ISSN: 1519-7816

https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco

ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SINÓTICAS DO EXTREMO CLIMÁTICO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA OCORRIDO NO MUNICÍPIO DE CATALÃO - GO

Vitor Sales Cardoso[1]

Rafael de Ávila Rodrigues[2]

CARDOSO, Vitor Sales; RODRIGUES, Rafael de Ávila. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES SINÓTICAS DO EXTREMO CLIMÁTICO DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA OCORRIDO NO MUNICÍPIO DE CATALÃO -GO. **Espaço em Revista**, Catalão, v. 27, n. 1, p. 378–403, 2025. DOI: https://doi.org/10.70261/er.v27i1.74952 Disponível em: https://periodicos.ufcat.edu.br/index.php/espaco/article/view/74952

Esta obra está licenciada com uma Licença CC BY 4.0 . Esta licença permite que outros distribuam, remixem, adaptem e criem a partir do seu trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que lhe atribuam o devido crédito pela criação original.

Recebido: 12/02/2025 | **Aceito:** 04/07/2025 | **Publicado:** 08/07/2025

Resumo:
As mudanças climáticas se apresentam como um dos grandes desafios da humanidade, e o cerne das preocupações dos climatologistas e geógrafos é justamente os extremos climáticos, principalmente, o de precipitação pluviométrica. A presente pesquisa teve como objetivo analisar as condições sinóticas da atmosfera associada ao extremo climático de precipitação pluviométrica ocorrido em 29 de janeiro de 2020 no município de Catalão - GO, com um volume total de 153 mm, o maior dos últimos 50 anos. A metodologia baseou-se na sistematização dos dados pluviométricos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET); cartas sinópticas do Banco Nacional de Dados Oceanográficos do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM) e do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC). Os resultados indicam que os volumes totais de chuva foram propiciados pela configuração atípica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), combinada com uma depressão subtropical que evoluiu para uma tempestade subtropical denominada Kurumí. Conclui-se que as mudanças climáticas afetam os sistemas atmosféricos, propiciando uma reconfiguração desses sistemas, resultando em extremos climáticos devastadores.

Palavras-chave: Extremos climáticos. Chuva. Análise Sinótica.

ANALYSIS OF THE SYNOTICAL CONDITIONS OF THE CLIMATE EXTREME OF RAINFALL OCCURRED IN THE MUNICIPALITY OF CATALÃO –GO

Abstract:

Climate change in one of humanity´s greatest challenges and the main concern of climatologists and geographers is precisely climate extremes, specially rainfall. This research aimed to analyze the synotic conditions of the atmosphere associate with the extreme rainfall that occurred on January 29, 2020 in the municipality of Catalão, Goiás, with a total volume of 150mm in 72 hours, the highest in the last 50 years. The methodogy was based on the systematization of rainfall data from the Nation Institute of

[1] Mestrando na Universidade Federal de Catalão, Catalão (GO), Brasil, e-mail: vsallescardoso@gmail.com

[2] Professor doutor na Universidade Federal de Catalão, Catalão (GO), Brasil, e-mail: rafaelavilaroodrigues@gmail.com

Meteorology –INMET; on synotic charts: National Oceanographic Data Bank of the Navy Hydrography Center (CHM) and the Center for Weather Forescasting and Climate Studies – CPTEC.
The results indicate that the total volumes of rain were caused by atypical configuration of the South Atlantic Convergence Zone –SACZ, combined with a Subtropical Depression that evolved into a Subtropical Depression that evolved into a Subtropical Storn Called kurumi. It is concluded that climate change is affecting atmospheric systems, leading to a reconfiguration of these systems, resulting in devastating climatic extremes.

Keywords: Climate extremes. Rain. Synoptic Analysis.

INTRODUÇÃO

A climatologia geográfica tem como uma das principais categorias de análise a dinâmica atmosférica, o ritmo e as transformações dos sistemas atmosféricos, tanto temporalmente quanto espacialmente. Assim como propôs Monteiro (1991), o que difere a climatologia geográfica da ciência meteorológica é justamente o aspecto analítico da variabilidade e dinâmica do clima, considerando as especificidades de cada região do espaço geográfico, suas transformações naturais e antropogênicas ao longo do tempo.

Não obstante, a Organização Meteorológica Mundial (OMM), entidade a nível global vinculada às Nações Unidas (ONU), pioneira na área de ciências geofísicas e meteorológicas, juntamente com o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), tem alertado que a temperatura média do planeta mudou desde a Revolução Industrial, aumentando 1°C na temperatura global em comparação à média histórica do período pré-industrial (OMM; IPCC, 2018).

Esse aumento da temperatura, a longo prazo, na média histórica, é conhecido pela terminologia da ciência climatológica como mudanças climáticas, as quais, de acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), estão relacionadas a mudanças de longo prazo nas temperaturas médias e nas condições climáticas da Terra.

De acordo com a literatura, a ascensão da temperatura contribui para a formação de impactos e extremos climáticos devastadores, incluindo, sobretudo, o de precipitação pluviométrica (Costa e Lima, 2015; Salviano, M.F.; Groppo, J.D; Pellegrino, G.Q. 2016). Os extremos climáticos, que geralmente são de curto prazo, são capazes de colocar populações inteiras em risco, ocasionando em perdas humanas, econômicas e ambientais, sendo necessário seu monitoramento e prevenção, sobretudo em regiões com maior tendência a desastres

naturais, como deslizamentos, inundações, erosões, bem como para o bem-estar da sociedade, principalmente, da classe mais vulnerável.

Nesse sentido, de acordo com Muller et al. (2011), em primeira ordem, as mudanças nos extremos de precipitação são capturadas por mudanças na estrutura de temperatura média da atmosfera. O que ocorre é uma alteração nos padrões de precipitação e sua distribuição espacial, podendo ocasionar não apenas em volumes acentuados de precipitação pluviométrica, como também sua escassez.

Com o intuito de refletir sobre os impactos que as alterações atmosféricas causam nos padrões das médias históricas de precipitação pluviométrica, Marengo (2008) infere que, desde 1950, a nível da América do Sul, observou-se um aumento da precipitação pluviométrica na região Sul e em partes do Sul do Brasil, na bacia do Paraná-Prata, e tendências em outros regiões do sudeste. Trabalhos similares com aumento nos totais precipitados das médias históricas para a região Sul do Brasil, também foram encontrados em outros estudos, incluindo sua espacialidade e intensidade (Pinheiro et al., 2013; Teixeira, Prieto, 2020).

Entretanto, deve-se compreender que o território brasileiro possui especificidades fisiográficas, climáticas e socioeconômicas, e as mudanças climáticas impactam de forma diversas, como por exemplo, no estado do Nordeste. De acordo com Klein, A. H. F.; Vital, H.; e Nicolodi, J. L. (2013), em uma pesquisa sobre mudanças climáticas na região Nordeste, elucidam que a área apresenta uma forte variabilidade temporal (em escalas interanual e decadal) no seu regime de chuvas, e os eventos extremos impactam os níveis de temperatura e as taxas de evaporação, afetando os níveis dos reservatórios da região.

Por conseguinte, no estado de Goiás, Deus (2017), em sua análise sobre eventos extremos no estado de Goiás e no Distrito Federal, encontrou vários municípios, dentre os quais Brasília, Aragarças, Capinópolis e Catalão, com elevados índices tanto de temperatura máxima e mínima quanto de precipitação O município de Aragarças se destaca no ranking, com temperaturas superiores a 42ºC, registradas no ano de 2000, com um volume de precipitação de 179,2 mm em um único dia, ocorrido em 1974, o que representa sua máxima histórica.

O município de Catalão (GO), por sua vez, ocupa o quarto lugar no ranking deste mesmo estudo, com temperatura máxima e volumes pluviométricos de 132,4 mm registrados em 26 de janeiro de 1970. Outros resultados sobre o aumento dos volumes de precipitação no

município foram encontrados no trabalho de Silva et al. (2019), com destaque para o mês de janeiro, que apresentou um volume ainda maior de chuva.

Não obstante, o aumento da temperatura média no município de Catalão (GO) vem ocorrendo, como indicam alguns pesquisadores (Alencar et al., 2014; Cardoso, 2024; Lúcio et al., 2008). Cardoso (2024). Ao analisar a série histórica compreendida entre os anos de 1961 e 2020, evidenciou que as variações de temperatura foram mais evidentes, principalmente, nos meses de fevereiro, junho, julho e setembro.

Nesse sentido, a presente pesquisa tem como objetivo geral analisar as condições sinóticas do evento climático extremo de precipitação pluviométrica ocorrido em 29 de janeiro de 2020 no município de Catalão (GO). O volume total de chuva foi de 153 mm, considerado o maior registro dos últimos 50 anos, contrariando sua média histórica. Os objetivos específicos visam analisar os sistemas atmosféricos atuantes que contribuíram para tal volume de chuva, bem como refletir sobre as tendências climáticas globais que impactam essas regiões.

