente, estão relacionados a eventos climáticos extremos são:

1. O **Sistema de Monções da América do Sul (SMAS)** é uma circulação anticiclônica em altos níveis sobre a Bolívia e com uma área de baixa pressão sobre o Atlântico Sul, próxima à costa do Nordeste do Brasil (Reboita *et al.*, 2010). Nos baixos níveis da atmosfera, são observados sistemas de alta pressão, em superfície, uma circulação anticiclônica sobre os oceanos subtropicais, uma baixa térmica do Chaco sobre o norte

da Argentina, a presença da Zona de Convergência do Atlântico Sul, e o jato de baixos níveis da América do Sul, com atuação durante o verão austral (outubro-março) (Marengo *et al.*, 2012). Jones e Carvalho (2002) destacaram que a atividade convectiva sobre o continente não se mantém constante durante todo o período ativo do Sistema de Monção da América do Sul (SMAS). O SMAS possui fases ativas e fases de quebra, que trazem reflexos na distribuição das chuvas, o que pode provocar períodos de estiagem em algumas regiões mesmo dentro da estação úmida (Vasconcellos e Reboita, 2021).

2. A **Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)** é caracterizada por uma banda de nuvens que se estendem na direção noroeste-sudeste desde a Região Amazônica até o Oceano Atlântico Sul, passando pelas regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil (Kodama, 1992). Esse sistema é responsável por grandes acumulados de chuva durante o verão do hemisfério sul (Quadros *et al.*, 2013).
3. A **Zona de Convergência de Umidade (ZCOU)** possui semelhanças com a ZCAS, porém se distingue pela duração que na maioria dos casos é de 3 dias, sendo considerada como ZCAS a partir do quarto dia ou passando a ser novamente uma ZCOU durante o processo de dissipação da ZCAS (Sacramento Neto; Escobar; Silva, 2010).
4. Os **Cavados Atmosféricos** podem ser descritos como um prolongamento de um sistema de Baixa Pressão atmosférica, num plano horizontal. Na área onde o cavado atua, as linhas de pressão não são fechadas e apresentam uma característica de ondulação em direção a sistemas de Alta Pressão, formando áreas de instabilidades e chuvas (CPTEC, 2025).
5. A **Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS)** é caracterizada como um anticiclone que ocorre desde a superfície até os altos níveis da atmosfera com posição média anual em 30°S de latitude e longitude 0°, com seus ventos girando no sentido anti-horário. No Espírito Santo, a ASAS influencia o tempo principalmente durante o inverno quando o sistema alonga sobre as regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil e está relacionado a tempo seco e firme sobre o estado (Pantoja; Ziviani; Medeiros, 2024). A atuação da ASAS, ocasionalmente, pode resultar na ocorrência de bloqueios atmosféricos na região Sudeste do Brasil, impedindo a passagem de sistemas transientes, bem como, a formação de áreas de instabilidade, inibindo a precipitação (Vasconcellos; Reboita, 2021).
6. Os **Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN)**, localizado na alta atmosfera, caracterizam-se por bastante nebulosidade em sua borda e subsidência em seu núcleo (Gan; Kousky, 1986). Segundo Moraes, Gan e Yoshida (2020), há uma tendência do aumento do número de ocorrências de VCAN(s) durante verões com a ocorrência de El Niño em relação a verões com a ocorrência de La Niña. No Espírito Santo, a atuação do VCAN pode ser verificada durante o verão e seus efeitos são observados a depender da posição do sistema. Quando o centro do vórtice está sobre o estado, é observado um padrão e tempo seco e quente, já quando as bordas do sistema estão sobre o estado, podem ser observadas pancadas de chuva (Pantoja; Ziviani; Medeiros, 2024).
7. Os **Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM)**, podem ser definidos como um sistema meteorológico que se forma a partir da atividade convectiva gerando nuvens

com temperaturas mínimas iguais ou menores a -32°C tendo esses sistemas uma área e 100.000km^2 com um núcleo de nuvens atingindo temperaturas mínimas em torno de -52°C com uma área de abrangência de 50.000km^2 , este sistema tradicionalmente possui um formato circular, e uma duração mínima de 6 horas (Maddox, 1980). No Espírito Santo, este sistema pode se organizar em formato de Linhas de Instabilidade e aliadas a passagem de sistemas frontais podem ocasionar chuvas significativas acompanhadas de trovoadas e rajadas de vento.

Além dos sistemas atmosféricos citados, outros fenômenos podem ser responsáveis pela variabilidade interanual e intrassazonal do tempo e do clima, provocando eventos extremos. Como exemplo de fenômeno de variabilidade interanual cita-se o El-Niño Oscilação Sul (ENOS) que pode ser observado através dos fenômenos El-Niño e La-Niña. Enquanto que para a variabilidade intrassazonal a oscilação de Madden-Julian (MJO) exerce influência estimulando convecção ou subsidência na região (Vasconcellos e Reboita, 2021).

2. Materiais e métodos

2.1-Aquisição de dados climatológicos

A identificação dos eventos extremos foi realizada a partir dos dados diários de precipitação em milímetros, oriundos das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA) nos municípios da área em estudo. A base de dados engloba o período entre 1990 a 2022. Este período foi escolhido pois é compatível para caracterizar um padrão climatológico recente da região.

De posse dos dados de precipitação, foram possíveis a identificação e a definição de eventos extremos a partir dos percentis 90, 95 e 99, bem como o total acumulado de precipitação anual PRCPTOT, o índice de dias secos consecutivos (CDD), índice de seca padronizada (SPI), índice RX1day e RX5day. Todos os índices foram calculados com auxílio do software RStudio.

2.2-Definindo os eventos extremos de precipitação

Os percentis podem ser definidos segundo Oliveira, Sanches e Ferreira (2021) em dividir o conjunto de dados em 100 partes iguais para possibilitar que se identifiquem os intervalos de interesse. Em análises de eventos extremos de precipitação, o percentil 90 representa que 1% dos valores estão acima de um determinado valor, o percentil 95 representa que 5% dos valores estão acima de um determinado valor, indicando um evento extremo, já o percentil 99 indica que apenas 1% dos dados ultrapassam este determinado valor. Os demais índices são descritos a seguir.

2.2.1-Standardized Precipitation Index - SPI

O *Standardized Precipitation Index* (SPI) é um método estatístico utilizado para quantificar anomalias pluviométricas. Seu objetivo é identificar condições de seca ou excesso de umidade de forma padronizada. O SPI consiste no ajuste de uma série histórica de precipitação acumulada a uma distribuição de probabilidade, que é transformada em uma distribuição padrão. Essa transformação permite compreender os desvios da precipitação observada sendo estes desvios representados por valores positivos (úmido) ou negativos (seco) (McKee *et al.*, 1993).

Tabela 01: Classificação do Índice SPI

Valor do SPI	Condição climática
$\geq 2,00$	Extremamente úmido
1,50 a 1,99	Muito úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente úmido
-0,99 a 0,99	Próximo do normal
-1,00 a -1,49	Moderadamente seco
-1,50 a -1,99	Severamente seco
$\leq -2,00$	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de McKee et al. (1993).

