



## DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CHUVAS E OS IMPACTOS DAS INUNDAÇÕES EM SÃO GONÇALO-RJ NO TRIÊNIO (2016-2018)

Carlos Augusto Abreu Tórnio <sup>1</sup>  
Maria Luiza Félix Marques Kede <sup>2</sup>  
Lucio Silva de Souza <sup>3</sup>

### RESUMO

O tempo e o clima estabelecem uma série de influências e interações com o espaço geográfico, sendo assim, é fundamental que se conheça sua dinâmica. O objetivo deste estudo é examinar o comportamento das chuvas entre 2016-2018, verificar sua distribuição espacial, indicar as principais localidades impactadas por inundações e compreender a gênese das chuvas nos períodos relacionados aos impactos registrados. Oito pluviômetros distribuídos pela área de estudo serviram de base para as análises, e os dados faltantes foram preenchidos com o produto CHIRPS 2.0. Mapas da distribuição espacial das chuvas foram elaborados por meio do método de interpolação Índice da Distância Ponderada (IDW), e também mapas da distribuição das inundações ao longo das bacias hidrográficas pertencentes a área de estudo. Por fim, foi realizada análise rítmica dos períodos que registraram inundações. As chuvas se distribuíram de forma mais concentrada no sentido Noroeste-Sudeste. A maior quantidade de inundações ocorreu em 2016 (423) seguido por 2017 (18) e 2018 (16). As bacias dos rios Alcântara, Guaxindiba e Imboaçú foram as que mais registraram impactos. As chuvas atreladas a essas inundações estiveram em 37,2% relacionadas à atuação ciclônica, 32,3% a passagem de Sistema Frontal, 28,2% a formação de ZCAS, 25,7% a formação de cavados, 15,7% a atuação da mPa, 13,3% a mTa, 9,9% a ZCOU e 3,3% a influências da mEc.

**Palavras-chave:** Impactos das chuvas, Análise rítmica, CHIRPS.

### ABSTRACT

Weather and climate maintain a series of influences and interactions with geographic space. Therefore, it is essential to know its dynamics. The objective of this study is to examine the behavior of rainfall between 2016-2018, verify its spatial distribution, indicate the main locations impacted by floods and understand the genesis of rainfall in periods related to the registered impacts. Data from eight pluviometers distributed throughout the study area were used. Missing data was filled in with product data from CHIRPS 2.0. Flood distribution maps along the hydrographic basins were elaborated and also rainfall spatial distribution maps were elaborated using the Inverse distance weighted method. Finally, a rhythmic analysis of the periods that registered floods was elaborated. The rains were distributed more concentrated in the Northwest-Southeast direction. The greatest amount of flooding occurred in 2016 (423) followed by 2017 (18) and 2018 (16). The basins of the Alcantara, Guaxindiba and Imboaçú rivers were the ones that registered the most impacts. The rains linked to these floods were in 37.2% related to cyclonic action, 32.3% to the passage of frontal systems, 28.2% to the South Atlantic Convergence Zone-SACZ, 25.7% to the formation of troughs, 15.7% to the action from Atlantic polar mass, 13.3% Atlantic tropical mass, 9.9% to Moisture Convergence Zone and 3.3% to Equatorial continental mass ECM.

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós Graduação em Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro -FFP/UERJ, [carlos.tornio@hotmail.com](mailto:carlos.tornio@hotmail.com);

<sup>2</sup>Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> do Departamento de Geografia da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-FFP/UERJ, [mluizakede@gmail.com](mailto:mluizakede@gmail.com).

<sup>3</sup>Prof. Dr. do Departamento de Oceanografia Física e Meteorologia da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro-FAOC/UERJ, [luciodesouza@gmail.com](mailto:luciodesouza@gmail.com).



**Keywords:** Rain Impacts, Rhythmic Analysis, CHIRPS.

## INTRODUÇÃO

As chuvas variam bastante, tanto em distribuição espacial como em quantidade. Essa variação se deve a fatores meteorológicos e topográficos e, desse modo, promovem distintos impactos ao longo do espaço geográfico (SOUZA; ZAVATTINI, 2003). Muito embora os setores da mídia e a comunidade científica venham há bastante tempo discutindo os problemas relacionados as chuvas nas cidades mundo afora, todos os anos, sobretudo nas estações chuvosas, os impactos relacionados as chuvas são encarados como algo inesperado por determinados setores do poder público.

Lafayette Pinto (2016) aponta que no caso brasileiro a ocorrência desses problemas, vem assumindo maior gravidade na medida em que as cidades se desenvolvem num ritmo rápido, decorrente do êxodo rural, tornando a sociedade brasileira mais urbana que rural. O crescimento acelerado das populações em ambientes urbanos desalinhado de planejamento contribui com a ocorrência de problemas de inundações, alagamentos ou mesmo deslizamentos de massa. Estes são processos naturais que se vinculam a forma como o espaço foi construído e ordenado, que em determinadas situações podem trazer transtornos a vida social (OLIVEIRA; PEREIRA, 2017).

As chuvas de modo geral estão associadas aos principais desastres ambientais nas regiões tropicais do planeta. Mesmo tendo seu comportamento habitual sazonal característico com uma época do ano bastante úmida e outra mais seca no Sudeste do Brasil, todos os anos esses problemas ocorrem com grande frequência. De acordo com o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (2013) a região Sudeste concentrou 34% das inundações entre 1991 e 2012 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. O Rio de Janeiro foi o estado em que mais ocorreram mortes, com 316 óbitos.

De acordo com Lafayette Pinto (2016) o município de São Gonçalo vem sendo fortemente afetado por problemas relacionados as chuvas ao longo das décadas. O autor destaca que os impactos tem se tornado mais recorrentes sobretudo a partir dos anos 1970 e 1980 com o crescimento populacional expressivo que se observou.



Dessa forma, tornam-se necessários estudos que nos ajudem a compreender o comportamento do clima e suas interações com o espaço geográfico, pois assim, possibilidades de mitigação dos impactos são elaboradas.

A Geografia tem muito a contribuir com o entendimento da dinâmica atmosférica e sua constante relação com o espaço geográfico. A grande contribuição para uma abordagem dinâmica do clima pela Geografia brasileira vem dos trabalhos do professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. Este, recebeu influências da teoria geral de sistemas e de pesquisadores como Max Sorre e Pierre Pedelabordé, que fizeram com que o professor Monteiro, desenvolvesse uma série de críticas a um tratamento estático, do até então paradigma da Climatologia tradicional positivista. Esses fatores o levaram a propor um estudo do clima que desprezasse a compreensão do clima a partir do uso indiscriminado de valores médios. Pois, dessa forma o estudo do clima nada teria a responder aos interesses de estudo da Geografia. Assim, como apontam Mendonça e Danni-Oliveira (2007) Monteiro foi o grande criador do conceito de análise rítmica. E, também trouxe grandes contribuições à Climatologia e a Geografia ao inaugurar o que chamamos de escola brasileira de climatologia geográfica (ZAVATTINI, 2000).