Sendo assim, as análises sinóticas são fundamentais para compreender a gênese das chuvas, a dinâmica dos sistemas atmosféricos, com a finalidade de monitorar e prevenir os impactos dos eventos extremos nos municípios, sendo cruciais no planejamento urbano junto aos gestores municipais, com o objetivo de proteger não apenas a economia, mas, principalmente, a vida humana.

Ademais, a análise pluviométrica, sua caracterização e monitoramento são essenciais, permitindo avaliar as possíveis alterações no clima regional e global, uma vez que precipitações intensas podem acarretar danos significativos aos setores econômico e social (Gomes; Sales; Loureiro, 2020; Penereiro; Meschiatti, 2018; Calbete et al., 2013).

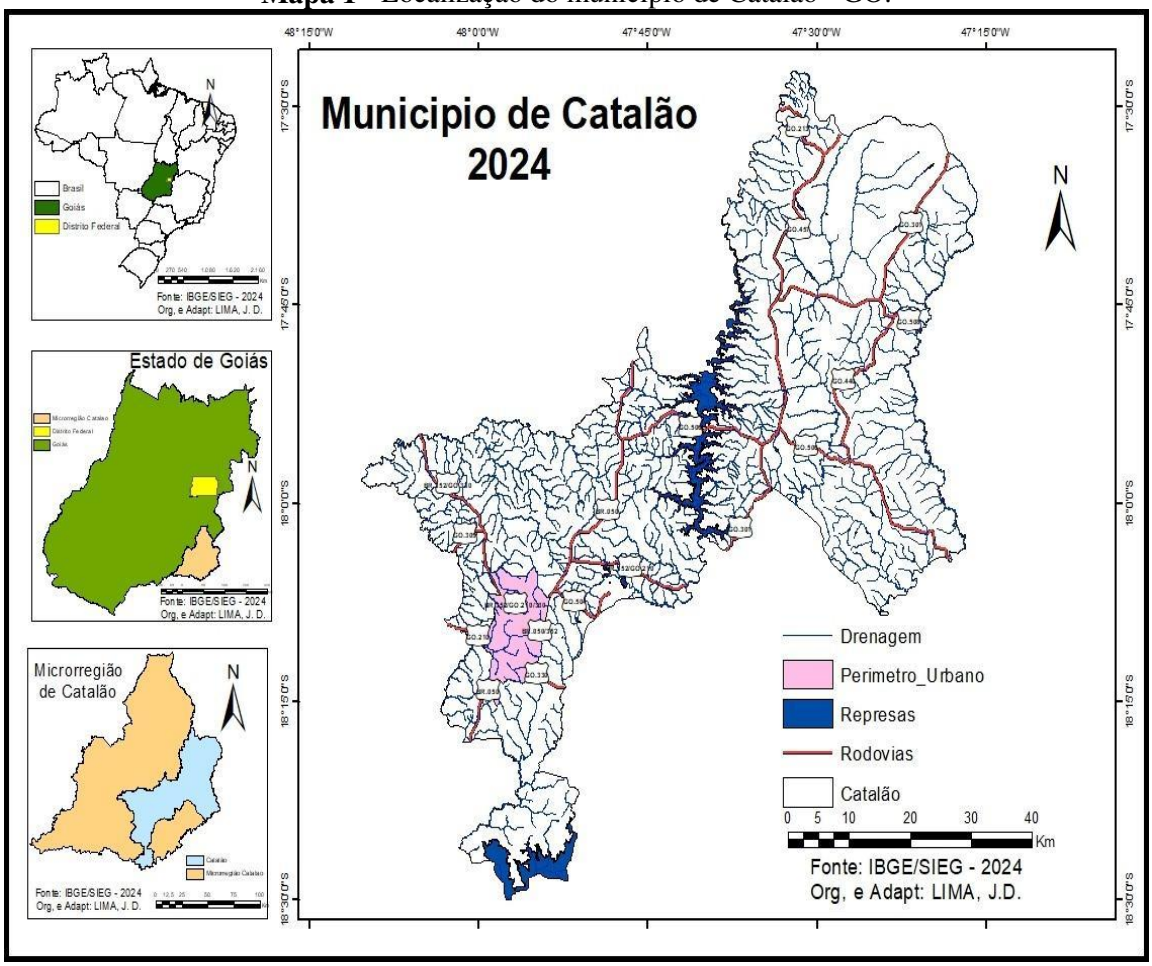
LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICA DO MUNICÍPIO DE CATALÃO –GO

O município Catalão (GO) Mapa 1, objeto de análise dessa pesquisa, encontra-se na mesorregião sul do estado, com Latitude 18° 9' 57" sul, Longitude: 47° 56' 47" oeste e Altitude de 835 metros. No que tange aos aspectos econômicos e territorial, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, município possui uma área de 3.826,370 km², com uma população de 114.427 habitantes, Catalão está no ranking com o 5º maior Produto Interno Bruto

(PIB) entre as cidades do estado de Goiás, desempenhando assim, um papel significativo nos aspectos econômicos, sociais e históricos.

De acordo com a Política Nacional de Desenvolvimento (PNDR), é classificado como uma microrregião de alta renda, destacando-se nas indústrias de extração e transformação de minério, veículos, equipamentos agrícolas e fertilizantes (IBGE, 2024).

Mapa 1 - Localização do município de Catalão - GO.



Fonte: IBGE/SIEG - 2024
Organização e Adaptação: LIMA, J. D. (2024).

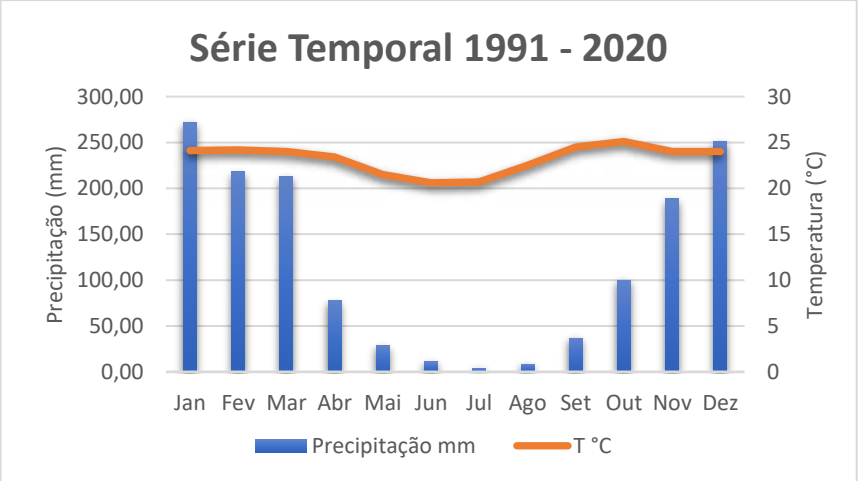
De acordo com a caracterização climática de Köppen-Geiger (1961), o clima de Catalão é classificado como tropical (Aw), com duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco. Essa distribuição ocorre da seguinte forma: de outubro a março, período chuvoso; de abril a setembro, período seco. Além disso, o clima é condicionado pela atuação de massas de ar equatoriais e tropicais (Strahler, 1969).

Por sua vez, Nimer (1989) classifica o clima das regiões do globo com base na circulação atmosférica, na frequência média dos valores máximos de temperatura e no número de meses secos, correlacionando esses fatores com o tipo de vegetação natural (Nascimento et al., 2016). Dessa forma, segundo Nimer (1989), os meses mais quentes são setembro ou outubro, com médias de temperatura variando entre 24ºC e 26ºC nas áreas centrais e sul do estado (superfícies baixas). Essas temperaturas podem ser menores que 24ºC em regiões de superfícies mais elevadas.

No extremo sul de Goiás, a temperatura média varia entre 22ºC e 20ºC, e no inverno, as temperaturas mais baixas se concentram nos meses de junho e julho, apresentando médias inferiores a 18ºC (Nimer, 1989, p. 397).

Nesse contexto, para aferir a média climatológica do município, considerou-se a última normal climatológica (1990-2020), registrada no banco de dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2022), conforme mostrado no Gráfico 1. A temperatura média do município de Catalão - GO é de 23,2ºC, com precipitação média anual de 1408,3 mm. As variações na temperatura e precipitação da região justificam-se pelas características do relevo, a variação da latitude (inclinação dos raios solares), a posição no interior do continente, além da atuação do anticiclone polar (Nimer, 1989). Há ainda a influência de sistemas extratropicais, como frentes frias e linhas de instabilidade (LI), (Reboita et al., 2010). Mais detalhes sobre a caracterização climática da região Sudeste de Goiás e na região do município de Catalão, podem ser encontrados em Rodrigues *et al.* (2009, 2012) e Silva *et al.* (2018).

Gráfico 1 - Normal Climatológica de Catalão- GO 1991 – 2020.