2.2.2-Índices climáticos extremos

Os índices baseados na precipitação diária são os desenvolvidos pela Equipe de Especialistas em Detecção e Índices de Mudanças Climáticas (ETCCDI) (<https://etccdi.pacificclimate.org/indices.shtml>). Os índices da ETCCDI referem-se a um conjunto padronizado de índices extremos climáticos, que visam quantificar e analisar as mudanças em extremos climáticas, como chuvas intensas, secas e outros (de Medeiros *et al.*, 2022).

O índice *Consecutive Dry Days* (CDD) é utilizado em estudos de extremos pluviométricos e estiagens, sendo caracterizado como a quantidade máxima de dias sem nenhum registro de precipitação em um determinado período. O CDD expressa a persistência de períodos sem chuva e, portanto, contribui para a caracterização da severidade de secas meteorológicas e agrícolas. Valores elevados de CDD podem estar associados a eventos extremos de seca que afetam a produção agrícola, provocam estresse hídrico em ecossistemas e podem aumentar o risco de queimadas.

O índice RX1day representa o dia com maior acumulado de chuva em um único dia, este índice é fundamental para identificar episódios de eventos extremos de chuva relacionados a

tempestades convectivas, que podem gerar transtornos sobretudo em ambientes urbanos, ocasionando alagamentos e enxurradas.

O índice RX5day o acumulado de chuva registrado num período de 5 dias consecutivos, no Espírito Santo, este índice permite identificar episódios de chuva persistente que podem estar associados a organização de corredores de umidade durante a estação chuvosa e que podem resultar eventos extremos que podem causar transtornos tanto no ambiente urbano como rural, ocasionando enchentes, deslizamentos de terra e prejuízos na produção agrícola.

3. Resultados e discussões

Para uma melhor compreensão e análise dos dados, a área em estudo foi dividida nas seguintes Regiões: Metropolitana: (Vila Velha e Guarapari), Litoral Sul: (Anchieta, Alfredo Chaves, Iconha e Itapemirim), Central Sul: (Vargem Alta, Cachoeiro de Itapemirim, Atílio Vivácqua, Mimoso do Sul, e Muqui) e Caparaó: (São José do Calçado, Dorcas do Rio Preto, Guaçuí e Alegre).

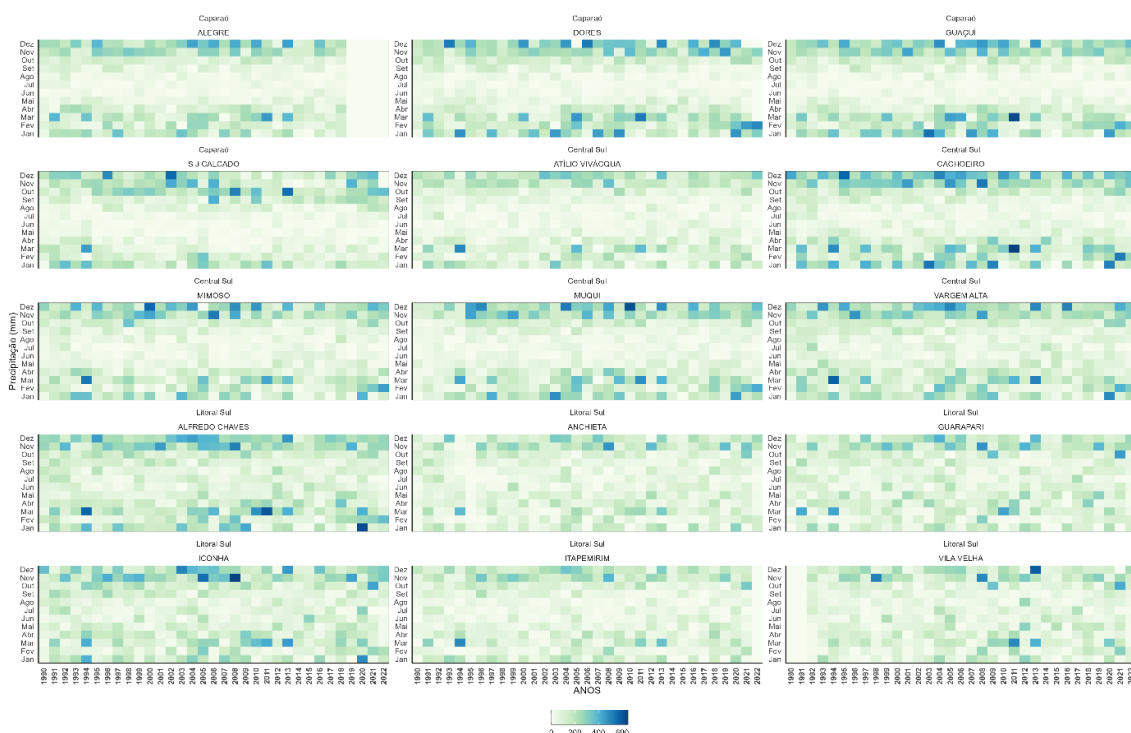
3.1-Precipitação total em dias úmidos-PRCPTOT

A distribuição temporal do acumulado mensal de precipitação é apresentada na Figura 2. Dentre os municípios analisados da região Metropolitana, o município de Vila Velha registrou o maior acumulado de precipitação mensal no valor de 588,5mm (dezembro de 2013). Nesta ocasião o Estado do Espírito Santo evidenciou uma das piores enchentes de sua história em decorrência de sucessivas ocorrências de episódios de ZCAS (Silva *et al.*, 2014).

Ao passo que na Região Sul, o município de Iconha, registrou o maior acumulado de precipitação mensal de 688,7mm (novembro de 2008) quando foram registrados três eventos de ZCAS (Climanálise, 2008). Outro dado relevante é que, tanto Cachoeiro do Itapemirim com 700,7 mm, quanto Guaçuí, com 626 mm, respectivamente Região Central Sul e Região do Caparaó, apresentaram o maior acumulado mensal em março de 2011.

No mês de março de 2011, o Estado do Espírito Santo registrou grandes acumulados de chuva em decorrência da atuação da ZCAS. Além disso, houve a formação de um centro de baixa pressão próximo a costa da Região Sudeste entre os dias 13 e 14, entre as latitudes 20°S e 25°S, dando origem a um ciclone com características de tempestade tropical que ocorreu concomitantemente com um sistema frontal e um episódio de ZCAS, resultando em transtornos para a região do Espírito Santo (Climanálise, 2011). Em relação ao ENOS, neste período o pacífico equatorial estava sob atuação do La Niña (Climanálise, 2011).

Figura 02: Distribuição temporal da precipitação mensal na área de estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir da análise do mapa gerado para o PRCPTOT, Figura 03, é possível observar que os maiores acumulados de chuva são registrados nas regiões Central-Sul e Caparaó, bem como parte da região Serrana, e essa configuração pode estar relacionada a interação dos sistemas atmosféricos com o relevo da região (Pontes da Silva *et al.*, 2014). Também puderam ser observadas alternâncias entre anos mais e menos chuvosos, destacando os anos de 2004, 2005, 2008, 2009, 2013 e 2020 (mais chuvosos) e os anos de 1990, 2001, 2014, 2015, 2016 e 2017 (menos chuvosos).

