

# SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ASSOCIADOS AOS TIPOS DE TEMPO DURANTE ANOS MUITO SECOS E MUITO CHUVOSOS NO MUNICÍPIO DE SÃO GONÇALO-RJ

Carlos Augusto Abreu Tórnio<sup>1</sup>

Maria Luiza Félix Marques Kede<sup>2</sup>

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho é caracterizar o comportamento da precipitação pluvial no município de São Gonçalo-RJ, entre os anos de 2005 e 2018, identificando os anos considerados muito secos e muito chuvosos, e verificar os sistemas atmosféricos que se associam aos tipos de tempo observados. Para isso, a metodologia se baseou na classificação do comportamento da precipitação pela técnica dos quantis. Após isso, foi realizada a análise rítmica dos tipos de tempo dos meses correspondentes ao período chuvoso dos anos muito secos e muito chuvosos. A partir da técnica dos quantis, foram classificados como anos muito secos, aqueles cujo total anual for inferior a 897,77 mm (2007 e 2014), e como muito chuvosos, aqueles cujo total superou os 1284 mm (2008 e 2010). Nos anos muito chuvosos predominou a atuação de sistemas de baixa pressão como a mEc, formação de cavados, passagem de sistemas frontais e formação de ZCAS, fundamentais à manutenção das chuvas no Sudeste do Brasil. Já nos anos muito secos, esses fenômenos tiveram suas participações inibidas pelas influências da mPa vinda de Sul, e da mTa acoplada a ASAS, que agia com frequência pela costa leste.

**PALAVRAS-CHAVE:** Análise rítmica; Gênese das chuvas; Extremos secos; Extremos chuvosos.

## ATMOSPHERIC SYSTEMS ASSOCIATED WITH THE TYPES OF WEATHER DURING VERY DRY AND VERY RAINY YEARS IN THE MUNICIPALITY OF SÃO GONÇALO-RJ

---

<sup>1</sup> Doutorando em Geografia no Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: carlos.tornio@hotmail.com.

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. E-mail: mluizakede@gmail.com.

**ABSTRACT:** The objective of this work is to characterize the behavior of rainfall in the municipality of São Gonçalo-RJ, between 2005 and 2018, identifying the years considered very dry and very rainy, and to verify the atmospheric systems that are associated with the types of weather observed. For this, the methodology was based on the classification of precipitation behavior by the quantile technique. After that, the rhythmic analysis of the types of weather of the months corresponding to the rainy period of the very dry and very rainy years was performed. The quantile technique chose as very dry years, those whose annual total is less than 897.77 mm (2007 and 2014), and as very rainy, those whose total exceeds 1284 mm (2008 and 2010). In very rainy years, low pressure systems predominated, such as continental Equatorial mass, formation of troughs, passage of frontal systems and formation of SACZ, fundamental to the maintenance of rains in Southeast Brazil. While in the very dry years, these systems had their participation inhibited by the influences of the Polar Atlantic Mass coming from the South, and the Atlantic Tropical Mass coupled to South Atlantic Anticyclone, which frequently acted along the east coast.

**KEYWORDS:** Rhythmic analysis; Genesis of the rains; Dry extremes; Rainy extremes.

## **SISTEMAS ATMOSFÉRICOS ASOCIADOS A LOS TIPOS DE TIEMPO DURANTE AÑOS MUY SECOS Y MUY HÚMEDOS EN EL MUNICIPIO DE SÃO GONÇALO-RJ**

160

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo es caracterizar el comportamiento de las precipitaciones en el municipio de São Gonçalo-RJ, entre 2005 y 2018, identificando los años considerados muy secos y muy lluviosos, y verificar los sistemas atmosféricos que están asociados a los tipos de tiempo observado. Para ello, la metodología se basó en la clasificación del comportamiento de la precipitación por la técnica cuantil. Posteriormente se realizó el análisis rítmico de los tipos de tiempo de los meses correspondientes al período lluvioso de los años muy seco y muy lluvioso. La técnica cuantil eligió como años muy secos aquellos cuyo total anual es menor a 897.77 mm (2007 y 2014), y como muy lluviosos aquellos cuyo total supera los 1284 mm (2008 y 2010). En años muy lluviosos, predominaron los sistemas de baja presión, como masa ecuatorial continental, formación de vaguadas, paso de sistemas frontales y formación de SACZ, fundamentales para el mantenimiento de las lluvias en el Sudeste brasileño. Mientras que en los años muy secos, estos fenómenos tuvieron su participación inhibida por las influencias de la Massa Polar Atlántica provenientes del Sur, y la Massa Tropical Atlántica acoplados a Alta Subtropical de Atlántico Sul, que actuaron frecuentemente a lo largo de la costa este.

**PALABRAS-CLAVE:** Análisis rítmico; Génesis de las lluvias; extremos secos; extremos lluviosos.

## INTRODUÇÃO

O estudo do clima é relevante para a Geografia, pois, os processos atmosféricos que o compõe são dinâmicos e estão interligados entre si. Uma vez que o clima exerce grande influência sobre a dinâmica do espaço geográfico, o padrão climático interferirá, por exemplo, nos biomas, nas atividades econômicas e no modo de vida das sociedades.

Na perspectiva dinâmica, o clima é definido como resultado da sucessão dos diferentes tipos de tempo num dado lugar num certo período de tempo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007). No Brasil, o grande precursor da noção dinâmica nos estudos geográficos do clima foi o professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, principalmente por meio de suas obras (1962; 1963; 1969 e 1971), ao discutir a questão do ritmo climático, a compreensão e análise dinâmica da atmosfera.

Essa Climatologia geográfica brasileira de Monteiro, permite que os estudos do clima não apenas quantifiquem e descrevam as características e as variabilidades dos elementos climáticos, mas, sobretudo, traduzam o ritmo e expliquem sua gênese (NASCIMENTO *et al.* 2015). A abordagem da Climatologia dinâmica busca relacionar os fatos da circulação atmosférica a atuação dos centros de ação e de sistemas tais como os anticiclones, as depressões, as massas de ar e as frentes com os fatos do tempo e do clima. Traduzindo-se em um esforço que objetiva apreender a dinâmica, a variabilidade e a gênese dos fenômenos climáticos (RIBEIRO, 2000).

A concepção geográfica do clima na organização do espaço deve ser vista como geradora de tipos de tempo cujas características são absolutamente dinâmicas complexas e muito sensíveis a qualquer alteração imposta,

influenciando cada parte do planeta, em função da interação entre as distintas esferas do globo e da ação do homem (SANT'ANNA NETO, 2015).

As características do tempo e do clima têm influência direta na organização e na produção do espaço e das atividades humanas, com repercussões na agricultura, indústria, turismo, nas cidades, no meio rural etc. (NASCIMENTO *et al.* 2015). Por conta disso, destacam ser de suma importância o conhecimento das características e da variabilidade dos elementos climáticos de determinada localidade, pois, subsídios são criados para promover o planejamento urbano e regional, bem como fomentar maneiras de retirar proveito desse conhecimento em prol das atividades antrópicas, como também, se preparar para catástrofes.

Nas regiões tropicais, a precipitação está associada a ocorrência de diversos transtornos como enchentes, inundações e deslizamentos todos os anos. Estes problemas ocorrem em virtude de uma série de fatores decorrentes da interação das populações com o espaço, seu uso e ocupação.

A precipitação configura-se como altamente variável tanto em quantidade quanto em distribuição espacial (ALMEIDA, 2001). Os totais pluviométricos variam de acordo com fatores meteorológicos e topográficos e, desse modo, promovem diferentes impactos de caráter natural e social sobre a superfície do planeta (SOUZA; ZAVATTINI, 2003). Dessa forma, Neves (2019) aponta que é através da observação do comportamento da precipitação durante certo período de tempo, que se pode verificar as irregularidades do ritmo climático ao constatar períodos secos revezando-se com outros altamente chuvosos.

Irregularidades no regime das chuvas podem afetar a vida da população de acordo como as pessoas lidam com suas habitualidades e excepcionalidades. A ocorrência de enchentes, alagamentos ou mesmo deslizamentos de massa são processos naturais que se vinculam à forma como o espaço foi construído e ordenado, que podem trazer transtornos a vida social (OLIVEIRA; FERREIRA, 2017).

Os problemas relacionados às chuvas têm se tornado algo recorrente nas grandes metrópoles, sobretudo, nos países emergentes onde, geralmente, não há em todos os municípios instrumentos apropriados para gerenciar esses problemas de maneira adequada. De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013), entre 1991 a 2012, a região Sudeste concentrou 34% das inundações, atingindo mais de 6 milhões de pessoas, registrando 175 mortes. O Sudeste também concentra os maiores índices de alagamentos do país, cerca de 43% de todos os registros, com 1,5 milhão de atingidos e 21 mortes dentro desse período.

No município de São Gonçalo (RJ) essa situação não é diferente, Tórnio e Kede (2021) fizeram um levantamento acerca dos impactos das chuvas entre os anos de 2010 a 2019, e encontraram ao menos 163 eventos entre alagamentos, enchentes e deslizamentos.