Fonte: INMET - 2024
Organização e Adaptação: Cardoso (2024).

Nascimento e Oliveira (2020), ao analisar os sistemas atmosféricos responsáveis pela gênese da chuva na região, destacam a atuação sazonal da massa Equatorial Continental (mEc), oriunda da Região Amazônica, e que o período de estiagem é resultado da influência da massa Tropical Atlântica (mTa). Além disso, contribuem para o clima da região a massa Tropical Continental (mTc), a massa Polar (mP) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Nascimento e Oliveira, 2020).

A formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos sistemas atmosféricos que mais contribui para o período chuvoso. Conforme Novais (2019), a ZCAS é um fenômeno meteorológico que favorece o acúmulo de precipitação pluviométrica do período chuvoso no centro-sul, e a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) desempenha um papel fundamental no período seco dessa mesma porção (Novais, 2019).

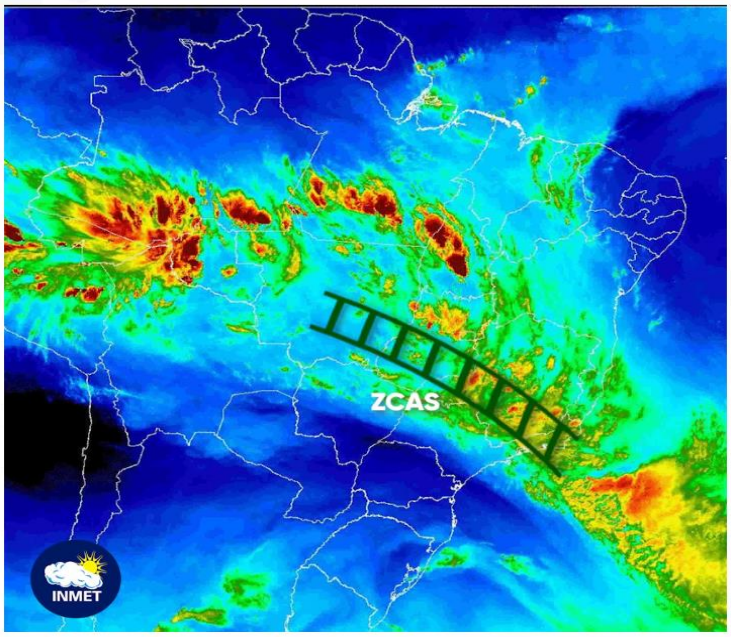
Zona de Convergência do Atlântico Sul ZCAs

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos sistemas meteorológicos que mais influenciam os padrões de precipitação, variabilidade e intensidade nesta porção da área de estudo. As chuvas persistentes sobre a região central do Brasil é uma característica desse sistema atmosférico, influenciando diretamente os padrões de precipitação (Quadro, 1999; 2016).

A ZCAS está associada a um escoamento convergente de umidade na baixa troposfera, além de ser o principal sistema de grande escala responsável pelos regimes de chuva (Oliva, 2019). De acordo com o INMET, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), ilustrada na Figura 4, caracteriza-se por uma extensa faixa de nuvens, que tipicamente se estende da Amazônia, passa pelo Brasil Central e vai até a Região Sudeste, podendo atingir também a porção sul da Bahia.

Esse fenômeno atmosférico pode ser entendido como uma banda de nebulosidade semi estacionária que se estende desde a região amazônica até o Oceano Atlântico, estando associada a chuvas abundantes, descargas elétricas, rajadas de vento e queda de granizo (Vecchia et al., 2020).

Figura 1 - Zona de Convergência do Atlântico Sul - ZCAS



Fonte: INMET (2024)

Vecchia et al. (2020), em seu estudo sobre a climatologia dinâmica, conceitos, técnicas e aplicações, constatam que a ZCAS é configurada a partir de uma região de convergência de ventos que se associam à América do Sul por meio de dois processos físicos, sendo o Oceano Atlântico responsável pelo fornecimento de umidade para a convergência desse sistema atmosférico:

> O primeiro processo físico é termodinâmico: o continente aquece no verão, formando uma célula de circulação direta com movimentos ascendentes, baixa pressão e convergência nas superfícies, enquanto há alta pressão e divergência nos níveis superiores da atmosfera, na Alta da Bolívia. O segundo processo é dinâmico, pois as frentes frias, que se deslocam do sul em direção ao Equador, ficam ancoradas pela célula direta e permanecem estacionárias por um período de algumas semanas, criando a ZCAS com orientação Nordeste-Sudeste (Vecchia et al., 2020, p. 29).

Conforme o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2024), esse sistema atmosférico é responsável por provocar dias consecutivos de tempo nublado e volumes consideráveis de chuva, por vezes persistentes, que podem gerar impactos significativos para a população. Estudos sobre extremos de precipitação relacionados à ZCAS e às regiões do Centro-Oeste também foram encontrados em trabalhos de Gozzo et al. (2021); Eidt (2018); Faggiani et al. (2020); Escobar (2019) e Cerqueira (2006).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Levantamento de Dados Meteorológicos

Os dados de precipitação pluviométrica referentes ao mês de janeiro de 2020, foram obtidos a partir do banco de dados das estações automáticas e convencionais localizadas no município de Catalão- GO, por meio da plataforma do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Esses registros foram processados e organizados no software Excel, sendo apresentados por meio de gráficos e tabelas. As estações utilizadas possuem as seguintes coordenadas e informações: estação de código A034, localizada a 18° 9’ 17” S de latitude, 47° 55’ 37” W de longitude e altitude de 900,72 m; e a estação de código 83526, situada a 18° 10’ 13” S de latitude. 47° 57’ 29” W de longitude, com altitude de 857,98 m.

Análise Sinótica

Para a análise das condições sinóticas no recorte espacial da América do Sul, foram utilizadas cartas sinóticas extraídas do Banco Nacional de Dados Oceanográficos do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), referentes à data de 29 de janeiro de 2020, nos horários padrão 0000Z e 1200Z, UTC (Tempo Universal Coordenado). A análise sinótica seguiu a metodologia de Pédelaborde (1970), a qual identifica e caracteriza sistemas atmosféricos associados a extremos climáticos, como chuvas intensas.

Revisão bibliográfica

A literatura utilizada para caracterização climática da região de estudo baseou-se em estudos sobre a climatologia e os fatores atmosféricos que influenciam o clima local, incluindo os principais pesquisadores como Koppen-Geiger (1961); Nimer (1989) e Strahler (1969). Além de contribuições sobre os principais sistemas atmosféricos da América do Sul, como frentes meteorológicas (massas de ar), sistemas de alta e baixa pressão (anticiclones e ciclones), atuação dos ventos e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Novais (2019); Reboita (2010); Vecchia et al. (2020). Ademais, para dimensionar visualmente os impactos da

chuva sobre o município, foram utilizados registros de ocorrências e imagens fornecidas pela Defesa Civil, além de reportagens jornalísticas sobre o ocorrido.

Monitoramento de Imagens de Satélite

Para o monitoramento dos sistemas atmosféricos, nebulosidade e localização espacial da Tempestade Subtropical Kurumí, utilizou-se o satélite meteorológico EUMETSAT e GOES16, extraídos no Banco de Dados Meteorológicos do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC/INPE.

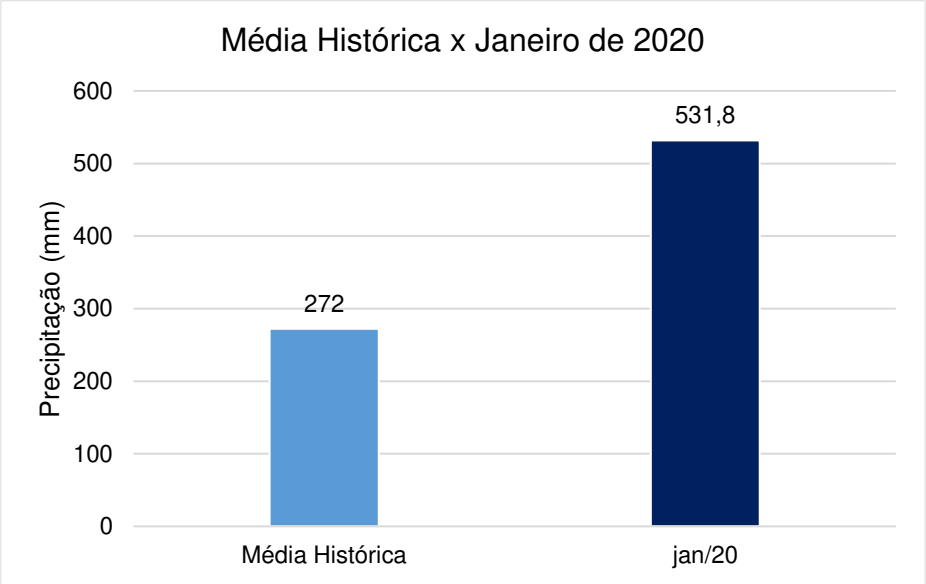
RESULTADOS E DISCUSSÃO

As precipitações pluviométricas em janeiro de 2020, especialmente na segunda quinzena do mês, foram intensa em diversas regiões do Brasil, incluindo o sudeste de Goiás, Distrito Federal, Minas Gerais, sul do Espírito Santo e o norte do Rio de Janeiro, resultando em enchentes, deslizamentos de terra e várias mortes. A Defesa Civil de Minas Gerais registrou 59 óbitos, e 16 cidades da região foram afetadas, com um total de 45.059 desalojados e 8.097 desabrigados (CENAD, 2020)

No Distrito Federal, ainda na segunda quinzena de janeiro, no dia 25, a precipitação já havia ultrapassado 34% da média histórica, enquanto em São Paulo o volume de chuva já alcançava 90% da média esperada para o mês (INMET, 2020; G1, 2020).