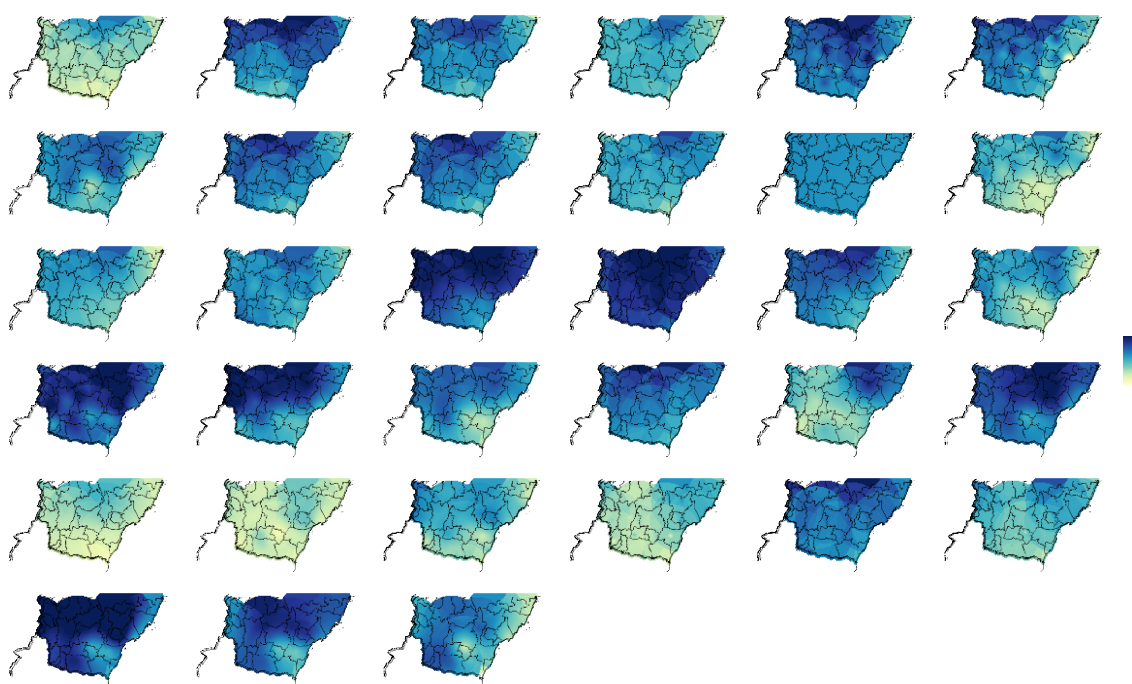
Não foram encontrados na literatura, estudos que associem de forma direta as fases positiva e negativa do ENOS, pelo registro dos períodos de ocorrência de El Niño e La Niña, as causas das ocorrências de anos com maiores ou menores acumulados de precipitação total, sendo objetivo de estudos futuros.

As ocorrências de anos mais chuvosos podem estar relacionadas a influência da Oscilação de Madden-Julian (OMJ), sobre a porção leste da América do Sul, que a depender de sua fase (úmida ou seca) pode acarretar na intensificação (enfraquecimento) da ZCAS (Carvalho; Jones; Liebmann, 2004).

Segundo Coelho *et al.* (2016), nos períodos chuvosos correspondentes ao verão 2014/2015, o déficit de precipitação esteve diretamente relacionado a um padrão anômalo de circulação atmosférica, caracterizado pelo estabelecimento de dois centros anômalos de alta pressão – um no sudoeste do Oceano Pacífico e outro sobre o Oceano Atlântico Sul –, além de um centro de

baixa pressão anômalo próximo a América do Sul. Como resultado dessa configuração atmosférica, foi identificada uma fonte de calor equatorial associada a uma atividade convectiva anômala na região Norte da Austrália, a qual deu origem a uma teleconexão tropical por meio da célula de circulação de Walker (Coelho et al., 2016). Esse padrão alterou a célula de Hadley e serviu como fonte para o estabelecimento das ondas Rossby, favorecendo uma teleconexão por meio dessas ondas, que permaneceram quase estacionárias e resultou na formação centros de alta e baixa pressão sobre a América do Sul, contribuindo para o período de poucas chuvas entre 2013 a 2015. Tal cenário proporcionou baixos índices pluviométricos na área em estudo entre 2014 e 2015 conforme constatado na Figura 03.

Figura 03: Distribuição espacial do índice PRCPTOT (mm) no período de 1990 a 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

3.2-Percentis

Os percentis e as maiores frequências são apresentadas na Tabela 01. Em relação a análise de percentis, foi observado que nos municípios da porção litorânea, o mês com a maior frequência de eventos extremos no P95 foi o mês de novembro, seguindo o padrão climatológico para região (Marchioro; Silva; Correa, 2016).

Para os municípios que estão mais afastados do litoral, o mês com maior ocorrência de eventos de P95, foi o mês de dezembro, o que pode estar relacionado com o deslocamento para sul da ZCAS nessa época do ano (Andrade, 2011). Outro possível fator a contribuir são as passagens

de sistemas transientes e sua interação com o relevo, levando e a ocorrência de chuvas orográficas (Pontes da Silva *et al.*, 2014), a barlavento, associado a uma atmosfera mais estável ou instável. Em regiões de atmosfera mais estável, a função do relevo restringe a distribuir a precipitação, ao passo que na atmosfera instável, características para regiões mais continentais, o relevo tende a aumentar a precipitação, bem como, podendo aumentar sua área de atuação (AYOADE, 1996).

Tabela 02: Média dos percentis por município e maior frequência de eventos extremos