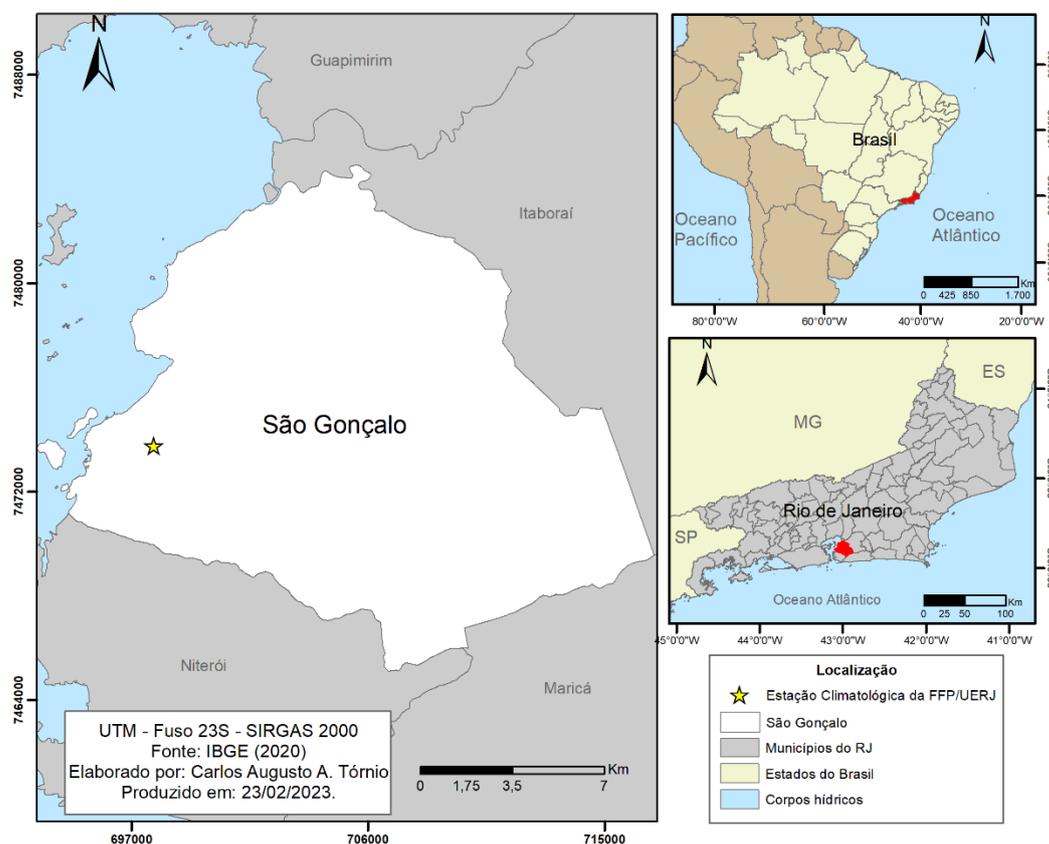
O objetivo deste trabalho é caracterizar a precipitação pluvial regional com ênfase no município de São Gonçalo-RJ, entre os anos de 2005 a 2018, identificando os anos considerados normais, secos, muito secos, chuvosos e muito chuvosos, e os sistemas atmosféricos associados aos tipos de tempo, no período das chuvas, durante os extremos chuvosos e secos. Dada a carência de ensaios que discutam o tema na área de estudo selecionada, este trabalho assume maior importância ao contribuir com o entendimento da dinâmica de chuvas a nível local e fomentar as discussões a respeito da possibilidade de eventualidades na sociedade e contribuir com a instrumentalização de políticas públicas de planejamento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Área de estudo*

São Gonçalo é um município da região metropolitana do estado do Rio de Janeiro, sendo um dos 20 municípios mais populosos do Brasil e o segundo mais populoso do estado, atrás apenas da capital (Figura 1). Apresenta população estimada de 1.098.357 habitantes, com densidade populacional de aproximadamente 4.035,90 hab/km<sup>2</sup> em uma área de 247,709 km<sup>2</sup>, estando em latitude: 22° 49' 37" S e longitude: 43° 03' 14" W (IBGE, 2023).

**Figura 1** – Localização do município de São Gonçalo (RJ) e da estação experimental climatológica da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (FFP/UERJ)



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

O clima deste município é do tipo Aw na classificação de Köppen, com elevadas taxas de precipitação anual apresentando duas épocas do ano bem demarcadas, uma chuvosa e outra seca. Cerca de 73,3% das chuvas anuais costumam ocorrer nos meses da estação úmida entre novembro e abril. Neste período os totais mensais podem atingir os 200 mm. As temperaturas mais baixas

são registradas em julho, em média 22,3 °C e as mais altas em dezembro, em média 29,1 °C (BERTOLINO *et al.* 2007; BERTOLINO *et al.* 2012).

Devido à ausência de cobertura de pluviômetros na região, Salgado *et al.* (2007) estudando o comportamento da precipitação nos municípios adjacentes a São Gonçalo, verificaram que de forma geral a média da precipitação anual nessa região varia próxima dos 1.000 mm, podendo atingir até por volta dos 2.000 mm nas áreas onde o relevo é mais acentuado, convergindo com Bertolino *et al.* (2007) que, verificaram que as chuvas anuais beiram os 1.000 mm em São Gonçalo.

Tórnio *et al.* (2021) levando em consideração oito recentes pluviômetros do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) no município de São Gonçalo, entre os anos de 2016 a 2018, indicaram que naquele período, as chuvas se distribuíram de forma mais concentrada no eixo noroeste-sudeste em virtude do relevo mais acentuado, sobretudo ao sul-sudeste do município na divisa com Niterói e Maricá (RJ), nessas áreas os totais anuais permeiam os 1.000 mm - 1.200 mm.

## CLASSIFICAÇÃO DO REGIME DE PRECIPITAÇÃO PELA TÉCNICA DOS QUANTIS

Eventos extremos podem ser classificados como secos ou chuvosos e são considerados raros em um determinado local ou época do ano. Para classificar os valores dos eventos em normais ou extremos, no município de São Gonçalo, foi utilizada a técnica estatística dos quantis na série histórica de 2005 a 2018. Para essa análise foram utilizados os dados pluviométricos acumulados anuais, em milímetros, da Estação Climatológica Convencional localizada na Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (ECC-FFP). Esses valores foram colocados em ordem crescente em uma tabela para obtenção dos quantis nos intervalos de  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,5)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$  (PINKAYAN, 1966). Estabelecendo-se a partir daí, cinco intervalos de classificação:

ano muito seco (0,15), seco (0,35), normal (0,5), chuvoso (0,65) e ano muito chuvoso (0,85). Esses intervalos são representados pelos seus respectivos quantis. Dessa forma, as classes extremas, muito seco e muito chuvoso, que serão analisadas nesse estudo representam um intervalo menor que 15% (MONTEIRO, *et al.* 2012). Para obter o quantil da série histórica foi utilizada a fórmula:

$$Q(P)=y_i+\left\{\frac{[P-P_i]}{[P_{i+1}-P_i]}\right\}\cdot[y_{i+1}-y_i] \quad (1)$$

Onde:

Q(P) = Quantil (Ex: Q (0,15) é o quantil que corresponde à ordem quantílica P = 0,15)

i = número de ordem para cada valor (ordenar de forma crescente);

y = valor correspondente a cada número de ordem i (total pluviométrico em mm);

P<sub>i</sub> = Ordem quantílica (P<sub>i</sub> = i/(N+1));

N = Número de elementos da série

## ANÁLISE RÍTMICA DOS TIPOS DE TEMPO

Após a classificação dos eventos chuvosos utilizando os quantis, foram considerados aqueles anos muito secos e muito chuvosos para a análise rítmica. Nesta etapa, foram reunidos os dados diários de precipitação obtidos da ECC-FFP e dos demais elementos meteorológicos: temperatura do ar (mín., med. e máx.), pressão atmosférica (hPa), umidade relativa (UR), velocidade do vento e nebulosidade dos meses que compreendem o período chuvoso na área de estudo (ZAVATTINI; BOIN, 2013). De acordo com Bertolino *et al.* (2007; 2012), Tórnio (2019) e Pereira *et al.* (2021) no município de São Gonçalo (RJ) o período chuvoso se inicia por volta de novembro e vai até o mês de abril. Baseando-se nos resultados desses estudos, foi elaborada a tabela 1 a fim de verificar os meses onde a maior parte da precipitação anual é registrada. Em média 71,9% da precipitação anual ocorre entre novembro e abril. Mesmo nos anos muito secos e nos anos muito chuvosos as chuvas dentro desses meses superaram dois terços do total anual.

Sendo assim, foram considerados para análise dos anos elencados, os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, novembro e dezembro.

Além da análise rítmica, utilizou-se de cartas sinóticas de superfície dos horários 12h GMT e 0h GMT a fim de que fosse possível elaborar os índices de participação de massas de ar (BORSATO, 2016). As cartas sinóticas de superfície se analisadas em conjunto com as variações dos elementos do tempo, permitem averiguar os sistemas atmosféricos atuantes na região, uma vez que a gênese das chuvas está relacionada à dinâmica atmosférica regional (MONTEIRO, 1962, 1969). As cartas sinóticas foram obtidas junto à Marinha do Brasil. Os gráficos de análise rítmica e dos índices de participação de massas de ar foram elaborados em planilhas eletrônicas.