Entre os principais apontamentos de Monteiro (1962) estão: proposta de análise pela sequência e variação de dados do tempo (pelo menos) diários rumo a compreensão do ritmo climático; utilização de cartas sinóticas para facilitar a compreensão dos deslocamentos espaciais dos fenômenos, suas variações e interações com a superfície; e uma associação analítica combinada dos elementos do tempo (verificar a variação dos elementos ajuda a traduzir a gênese e entender a sucessão dos tipos de tempo). Essa Climatologia geográfica que surge a partir dos trabalhos de Monteiro, objetiva investigar o clima por meio de sua dinâmica, o ritmo sequencial dos tipos de tempo, a gênese dos sistemas atmosféricos em escala regional e suas interações locais incluindo aí os fatores geográficos e a repercussão dos fenômenos na superfície terrestre (MONTEIRO, 1969). Nesses estudos, as escalas de tempo a serem trabalhadas, não precisam ser rígidas com séries temporais de 30 anos. O recorte temporal geralmente é feito em períodos padrão (anual, estacional, mensal e ou episódico) no intuito de fornecer um quadro dinâmico das situações concretas, demonstrando a amplitude de ocorrência dos tipos de tempo habituais e excepcionais (ARMOND; SANTANNA NETO, 2017). Zavattini (2015) salienta que essa técnica se mostra também, inestimável no estudo dos períodos menos abrangentes, do ponto de vista temporal, mas cruciais devido aos impactos que podem provocar no espaço geográfico, destacando também as análises episódicas.



Essa revolução que culminou numa visão dinâmica do clima fundamentada na abordagem geossistêmica, ganha grandes contribuições nos trabalhos do professor João Lima Sant'Anna Neto (1994; 2001) que influenciado pelos trabalhos de Monteiro, traz um aprofundamento maior da discussão envolvendo clima e sociedade, passando a incorporar aí o conceito de espaço enquanto produto social e suas contradições nas análises dos eventos climáticos. É, então, que Sant'Anna Neto começa a nos sugerir uma espécie de atualização da Climatologia geográfica para a então chamada Geografia do clima. É a partir daí que se faz um diálogo mais evidente com as obras de Milton Santos acerca do espaço geográfico. Um espaço sendo este, a natureza modificada pelo homem por meio do trabalho, “um conjunto de relações através de funções e de formas que se apresentam como testemunho de uma história escrita por processos do passado e do presente” (SANTOS, 2004; p. 153). A abordagem geográfica do clima demanda entender que o espaço geográfico é socialmente produzido, e não deve ser encarado como receptáculo, inerte e dissociado das dinâmicas do tempo, do clima e dos impactos deflagrados (ARMOND; SANT'ANNA NETO, 2017).

Dentro dessa perspectiva, facilita-se (embora ainda seja tarefa árdua) o olhar para questões como as contradições da produção social do espaço e a dimensão política das relações de poder. Assim, poderíamos discutir como bem destacado por Armond e Sant'Anna Neto (2017), os fenômenos climáticos como ondas de calor e de frio, poluição atmosférica e excepcionalidades de precipitação que apesar de serem visualizados como algo que abarca a todos (“democráticos”) se tornam perversos do ponto de vista de seus efeitos e repercussões, pois nem todo o espaço, e aí portanto, nem todas as pessoas são atingidas e respondem a isso da mesma forma.

Cabe a Geografia compreender as formas pelas quais os fenômenos atmosféricos interagem com um espaço geográfico atrelado a realidade social. Sendo assim, objetiva-se neste trabalho examinar o comportamento das chuvas entre 2016-2018, verificar sua distribuição espacial, indicar as principais localidades impactadas por inundações e traduzir a gênese atmosférica das chuvas nos períodos relacionados aos impactos registrados.

A metodologia aqui utilizada se baseou na caracterização do comportamento e distribuição espacial das chuvas ao longo do município de São Gonçalo dentro do recorte temporal estabelecido, análise dos registros de inundação nas microbacias hidrográficas e gênese das chuvas da estação chuvosa por meio da análise rítmica.



Entre os resultados destaca-se principalmente a maior concentração das chuvas no setor Noroeste-Sudeste. Nesse eixo, encontram-se as bacias dos rios Alcântara, sub-bacia do Guaxindiba e bacia do Aldeia. As bacias que mais registraram inundações foram também as do Alcântara e Guaxindiba acompanhadas da bacia do rio Imboaçú. A maior quantidade de inundações ocorreu em 2016 (423) seguido por 2017 (18) e 2018 (16). As chuvas atreladas a essas inundações estiveram em 37,2% relacionadas à atuação ciclônica, 32,3% a passagem de SF, 28,2% a formação de ZCAS, 25,7% a formação de cavados, 15,7% a atuação da mPa, 13,3% a mTa, 9,9% a ZCOU e 3,3% a influências da mEc. Ainda que o recorte temporal estabelecido seja curto, provém informações valiosas na compreensão da distribuição espacial das chuvas e sua relação com os impactos de inundação. Contribuindo, então para estratégias e políticas de mitigação dos impactos.

## **METODOLOGIA**

### **Área de estudo**

São Gonçalo é um município pertencente ao leste metropolitano no estado do Rio de Janeiro. Apresenta população estimada de 1.049.826 habitantes, com densidade populacional de aproximadamente 4.035,90 hab/km<sup>2</sup> em uma área de 247,709 km<sup>2</sup>. De acordo com o Censo de 2010 do IBGE, dos até então 999.728 habitantes, por volta de 998 mil residiam em áreas consideradas urbanas (IBGE, 2019) (figura 1).

O município possui clima caracterizado como Aw na classificação de Köppen. O que significa dizer que existem duas estações do ano bem marcadas, uma seca e outra chuvosa (BERTOLINO et al., 2007). Em São Gonçalo-RJ a precipitação anual é muito próxima dos 1.000 mm, e 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).