No entanto, na cidade de Catalão (GO), o volume total de precipitação registrado no mês de janeiro de 2020 foi de 531,8 mm, o que representa um aumento de 95,5% em relação à média histórica do mês, que é de aproximadamente 272 mm. O gráfico 2 apresenta um comparativo entre a normal climatológica do município e o volume total de precipitação registrado em janeiro.

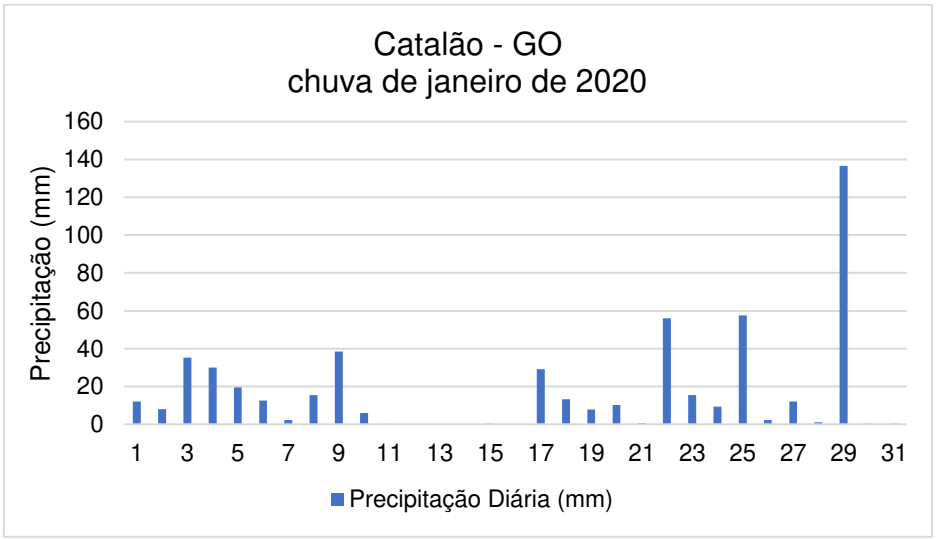
Gráfico 2 - Comparação entre a média histórica e Janeiro de 2020.



Para a análise comparativa, utilizou-se a Normal Climatológica de 1991-2020.
Fonte: INMET. Org. Cardoso (2024).

Não obstante, o gráfico 3 mostra a distribuição diária de precipitação do mês de janeiro de 2020, é possível identificar sua intensidade e concentração, principalmente na segunda quinzena do mês, com destaque para o dia 29/01/2020.

Gráfico 3: Precipitação diária do mês de janeiro 2020



Fonte: INMET - 2024
Organização e Adaptação: Cardoso (2024).

Para aferir a intensidade da chuva (fase crítica), foi considerada a data de 29 de janeiro de 2020. Analisaram-se os registros da estação automática, nos horários em UTC (Tempo Universal Coordenado), que corresponde a 3 horas a mais em relação ao horário de Brasília. Os dados de precipitação concentrada obtidos foram os seguintes:

Tabela 1: Precipitação concentrada.

Horário (UTC)	Horário (Brasília)	Volume (mm)
0300	00:00	64,4
0500	02:00	53
0600	03:00	11
0700	04:00	4,2
0800	05:00	1,6

Fonte: INMET/Org. Cardoso (2024).

A estação meteorológica automática registrou entre as 00:00 e 05:00 da manhã, 134,2 mm de chuva, o que representa 48% do total esperado para o mês em apenas algumas horas, considerando a climatologia pluviométrica do município.

Embora a estação automática tenha registrado 134,2 mm, a estação convencional, por sua vez, registrou 153 mm de chuva para a mesma data. Apesar das estações automáticas fornecerem dados com melhor caracterização meteorológica, esses dados nem sempre estão disponíveis, o que torna necessária a obtenção dos dados das estações convencionais. Além disso, eventos extremos de chuva se distribuem de forma irregular, tanto temporalmente quanto espacialmente (Araújo et al., 2008).

Nesse sentido, a literatura propõe que essas diferenças são comuns em estações meteorológicas. Alguns autores atribuem essa variação ao tipo de elemento sensível utilizado nos instrumentos de medição, enquanto outros consideram que o erro se deve ao equipamento, sugerindo que o sensor não consegue registrar a chuva com a mesma precisão e na mesma velocidade em que ela ocorre (Oliveira et al., 2010)

Entretanto, ressalta-se que a caracterização climática de um determinado local depende da sua localização geográfica, influenciada pela maritimidade e continentalidade, além disso, o

relevo e a altitude definem os climas regionais, afetando a circulação atmosférica e a distribuição de chuvas (Nimer, 1979).

Ademais, a influência desses aspectos contribui para a gênese e a distribuição espacial e desigual das chuvas, somada à urbanização e ao uso e ocupação do solo. Essa afirmação corrobora com os estudos de Silva et al. (2017), que, ao analisar a distribuição espacial das chuvas no município de Catalão – GO, em 22 pontos diferentes, constataram que não há homogeneidade na precipitação, o que pode ser condicionado pela diferença de altitude.

Constata-se que a magnitude e a intensidade das chuvas podem desencadear acidentes geotécnicos, como movimentos de massa, deslizamentos, avalanches, desmoronamentos e quedas de rochas (Caputo, 2020). Em Catalão, a intensidade da chuva ocasionou alagamentos em diversos pontos da cidade, como ilustrado nas figuras 5 e 6, a represa do Clube do Povo, o campo de futebol e a pista de skate ficaram submersos, causando transtornos à população e danos aos espaços públicos. A enchente foi amplamente noticiada em veículos de comunicação locais e estaduais, como o Blog Badiinho, Mais Goiás, Metrópole, Zap Catalão, Portal Catalão, Jornal O Catalano, G1, entre outros.

De acordo com Leonardo Martins, coordenador da Defesa Civil, o evento levou o município a decretar estado de calamidade pública. A represa do Paquetá, nas propriedades dos senhores Wilton e Acrísio, rompeu-se, e o volume de água escoou a jusante, sobrecarregando outras represas, como a do condomínio Campo Belo, a "Bica" e o Clube do Povo.

As represas Clube do Povo (conhecida como represa do Haley) Figura 2 e Campo Belo Figura 3 não se romperam, apesar do grande volume de água que se concentrou nesses locais. A Defesa Civil afirmou ainda que não houve danos maiores devido à capacidade estrutural das represas. Caso a represa de Campo Belo tivesse rompido, a água teria atingido o Clube do Povo, localizado nas proximidades do centro da cidade, incluindo Avenida Raulina Fonseca Paschoal, o que teria gerado uma situação muito mais complexa.

Figura 2: Quadra de futebol e pista de Skate submersos



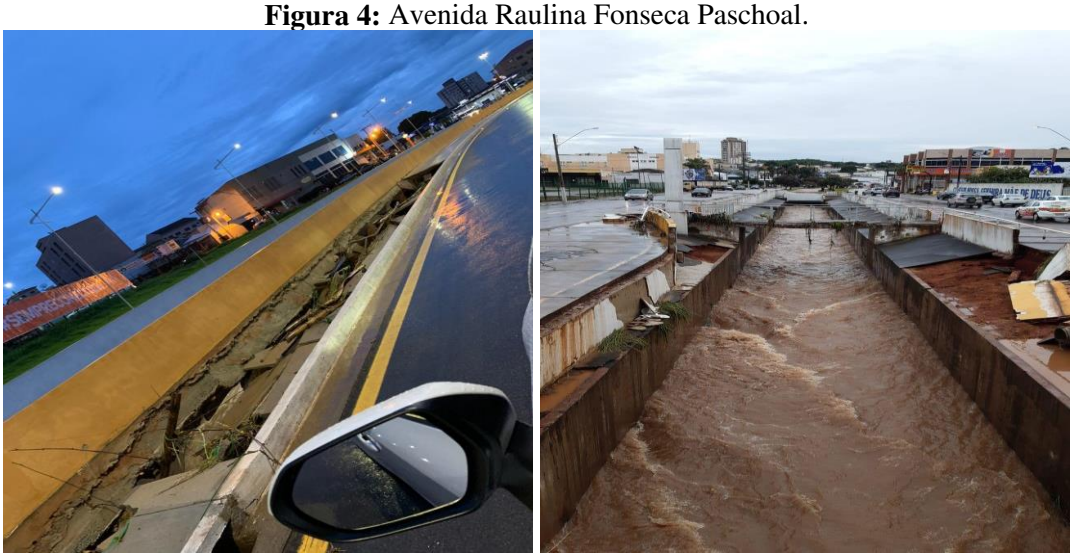
Fonte: BlogBadiinho (2020).