**Tabela 1** – Participação dos períodos chuvoso (novembro-abril) e seco (maio-outubro) nas chuvas anuais em São Gonçalo (RJ)

Participação nas chuvas anuais (%)		
Anos	Nov-Abr	Mai-Out
2005	80,1	19,9
2006	67,5	32,5
2007	73,4	26,6
2008	75,8	24,2
2009	72,6	27,4
2010	82,0	18,0
2011	68,6	31,4
2012	59,5	40,5
2013	72,4	27,6
2014	70,5	29,5
2015	76,0	24,0
2016	76,3	23,7
2017	62,7	37,3
2018	69,6	30,4
<b>Média</b>	<b>71,9</b>	<b>28,1</b>

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

O índice de participação (Tabela 2) é usado para quantificar a atuação/influência dos sistemas observados em cartas sinóticas de superfície em

uma determinada área de estudo. Como os dias têm 24 horas de duração, recebem 8h, 12h ou 24h a depender da quantidade de sistemas observados em superfície e do seu tempo de duração/passagem. Ao final, são somadas as horas referentes aos dias analisados e elaboradas as porcentagens de atuação (BORSATO, 2016). A porcentagem de participação é obtida por meio da seguinte fórmula:

$$\text{Tempo de atuação do sistema} \times 100 / (\text{Total de horas analisadas}) \quad (2)$$

Onde: O tempo de atuação de um determinado sistema observado nas cartas sinóticas é dado em horas. Esse valor é multiplicado por 100 para encontrar a porcentagem e, então, dividido pelo total de horas analisadas. Isto é, se em um estudo, forem considerados sete dias, estes devem ser convertidos em horas. Por exemplo: 07 dias são 168 horas. Assim, se um sistema atuou por 24h, sua participação foi de 7,1%.

**Tabela 2** - Exemplo de elaboração de um índice de participação de massas de ar de Borsato (2016) para um período de sete dias

Data	SF	Cavado	ZCAS	mEc	mPa	mTa	Soma (h)
25/12/2010		24					24
26/12/2010	12			12			24
27/12/2010	12		12				24
28/12/2010			24				24
29/12/2010			24				24
30/12/2010			24				24
31/12/2010			24				24
Soma	24	24	108	12	0	0	168
Porcentagem	14,3	14,3	64,3	7,1	0,0	0,0	100,0

Fonte: Adaptado de Borsato (2016).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos, de acordo com a técnica dos quantis (Tabela 3), mostram que os anos muito secos (15%) foram aqueles com total anual inferior a

897,77 mm, nesse caso, os anos de 2007 e 2014. Os anos considerados secos (20%) foram aqueles cujo total anual esteve entre 897,77 mm e 961,03 mm, sendo assim, os anos de 2015, 2016 e 2017. Enquanto que os anos considerados normais (30%), estiveram ente 961,03 mm e 1038,17 mm, portanto, os anos de 2005, 2011, 2012 e 2018. Os anos chuvosos (20%) foram os que o total anual ficou entre os 1038,17 mm e os 1284 mm, sendo assim, os anos de 2006, 2009 e 2013. Os 15% muito chuvosos são descritos por aqueles anos que estiveram acima dos 1284 mm, sendo assim, 2008 e 2010.

Aqueles anos classificados como muito secos (2007 e 2014) e muito chuvosos (2008 e 2010) foram selecionados para a etapa da análise rítmica dos meses correspondentes ao período chuvoso.

**Tabela 3** - Classificação do regime anual de chuvas para o município de São Gonçalo-RJ entre o período de 2005 e 2018

Ano	Chuva anual (mm)	Classificação
2014	586,6	Muito seco (15%)
2007	887,4	
2017	928,3	Seco (20%)
2015	944,3	
2016	957,9	
2012	971,1	Normal (30%)
2018	984,1	
2011	984,2	
2005	1027,2	
2006	1041,9	Chuvoso (20%)
2009	1094,0	
2013	1125,8	
2008	1337,8	Muito chuvoso (15%)
2010	1501,7	

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

ANOS MUITO CHUVOSOS: 2008 e 2010

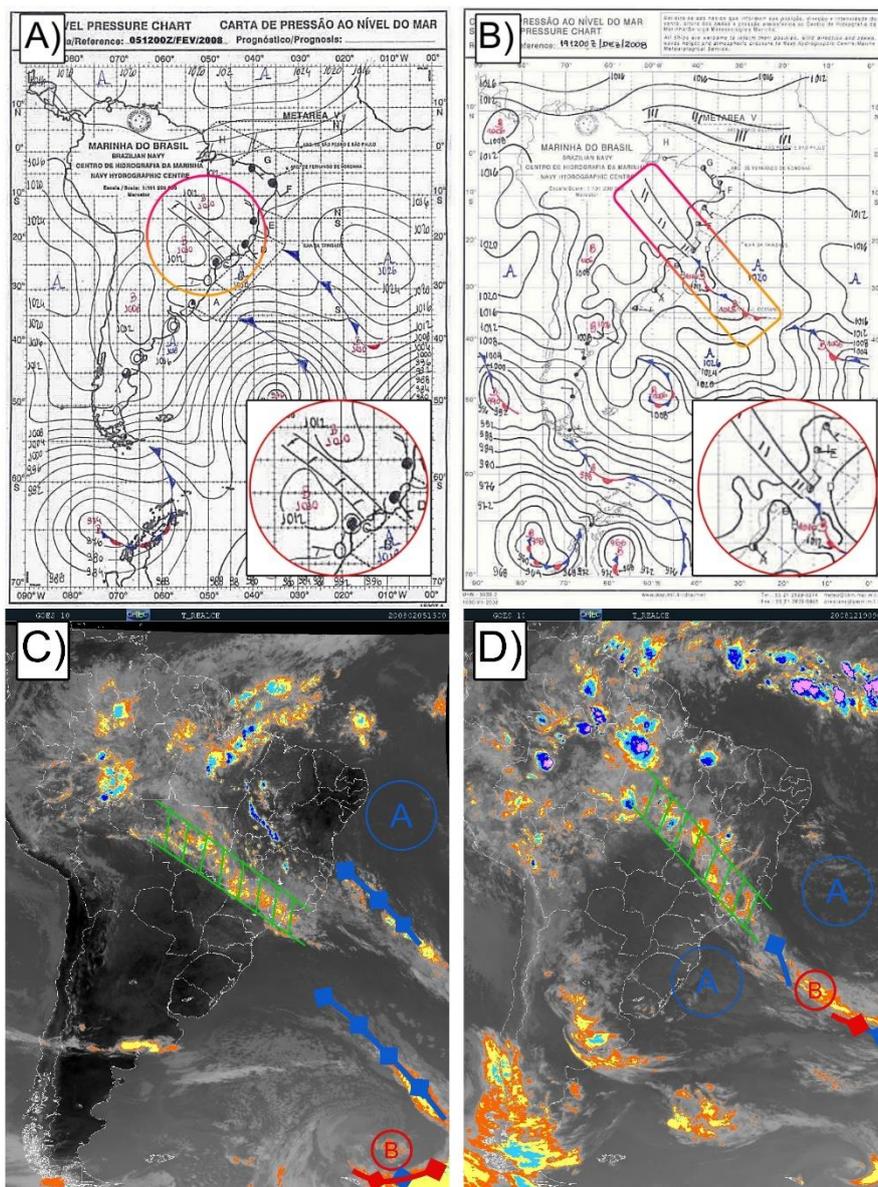
No mês de janeiro de 2008, o total mensal atingiu os 197,5 mm. Essas chuvas têm relação com a passagem de Sistemas Frontais (SF) e forte atuação ciclônica por todo o mês, com destaque para os episódios ocorridos entre os dias 20 a 25 que totalizaram 104,2 mm. Borsato (2016) aponta que os SF, sistemas formados pelo encontro do ar polar da Massa Polar Atlântica (mPa) com o ar mais quente das latitudes médias e tropicais do continente, geralmente trazem chuvas, mas que não apresentam uma tipologia padronizada. Ou seja, cada episódio apresenta características próprias, isto porque, são sistemas que atuam em todas as estações do ano pelo litoral Sul e Sudeste do país, e dependendo da estação do ano, receberão mais ou menos influência de outros sistemas sazonais.

Em fevereiro, as chuvas se concentraram mais na primeira e última semana do mês, totalizando 128,7 mm. Ao longo desse período, novamente, predominou a atuação convectiva com a formação de cavados ao longo de todo o mês. Destacam-se os episódios de formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) associada a atuação da massa Equatorial continental (mEc) e passagem de SF pelo litoral entre os dias 3 e 7 (75,6 mm) (figura 2).

A ZCAS caracteriza-se como um dos mais importantes sistemas responsáveis pelas chuvas no centro-sul brasileiro e durante os meses de verão sua atuação em superfície pode ser observada pelo menos uma vez ao mês (ABREU, 1999). Sendo uma enorme banda de nebulosidade que se forma no sentido noroeste-sudeste entre a região Amazônica e o Oceano Atlântico Sul (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007; QUADRO, *et al.* 2012). Este sistema é formado pela associação da atuação da Frente Polar Atlântica (FPA) e das Linhas de Instabilidades Tropicais (IT) (ABREU, 1999). Vale destacar, também, a circulação atmosférica associada a Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), que nessa época do ano tem seu núcleo mais afastado da América do Sul (AS), mas que contribui com a formação da ZCAS (BASTOS; FERREIRA, 2000; DEGOLA, 2013).