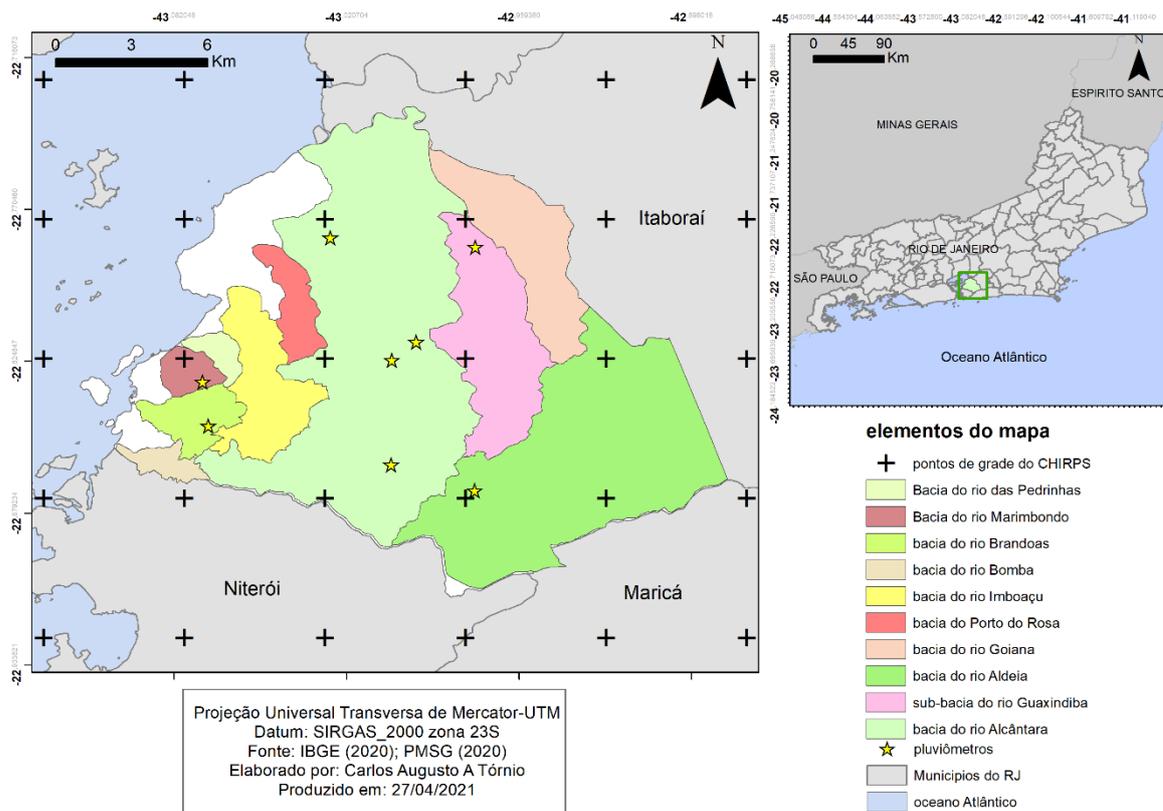


Figura 1: Localização da área de estudo. Fonte: IBGE (2019); INEA (2019); CEMADEN (2019). LABGEO-FFP/UERJ (2019)

## Materiais e métodos

Utilizou-se de 08 pluviômetros disponíveis ao longo do município de São Gonçalo como fonte de dados para os estudos envolvendo a precipitação neste trabalho. O recorte temporal estabelecido se estende entre os anos de 2016 e 2018, devido a maior disponibilidade de dados válidos entre os poucos pluviômetros existentes se concentrar neste período. Esses pluviômetros pertencem a órgãos estatais de planejamento ambiental como o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) e a Estação climatológica convencional da Faculdade de Formação de Professores-ECCFFP da UERJ (tabela 1).

Estação	Fonte	Latitude	Longitude	Dados válidos
<b>Est. Guaxindiba</b>	CEMADEN	-22,784	-42,98	80%
<b>Fazenda dos Mineiros</b>	CEMADEN	-22,781	-43,03	97,4%
<b>Vila Três</b>	CEMADEN	-22,808	-42,96	81,6%
<b>Pita</b>	CEMADEN	-22,848	-43,07	94,7%
<b>Arsenal</b>	CEMADEN	-22,862	-43,01	89,5%
<b>Rio Alcântara</b>	CEMADEN	-22,824	-43,00	94,7%
<b>Ipiiba</b>	INEA	-22,520	-42,58	81,6%
<b>FFP</b>	UERJ	-22,500	-43,42	84,2%



Tabela 1- Pluviômetros disponíveis na área de estudo. Fonte: INEA (2019), CEMADEN (2019) LABGEO/FFP (2019).

Analisar a variabilidade espaço temporal das chuvas torna-se fator de complexidade em decorrência da baixa densidade de postos pluviométricos em operação. Sendo assim, o uso de produtos que fornecem estimativas de chuva por sensoriamento remoto orbital torna-se válido na tentativa de amenizar esse problema (SOARES et al. 2016). Em virtude de algumas falhas operacionais encontradas nos registros dos pluviômetros, utilizou-se aqui do produto Climate Hazards Infrared Precipitation With Stations-CHIRPS para a geração de estações virtuais de dados estimados de chuva para preenchimento das falhas encontradas (SOBRAL; et al. 2018). Este produto foi escolhido para tal por ser amplamente difundido, avaliado e assegurado a respeito de sua confiabilidade nos dados para o Brasil, e por sua alta resolução espacial (~5km) (COSTA et al., 2019; SILVA et al., 2019).

Em seguida, foi feita a organização desses dados em totais mensais, sazonais e anuais. Destacando-se o comportamento da estação chuvosa, que de acordo com Bertolino et al. (2012) ocorre entre novembro e abril. Foram organizados e quantificados também, os dados georreferenciados fornecidos pela defesa civil das inundações dentro do mesmo período. Após isso, foram elaborados mapas de distribuição espacial das chuvas pelo método de interpolação espacial Índice da Distância Ponderada (IDW) disponível no software ARCGIS 10.4. Esse método é amplamente difundido nos estudos ambientais, pois se baseia nos valores medidos na vizinhança, se pauta puramente por critérios geométricos e não fornece medidas de incerteza. Além disso, no intuito de fazer relações dessas chuvas registradas e especializadas com as ocorrências de inundação, foi elaborado um mapa da distribuição das ocorrências de inundação ao longo das bacias hidrográficas pertencentes a área de estudo.

E por fim, foi realizada a análise rítmica dos períodos que registraram inundações utilizando os dados fornecidos pela Estação Climatológica Convencional da FFP/UERJ somados a análise das cartas sinóticas de superfície disponibilizadas pela Marinha do Brasil. Sendo assim, as variações diárias dos elementos meteorológicos: umidade relativa do ar, pressão atmosférica (hPa), temperatura (mín. med. e máx.), velocidade do vento e nebulosidade foram analisadas de maneira integrada as cartas sinóticas no intuito de compreender a gênese das chuvas que se associavam as inundações. O software Microsoft Office Excel 2016 foi utilizado para gerar os gráficos necessários (BORSATO, 2016; ZAVATTINI, BOIN 2013).



## RESULTADOS E DISCUSSÃO

No triênio 2016-2018 os totais anuais variaram bastante ao longo dos pluviômetros disponíveis no município. Em 2016, os totais em sua maioria se comportaram entre os 1010 mm e os 1260 mm, com exceção da estação FFP cujos registros apontam para 952,6 mm. O ano de 2017, foi o que apresentou a menor quantidade de chuva, com totais se comportando por volta dos 600 mm. Enquanto que em 2018, na maioria dos pluviômetros as chuvas estiveram novamente entre 1.000 mm e 1.200 mm, contudo, nos pluviômetros Pita e FFP esses totais apontam para 733 mm e 845,2 mm respectivamente (figura 2).