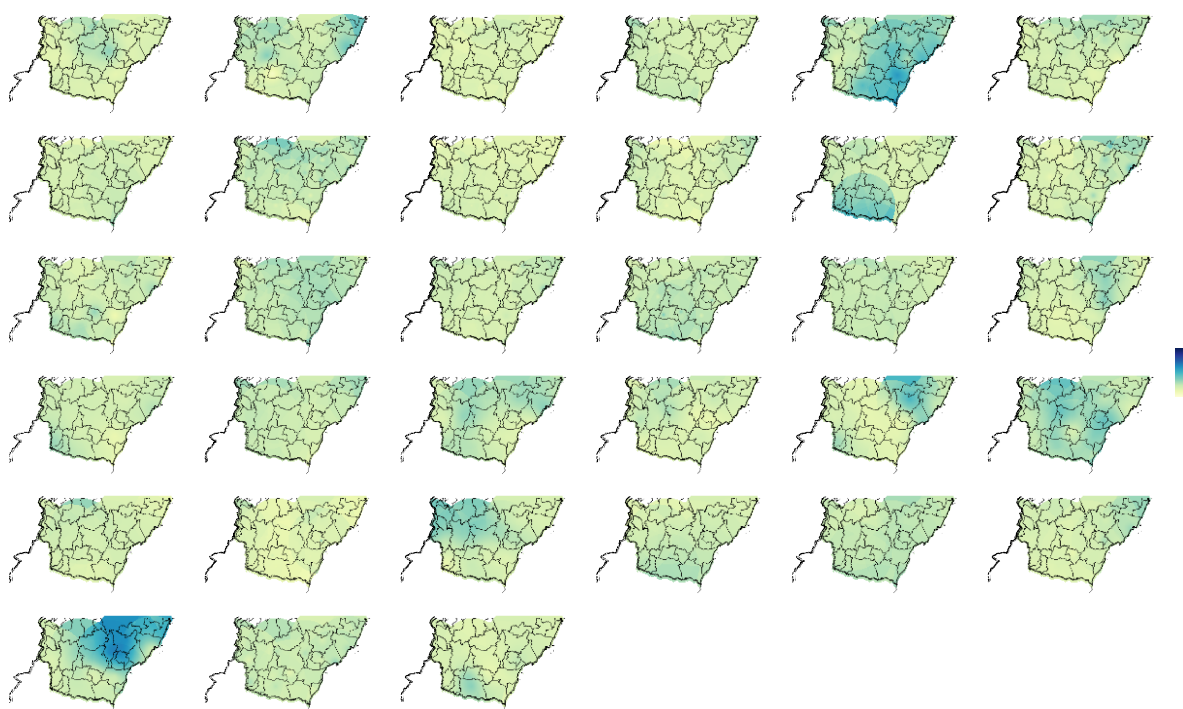
Município	Região	P90	P95	P99	Maior Frequência
Vila Velha	Metropolitana	5,52	3,29	0,84	Novembro
Guarapari	Metropolitana	5,69	3,36	0,75	Novembro
Anchieta	Litoral-Sul	5,45	3,33	0,84	Novembro
Itapemirim	Litoral-Sul	6,15	3,46	0,68	Novembro
Alfredo Chaves	Litoral-Sul	5,60	3,36	0,87	Dezembro
Iconha	Litoral-Sul	5,63	3,18	0,87	Novembro
Vargem Alta	Central-Sul	6,06	3,42	1,09	Dezembro
Cachoeiro de Itapemirim	Central-Sul	7,03	3,72	1,03	Dezembro
Atílio Vivácqua	Central-Sul	6,3	3,63	1,09	Dezembro
Muqui	Central-Sul	6,57	3,57	0,9	Dezembro
Mimoso do Sul	Central-Sul	6,36	3,33	0,87	Dezembro
Alegre	Caparaó	6,72	3,86	0,89	Novembro
São José do Calçado	Caparaó	7,43	3,66	0,93	Dezembro
Guaçuí	Caparaó	6,75	3,66	1,03	Dezembro
Dores do Rio Preto	Caparaó	6,42	3,75	0,81	Dezembro

Fonte: Elaborador pelo autor.

3.3-Maior precipitação acumulada em um dia-RX1day

A partir da análise do índice RX1day (Figura 04), foi observado que os maiores acumulados de chuva foram registrados nos municípios localizados nas regiões Litoral Sul e Central Sul, destacando-se os anos de 1994, 2013 e 2020 como os anos com os maiores índices.

Figura 04: Distribuição espacial do índice RX1day (mm) no período de 1990 a 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na região Metropolitana, o município de Vila Velha foi o que apresentou o maior acumulado de chuva para um único dia, com 221,8mm em 02/03/2020. Neste mês, o Espírito Santo esteve sobre a influência da ZCAS que influenciou principalmente as Regiões Metropolitana, Sul e Serrana. (INCAPER 2020).

Na região Litoral Sul, no município de Alfredo Chaves e na região Central Sul, no município de Vargem Alta, o maior registro de RX1day foi verificado no dia 18/01/2020, com o acumulado máximo em 24h de 248,6mm e 259,1mm, respectivamente. O evento em questão foi deflagrado devido a passagem de uma frente fria pelo litoral da Região Sudeste do Brasil, associada a infiltração de umidade marítima que, juntamente com a atuação da tempestade subtropical Kurumi, culminou no segundo episódio de ZCAS registrado naquele mês (INCAPER 2020), provocando os valores registrados.

Na região do Caparaó, o município de Dolores do Rio Preto registrou o maior índice RX1day para o período, totalizando 161,5mm no dia 19/03/2016. Nesse período, parte da Região Sudeste esteve sobre influência de episódios de ZCAS (INPE, 2016).

Estes resultados mostram que os acumulados diários mais intensos são verificados nos municípios mais próximos ao litoral e a barlavento das principais regiões serranas. Essa questão

levanta a hipótese de que a ocorrência dessas chuvas é relacionada a influência da maritimidade e consequentemente, a interação entre massas de ar oriundas do oceano e as massas de ar oriundas do interior do continente. Essa combinação pode resultar fortes chuvas que podem ocasionar desastres naturais.

Ante os resultados apresentados, cabe destacar que o índice RX1day reflete a intensidade de chuvas que podem causar inundações bruscas. Segundo as pesquisas de Regoto *et al.* (2018), o clima da região Sul do Espírito Santo está ficando mais úmido, condição que pode estar levando ao aumento tendência do indicador RX1day (Roza *et. al.*, 2024), tornando a área em estudo mais propícia a desastres naturais relacionado ao inundações.

3.4-Maior precipitação acumulada em cinco dias consecutivos-RX5day

As análises do índice RX5day (Figura 05), mostraram uma variabilidade espacial da distribuição das chuvas para um período de 5 dias ao longo dos anos. Embora não se tenha realizado uma análise estatística de tendência, a distribuição espacial dos dados revela um padrão consistente, sugerindo que os maiores acumulados, assim como foi no RX1day, são verificados nos municípios próximos a faixa litorânea, contemplando as regiões Metropolitana, Litoral Sul e Central Sul.

Na Região Metropolitana, o município de Guarapari registrou o maior valor de chuva acumulada em 5 dias, totalizando 407mm em 28/10/2009, condição influenciada pela atuação das ZCAS (Climanálise, 2009).

A região Litoral Sul teve o município de Itapemirim, registrando 334,4mm em 06/03/1994. Para esse evento específico não foi encontrado na literatura qual foi o evento causador, sendo objeto de estudos futuros.