Figura 3 : Represa Campo Belo



Fonte: BlogBadiinho (2020).

Figura 4: Avenida Raulina Fonseca Paschoal.



Fonte: BlogBadiinho (2020).

Figura 5: Setores da cidade alagados.



Fonte: ZapCatalão (2020).

Análise Sinótica

De acordo com as cartas sinóticas de superfície do dia 28/01/2020 a 29/01/2020, 0000Z e 1200Z disponibilizado pelo Centro de Hidrografia da Marinha e o Centro de Previsão e Estudos Climáticos (CPTEC), é possível observar os sistemas atmosféricos da superfície atuando na América do Sul.

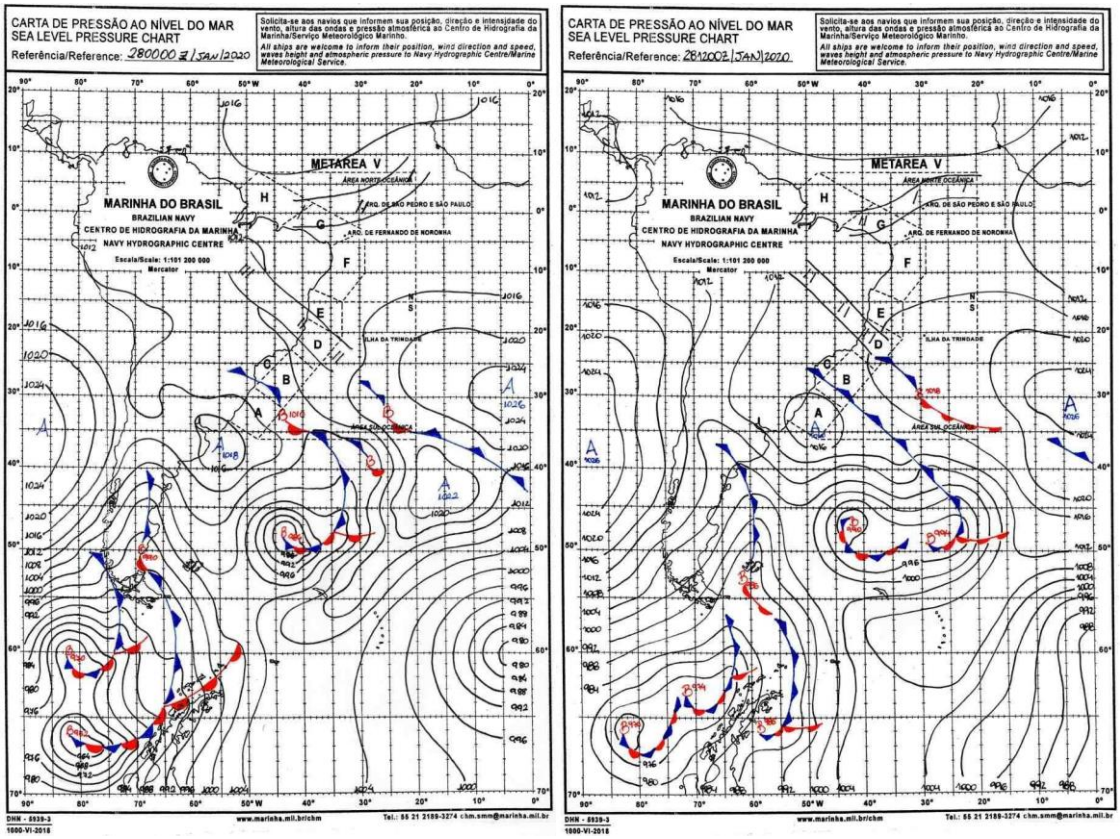
Na carta do dia 28/01 (Figura 6), 0000 horário UTC (equivalente às 21:00 do dia 27/01 no horário de Brasília), nota-se a distribuição da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), fenômeno característico da estação (verão) e discutido na primeira sessão, o qual contribui para os volumes intensos de chuva no Centro-Oeste.

Além disso, áreas de instabilidade se formaram sobre o litoral, com uma frente estacionária avançando[3] para uma frente fria[4], como indicado na carta 1200Z (09:00 do dia 28/01 no horário de Brasília). Essa frente fria contribui na queda da temperatura e na formação de nuvens.

[3] Quando o ar frio e o ar quente não conseguem avançar um sobre o outro, eles permanecem em equilíbrio, criando uma frente estacionária. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/ MASTER

[4] Quando uma massa de ar frio avança sob uma massa de ar quente, é chamada de frente fria. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas/ MASTER.

Figura 6: Carta Sinótica da América do Sul do dia 28/01/2020 as 1200Z e 0000Z.



A carta (a) mostra a distribuição espacial da Zona de Convergência do Atlântico Sul, bem como a formação de frentes estacionaria e fria. A carta (b), destaca o avanço e evolução de uma frente fria sobre o continente. As cartas sinóticas de superfície foram obtidas atraves do Centro de Hidrografia da Marinha CHM.

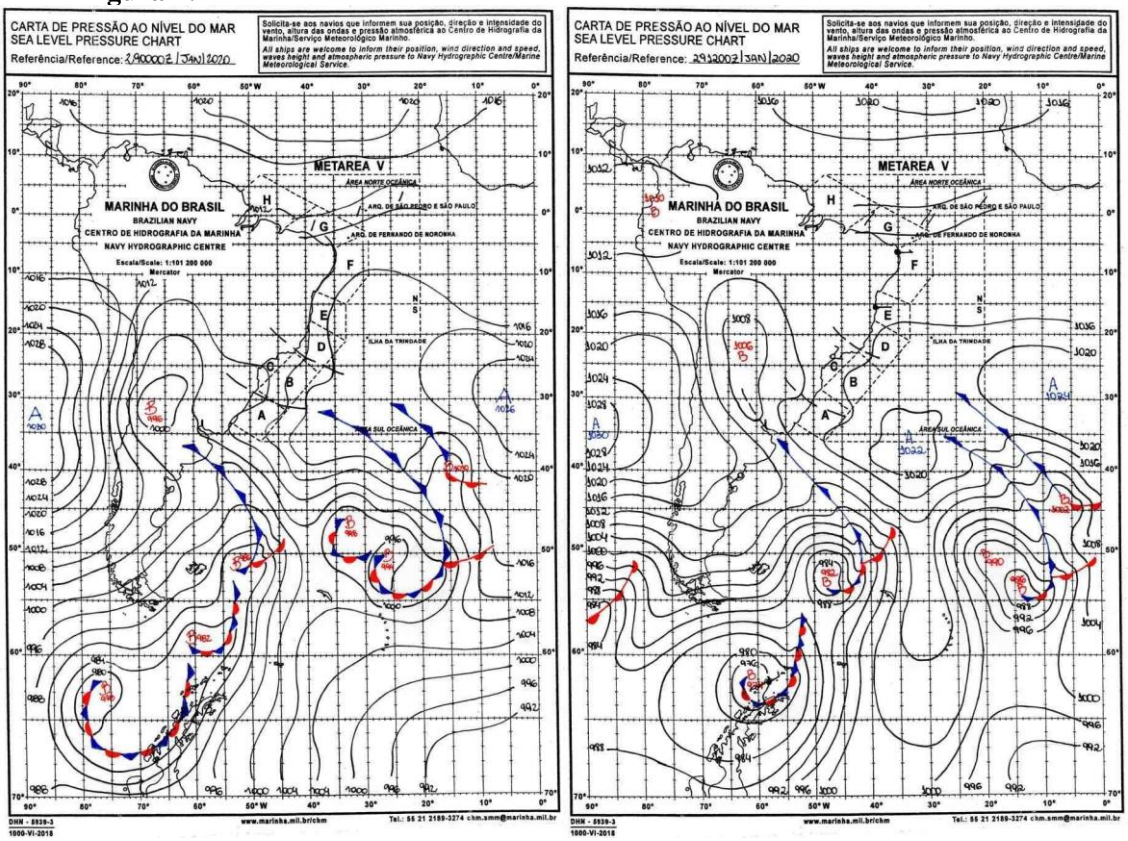
No dia 29/01, às 0000Z Figura 7, (equivalente às 21:00 do dia 28/01 no horário de Brasília), observa-se o deslocamento de um sistema de baixa pressão (ciclone)[5] sobre a região central do Brasil, com pressões atmosféricas variando entre 1006 e 1008 hPa. Esse tipo de sistema é caracterizado por uma pressão inferior à média das áreas circundantes, indicando condições favoráveis à formação de nuvens e pancadas de chuva (Reboita et.al 2010; Correia, 2022; CPTEC/INPE 2020).