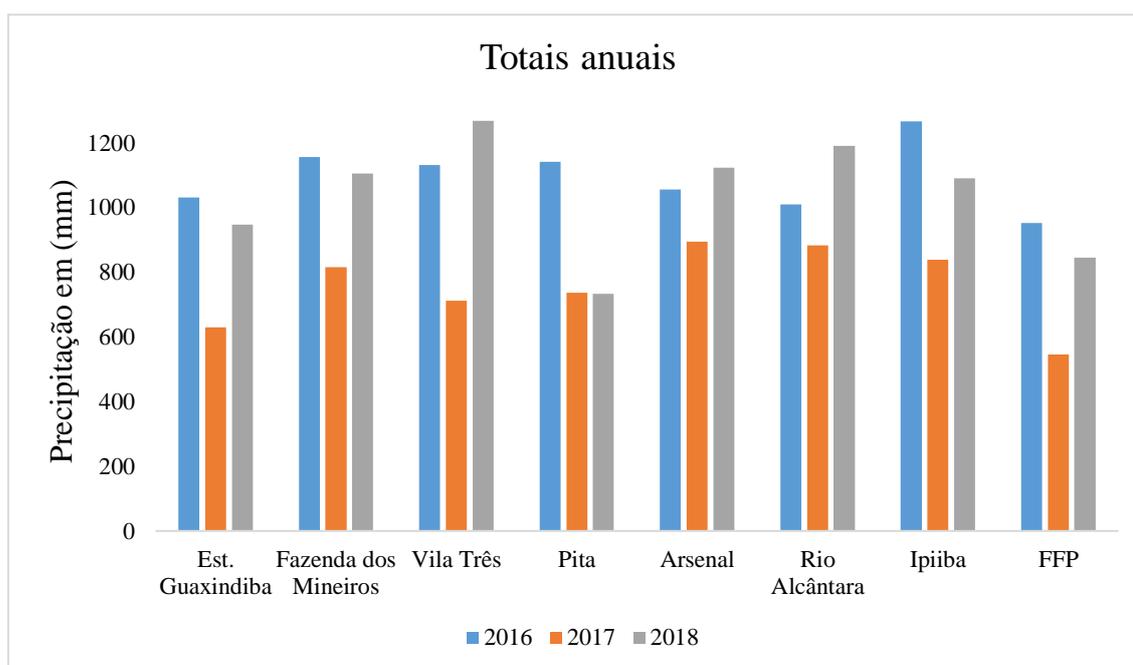


Figura 2: Totais anuais ao longo dos pluviômetros no triênio 2016-2018. Fonte: CEMADEN, 2019; INEA, 2019; LABGEO-FFP/UERJ, 2019.

Nos anos de 2016 e 2018 a precipitação parece similar ao comportamento observado por Bertolino et al. (2007; 2012) variando entorno dos 1000 mm. Tórnio (2019) estudando o comportamento da precipitação na área de estudo em questão, classificou como comportamento habitual os totais anuais entre 839,3 e 1119,12 mm, que muito se assemelham ao observado aqui para os anos de 2016 e 2018. Este mesmo autor apontou como anos secos aqueles totais inferiores aos 827,3 mm, nos sugerindo que possivelmente o ano de 2017 tenha sido mais seco do que o de costume.

Quando analisada pela distribuição espacial anual, as chuvas parecem seguir um comportamento similar nos três anos analisados. Em 2016, ano que apresentou os maiores totais do recorte temporal, as chuvas distribuíram-se de forma mais concentrada no eixo Noroeste-Sudeste do município. A área que se estende a Sudeste mais próxima da divisa com Maricá e Niterói e a Noroeste próxima da baía de Guanabara, compreendendo principalmente as bacias dos rios Alcântara, Guaxindiba e Aldeia, concentrou os maiores índices de chuva, entre os 1140-1260 mm anuais. Nos anos de 2017 e 2018, ainda que nestes, os totais tenham sido menores, a distribuição mais abundante parece ocorrer nesse mesmo setor Noroeste-Sudeste, variando entre os 800-880 mm e 1040-1200 mm respectivamente (figura 3).