No mês de março, a precipitação concentrou-se principalmente dos dias 12 a 18, totalizando ao fim do mês 166,2 mm. As chuvas registradas têm relação com a passagem de SF associados a ciclones pelo litoral do Sudeste entre os dias 12 a 15, e formação de cavados entre os dias 16 e 17.

**Figura 2** – Episódios de ZCAS em 05 de fevereiro às 12:00 GMT (A; C) e no dia 19 de dezembro às 12:00 GMT (B; D)



Fonte: Adaptado de CPTec/INPE (2008) e Marinha do Brasil (2008).

O total mensal de abril atingiu os 116,6 mm. Neste mês predominou a atuação ciclônica somada a passagem de SF e a ocorrência de cavados atmosféricos. A maior concentração de chuvas foi observada entre os dias 04 a 11 (47,1 mm) e entre os dias 15 a 19 (34,6 mm). Um cavado apresenta-se como um eixo onde a pressão atmosférica é mínima, se comparada às áreas circundantes, estando associado às chuvas (VAREJÃO-SILVA, 2006). Borsato (2016) destaca que a mPa (que empurra o ar quente tropical formando os SF), geralmente ao atuar

contribui com a formação de cavados de oeste para leste, intensificando a instabilidade, podendo em alguns casos intensificar o SF e causar ainda mais chuvas.

Em novembro, as chuvas se distribuíram ao longo de todas as semanas do mês, sendo observados apenas 9 dias sem chuva, totalizando 218,2 mm. Essas chuvas formaram-se em decorrência da atuação ciclônica, formação de cavados e passagem de SF por todo o mês. Entre os episódios mais expressivos, destacam-se os dias: 14 (52,7 mm) associados a passagem de SF, dia 18 (53,9 mm) à formação de cavados e influências da mEc, e entre os dias 23 a 30 (75,4 mm) associados a episódios de ZCAS. No último mês do ano o total mensal atingiu os 187,3 mm. Neste mês a maior concentração de chuvas ocorreu entre os dias 15 a 23 em virtude da formação de ZCAS entre os dias 15 a 21 (72,6 mm) e forte atuação ciclônica que agia por todo o centro-sul brasileiro entre os dias 22 e 23 (57,3 mm).

Em 2010, o total mensal para o mês de janeiro foi de 187,4 mm. Essas chuvas têm associação com atuação de ciclones pelo litoral Sudeste e passagens de frentes frias durante todo o mês, com destaque para os dias 5 (29,8 mm), 15 (64,6 mm), 22 (55,6 mm). Enquanto que em fevereiro (53,1 mm) foram registradas chuvas praticamente em apenas três dias do mês, sendo associadas a presença de um cavado no dia 3, passagem de um SF e formação de um cavado nos dias 17 e 25. Possivelmente a ocorrência menor de chuvas está associada a atuação anticiclônica relacionada a ASAS observada por volta das latitudes 20°S e 30°S nas primeiras semanas do mês. Degola (2013) aponta que embora nos meses de verão o ASAS esteja mais afastada da AS, podem ocorrer episódios em que o anticiclone avança sobre o Brasil. Nesse período a atividade convectiva é inibida, o que causa redução da precipitação e elevação das temperaturas.

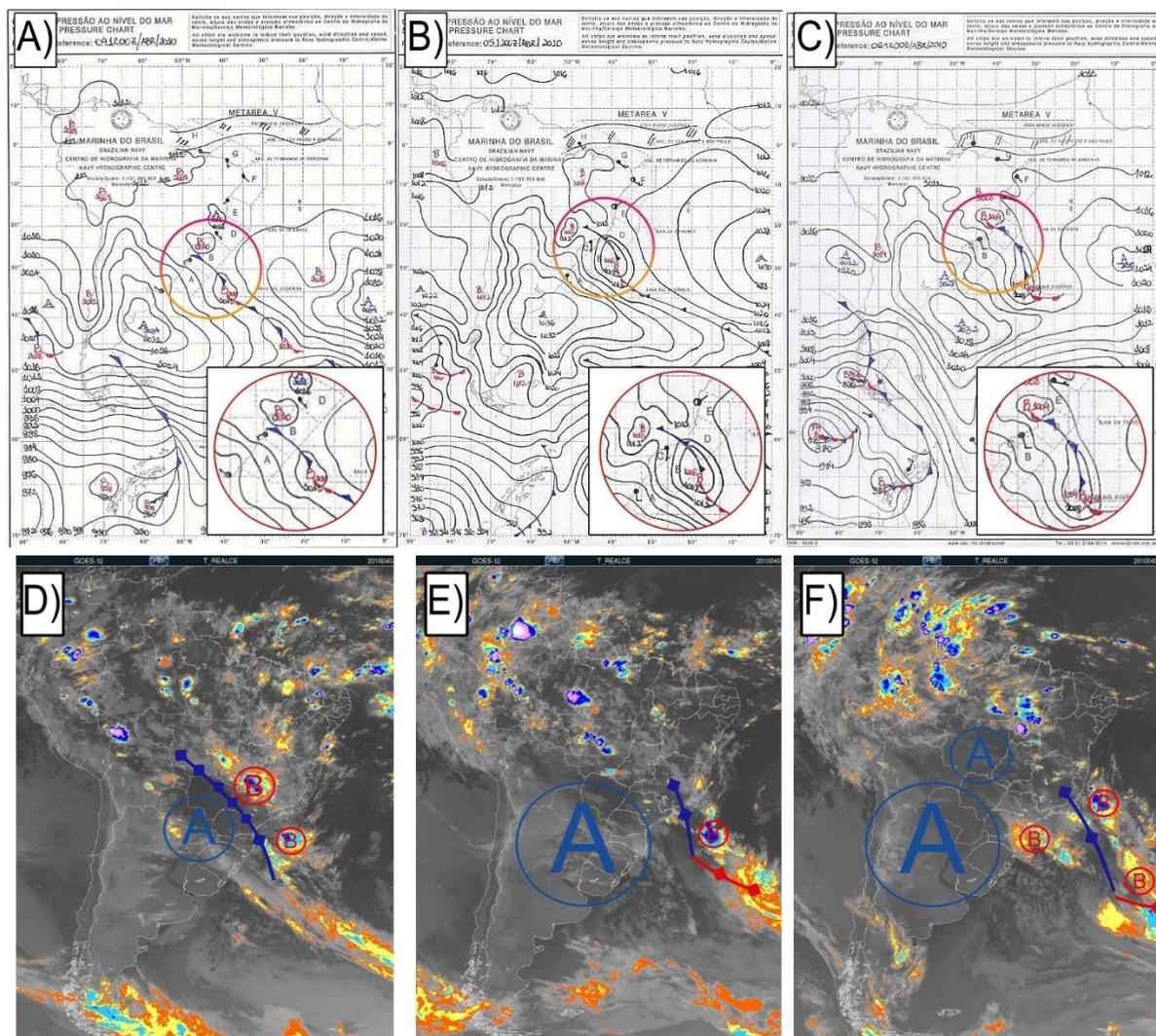
Paiva (1995) chama a atenção que toda a zona intertropical é afetada por este fenômeno que se caracteriza por períodos de interrupção da precipitação durante a estação chuvosa no decorrer de curtos períodos que podem durar entre

sete a vinte dias. Quando a interrupção das chuvas ultrapassa este período, diz-se que é ocorrência de “veranico”.

No mês de março o total mensal se aproximou dos 300 mm, registrando 296,3 mm. Neste mês, as fortes chuvas registradas têm relação principalmente com a formação de ZCAS e a passagem de SF com destaque para os seis primeiros dias do mês, quando até o dia 5, em decorrência da ZCAS já havia chovido 49,8 mm, e no dia 6 com a entrada de um SF, mais 76,2 mm foram registrados, totalizando 126 mm em menos de uma semana.

Em abril, o total mensal alcançou os 306 mm, e quase toda a precipitação mensal ocorreu entre os dias 4 a 11, cujos registros foram 281,9 mm. Entre os dias 4 a 6 (230,1 mm), ocorreu a passagem de uma frente fria entre o litoral das regiões Sul e Sudeste passando pelo Rio de Janeiro e, no dia 7 foi verificada a passagem de um anticiclone migratório pós-frontal a 40°S/48°W com núcleo de 1029 hPa (figura 3). Os anticiclones migratórios, muitas vezes, são resultado de anticiclones polares que atingiram latitudes mais baixas. Estes sistemas causam mudanças de tempo por onde atuam até perder força e geralmente atuam por volta de dois ou três dias (DEGOLA, 2013). De acordo com Tórnio e Kede (2021), as chuvas registradas nestes dias foram capazes de causar 83 mortes e, aproximadamente, 5.600 pessoas desalojadas ou desabrigadas por deslizamentos e inundações nos municípios de São Gonçalo-RJ e Niterói-RJ.

**Figura 3** – Entrada do SF pelo Centro-Sul brasileiro no dia 4/4 (A; D), e avanço pelo Sudeste nos dias 5/4 (B; E) e 6/4 (C; F)



Fonte: Adaptado de CPTEC/INPE (2010) e Marinha do Brasil (2010).