Esse processo foi intensificado pela Massa Equatorial Continental (mEc), proveniente da região Amazônica, com orientação NO-SE. A mEc está associada à Zona de Convergência

[5] Área de baixa pressão atmosférica, onde os ventos giram no sentido horário no Hemisfério Sul. Esse movimento concentra umidade no centro do ciclone, ou seja, na área de menor pressão. Assim, o deslocamento ascendente do ar, que está quente e úmido nesta área, provoca a formação de nuvens carregadas. Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

do Atlântico Sul (ZCAS), o que difere uma da outra é que a mEc é uma massa de ar com características quente e úmida que se origina no noroeste da Amazônia e se desloca em direção ao sul e leste, contribuindo para a gênese, espacialidade e intensidade das chuvas em praticamente todo o território brasileiro.

Figura 7: Carta Sinótica da América do Sul do dia 29/01/2020 as 1200Z e 0000Z.



A carta (c) nota-se o avanço do sistema de baixa pressão (ciclone) mais ou centro do Brasil com 1006 e 1008 hPa. A carta (d) mostra a espacialidade da ciclone tropical causado pela baixa pressão /este é associado a perturbação da atmosfera e intensidade das chuvas. . As cartas sinóticas de superfície foram obtidas através do Centro de Hidrografia da Marinha CHM.

De acordo com a análise do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), a circulação atmosférica observada é típica da estação. No entanto, a atuação da Alta da Bolívia (AB)[6] e do Vórtice do Nordeste [7] (VCAN-NEB) — este último com influência mais

[6] Sistema de alta pressão atmosférica localizado sobre a região central da América do Sul, principalmente no entorno da Bolívia conhecido por influenciar o clima da região e no Brasil central. Instituto Nacional de Meteorologia – INMET.

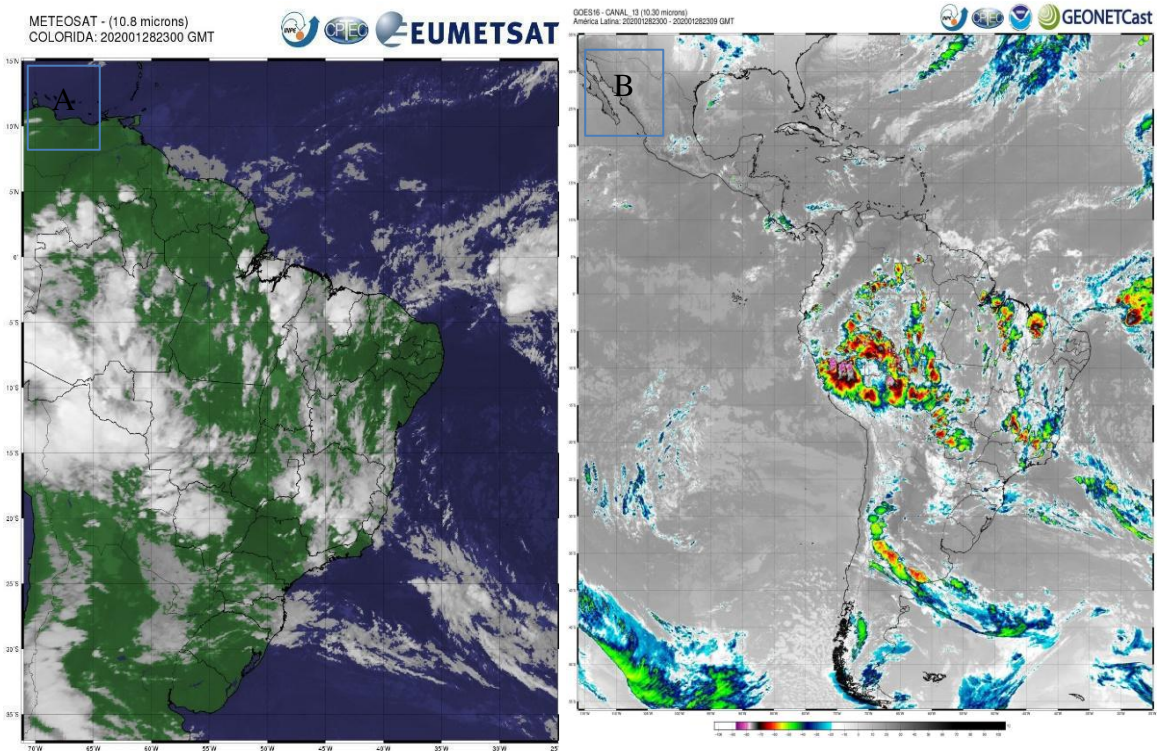
[7] Os vórtices ciclônicos em altos níveis (VCAN) de origem subtropical atuam sobre as Regiões Sul e Sudeste do Brasil por um período de 1 ou 2 dias provocando chuvas e ventos fortes (Lourenço et. al 1996.)

A forte divergência em altitude provocada pela AB (alta da Bolívia) ajuda a manter a convecção sobre boa parte do Centro Oeste, Sudeste e Norte do Brasil, no entanto que o sistema frontal estacionário em superfície serve para dar início à convergência de umidade na camada baixa da atmosfera. Uma vez estabelecido este padrão de circulação de superfície e altitude, os sistemas transientes continuam passando ao sul do paralelo 30S e acabam sendo absorvidos pela zona de convergência da ZCAS. Assim, a convergência de massa e umidade continua se auto alimentando, o que favorece a manutenção do sistema (Escobar 2019,).

Os sistemas transientes mencionados, se referem aos sistemas atmosféricos de curta duração, como frentes e ciclones, os quais movem-se geralmente para o sul do Brasil, abaixo do paralelo 30°S. Quando esses sistemas chegam a essa região, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que é uma área de alta umidade e instabilidade, acaba interagindo com eles. Esses sistemas acabam sendo absorvidos pela ZCAS, o que pode intensificar as chuvas e a instabilidade atmosférica na região.

Nas figuras 8 (A) e (B), obtidas pelos satélites EUMETSAT e GOES-16 às 23:00, uma hora antes do grande volume de chuva registrado no dia 29/01/2020, é possível observar a defluência e a espacialização das nuvens - configurada por todos os sistemas atmosféricos complexos e interagindo entre si - alcançando a região sudeste de Goiás.

Figura 8: Imagens de Satélite EUMETSAT colorido, do dia 28/01/2020 as 23:00.



A figura(A) satélite EUMETSAT colorido mostra a banda de nebulosidade noroeste-sudeste, da região amazónica ate a região Sudeste do Brasil. A figura (B), Satélite GOES16, mostra núcleos convectivos intensos na banda de nebulosidade, ou seja indício de grandes volumes de chuva. Fonte: CPTEC/INPE.

De acordo com a análise do INMET (2020), na segunda quinzena de janeiro de 2020, o arranjo dos ventos na atmosfera formou a típica banda de nebulosidade (ZCAS), o que corrobora com as observações nas cartas sinóticas discutidas na sessão anterior. Além disso, a temperatura da superfície do mar como estava muito alta, favoreceu a formação de um ciclone no Oceano Atlântico.

Vale salientar, que as condições do tempo atmosférico são condicionadas por sistemas atmosféricos que se dividem entre alta e baixa pressão. Os ventos associados à alta pressão no Hemisfério Sul formam-se no sentido anti-horário, enquanto na baixa pressão, o movimento dos ventos ocorre no sentido horário (Correia, 2022). Assim, esses dois sistemas são classificados como anticiclone e ciclone, respectivamente.

Não obstante, a classificação desses dois fenômenos é feita de acordo com a intensidade dos ventos, sendo distribuída da seguinte forma: *Depressão Subtropical* – ventos inferiores a 34 nós (63 km/h) ou força 7; *Tempestade Subtropical* – ventos iguais ou superiores

a 34 nós (63 km/h) ou força 8 (Correia, 2022). Diante disso, o Centro de Hidrografia da Marinha classificou o ciclone como uma Depressão Subtropical, em razão do aumento na intensidade dos ventos e da queda na pressão atmosférica, características típicas dessa categoria meteorológica.

Em vista disso, é importante destacar que, ainda na segunda quinzena de janeiro, formou-se um fenômeno atípico no Oceano Atlântico. Inicialmente, a depressão subtropical identificada pelo Centro de Hidrografia da Marinha aumentou sua intensidade, alcançando 65 km/h (35 nós) em alto-mar. Devido a essa intensificação dos ventos, o sistema foi renomeado como Tempestade Subtropical Kurumí, um nome de origem Tupi-Guarani que significa 'menino', conforme destacado na Figura 9, A e B.