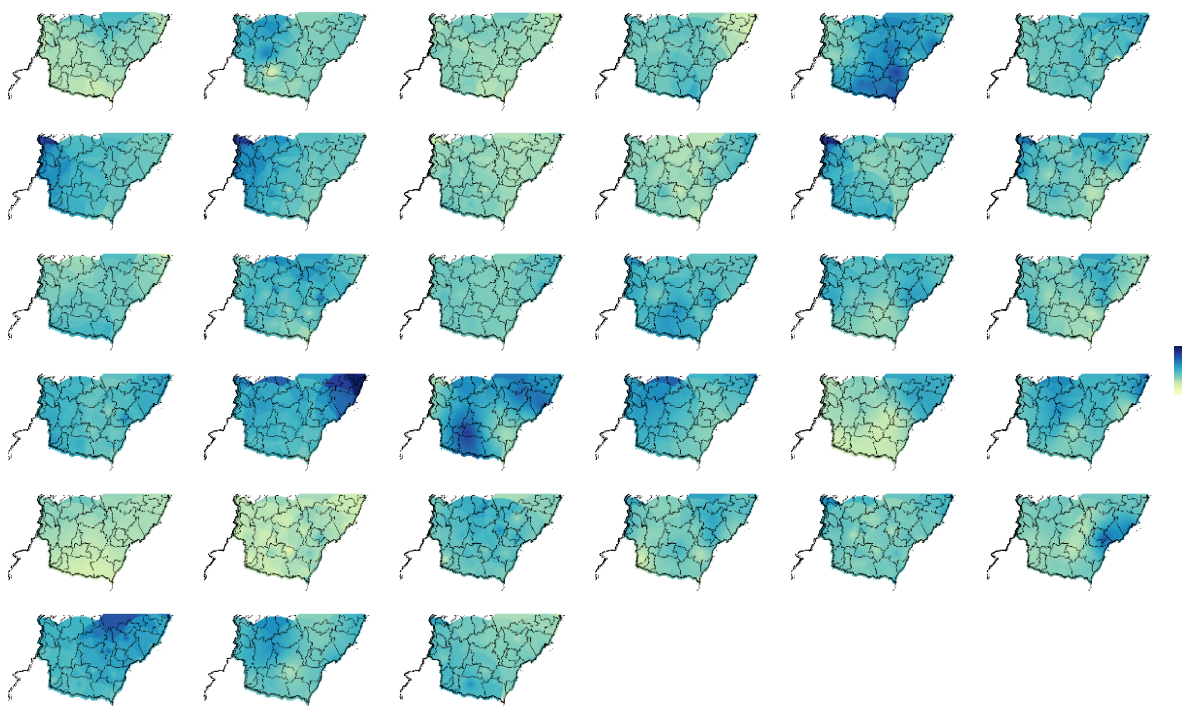
O município da região Central Sul que registrou o maior índice RX5day foi Muqui, onde foram registrados 348,5mm em 26/12/2010. Tal valor se deu durante a atuação de três episódios de ZCAS que afetaram toda a Região Sudeste do Brasil, ocasionando diversas perdas humanas e materiais (Climanálise, 2010).

Já na Região do Caparaó, o maior acumulado em 5 dias foi para o município de Dolores do Rio Preto totalizando 360,4mm em 04/01/2001. Novamente, episódio ocasionado pela atuação da ZCAS entre os dias 01 a 04/01/2001 (Climanálise, 2001).

O RX5day é um indicador para possibilidade de deslizamentos. Com um clima mais úmido ao sul do Espírito Santo (Regoto *et al.*, 2018; Correa *et al.*, 2022), a tendência é que, eventos de

RX5day tornar-se-ão cada vez mais recorrentes (Roza *et al.*, 2024), aumentando a possibilidade de deslizamento na área em estudo.

Figura 05: Distribuição espacial do índice RX5day (mm) no período de 1990 a 2022.

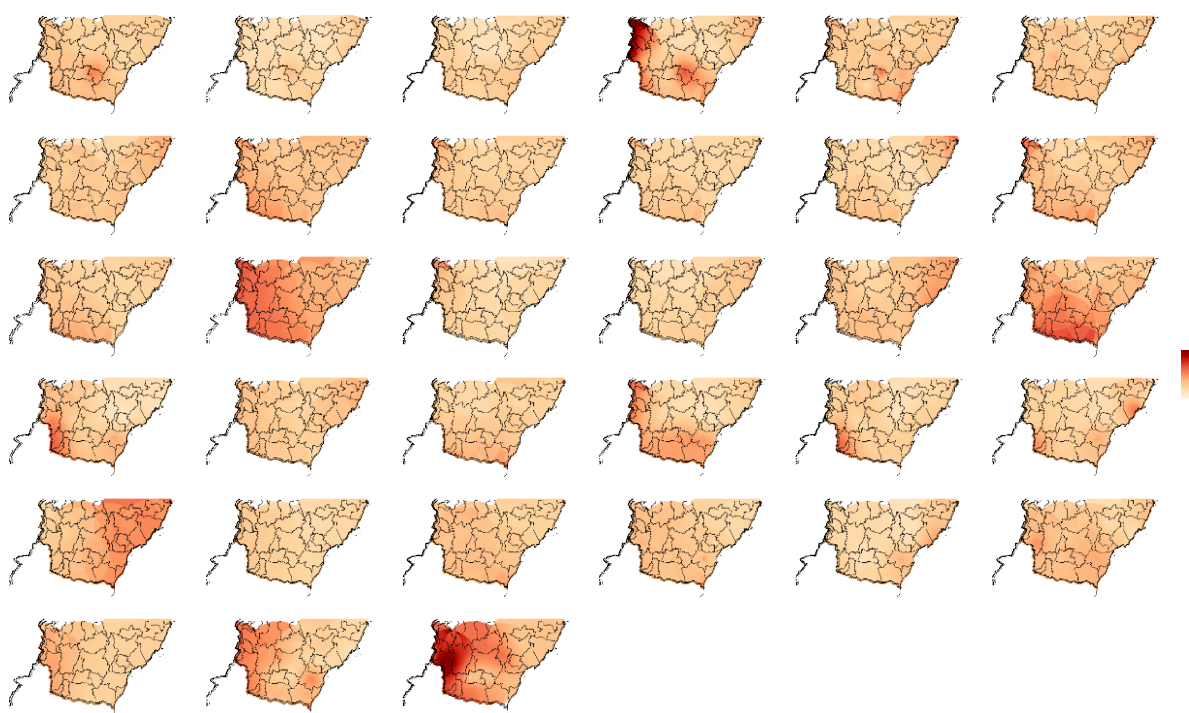


Fonte: Elaborado pelo autor

3.5-Consecutive dry days-CDD

A análise do índice de dias secos consecutivos (CDD), Figura 06, mostrou que nas regiões mais próximas ao litoral são verificados os menores quantitativos de dias secos. Na região Metropolitana, os municípios analisados registraram o mesmo número máximo de dias consecutivos sem chuva no total de 53 dias. Na região Litoral Sul, os municípios de Alfredo Chaves e Iconha registraram os maiores períodos de estiagem, totalizando 52 dias. Na região Central sul, o município de Atílio Vivácqua registrou o maior período de estiagem com um total de 61 dias. Na região do Caparaó, o município de Guaçuí registrou o maior período de estiagem não somente da região, mas como dentre todos os municípios analisados, totalizando 104 dias. Os resultados ora verificados corroboram com os achados de Regoto *et al.*, (2018), onde o autor verificar menores valores de CDD nos municípios litorâneos.

Figura 06: Distribuição espacial do índice CDD (dias) no período de 1990 a 2022.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A partir deste resultado, a distribuição espacial dos dados revela um padrão consistente de menores períodos de estiagem, em todos os anos, nos municípios próximos à região litorânea (Figura 06). Mesmo com uma menor frequência de eventos de chuvas durante o período de outono e inverno, a influência da passagem de sistemas frontais, sistemas de brisa e a convergência costeira, garante alguma regularidade no registro de precipitação nos municípios da porção litorânea (Pantoja; Ziviani; Medeiros, 2024), resultando em menores índices de CDD no período. O que também pode estar relacionado a uma maior frequência de dias consecutivos sem chuva, durante os meses de outono e inverno, nos municípios das regiões Centro Sul e Caparaó, devido a sua localização geográfica, estes municípios sofrem menor influência de sistemas atuantes nas áreas próximas a costa.