No mês de novembro as chuvas estiveram próximas do comportamento médio esperado para o mês, registrando 90,6 mm (TÓRNIO; KEDE, 2021). Neste período, as chuvas registradas tiveram relação com a atuação ciclônica recorrente durante o mês e, também a passagem de SF e formação de cavados, principalmente entre os dias 6 a 13 (34,1 mm) e 17 a 26 (28,5 mm). Enquanto que no último mês do ano, dezembro, as chuvas se aproximaram dos 200 mm, registrando 193,9 mm. Neste período os sistemas associados as chuvas foram praticamente os mesmos do mês anterior, ciclones, passagens de frentes frias e

formação de cavados. O maior volume de chuvas ocorreu entre os dias 13 a 15 (60 mm) e os episódios ininterruptos de chuvas entre 22 a 31 (116,6 mm).

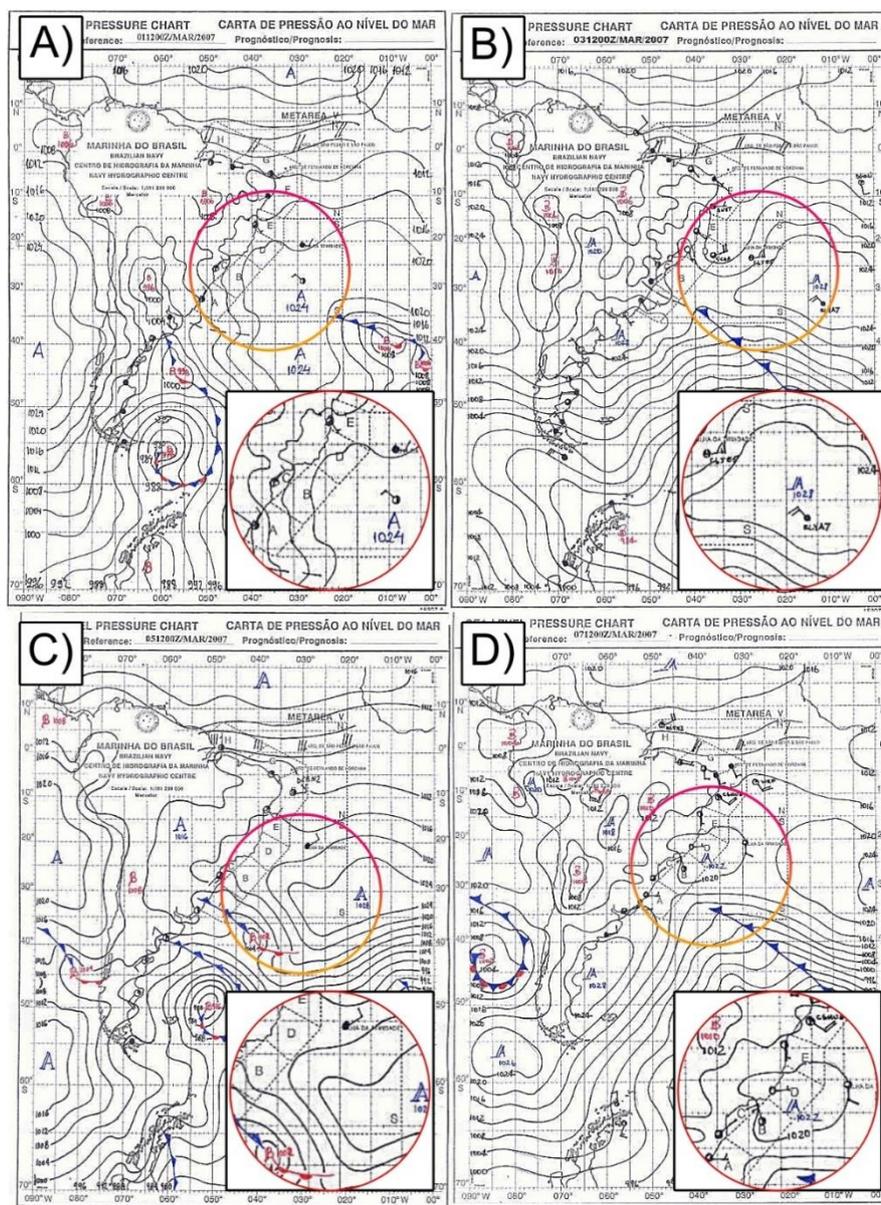
#### ANOS MUITO SECOS: 2007 e 2014

Em 2007 foram observadas chuvas ao longo de todo o mês de janeiro, no total, somente 9 dias não tiveram chuvas, acumulando 139,9 mm. A maior parte das chuvas registradas têm relação com a formação de ciclones nas adjacências do litoral do Sudeste, intercalados com a passagem de sistemas frontais e cavados.

No mês de fevereiro, esse comportamento parece mudar um pouco, pois, diferentemente do mês anterior, os 94,6 mm mensais ocorreram em somente três dias (3, 7 e 12) em decorrência da passagem de sistemas frontais. No decorrer de todo o mês, observou-se a atuação da massa Tropical atlântica (mTa) que agia por toda costa Leste, deixando a pressão atmosférica acima dos 1013hPa, nebulosidade baixa e temperaturas elevadas. Em março praticamente não choveu, o total mensal foi de 30,4 mm. Ao longo de todo o mês foi observada a atuação anticiclônica, com destaque para as influências da ASAS que agia muito próxima ao continente, inibindo a atuação ciclônica e afastando a passagem de SF que, em muitos casos, se restringiam mais ao oceano Atlântico, longe do litoral do Sudeste, sobretudo, Rio de Janeiro, do que o de costume (figura 4).

Borsato (2016) destaca que a mTa é um sistema cujo centro de ação é a Alta Subtropical do Atlântico Sul, e, portanto, apresenta características de anticiclone, possuindo padrão de circulação de subsidência no limite superior da atmosfera e divergência de ar na superfície, resultando em condições de tempo estável, baixa nebulosidade e baixa umidade do ar. Contudo, no verão essa massa pode tornar-se instável em alguns casos, através do aquecimento basal que sofre em contato com o continente, o que não parece ter ocorrido nos casos aqui descritos.

**Figura 4** – Atuação recorrente da mTa pelo litoral Sudeste durante os primeiros sete dias de março de 2007; dia 1/3 (A), dia 3/3 (B), dia 5/3 (C) e dia 7/3 (D)



Fonte: Adaptado de Marinha do Brasil (2007).

Abril repetiu o comportamento apontado no mês anterior, totalizando 28,2 mm. Mesmo se tratando de um mês de transição entre a estação chuvosa e o período mais seco, costuma ser um mês onde as chuvas são abundantes. A maior parte delas ocorreu entre os dias 9 e 10 (9,6 mm) e no dia 28 (15 mm). No decorrer do mês, foram observados vários episódios onde a mTa agia sobre toda a costa leste do país. Além disso, a atuação da mPa foi recorrente durante o mês, associada na maioria dos casos a tempo estável. Embora a passagem dos SF tenha

se restringido mais ao Atlântico neste mês, e também nos demais, o ar polar que sucede o SF avançou com recorrência sobre o continente, contribuindo com a ausência das chuvas.

A mPa pode ser entendida como o ar polar que vem na retaguarda dos sistemas frontais, também conhecidos como Frente Polar Atlântica (FPA). O ar frio que avança rumo às latitudes mais baixas eleva o ar mais quente do sistema tropical que se encontra em sua trajetória. Essa elevação resulta em resfriamento adiabático da parcela deslocada pelo ar mais denso. E assim, esse ar resfriado atinge a temperatura do ponto de orvalho, contribuindo com a formação de nuvens e chuva. Contudo, após a passagem do SF, o ar frio de origem polar contribui com um tipo de tempo caracterizado pelo aumento progressivo da pressão atmosférica, céu sem nuvens, umidade relativa baixa e temperaturas do ar mais baixas. Assim, é correto dizer que o sistema de alta pressão associado ao ar de origem polar associa-se mais fortemente a tipos de tempo estável e sem chuvas (GALVANI; AZEVEDO, 2012).

Em novembro, a atuação ciclônica e a passagem de alguns SF contribuíram com os 70,2 mm registrados. A maior parte das chuvas concentrou-se entre os dias 2 a 7 (37,7 mm) em decorrência da passagem de um SF entre os dias 2 e 3, e formação de ZCAS entre os dias 5 a 7. No mês de dezembro, a concentração de chuvas se aproximou do normal, mostrando a retomada das chuvas, expressa pela passagem de SF entre os dias 6 a 8 (15,5 mm), e novamente, entre os dias 12 a 15 (97,2 mm), e também, pela formação de ZCAS entre os dias 20 a 25 (33,3 mm).