Figura 9: Localização da Tempestade Subtropical Kurumí em alto mar.

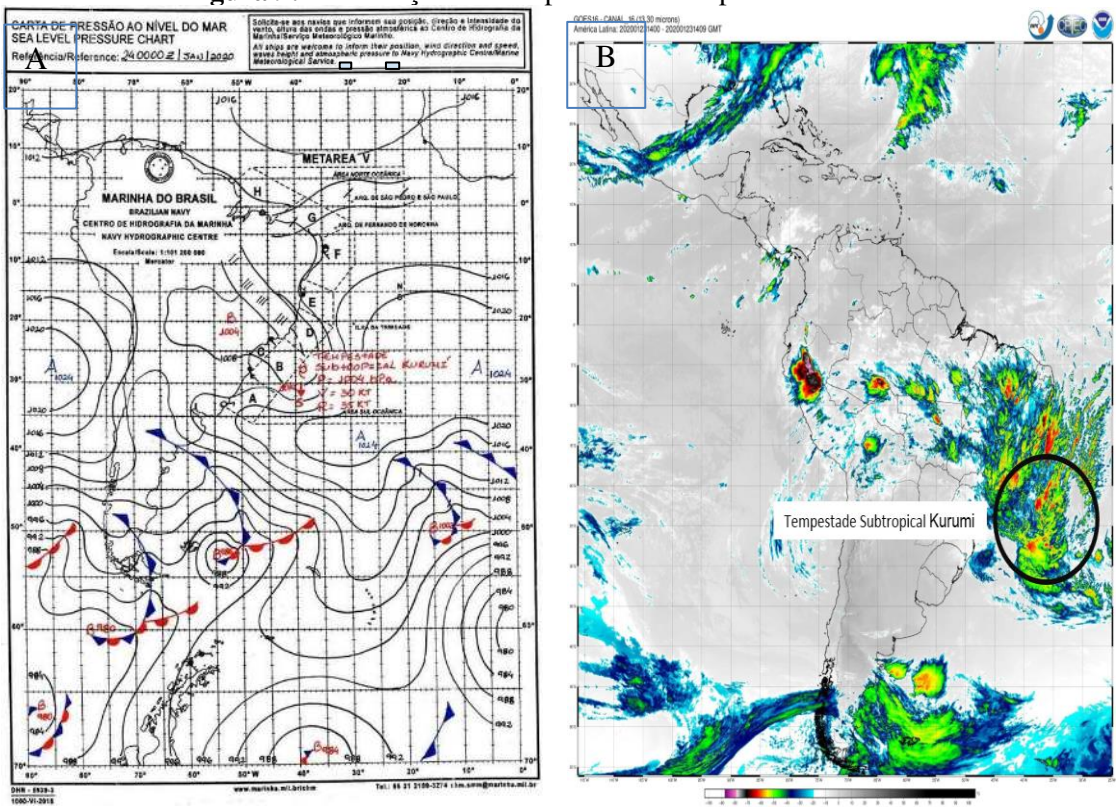


Figura 11(A). Mapa meteorológico da Tempestade Subtropical Kurumi em superfície, e chuvas intensas Fonte: Serviço Meteorológico Marinho (SMM).
(B) kurumi observado pelo satélite GOES16 em 24/01/2020 0000Z, fenómeno de baixa pressão atmosférica que se formou a 200km a leste de Macaé, ventos com 74km/h em alto mar, ondas de 5,40 metros.
Fonte: CPTEC/INPE. Org. Sales (2024).

Assim, a formação desse sistema incomum no Oceano Atlântico (Tempestade Subtropical) em combinação com a configuração mais intensa da Zona de Convergência do

Atlântico Sul (ZCAS), contribuiu na intensidade das chuvas nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, inclusive resultando no extremo climático ocorrido na cidade de Catalão – GO em Janeiro de 2020. É relevante observar que as mudanças climáticas têm impactado os sistemas atmosféricos naturais, ocasionando em eventos climáticos extremos, como precipitações intensas e variações de temperaturas.

Em 2021, observou-se uma série de eventos climáticos devastadores, incluindo ondas de calor na América do Norte e inundações na Europa Ocidental (Reboita, 2023; OMM, 2021). O Grupo de Estudos Climáticos da Universidade de São Paulo (USP) concluiu que, no mesmo ano, ocorreram ondas de frio severas, extremos de precipitação no sul da Bahia e no norte de Minas Gerais, além de dois episódios de chuvas intensas em Petrópolis (RJ) e em Pernambuco. Entre 2020 e 2021, a região da bacia do Paraná enfrentou uma seca histórica (Reboita, et al 2023).

Entretanto, no contexto da América do Sul, as projeções climáticas futuras indicam que, como resultado das mudanças climáticas, a frequência e intensidade dos extremos de precipitação na região Sudeste tendem a aumentar, enquanto as condições de seca se intensificam na Amazônia (Reboita et al., 2021).

Outro dado importante é sobre a intensidade dos ciclones extratropicais cuja evolução será influenciada pelo aquecimento global. Uma pesquisa realizada pela FAPESQ (2023) em que investigou as projeções futuras das mudanças climáticas, indica que, embora a quantidade de ciclones extratropicais na América do Sul possa diminuir, haverá um aumento na intensidade desses ciclones, os quais serão cada vez mais severos e devastadores.

Esta afirmação corrobora com os estudos de Sousa (2023) e Reboita et al. (2021), que, ao pesquisar a frequência e distribuição espacial da atividade ciclônica no Hemisfério Sul em uma projeção futura, apontam que as alterações estão relacionadas com a duração, velocidade e intensidade desses fenômenos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise sinótica é fundamental para compreender a gênese, espacialidade e distribuição dos fenômenos atmosféricos em escalas macro e microclimáticas, importante para projeções climáticas, planejamento urbano e, consequentemente, proteção da população. Os

eventos extremos, como ondas de calor, ondas de frio ou de precipitações intensas como os grandes volumes de chuvas registrados no município de Catalão, são cada vez mais frequentes. Esses fenômenos saturam o solo, provocam enchentes e ocasionam em perdas materiais e humanas, afetando, principalmente, a classe social mais vulnerável.

Os extremos climáticos são um reflexo da desordem de origem antropogênica a qual o sistema climático está submetido desde a Revolução industrial, como vem denunciando os relatórios do principal órgão de combate às mudanças climáticas, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC).

Desde o seu primeiro relatório em 1990 (AR1) até o mais recente, publicado em 2023 (IPCC-AR6), apresentou evidências científicas consistentes sobre os impactos da atividade humana. Entre as principais causas estão a tendência positiva nos registros de temperatura do ar e mar; a redução da cobertura de gelo marinho no Ártico; o aumento da umidade atmosférica, diminuição da cobertura de neve e o derretimento precoce dos glaciares, antes do período esperado pela era glacial (Reboita, 2023).

Contudo, a questão das mudanças climáticas é muito mais complexa do que se pode imaginar e vai muito além da mitigação dos gases de efeitos estufas (GEEs). De um lado, há a corrida para combater as emissões que geram a saturação do efeito estufa natural e de outro, a corrida da sobrevivência humana em meio ao caos climático que se intensifica.

Pode-se questionar: para onde correr? Existe alguma saída de emergência para uma nova realidade climática que seja de fato resoluta e eficaz? Como reflete Nobre (2001) que ações resolutas para a redução das emissões de GEE, só ocorrerão após a ocorrência de alguma "surpresa" climática, principalmente, se a surpresa climática atingir os países desenvolvidos (Nobre, 2001).

Ademais, como infere Emmanuel Macron que estamos perdendo a corrida para o as mudanças climáticas. Esse é o desafio da nossa geração: ganhar a batalha contra o tempo. Porém, muito além de vencer a batalha contra o tempo, os extremos climáticos são os resultados das mudanças no clima, e se colocam como a grande preocupação dos cientistas na atualidade. Vencer a batalha contra o tempo só será possível a partir de uma reestruturação política, econômica e industrial de forma ética e transparente, e não baseadas em narrativas genéricas de práticas individuais e soluções locais.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Leônidas, *et al.* Variação temporal dos elementos climáticos e da ETo em Catalão, Goiás, no período de 1961-2011. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, p.826-832, 2014. **DOI**: https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v18n08p826-832

BARCELLOS, Deise. R; Quadro, Mario F. M. Classificação de Eventos Extremos de Precipitação quanto sua Intensidade, Persistência e Abrangência na Região das ZCAS. **Metodologia e Aprendizado,** v 2, p. 76-81, 2019. Disponível em: https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/1320. Acesso em: 28 nov. 2024

DE CALBETE, Nuri O. *et al.* Precipitações intensas ocorridas no período de 1986 a 1996 no Brasil. 1996. Disponível em: http:/www.cptec.inpe.br. Acesso em: 29 nov. 2024

MULLER, Caroline J.; O'GORMAN, Paul A.; BACK, Larissa E. Intensification of precipitation extremes with warming in a cloud-resolving model. **Journal of Climate**, v. 24, n. 11, p. 2784-2800, 2011. **DOI**: https://doi.org/10.1175/2011JCLI3876.1

CARDOSO M R. D, *et al*. Classificação Climática de Koppen-Geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal . **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v.8, n.16, jan./mar. de 2014. pp.40-55. **DOI**:10.5654/actageo2014.0004.0016

CERQUEIRA, F. A. **Avaliação do modelo Eta durante episódios de ZCAS**. (2006). Disponível em: https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/16802. Acesso: 20 nov. 2024.