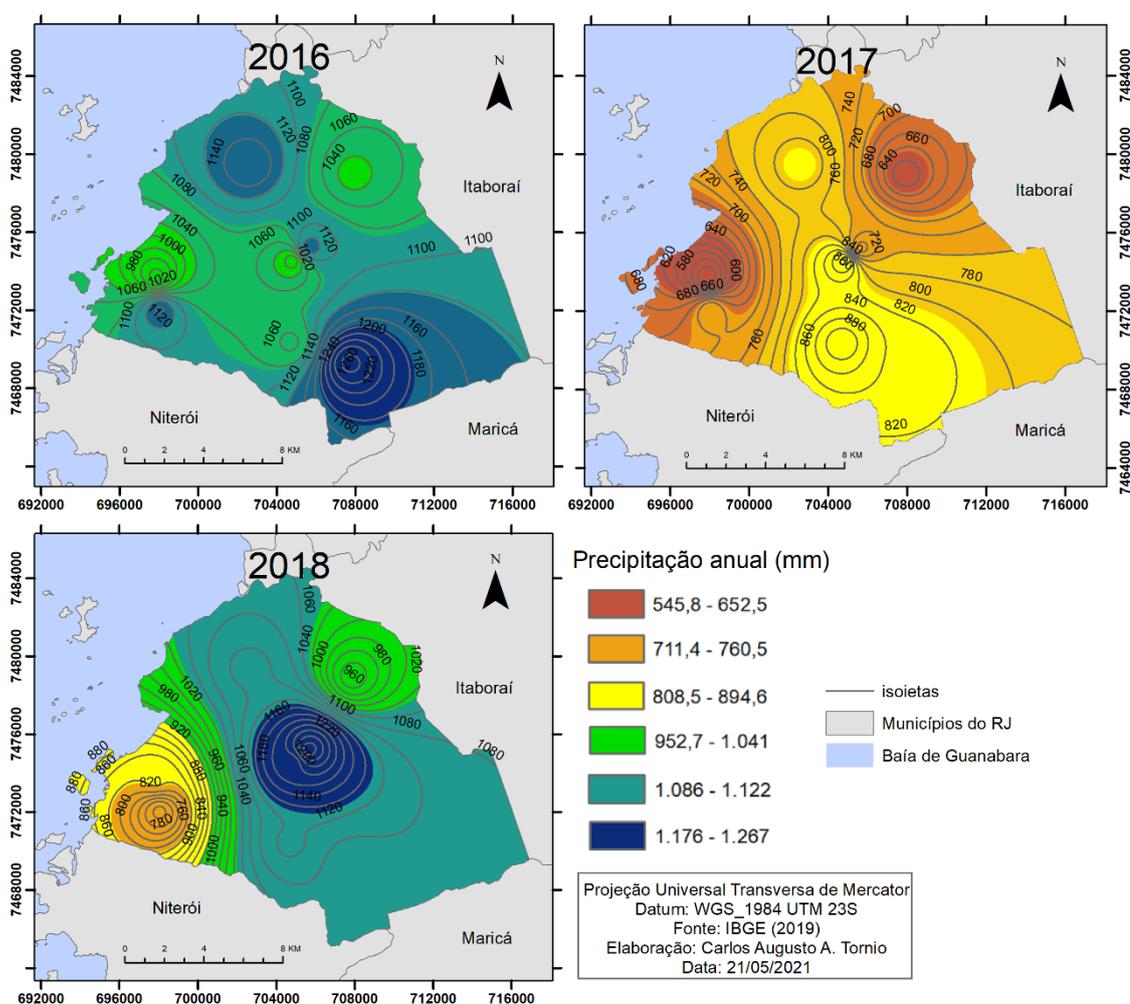


Figura 3: Distribuição espacial das chuvas em São Gonçalo nos anos de 2016, 2017 e 2018. Fonte: CEMADEN, 2019; INEA, 2019; LABGEO/FFPUERJ, 2019.

Em contraponto, observa-se que o setor Norte/Nordeste-Sudoeste abrangendo ao Norte uma porção da sub-bacia do rio Goiana e Sudoeste principalmente as bacias do rio Imboaçú, Pedrinhas, Marimbondo e Brandoas, apresentou comportamento menos chuvoso em 2016



variando entre os 1000-1060 mm anuais, e mais seco em 2017 e 2018, cujos totais anuais variaram entre 580-680 mm e 780-960 mm respectivamente.

Quando analisada pelo recorte da estação chuvosa, o ano de 2016 concentrou mais chuvas entorno do eixo Sudeste, Leste e Nordeste, abrangendo a bacia do Rio Alcântara, a sub-bacia do rio Guaxindiba e a sub-bacia do rio Aldeia. Enquanto que a região central do município apresentou menos chuvas. No ano de 2017, em oposto, observa-se a faixa central concentrando os maiores totais de chuvas, próximos dos 800 mm, ao passo que os eixos Norte/Nordeste e Oeste/Sudoeste apresentaram menos chuvas. Na faixa Oeste, onde encontram-se as sub-bacias do rio Brandoas e Pedrinhas os totais foram bem mais baixos, na casa dos 360-500mm. Em 2018, a faixa Oeste se manteve mais seca durante a estação das chuvas, assemelhada pelo eixo Leste (sub-bacias do rio Aldeia e Guaxindiba) cujos totais estiveram próximos dos 460-500 mm (figura 4).

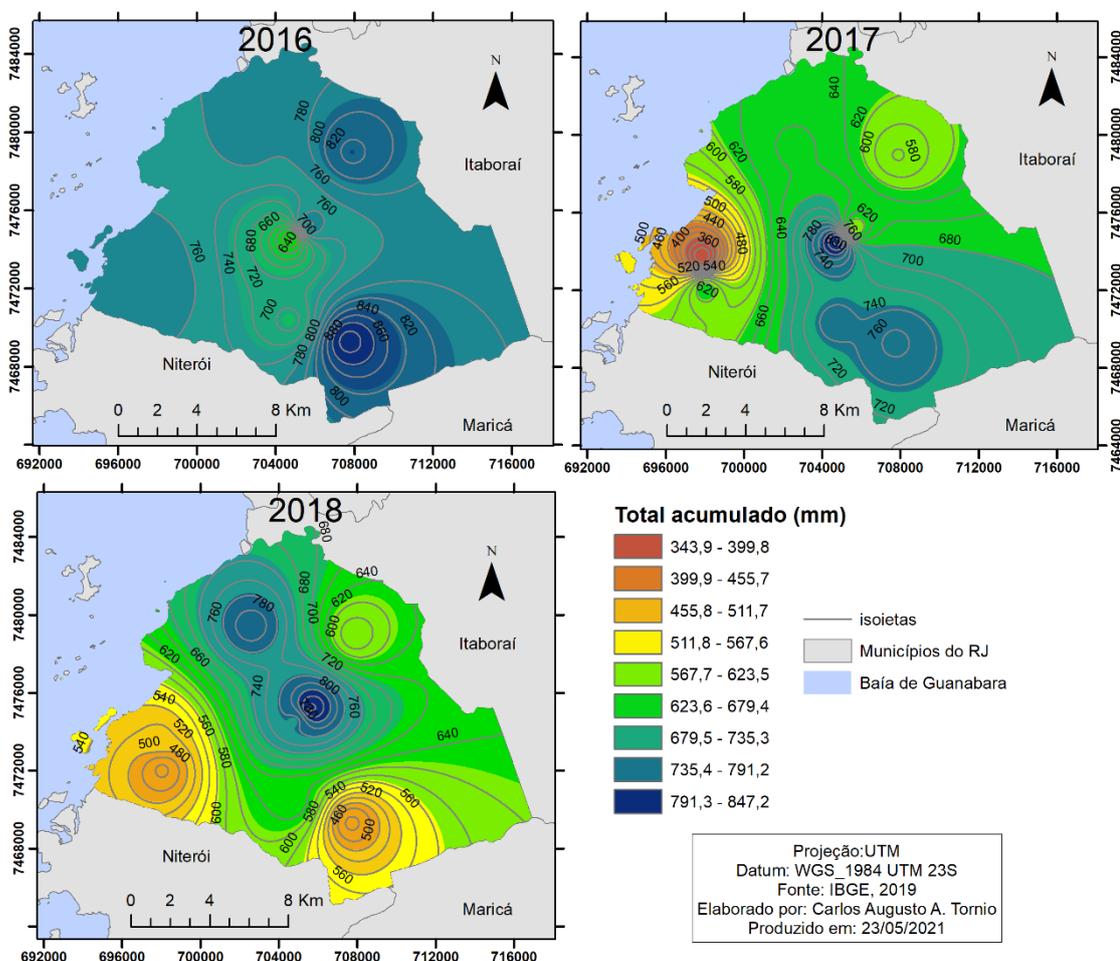


Figura 4: Distribuição espacial das chuvas entre novembro e abril nos anos de 2016, 2017 e 2018. Fonte: CEMADEN, 2019; INEA, 2019; LABGEO/FFPUERJ, 2019.