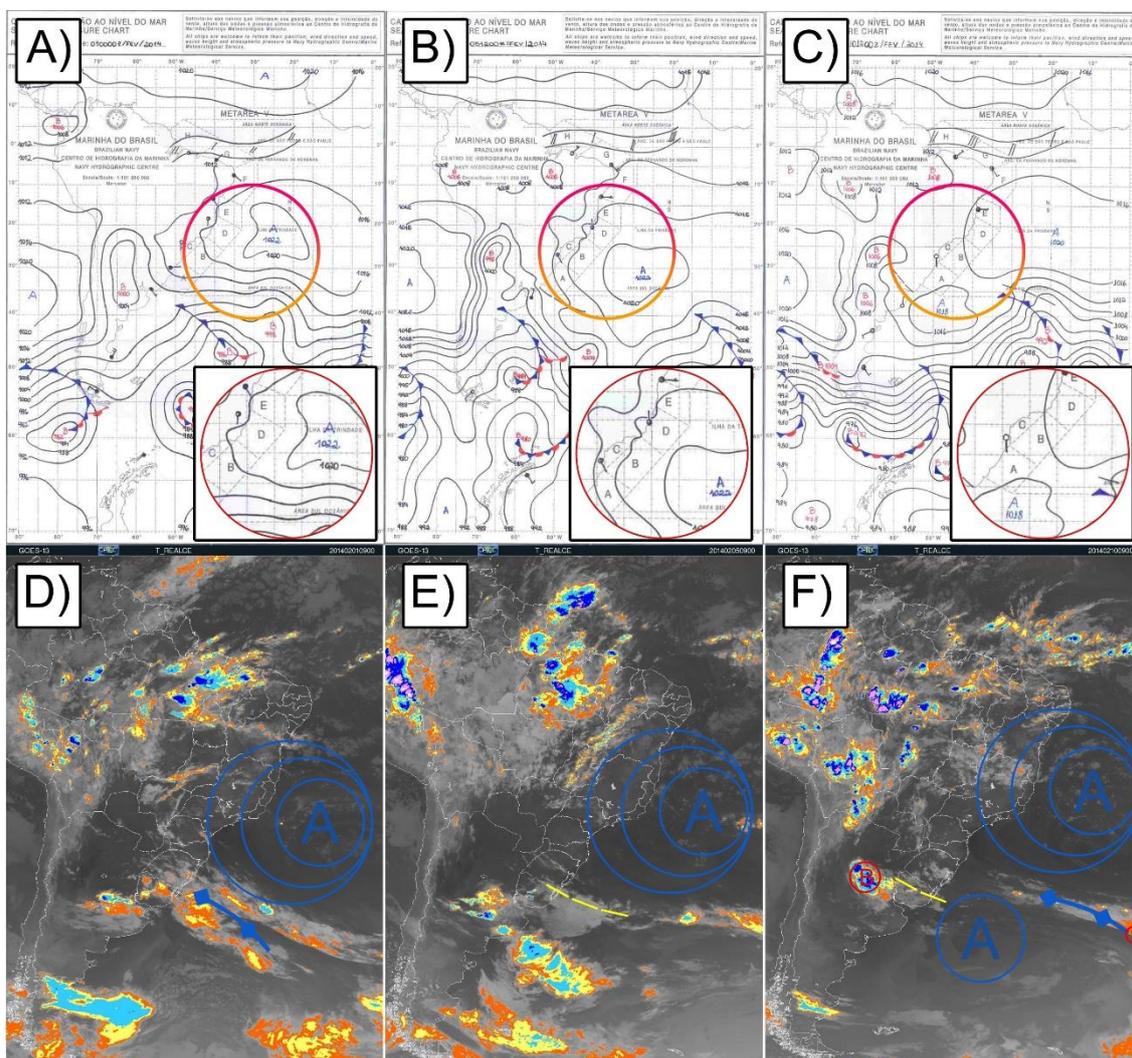
No ano de 2014, em janeiro, as chuvas ocorreram em apenas três dias (2, 16 e 17), totalizando 59 mm. Nestes dias, as chuvas estiveram associadas a passagem de um SF no Oceano Atlântico influenciando indiretamente a região Sudeste, no dia 2 e a formação de um cavado entre sudoeste da Amazônia e o sudeste do Brasil nos dias 16 e 17. Durante todas as semanas do mês foram observadas atuações anticiclônicas em boa parte da região Sudeste. Com

destaque para a influência da ASAS que se fez perceptível na atuação da mTa entre os dias 7 a 12 e novamente entre os dias 22 a 30. Durante a presença anticiclônica, observou-se baixíssima nebulosidade e pressão atmosférica próxima dos 1018 hPa/ 1020 hPa.

Em fevereiro, choveu apenas 21,2 mm. Neste mês, novamente foi observada a influência da ASAS por volta de 32°S/30°W impactando principalmente o litoral do Sudeste nos primeiros doze dias do mês. Seguidos por chuvas entre os dias 16 a 19 associadas a passagem de um SF e atuação ciclônica, e novamente a retomada da atuação anticiclônica que perdurou por todo o mês (figura 5). No mês seguinte, as chuvas não passaram de 69,8 mm em virtude da atuação anticiclônica mais perceptível pela atuação da mTa entre os dias 11 a 18 e pela mPa na última semana do mês. As chuvas que ocorreram associaram-se principalmente à formação de ZCAS entre os dias 6 a 10 (12 mm) e a passagem de uma frente fria seguida de um ciclone entre os dias 22 a 27 (44,8 mm).

Em abril, embora tenha-se observado a atuação anticiclônica durante o começo e o fim do mês, os eventos chuvosos totalizaram 90,6 mm. A ocorrência dessas chuvas tem associação com a passagem de uma frente fria entre os dias 13 a 16 (58,8 mm) e a atuação conjunta de SF, formação de cavados e ciclones pelo litoral do Sudeste entre os dias 21 a 24 (43 mm). Nos meses de novembro (77,2 mm) e dezembro (54,7 mm) as influências de sistemas de alta pressão retornaram com muita recorrência no Sudeste. Durante os onze primeiros dias de novembro, observou-se atuação anticiclônica associada a ASAS. No restante do mês só ocorreram chuvas entre os dias 12 a 16 (27,6 mm) e 22 a 30 (17 mm) graças a episódios de ZCAS e a passagem de SF. Enquanto em dezembro verificou-se atuação anticiclônica associada a ASAS nas duas primeiras semanas, e entre os dias 18 a 29, também foi observada a passagem de uma alta migratória entre os dias 15 a 17 com núcleo 1020 hPa por volta de 38°S/53°W com a crista para leste de SP e RJ.

**Figura 5** – Atuação recorrente da mTa pelo litoral Sudeste durante os primeiros dez dias de fevereiro de 2014; dia 1/2 (A; D), dia 5/2 (B; E), dia 10/2 (C; F)



Fonte: Adaptado de CPTEC/INPE (2014) e Marinha do Brasil (2014).

Na região Sudeste, sobretudo nos estados de SP e RJ os ventos associados a ASAS são de nordeste. Em situações normais, no verão esses ventos são muito fracos (encolhimento da ASAS) e contribuem com a ocorrência da ZCAS. Mas durante o inverno quando a ASAS atua de forma mais intensa sobre a AS, esses ventos inibem a entrada de frentes e ciclones impedindo a precipitação. Nas situações descritas há pouco, o sistema anticiclônico atua de maneira recorrente pelo litoral e até mesmo pelo interior do centro-sul do país durante os meses da estação de chuvas, indicando que os ventos de nordeste associados a este sistema podem de algum modo estar mais fortes do que deveriam neste período do ano

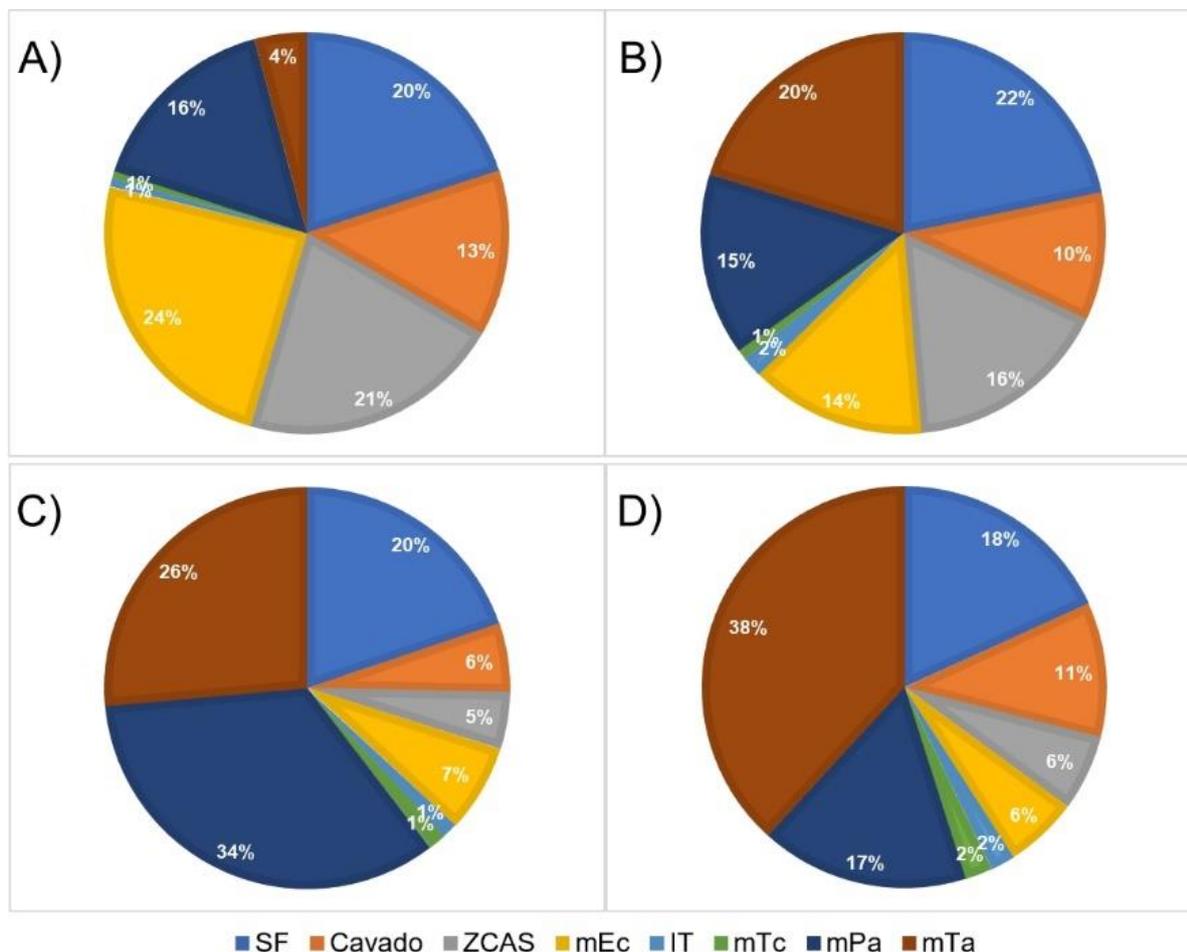
e inibindo a entrada ou a intensidade de sistemas frontais, e conseqüentemente enfraquecendo a formação de ZCAS, pois em ambos os anos muito secos (2007 e 2014) foi observada menor frequência de ZCAS e formação de cavados (BASTOS; FERREIRA, 2000; DEGOLA, 2013; CASTRO, 2018).