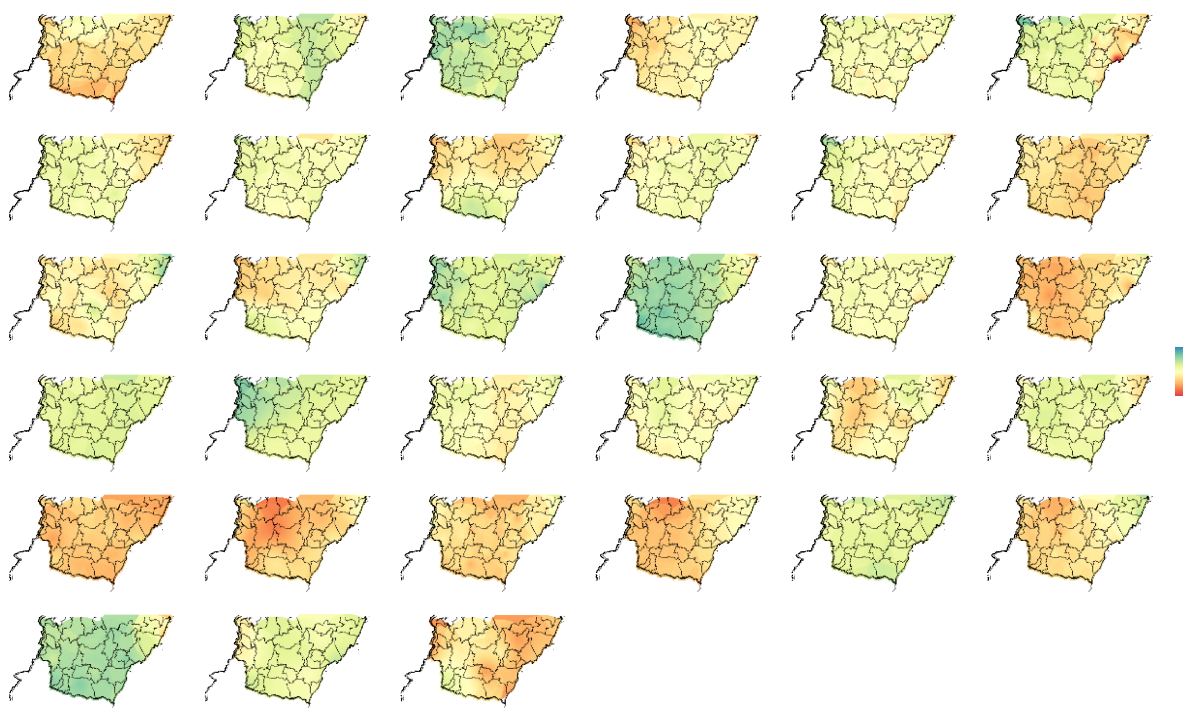
3.6-Standardized Precipitation Index-SPI

A partir da análise do Índice de Seca Padronizada (SPI) (Figura 07), foi possível constatar que há sequências de anos mais úmidos, entre 2001 e 2003, 2006 e 2007, e anos mais secos entre 2014 e 2017.

A sequência de anos secos, entre 2014 a 2017, esteve relacionada a diversos bloqueios atmosféricos ocasionados por anticiclones anômalos que foram observados sobre a região Sudeste do Brasil no período (Coelho *et al.*, 2016).

Entre os anos de 1991 e 1992, 2004 e 2005 e nos anos de 2018 e 2020, foram observados índices mais úmidos sobre as regiões analisadas, indicando uma relação com uma maior ocorrência de corredores de umidade como a ZCAS, e destacando uma maior concentração de períodos úmidos nos municípios das regiões Central Sul e Caparaó, podendo estar relacionado a atuação da MJO (Carvalho; Jones; Liebmann, 2004). Já os anos mais secos possuem uma distribuição mais irregular, porém podendo ser destacado um viés maior para a porção Central Sul. A Tabela 2 apresenta uma síntese dos meses e dos anos extremamente secos e úmidos para a área em estudo.

Figura 07: Índice de Seca Padronizada (SPI)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Tabela 03: Períodos secos e úmidos a partir do SPI, para área em estudo, entre 1990 a 2022.

Município	Meses Extremamente secos (SPI < -2,00)	Meses Extremamente Úmidos (SPI > 2,00)
Vila Velha	Abril de 2001, outubro de 2002, setembro de 2014, fevereiro de 2016 e julho de 2018.	Novembro de 1998, junho de 1999, junho de 2005, outubro de 2009, março de 2011, agosto de 2012, dezembro de 2013, julho de 2017, setembro de 2020, fevereiro e outubro de 2021.
Guarapari	Julho de 2021, julho de 2018, maio e abril de 2016, dezembro de 2012, outubro de 2005, junho de 2003, fevereiro de 1993, dezembro de 1991 e março de 1990.	Outubro de 2021, outubro de 2009, fevereiro de 2008 e setembro de 1991.
Anchieta	Dezembro de 2012, outubro de 2005, junho de 2003, fevereiro de 1993, dezembro de 1991 e março de 1990.	Outubro de 2021, maio de 2012, junho de 1999, julho de 1992 e setembro de 1991
Itapemirim	Outubro de 2019, setembro de 2017, maio de 2016, dezembro de 2012, setembro de 2004 e março de 1990.	Outubro e fevereiro de 2021, maio de 2018, fevereiro de 2008, setembro de 1996 e março de 1994.
Alfredo Chaves	Julho de 2022, setembro de 2017, abril e fevereiro de 2016, dezembro de 2014, outubro de 2012, março de 2007, setembro de 2004 e novembro de 1993.	Janeiro de 2020, maio de 2019, maio e abril de 2018, junho de 2015, agosto de 2012, junho de 2012, março de 2011 e maio de 2005.
Iconha	Dezembro e outubro de 2012, setembro de 2004 e maio de 2000.	Outubro de 2021, julho de 2020, junho de 2015 e novembro de 2008.
Vargem Alta	Outubro de 2019, novembro de 2015, outubro de 2005, setembro de 2009 e abril de 2002.	Outubro de 2021, outubro e janeiro de 2020, junho de 2015, março de 2013, novembro de 2008, novembro de 1996, março de 1994, maio de 1993 e julho de 1992.
Cachoeiro de Itapemirim	Abril de 2016, agosto de 2015, dezembro de 2012, março de 2007 e novembro de 1993.	Fevereiro de 2021, abril de 2014, junho de 2012, março de 2011, abril de 2009, novembro de 2008, maio de 1995, agosto e julho de 1992 e julho de 1990
Atilio Vivácqua	Setembro de 2017, dezembro de 2012, março de 2007, outubro e maio de 2000 e dezembro de 1994	Outubro de 2021, agosto de 2012, outubro de 2009, novembro de 2008, maio de 2005, março de 1994 e julho de 1992.
Alegre	Janeiro de 2015, dezembro de 2012, novembro de 2009, março de 2007, fevereiro de 2003 e abril de 2002.	Junho de 2016 e agosto de 1992.
São José do Calçado	Março de 2003, novembro e abril de 1994 e março de 1990.	Dezembro de 2013, dezembro de 2008, novembro de 2006, abril de 2005, agosto, julho, junho e maio de 1994,
Muqui	Setembro de 2017, janeiro de 2015, dezembro de 2012, setembro de 2004, outubro e abril de 1991 e janeiro de 1990.	Dezembro de 2010, abril de 2008 e setembro de 2005.
Mimoso do Sul	Setembro de 2017, outubro de 2012, janeiro de 2010 e abril de 1997.	Fevereiro de 2022, outubro de 2021, agosto de 2018, maio de 2012, novembro de 2006, outubro de 1998, março de 1994 e julho de 1992.
Guaçuí	Março de 2022, outubro de 2017, novembro e janeiro de 2015, fevereiro de 2012 e março de 2007.	Março de 2011, abril de 2008, julho de 2004, agosto de 2003 e julho de 1990.
Dores do Rio Preto	Novembro e janeiro de 2015, novembro de 2009, fevereiro de 2003 e novembro de 1993.	Fevereiro de 2022, maio de 2015, março de 2011, julho de 2004, agosto de 2003 e agosto de 2000.