Ao espacializar os registros de inundação georreferenciados da defesa civil de São Gonçalo, evidencia-se que as áreas mais impactadas coincidem com aquelas onde observou-se maior concentração de chuvas. Ou seja, o eixo Noroeste-Sudeste abrangendo principalmente as bacias do rio Alcântara e Guaxindiba.

De acordo com Kobiyama et al. (2006) inundações acontecem quando ocorre a subida e o extravasamento do canal para áreas próximas aos canais dos rios. Pereira (2009) destaca que embora se tratem de processos naturais, as inundações se configuram como um dos principais impactos sobre as cidades, pois, uma série de fatores como: aumento de áreas impermeáveis do solo, obras de canalização, aterros de corpos hídricos e o assoreamento dos canais contribuem com o agravamento desses processos.

Em 2016, os registros foram muito elevados se comparados aos dois anos seguintes. No primeiro, foram registrados 423 inundações, enquanto que em 2017 e 2018 foram observadas 18 e 16 respectivamente (figura 5).

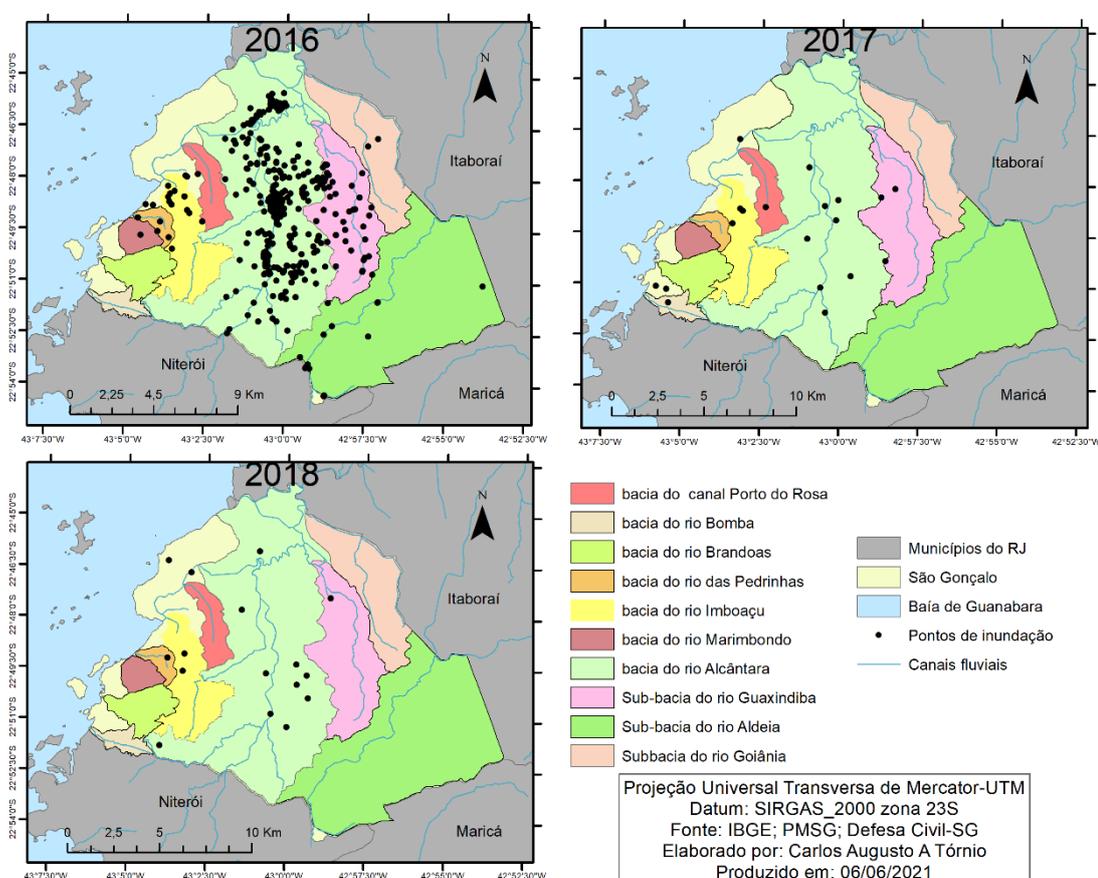


Figura 5: Distribuição dos pontos de inundação em São Gonçalo nos anos de 2016, 2017 e 2018. Fonte: Defesa Civil (2018); LABGEO-FFP/UERJ (2020).



Em todos os anos foram observados grandes acumulados de chuvas em intervalos de dois ou três dias, algo que em muito tem a contribuir com as inundações. Em 2016, os totais mensais e a recorrência desses acumulados foi muito maior, contudo isso não justificaria a grande diferença observada nos impactos observados. Nos anos de 2017 e 2018 as chuvas foram menores e os eventos ocorreram com menor frequência, mas talvez os menores registros de inundação possam estar relacionados a problemas de operação da defesa civil.

Nesse triênio analisado, as bacias que mais registraram inundações foram as mesmas. São elas: bacia do rio Alcântara, sub-bacia do rio Guaxindiba e a bacia do rio Imboáçu. Em 2016, das 423 inundações registradas, 344 ocorreram na bacia do rio Alcântara, 49 na sub-bacia do Guaxindiba e 10 na do Imboáçu. Em 2017 e 2018, rio Alcântara registrou 09 e 10, a sub-bacia do Guaxindiba 2 e 1, e a do rio Imboáçu 3 e 2 respectivamente.

Pereira (2009) salienta que em São Gonçalo, as bacias hidrográficas sofreram processos severos de descaracterização em decorrência da urbanização acelerada, da impermeabilização dos solos e obras de engenharia. Destacando principalmente as bacias do rio Alcântara, Imboáçu e Guaxindiba por se localizarem nas áreas mais densamente povoadas do município.

Vieira et al. (2016) destaca que na bacia do rio Alcântara assim como nas demais bacias hidrográficas do município, a densidade de ocupação urbana nas planícies fluviais afeta o balanço entre infiltração e escoamento superficial, causando maiores picos de inundação em períodos chuvosos. Isto porque as intervenções antrópicas nas bacias ora provocam alargamento dos leitos ora seus estreitamentos, gerando pontos de inundação.

### **Gênese das chuvas**

As chuvas atreladas a essas inundações estiveram em 37,2% relacionadas à atuação ciclônica, 32,3% a passagem de sistemas frontais (SF), 28,2% a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), 25,7% a formação de cavados, 15,7% a atuação da massa polar atlântica (mPa), 13,3% a massa tropical atlântica (mTa), 9,9% a formação de Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) e 3,3% a influências da massa Equatorial continental (mEc) (figura 6).

Verificou-se que 84,1% das inundações ocorreram em períodos de acumulados de dois ou mais dias de chuva. Enquanto que 15,9% foram registradas durante eventos ou pancadas isoladas. Os grandes acumulados de chuva que variaram desde 30 mm e chegando até a



incríveis 220 mm em intervalos de 7 ou mais dias foram os que mais se associaram a maiores registros de inundação (quantidade de registros). Contudo, eventos chuvosos na casa dos 1,4 mm em 24h e acumulados de 3 mm em dois dias já se mostraram capazes de provocar inundações.