## SÍNTESE DOS TIPOS DE TEMPO ANALISADOS

A figura 6 ilustra a participação dos sistemas atmosféricos em baixa atmosfera ao longo dos meses que compõem o período chuvoso na região de São Gonçalo (RJ). A participação dos SF e cavados não mostrou grande diferença ao longo dos anos muito secos e muito chuvosos. Os SF variaram entre 18,1% a 21,7%, enquanto os episódios de cavados (que em certos casos ocorriam concomitantemente aos SF), com exceção do ano de 2007 (5,5%), mantiveram-se próximos dos 10%.

As diferenças ficam mais perceptíveis quando se observa os números referentes as influências convectivas da mEc e dos episódios de ZCAS juntamente com as interferências anticiclônicas manifestadas pela mTa (cujo centro de ação é a ASAS) e mPa. Enquanto nos anos muito secos (2007 e 2014) a participação conjunta da mEc e ZCAS não ultrapassava os 12%, os sistemas de alta pressão dominavam as condições atmosféricas impondo estabilidade em mais de 55% do tempo. Nos anos muito chuvosos (2008 e 2010), observa-se o inverso, ou seja, enquanto os sistemas associados a instabilidade predominavam, destacando-se principalmente a participação isolada da mEc e ZCAS de 45,7% em 2008 e 30,6% em 2010, as influências de alta pressão eram menores, sendo 20,1% em 2008 e 34,9% em 2010.

**Figura 6** – Síntese de participação dos sistemas atmosféricos nos tipos de tempo durante o período chuvoso dos anos de: 2008 (A), 2010 (B), 2007 (C) e 2014 (D)



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

A participação maior de ZCAS reflete no maior contingente de precipitação acumulada, pois, este sistema é importantíssimo para o regime de chuvas da região, sendo também associado ao sistema de monção da América do Sul. De acordo com Gan *et al.* (2004) e Gan *et al.* (2016) o período ativo da circulação de monção se inicia por volta de outubro e intensifica-se nos meses do verão do Hemisfério Sul (HS). Nessa época desenvolve-se a sudoeste da alta da Bolívia a baixa do Chaco em 850 hPa. Na região que compreende a bacia amazônica surge, no nível da superfície um escoamento de noroeste para sudeste, em virtude dos ventos vindos do Atlântico Norte que cruzam a região equatorial e atingem a Cordilheira dos Andes. Na faixa das latitudes médias, por volta dos 46°S, os ventos

de oeste se intensificam em altos níveis, gerando mudanças na posição do escoamento, por volta de novembro. A forte convecção formada contribui com a formação da ZCAS, que forma fortes tempestades principalmente sobre a região Sudeste.

A análise das cartas sinóticas e da variação dos elementos do tempo contribuem no entendimento das condições regionais que influenciam na formação ou ausência de chuvas. Contudo, é importante demarcar que certas vezes outros fenômenos, de escala global, podem estar influenciando no comportamento observado. El Niño Oscilação Sul (ENOS) é o termo utilizado para um dos fenômenos que mais implicam nas condições do tempo e do clima em escala global.

Dos anos levados em consideração neste estudo, 2007 (muito seco) apresentou quase todos os trimestres sob influência da La Niña, o mesmo pode ser dito da metade do ano de 2008 (muito chuvoso). O ano de 2010 (muito chuvoso) teve os três primeiros trimestres com presença de El Niño e o restante marcados pela La Niña, já em 2014, ano mais seco da amostra, a neutralidade predominou (NOAA, 2021).

A intenção foi reconhecer que embora não pareça ter ocorrido nesse estudo, o fenômeno ENOS pode influenciar nas condições do tempo e no comportamento das chuvas, há pouco descrito, contudo, isso necessita de maior investigação. Pois, Sobral *et al.* (2019) ao realizarem um estudo aprofundado a respeito das influências do fenômeno nas regiões do estado do Rio de Janeiro, concluem que suas influências parecem ser menos representativas em termos de alteração do regime de chuvas, não sendo possível identificar diretamente a relação do aumento ou redução das chuvas com as fases do fenômeno em nenhuma das regiões do estado.

A respeito disso, Minuzzi *et al.* (2005) salientam que para a região Sudeste do Brasil não há um consenso a respeito das influências deste fenômeno. Os

autores alertam que no Sudeste, a resposta ao ENOS não é tão linear quanto no Cone Sul da América do Sul, talvez porque a região por estar acoplada ao oceano Atlântico dependa mais deste do que de interferências no oceano Pacífico, e também, por conta de o Atlântico não responder aos fenômenos de forma tão simétrica quanto o Pacífico. Grimm e Ferraz (1998) apud Minuzzi *et al.* (2005) salientam que a pouca consistência das anomalias na região Sudeste é devida ao caráter de transição climática que essa região possui, pois, as anomalias podem se deslocar para norte ou para o sul de um evento para outro podendo, dessa maneira, alterar o seu sinal em relação a eventos anteriores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através das análises feitas, observou-se que a técnica dos quantis caracterizou o comportamento da precipitação, indicando que os totais anuais entre 961,03 mm e 1038,7 mm enquadram-se no comportamento considerado normal ao longo da série histórica considerada (2005-2018). Os extremos secos (15%) e os chuvosos (15%), por sua vez, são demarcados por comportamento inferior a 897,77 mm, e superiores a 1284 mm, respectivamente.

Nos anos muito chuvosos (2008 e 2010) predominou a atuação de sistemas de baixa pressão como as influências convectivas da mEc, formação de cavados, passagem de sistemas frontais e formação de ZCAS, fundamentais à manutenção das chuvas no Sudeste do Brasil. Enquanto que nos anos muito secos (2007 e 2014), esses fenômenos tiveram suas participações inibidas pelas influências da mPa vinda de Sul, e da mTa acoplada a ASAS, que agia com frequência pela costa leste, e certas vezes adentrava ao continente, fazendo com que em muitos casos, a passagem dos sistemas frontais ficasse mais restrita ao Oceano Atlântico, reduzindo as chuvas.

Neste estudo, o centro das atenções esteve na busca pela compreensão dos sistemas atmosféricos atuantes em baixa troposfera associados aos tipos de tempo muito seco e muito chuvosos ao longo dos anos de 2005 e 2018. Ainda que a análise seja dificultada pela ausência de outros pluviômetros ou estações climatológicas com séries longas ou dados válidos suficientes na região, os resultados aqui apresentados, assumem relevância ao demonstrar informações importantes acerca do comportamento das chuvas num município periférico e extremamente populoso como São Gonçalo. Sendo assim, isto contribui com o embasamento de políticas de prevenção de desastres e mitigação dos transtornos associados as chuvas que ocorrem todos os anos durante a estação das chuvas.

#### AGRADECIMENTOS

A Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro- FAPERJ pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M. L. Climatologia da estação chuvosa de Minas Gerais: de Nimer (1977) à Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Geonomos**, Belo Horizonte, v. 6, p. 9-16, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.18285/geonomos.v6i2.166>. Acesso em: 08 mar. 2023.

ALMEIDA, H. A. de. Probabilidade de ocorrência de chuvas no Sudeste da Bahia. Ilhéus, CEPLAC/CEPEC. **Boletim Técnico**, n.182. 32p. 2001.

BASTOS, C.; FERREIRA, N. Análise Climatológica da Alta Subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia. **Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Rio de Janeiro, p. 612-619, 2000. Disponível em: [http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/03.15.19.20/doc/Bastos\\_Analise%20climatologica.pdf](http://mtc-m16b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/iris@1915/2005/03.15.19.20/doc/Bastos_Analise%20climatologica.pdf). Acesso em: 08 mar. 2023.