Fonte: Elaborado pelo autor.

4. Considerações finais

A partir das análises realizadas, foi possível compreender melhor as diferenças no regime de precipitação entre as regiões litorâneas, continentais da porção sul e também região do Caparaó capixaba. De modo geral verificou-se que a região Central Sul apresenta os maiores índices de precipitação anual total (PRCPTOT), seguida da região do Caparaó e Litoral Sul.

Os extremos de precipitação, majoritariamente, foram causados pela variabilidade da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), seja pela atuação ou inibição da formação do sistema. A ZCAS também foi responsável pelos maiores registros dos indicadores Rx1day e Rx5day. Porém, destaca-se que os eventos extremos de precipitação, podem estar relacionados com a influência da maritimidade e consequentemente, a interação entre massas de ar oriundas do oceano e do interior do continente. Essa combinação pode resultar em fortes chuvas que podem ocasionar desastres naturais, por exemplo nos municípios de Alfredo Chaves, Iconha e Vargem Alta.

Os meses de novembro e dezembro concentram a maior frequência de eventos extremos de chuva, nos percentis 90, 95 e 99, em todas as regiões analisadas. Entretanto, há uma diferença temporal entre os extremos relacionados aos percentis. Enquanto nas regiões próximas ao litoral, os maiores registros dos percentis são verificados no mês de novembro, nas regiões mais afastadas da linha de costa, os maiores registros são verificados no mês de dezembro. Essa diferença pode ser explicada por fatores como o relevo, sistema de brisas, CCM's e demais sistemas atmosféricos característicos da região.

O mês com os menores índices de eventos extremos, para a maior parte da porção litorânea do estado, é o mês de setembro. Ao passo, que para os municípios das regiões mais afastadas do litoral, os meses com as menores ocorrências de eventos são junho e julho. Tal característica, evidencia as diferenças entre o padrão de influência da maritimidade, sistemas de brisa e sistemas frontais na porção litorânea durante todo o ano e do efeito da orografia dos municípios da porção Central Sul e do Caparaó na caracterização da ocorrência de chuva.

Embora não se tenha realizado uma análise estatística de tendência, foi observado pela distribuição espacial e temporal dos dados, um padrão consistente. De modo geral, alguns indicadores extremos estão aumentando, tais como o RX1day, RX5day, PRCPTOT. De forma abrangente, são verificados os maiores valores de CDD na região do Caparaó, seguido da região Central Sul.

5. Referências bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **SNIRH – Hidroweb: séries históricas de dados hidrológicos**. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 20 jan. 2026.

ANDRADE, F. M. de. **Influências remotas na previsibilidade, estrutura e ciclo de vida da Zona de Convergência do Atlântico Sul**. 2011. 149 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2011.

ASSAD, P. **Alerta máximo: fortes chuvas atingem Espírito Santo, alagam cidades, carregam carros e deixam desalojados**. *O Globo*, Rio de Janeiro, 23 mar. 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/03/23/alerta-maximo-fortes-chuvas-atingem-espirito-santo-alagam-cidades-carregam-carros-e-deixam-desalojados.ghhtml>. Acesso em: 22 set. 2025.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos; Instituto Nacional de Meteorologia. **PROGCLIMA: boletim de prognóstico climático**. Ano 13, n. 4, 25 mar. 2016. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br>. Acesso em: 22 jan. 2026.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. **Atlas digital de desastres no Brasil: gráficos**. Brasília, DF, 2025. Disponível em: <https://atlasdigital.mdr.gov.br/paginas/graficos.xhtml>. Acesso em: 15 jan. 2026.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: intensity, form, persistence, and relationships with intraseasonal to interannual activity and extreme rainfall. *Journal of Climate*, v. 17, n. 1, p. 88–108, 2004.

CAVADO. In: CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS (CPTEC). **Glossário**. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml>. Acesso em: 22 set. 2025.

COELHO, C. A. S. et al. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. *Climate Dynamics*, v. 46, n. 11–12, p. 3737–3752, 2016.

CORREA, W. de S. C. et al. Evaluation of temperature and precipitation simulations of a subset of CMIP6 models for Brazil. *Derbyana*, v. 43, p. e774, 2022.

COSTA, J. M. F. da et al. Trend analysis of precipitation extremes in Brazil: the role of atmospheric temperature. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais*, v. 60, n. 1, p. 1–18, 2025.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER). **Painel Agro: painel da produção agropecuária do Espírito Santo**. Vitória, 2025. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiYzVhOWZmOGItZWJjNi00MmUzLTg2ZGMtYzk0NDI2Y2UyMmFmIiwidCI6IjhiMjA4ZmViLTlyMTYtNDQ1Zi1iZmQxLTk1MjU4ZDlkMjE_xMSJ9. Acesso em: 16 jan. 2026.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). **Nota técnica n. 28**. Vitória, ES, 2012. Disponível em: https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/notatecnica/1310_ijsn_nt28-.pdf. Acesso em: 16 jan. 2026.

ESPÍRITO SANTO. Instituto Jones dos Santos Neves. **Espírito Santo se consolida como maior exportador de rochas ornamentais do Brasil**. Vitória, 29 jan. 2024. Disponível em: <https://www.es.gov.br/Noticia/espirito-santo-se-consolida-como-maior-exportador-de-rochas-ornamentais-do-brasil>. Acesso em: 16 jan. 2026.

G1 ESPÍRITO SANTO. **Defesa Civil contabiliza mais mortes em decorrência da chuva no ES**. 25 dez. 2013. Disponível em: <https://g1.globo.com/espírito-santo/noticia/2013/12/defesa-civil-contabiliza-mais-mortes-em-decorrencia-da-chuva-no-es.html>. Acesso em: 20 jan. 2026.