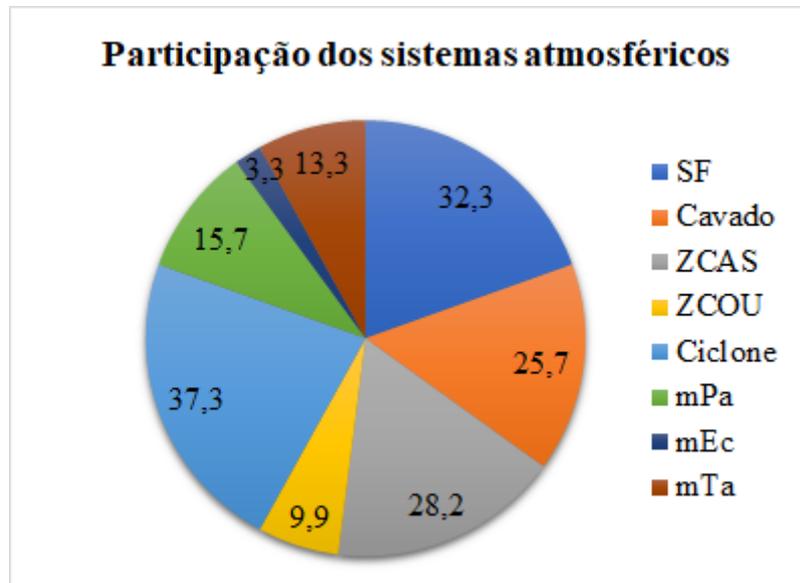


Figura 6: Índice de participação das massas de ar durante a estação chuvosa no triênio 2016, 2017 e 2018. Fonte: Os autores (2021).

Nos meses de novembro e dezembro de 2015, quando se iniciou efetivamente a estação das chuvas de 2016, não foram registrados impactos de inundações. Por outro lado, em janeiro foram registradas 74 ocorrências. Ao longo deste mês, praticamente todos os pluviômetros registraram totais próximos dos 200 mm. As chuvas ocorreram principalmente entre os dias 11 e 23 (14 dias) registrando na estação FFP 237,1 mm. Por volta dos dias 11 e 12 (~9 mm e 3 inundações) as chuvas estavam atreladas a atuação de um ciclone de núcleo 1004 hPa que atuava pelo litoral Sudeste. Choveu em todos os dias entre 14 e 23. Apenas nesses dias, ocorreram pelo menos 55 das 74 inundações registradas no mês. Dessas chuvas, destacam-se principalmente os eventos ocorridos por volta dos dias 14 e 16 cujos registros apontam para 143,6 mm e 20 inundações, e os eventos entre os dias 18 e 21, totalizando 41,6 mm e 30 ocorrências. Vale ressaltar que, ainda que neste segundo momento tenha chovido bem menos e registrado mais impactos, vinham ocorrendo muitas chuvas de forma ininterrupta, ou seja, grande parte dessas chuvas ainda estavam sendo absorvidas quando mais eventos ocorreram. Boa parte dessas chuvas tem relação com a formação da Zona de Convergência do Atlântico Sul-ZCAS entre os dias 14 e 15, passagem de um SF no dia 16 e formação de ZCAS entre os dias 19 e 22. A ZCAS se caracteriza como um dos mais



importantes sistemas responsáveis pelas chuvas no Centro-Sul brasileiro. Sendo uma enorme banda de nebulosidade entre o Noroeste e o Sudeste do Brasil (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007) este sistema se forma pela associação da Frente Polar Atlântica-FPA e das Linhas de Instabilidade Tropicais-IT (ABREU, 1999).

Fevereiro, assim como seu antecessor apresentou muitas chuvas. Quase todos os pluviômetros espalhados pelo município registraram totais próximos dos 200 mm. Ao todo, foram registrados 203 mm de chuva e 71 inundações. Os eventos chuvosos se distribuíram principalmente entre os dias 15 e 22 com chuvas ininterruptas, totalizando 107,2 mm e 37 ocorrências de inundações, e também, no dia 29 que em apenas 24 horas registrou 74,4 mm e 11 ocorrências. A causa dessas chuvas certamente tem relação com a formação de um cavado entre o Centro-Oeste e o Atlântico pelos dias 15 e 16, atuação de um centro de baixa pressão de núcleo 1002 hPa entre dias 19 e 20, e passagem de um SF no dia 29. No mês de março, os totais pluviométricos estiveram em sua maioria na casa dos 100 mm- 130mm. Foram registrados 123,2 mm na estação FFP e 346 ocorrências de inundações pela defesa civil. A maior parte dessas ocorrências foi registrada entre os dias 22 e 31 quando os totais se iniciam baixos, próximos dos 2 mm no dia 22, seguidos por 103 mm no dia 24 (estação FFP), 96,4 mm (Est. Guaxindiba), 96,3 mm (Fazenda dos Mineiros), e finalizando os dias seguintes (entre 25 e 31) com totais variando entre 10mm e 25 mm em alguns pluviômetros. Somente nesses dias, registraram-se 268 inundações. Vale destacar, que nos três primeiros dias do mês também foram registradas 47 inundações, que certamente estão relacionadas as chuvas que ocorreram em decorrência da passagem de um SF no final de fevereiro. Enquanto que no fim de março, as chuvas tiveram relação com a passagem de uma frente fria que atuava em associação com um ciclone presente no Atlântico adjacente de núcleo (1006 hPa) pelo litoral Sudeste entre os dias 23 e 29.

Diferentemente dos meses anteriores, no mês de abril praticamente não ocorreram chuvas. Os pluviômetros apontam para algo próximo 10 mm mensais, e deste modo, não ocorreram inundações. Ao longo de todo o mês, foi possível observar atuação de anticiclones pelo litoral Sudeste que certamente provocaram intensos bloqueios atmosféricos. Estes primeiros meses de 2016 marcaram-se pela atuação do El Niño Oscilação Sul (ENOS) (Oceanic Niño Index -Dez-fev: +2,5; jan-mar: +2,1; fev-abr: +1,6; mar-mai: +0,9) (NOAA, 2021). Grimm (2009) a respeito das influências deste fenômeno sobre o Sudeste, destacou que no verão, há um fortalecimento da baixa térmica continental subtropical através do aquecimento anômalo da superfície, e essa pressão mais baixa induz convergência em baixos



níveis e movimento ascendente, que com ajuda do relevo dessa região, favorece a circulação ciclônica, e consequentemente formando chuvas. Pereira et al. (2021) sugeriram que durante a ocorrência deste fenômeno, há registro de maiores acumulados pluviométricos em São Gonçalo (RJ), salientam ainda, que nestes períodos, não só se percebeu aumento no volume e frequência das chuvas, como também houve aumento na quantidade das inundações. Essas informações contribuem para indicar que, existe a possibilidade da maior concentração de chuvas e maior registro de inundações neste período ter relação com a ocorrência do ENOS. Contudo, fazem-se necessários estudos aprofundados sobre o tema para maior compreensão. Pois, assim como salientou Borsato (2011) ao estudar o comportamento dos sistemas geradores de precipitação sobre o Centro-Sul brasileiro em anos de El Niño, neutro e de La Niña, houve pouca variação no comportamento das chuvas ao longo desses períodos. E isso, talvez ocorra em decorrência da região Sudeste estar acoplada ao Atlântico, e as respostas deste ao ENOS não serem tão lineares quanto no Cone Sul da América do Sul, e também devido ao caráter de transição climática que essa região possui (MINUZZI; et al.; 2005).