COSTA, M; Lima, K. Tendencia observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. 2015. **Revista Brasileira de Geografia Física**. **DOI**: https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150071V. 08 N. 05.

DA SILVA GOMES, E. J., de Sales, C. B., & dos Santos Louzeiro, A. (2020). **Eventos Climáticos extremos associados a inundações urbana**s: O caso do município de Touros/RN, Brasil. Revista Equador, v. 9. n, 2, 235-250.

DE DEUS, R. M. M. Eventos Climáticos extremos no estado de Goiás e Distrito Federal. Anais do Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG (CEPE)(ISSN 2447-8687). Vol. 4. 2017. Disponivel em: https://www.anais.ueg.br/index.php/cepe/article/view/10611. Acesso: 20 nov. 2024.

Dos SANTOS, V. J. e Fialho, E, S. **Zonas de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Impactos pluviais intensos**: O caso da cidade de Ubá/MG. Revista Brasileira de Climatologia, v. 19, 2016. Disponível em: https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/dc999d36-256c-4192-b41b-9d8b95608c8a/content. Acesso: 20 nov. 2024.

EIDT, R. T. Influências de anomalias extratropicais de TSM dos oceanos Pacífico Sul e Atlântico Sul na precipitação das regiões Sul e Centro-Oeste do Brasil. **CEP**, v. 12, p. 010, 2018.

ESCOBAR, G. C. Juan. **Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)**: Critério de detecção para uso em centros operacionais de previsão de tempo. CEP 12 (2019): 010. Disponível em: http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SGMUDP. Acesso: 25 nov. 2024.

FAGGIAN et al. Estudo das componentes do balanço hidrológico durante episódios de ZCAS. Ci. e nat., Santa Maria, V. 42, Special Edition, e10, 2020. **DOI**: https://doi.org/10.5902/2179460X55315

GAN, et al. Monção da América do Sul. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/INPE – São José dos Campos –SP, 2016. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/ganetal.pdf. Acesso: 28 nov. 2024

DE TRABALHO, PBMC Contribuição do Grupo. ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2.** PBMC, Rio de Janeiro, Brasi**l**, p. 28, 2013..
Disponível em: https://gaigerco.furg.br/images/Arquivos-PDF/PBMC_Sumario_Executivo_Impactos_Vulnerabilidades_e_Adaptao_WEB_2.pdf. Acesso em: 25 nov. 2024

CONNORS, Sarah. **Aquecimento global de 1, 5° C**: sumário para formuladores de políticas. 2019.

KLEIN, A. H. F. ; Vital, H.; Nicolodi, J. L. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo do GT2**.. 1ed.Rio de Janeiro: PBMC, 2014, v. 1, p. 75-116

KOPPEN W.; GEIGER, R. (eds). **Handbuck der Klimatologie**: Berlin, 1961.

MARENGO, J. A. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Água e mudanças climáticas. Estudos Avançados, 22(63). P.0-0. 2008. **Revista USP**. Disponível em: https://www.periodicos.usp.br/eav/article/view/10294. Acesso: 28 nov. 2024.

MONTEIRO, C, A, F. **Clima e excepcionalismo** (Conjecturas sobre o Desempenho da Atmosfera como Fenômeno Geográfico). Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001343649 Florianópolis: UFSC, 1991. . Acesso: 28 nov. 2024

COSTA, Micejane da Silva et al. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. 2015. Disponível em:

https://repositorio.ufrn.br/items/534eff6d-28fd-48ce-b081-177a62f9a3b4. Acesso em: 03 nov. 2024.

NASCIMENTO, D. T. F.; Oliveira, I. J. Os sistemas atmosféricos atuantes e responsáveis pela gênese das chuvas no estado de goiás e no distrito federal. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 27, 2020. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v27i0.73112

NASCIMENTO, D. Lima, L. V. E; Cruz. V. Episódios e gênese dos eventos climáticos extremos em Goiânia-GO. **Caderno de Geografia**, v.29, n.57, 2019. DOI**:** https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n57p583-608, Acesso em: 20 nov. 2024

NIMER, Edmon. Climatologia do Brasil. **IBGE**, 1989.

NOVAIS, Giuliano Tostes *et al*. **Classificação climática aplicada ao bioma Cerrado**. 2019. Disponível em: DOI: http://dx.doi.org/10.14393/ufu.te.2019.2199. Acesso: 28 nov. 2024

OLIVA, F. G. Climatologia e variabilidade dos principais sistemas meteorológicos atuantes no Brasil, relação com chuvas intensas e impactos relacionados. **GeoPUC**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 23, p. 74-99, 2019.

PENEREIRO, J. C. MESCHIATTI, Monica Cristina. Tendências em séries anuais de precipitação e temperaturas no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 23, n. 02, p. 319-331, 2018. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-41522018168763

PINHEIRO, P. Graciano, R. L.G; Severo, D. L. Tendência das séries temporais de precipitação da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 28(03). Set 2013. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/hxgYttwTb6yWLp5ZXjft4Yz/# Acesso em: 03 nov. 2024.

QUADRO, Mário Francisco Leal de. Estudo de episódios de zonas de convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. **Revista Brasileira de Geofísica** 17 (1999): 210-210. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbg/a/8fYwynRky7sy7ptKfkwjCbh/?format=pdf&lang=pt. Acesso: 28 nov. 2024.

REBOITA, M. S, *et al*. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, p. 185-204, 2010. DOI: https://doi.org/10.1590/S0102-77862010000200004

RODRIGUES, R. de A. *et al.*. **Caracterização Climática no Entorno da Usina Hidroelétrica Serra do Facão (GO).** In: TORRES, F. T. P.; DAGNINO, R. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, A. (Orgs.). Contribuições Geográficas, São Paulo: Editora, 2009. p. 521-542.

RODRIGUES, R. de A. *et al.*. Determinação de Regiões climaticamente homogêneas no Estado de Goiás. In: ASSIS, A. A. F.; FARIA, A. L. L (Orgs.). **O onde e o quando:** espaço e memória na construção da história e da Geografia. Uberlândia: Editora, 2012. p. 274-289.

SALVIANO, M.F; Groppo, J. D.; Pellegrino, G. Q. Análise de Tendências em Dados de Precipitação e Temperatura no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Jan-Mar 2016. Disponivel em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/QDKzpZxkPwWVxbnr5NZDRSB/. Acesso em: 03 nov. 2024.

SANTOS, Bruno César dos. A dinâmica dos sistemas atmosféricos no verão de 2013-2014 no Estado de São Paulo e sua repercussão no espaço geográfico. 2016. **Tese de Doutorado**. Universidade de São Paulo. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-03012017-154221/. Acesso em: 03 nov. 2024.

SANTOS, J.. **Forte chuva causa rompimento de três represas em Catalão**: Prefeitura evacua Centro da cidade. Disponível em: https://www.maisgoias.com.br/cidades/forte-chuva-causa-rompimento-de-tres-represas-em-catalao-prefeitura-evacua-centro-da-cidade/. Acesso: 28 nov. 2024.

SILVA et al. Aplicação de Tendência Climática para a cidade de Catalão (GO). XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - **CBAGRO** 12 a 16 agosto de 2019.

SILVA et al. Distribuição geográfica das chuvas no espaço urbano de Catalão em 2015-2016 GO. **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. 28ª 02 junho 2017. Campinas –SP. Disponível em: htpps://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2426 Acesso em: 12 dez. 2024.

TEIXEIRA, M, da S; Prieto, R, B. Eventos Extremos de Chuva no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre 2004 e 2013. Parte 1: Definição dos Eventos e Estatísticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, p. 45-52, 2020. Disponível em https://www.scielo.br/j/rbmet/a/XxSYqbcvVF5KZr6QHpBCv4m/?format=html&lang=pt# . Acesso: 28 nov. 2024.

TOMAZETI, Rafael. **Catalão informa rompimento de três represas com maior chuva em quase 50 anos**. Disponível em: https://diariodegoias.com.br/catalao-informa-rompimento-de-tres-represas-com-maior-chuva-em-quase-50-anos/136878/. Acesso: 28 nov. 2024.

Vecchia, F. A. D. S., Tech, A. R. B., & Neves, G. Z. D. F. **Climatologia dinâmica**: conceitos, técnicas e aplicações. 2020. **DOI:** 10.11606/9786599048814