BERTOLINO, A. V. F. A; COSTA, A. R. C; BERTOLINO, L. C; FIALHO, E. Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo RJ - triênio 2004 - 2007. **Revista Tamoios** (Impresso), v. IV, p. 1-13, 2007.

BERTOLINO, A. V. F. A.; FIALHO, E. S.; MARCHIORO, E.; BAPTISTA, E. C. S. As repercussões pluviais e os movimentos de massa na porção leste da Baía de Guanabara: estudo de caso de São Gonçalo-RJ. *In: SILVA, C. A.; FIALHO, E. S. (Org.). Conceções e Ensaio da Climatologia Geográfica*, 2012. Cap.10. p. 233-256. E-book.

BORSATO, V. A. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. 1. Ed- Curitiba, PR: CRV. 2016. 184p.

CASTRO, J. M. de. **Influência da alta subtropical do Atlântico Sul no regime de precipitação do litoral do Paraná e Santa Catarina**. Monografia – Centro de Estudos do mar, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná, p. 54, 2018. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/61996>. Acesso em: 08 mar. 2023.

CENTRO DE HIDROGRAFIA DA MARINHA DO BRASIL. **Solicitação de cartas sinóticas de superfície entre 2005 e 2018**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: <carlos.tornio@hotmail.com>. em: 31 jan. 2022.

DEGOLA, T. S. D. **Impactos e variabilidade do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul sobre o Brasil no clima presente e em cenários futuros**. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, p. 112, 2013. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002435902>. Acesso em: 08 mar. 2023.

GALVANI, E.; AZEVEDO, T. R. A frente polar atlântica e as características de tempo associadas: estudo de caso. *In: GALVANI, E.; BESERRA, N. G. (Org.). Climatologia Aplicada: Resgate aos estudos de caso*. 1ed. Curitiba: Editora CRV, 2012, v. 1, p. 7-18.

GAN, M. A.; SANTOS, L. F.; LIMA, J. R. A.; AFONSO, J. M. S.; SILVA, A. B. Monção na América do Sul. **Chapter**, v. 19, p. 297-312, 2009. Disponível em: <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/30anos/ganetal.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2023.

GAN, M. A.; KOUSKY, V. E.; ROPELEWSKI, C. F. The South America monsoon circulation and its relationship to rainfall over west-central Brazil. **Journal of climate**, v. 17, n. 1, p. 47-66, 2004. Disponível em: [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2004\)017<0047:TSAMCA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017<0047:TSAMCA>2.0.CO;2). Acesso em: 08 mar. 2023.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T. Sudeste do Brasil: uma região de transição no impacto de eventos extremos da Oscilação Sul. Parte I: El Niño. *In: Congresso Brasileiro de Meteorologia*, 1998. Apud MINUZZI, R. B. *et al.* El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande - PB, v. 9, n.3, p. 364-371,

2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662005000300011>. Acesso em: 08 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **SÃO GONÇALO-RJ PANORAMA**. 2023. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sao-goncalo/panorama>. Acesso em: 08 mar. 2023.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.

MINUZZI, R. B.; SEDIYAMA, G. C.; RIBEIRO, A.; COSTA, J. M. N. El Niño: ocorrência e duração dos veranicos do Estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande - PB, v. 9, n.3, p. 364-371, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662005000300011>. Acesso em: 08 mar. 2023.

MONTEIRO, C. A. F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul Oriental do Brasil**: contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil. São Paulo: IGEOG/USP, 1969.

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia**, n. 1, p. 1-21, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético a classificação climática. **Revista Geográfica**, p. 29-44, 1962. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40996656>. Acesso em: 08 mar. 2023.

MONTEIRO, C. A. F. Sobre a análise Geográfica de sequências de cartas do tempo. **Revista Geográfica**, p. 169-179, 1963. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/40991737>. Acesso em: 08 mar. 2023.

MONTEIRO, J. B.; ROCHA, A. B.; ZANELLA, M. Técnica dos quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. **Revista do Departamento de Geografia, [S. l.]**, v. 23, p. 232-249, 2012. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47212>. Acesso em: 08 mar. 2023.

NASCIMENTO, D. T. F.; NETO, J. M. S.; NUNES, L. C. Definição dos anos-padrão para o estudo da pluviometria do estado de Goiás e do Distrito Federal. **Brazilian Geographical Journal**, v. 6, p. 272-290, 2015. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/28872>. Acesso em: 08 mar. 2023.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION'S. **National Weather Service, Climate Prediction**. Disponível em: [http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Acesso em: 08 mar. 2023.

NEVES, G. Z. F. A Chuva no Estado de Goiás e Distrito Federal Aspectos Temporais, Espaciais e Dinâmicos. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. Especial, p. 67-82, 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v0i0.66147>. Acesso em: 08 mar. 2023.

OLIVEIRA, D. E.; FERREIRA, C. C. M. Gênese e ritmo da pluviosidade na bacia do Rio Preto, MG/RJ: proposta metodológica para a representação cartográfica. **Revista brasileira de climatologia**, v. 21, p. 38, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/abclima.v21i0.48239>. Acesso em: 08 mar. 2023.

PAIVA, M. P. **Determinação das datas de início e fim da estação chuvosa e da ocorrência de veranico na bacia do rio Doce**. 1995. 65 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

PEREIRA, V. C.; BERTOLINO, A. V. F. A.; KEDE, M. L. F. M.; CORBO, A. R.; FIALHO, E. S. Contribuições para a análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo/RJ 2008-2018. **Revista Tamoios**, São Gonçalo, v. 17, n. 2, p. 111-136, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.12957/tamoios.2021.58214>. Acesso em: 08 mar. 2023.

PINKAYAN, S. Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. **Hidrology papers**, Colorado, n.12, p.1-53, 1966.

QUADRO, M. F. L.; DIAS, M. A. F. S.; HERDIES, D. L.; GONÇALVES, L. G. G. Análise climatológica da precipitação e do transporte de umidade na região da ZCAS através da nova geração de reanálises. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 152-162, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v27n2/a04v27n2.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2023.

RIBEIRO, A. G. A climatologia dinâmica na perspectiva da análise rítmica. **Sociedade & Natureza**, [S. l.], v. 12, n. 24, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/SN-v12-2000-28538>. Acesso em: 08 mar. 2023

SALGADO, C. M.; SILVA, T. C.; SOUZA, G. C. A.; FREITAS, H. C. Caracterização temporal e espacial da precipitação no entorno do município de São Gonçalo (RJ) considerando a série histórica de 1968 a 2002. **Sociedade & Natureza**, v. 19, n. 1, p. 19-31, 2007. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3213/321327190002.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2023.

SANT'ANNA NETO, J. L. As matrizes da construção da Climatologia geográfica brasileira. In: MONTEIRO, C. A. F. (Org.) **A construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. 1ª Edição. Campinas-SP: Editora Alínea, 2015.

SOBRAL, B. S.; OLIVEIRA-JUNIOR, J. F.; GOIS, G.; PEREIRA-JUNIOR, E. R.; TERASSI, P. M. B.; MUNIZ-JUNIOR, J. G. R.; LYRA, G. B.; ZERI, M. Drought characterization for the state of Rio de Janeiro based on the annual SPI index: trends, statistical tests

and its relation with ENSO. **Atmospheric research**, v. 220, p. 141- 154, 2019.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S016980951830872X>. Acesso em: 08 mar. 2023.

SOUZA, L. B.; ZAVATTINI, J. A. Distribuição espacial da precipitação em eventos excepcionais na Região Noroeste da Área Urbana de Juiz de Fora - MG e suas relações com as ocorrências de Defesa Civil. **GeoUERJ**, Rio de Janeiro - RJ, n. Especial, p. 1-7, 2003.

TÓRNIO, C. A. A. **Dinâmicas atmosféricas e a gênese das chuvas no município de São Gonçalo (RJ) no período de 2005 a 2016**. 2019. 160p. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo-RJ, 2019.

TÓRNIO, C. A. A.; KEDE, M. L. F. M. Os impactos das chuvas nos municípios de São Gonçalo (RJ) e Niterói (RJ) no decênio 2010-2019. **Anais do XIV Simpósio brasileiro de Climatologia geográfica**, João Pessoa-PB, 2021. Disponível em: [https://www.xivsbcg.com/\\_files/ugd/9ff9b8\\_269399c4047747f6b963de1ae491df65.pdf](https://www.xivsbcg.com/_files/ugd/9ff9b8_269399c4047747f6b963de1ae491df65.pdf). Acesso em: 08 mar. 2023.

TÓRNIO, C. A. A.; KEDE, M. L. F. M.; SOUZA, L. S. Distribuição espacial das chuvas e os impactos das inundações em São Gonçalo-RJ no triênio (2016-2018). **Anais do XIV ENANPEGE**. Campina Grande: Realize Editora, 2021. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/77958>. Acesso em: 08 mar. 2023.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres**. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e climatologia**. Recife: UFPE, 2006.

ZAVATTINI, J. A.; BOIN, M. N. **Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa**. Campinas, São Paulo, Ed. Alínea, 2013.

Submetido em: 17 de novembro de 2022.

Aprovado em: 09 de fevereiro de 2023.

Publicado em: 12 de julho de 2023.