GAN, M. A.; KOUSKY, V. E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no Oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 1, n. 1, p. 19–28, 1986.

GEOBASES. **Mapa dos municípios do Espírito Santo**. Disponível em: <https://geobases.es.gov.br/mapas-municipios-es>. Acesso em: 20 jan. 2026.

GUARAPARI (ES). Prefeitura Municipal de Guarapari. **Guarapari vive boom turístico e impulsiona economia local com eventos e investimentos estratégicos**. Guarapari, ES, 22 abr. 2025. Disponível em: <https://www.guarapari.es.gov.br/noticia/ler/2027/artigo-guarapari-vive-boom-turistico-e-impulsiona-economia-local-com-eventos-e-investimentos-estrategicos>. Acesso em: 16 jan. 2026.

HAYLOCK, M. R. et al. Trends in total and extreme South American rainfall in 1960–2000 and links with sea surface temperature. *Journal of Climate*, v. 19, n. 8, p. 1490–1512, 2006.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). **Informativo Climático Mensal do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, ano 2, n. 1, jan. 2020. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br>. Acesso em: 22 jan. 2026.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL (INCAPER). **Informativo Climático Mensal do Espírito Santo**. Vitória, ES: Incaper, ano 2, n. 3, mar. 2020. Disponível em: <https://meteorologia.incaper.es.gov.br>. Acesso em: 22 jan. 2026.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES (IJSN). **IJSN Especial: colonização do solo espírito-santense — 490 anos de história**. Vitória: IJSN, 2025. Disponível em: <https://ijsn.es.gov.br/Media/IJSN/PublicacoesAnexos/Sínteses/IJSN%20Especial%20-%20Colonização%20do%20Solo%20Espírito-Santense.pdf>. Acesso em: 21 jan. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Nota técnica: eventos extremos – Brasil, março de 2024**. Brasília, 2024. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/uploads/notastecnicas/Nota_EventosExtremos_Brasil_Março_2024-R2.pdf. Acesso em: 22 set. 2025.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Climanálise: boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, jan. 2001. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/0101/zcas.html>. Acesso em: 22 jan. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Climanálise: boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, v. 23, n. 11, nov. 2008.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Climanálise: boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, v. 24, n. 10, out. 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Climanálise: boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, v. 25, n. 12, dez. 2010.

- INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Climanálise: boletim de monitoramento e análise climática**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, v. 26, n. 3, mar. 2011.
- JONES, C.; CARVALHO, L. M. V. Active and break phases in the South American monsoon system. *Journal of Climate*, v. 15, n. 8, p. 905–914, 2002.
- KODAMA, Y. Large-scale common features of subtropical precipitation zones. *Journal of the Meteorological Society of Japan*, v. 70, n. 4, p. 855–875, 1992.
- MADDOX, R. A. Mesoscale convective complexes. *Monthly Weather Review*, v. 108, n. 9, p. 1104–1121, 1980.
- MARCHIORO, Eberval; SILVA, Graziani Mondoni; CORREA, Wesley de Souza Campos. **A zona de convergência do Atlântico Sul e a precipitação pluvial do município de Vila Velha (ES): repercussões sobre as inundações**. *Revista do Departamento de Geografia (USP)*, São Paulo, v. 31, p. 101-117, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.11606/rdg.v31i0.108447>.
- MARENGO, J. A. et al. **Estado do clima, extremos de clima e desastres no Brasil em 2024**. São José dos Campos: CEMADEN/MCTI, 2025. Disponível em: https://inctmc2.cemaden.gov.br/wp-content/uploads/2025/03/Relatorio_NT-Clima_Extremos_Desastres-2024-Brasil-digital.pdf. Acesso em: 22 set. 2025.
- MARENGO, J. A. et al. Recent developments on the South American monsoon system. *International Journal of Climatology*, v. 32, n. 1, p. 1–21, 2012.
- MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade**: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI. 2. ed. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007.
- McKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: **PROCEEDINGS OF THE 8TH CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY**. Anaheim: American Meteorological Society, 1993.
- MEDEIROS, J.; OLIVEIRA, P. de; AVILA-DIAZ, A. Evaluation of extreme precipitation climate indices and their projected changes for Brazil: from CMIP3 to CMIP6. *Weather and Climate Extremes*, v. 38, p. 100511, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wace.2022.100511>.
- MORAIS, M. D. C.; GAN, M. A.; YOSHIDA, M. C. Features of the upper tropospheric cyclonic vortices of Northeast Brazil in life cycle stages. *International Journal of Climatology*, v. 40, n. 11, p. 4811–4825, 2020.
- OLIVEIRA, T. A. de; SANCHES, F.; FERREIRA, C. de C. M. Eventos ou episódios extremos de pluviosidade em Juiz de Fora-MG. In: FERREIRA, C. de C. M.; FIALHO, E. S.; OLIVEIRA, T. A. (org.). **Climatologia geográfica: conceitos, métodos e experimentos**. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2021. p. 92–109.
- PANTOJA, P. H. B.; ZIVIANI, G. G. C.; MEDEIROS, T. T. B. de. **Atlas climatológico do Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2024.
- QUADRO, M. F. L. de; PEZZI, L. P.; ROSA, E. B. O Climanálise e o monitoramento da ZCAS nos últimos 30 anos. In: **CLIMANÁLISE: edição especial 30 anos**. Cachoeira Paulista, SP: CPTEC/INPE, 2013.
- REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 25, n. 2, p. 185–204, 2010.
- REGOTO, P. et al. Trends in extreme precipitation over Espírito Santo state, southeast Brazil. *Anuário do Instituto de Geociências*, v. 41, n. 1, p. 365–381, 2018.

ROZA, M. P. O. et al. Natural disasters related to rainfall trends in Espírito Santo, southeastern Brazil. *Theoretical and Applied Climatology*, v. 155, p. 1451–1466, 2024.

SACRAMENTO NETO, O. B. do; ESCOBAR, G. C. J.; SILVA, P. E. D. da. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do CPTEC. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA**, 16., 2010, Belém. Anais [...]. Belém: SBMET, 2010.

SILVA, B. F. P. da et al. Chuva extrema: o caso de dezembro de 2013 no Estado do Espírito Santo. In: **ANUÁRIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS – 2013**. Brasília: CENAD/SEDEC, 2014. p. 87–100.

SILVA, J. G. F. da; PANTOJA, P. H. B.; COSTA, E. B. da (org.). **Crise hídrica no Estado do Espírito Santo: o caso de 2014 a 2017**. Vitória, ES: Incaper, 2024.

VASCONCELLOS, F. C.; REBOITA, M. S. Clima da Região Sudeste. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J. (org.). **Clima das regiões brasileiras e variabilidade climática**. São Paulo: Grupo A, 2021.

ZILLI, M. T. et al. A comprehensive analysis of trends in extreme precipitation over southeastern coast of Brazil. *International Journal of Climatology*, v. 37, p. 2269–2279, 2016.