No início da estação chuvosa de 2017 (novembro e dezembro) os totais de precipitação próximos dos 100 mm, na maioria dos pluviômetros, não contribuíram para ocorrência de muitas inundações, como aconteceu nos meses anteriores. Em novembro foram apenas 5 ocorrências, e em dezembro 4. Nestes meses, observou-se atuação recorrente de sistemas de alta pressão pelo Sudeste do Brasil. Em novembro praticamente só ocorreram chuvas entre os dias 05 e 06 associadas a passagem de um SF. Enquanto que em dezembro, ocorreram chuvas nos primeiros dias do mês por volta dos dias 4 e 7, e na segunda semana entre dias 12 e 14 em decorrência da associação de ciclones e cavados entre o Rio de Janeiro e o Oceano Atlântico.

Em 2017, foram registrados impactos apenas nos meses de janeiro, março e abril. No primeiro mês, a maior parte dos pluviômetros registrou totais próximos dos 100 mm. Contudo, estações como FFP, Pita e Colubandê ficaram próximas dos 60 mm. De acordo com a defesa civil, neste mês só ocorreram 3 inundações nos dias 6, 9 e 11. Durante todo o mês, foram observadas influências de anticiclones sobre o litoral Sudeste, mas entre os dias 5 e 12 essa atuação anticiclônica deu uma trégua para a formação de cavados. Em março os totais estiveram próximos dos 100 mm em todos os postos. Ao todo, são 7 ocorrências, nos dias: 3, 7, 8, 9, 15, 16 e 20 (uma em cada dia). Neste mês as chuvas ocorreram em associação com a formação de cavados (dia 3, 7, 19 e 20) e passagem de sistemas frontais frios (dias 6 e 13 a 14). Enquanto que em abril, de modo geral as chuvas totalizaram entorno de 70 mm nos



pluviômetros. As ocorrências apontam apenas para uma inundação no dia 13 em decorrência da atuação da FPA entre os dias 11 e 13.

No início da estação chuvosa de 2018, em novembro, os totais mensais variaram entorno dos 100-170 mm. Para a defesa civil, ocorreram ao menos 6 inundações neste período, nos dias: 2, 13, 16, 17, 19 e 21. Nos primeiros dias do mês, as chuvas estiveram associadas a formação da ZCOU que agia aliada a passagem de um SF pelo litoral Sudeste. Entre os dias 12 e 21, foi observada a formação de ZCAS que em associação com um ciclone de núcleo 992 hPa, presente no Atlântico adjacente, provocaram chuvas entre os dias 12 e 15. Por volta do dia 16 e 17 as condições estavam favoráveis a formação de cavadas pelo litoral fluminense, e, novamente formou-se a ZCAS provocando chuvas nos dias 19, 20 e 21. A ZCOU é formada pelas mesmas características que formam a ZCAS tendo como diferenciação principal, mas não exclusiva, o tempo de duração de até três dias, passando disso, diz-se que é ZCAS (SACRAMENTO NETO et al. 2010).

No ano de 2018, foram observadas inundações apenas nos meses de janeiro, fevereiro e março. No primeiro mês, as 10 ocorrências da defesa civil apontam para os dias: 17, 27, 29 e 30. Por volta dos dias 16 e 17, as chuvas se associaram a passagem de um SF que atuava em conjunto com um ciclone de núcleo 1006 hPa. Entre os dias 26 e 30, foram registrados 114, 1 mm de chuva, cujo pico ocorreu no dia 27 (88,2 mm). A causa dessas chuvas se relaciona com uma intensa atuação ciclônica (26-30), passagem de SF (26), formação de vários cavados entre o litoral Sudeste e o Atlântico adjacente (27-30) e a formação de ZCAS no dia 30. Em fevereiro, os totais de chuva de modo geral se comportaram próximas dos 100 mm. As inundações, no entanto, ocorreram entre os dias 20 e 26, 3 ao todo. Essas chuvas (entorno de 35 mm) tem relação com a atuação ciclônica por todo o Centro-Sul brasileiro com núcleos de 1000 hPa aliados a um cavado entre o litoral Sul e Sudeste, que certamente contribuiu para a formação de ZCAS entre os dias 22 e 26. No mês de março, a defesa civil registrou apenas duas ocorrências de inundação nos dias 2 e 7. Essas chuvas foram causadas pela formação de cavados e de relativa baixa pressão pelo litoral Sudeste (dia 2), e pela passagem de um SF pelo Rio de Janeiro (dia 7). Este ano de 2018, também teve ocorrência do ENOS, contudo, restrita aos meses finais do ano, entre agosto e dezembro, período não analisado neste recorte temporal.



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises feitas, foi observado que as chuvas se distribuíram de forma mais concentrada no sentido Noroeste-Sudeste do município. Abrangendo principalmente as bacias do rio Alcântara, sub-bacia do rio Guaxindiba e sub-bacia do rio Aldeia. Em contraponto, o setor Nordeste-Sudoeste abrangendo ao Norte uma porção da sub-bacia do rio Goiana e a Sudoeste principalmente as bacias do rio Imboaçú, Pedrinhas, Marimbondó e Brandoas, apresentou comportamento menos chuvoso. Neste recorte, o ano de 2016 registrou os maiores totais de chuva, variando entre 1000-1260 mm. Enquanto que 2017 mostrou comportamento mais seco, variando por volta dos 600-800 mm. Já 2018, apresentou comportamento mais próximo do ano de 2016, com totais em sua maioria na casa dos 1000 mm. As bacias do rio Alcântara, Guaxindiba e Imboaçú foram as mais impactadas por inundações neste período. Com exceção da bacia do rio Imboaçú, as demais se localizam no eixo Noroeste-Sudeste que mais concentrou chuvas neste triênio.

Quando analisada a gênese das chuvas relacionadas as inundações, verificou-se que a grande maioria das chuvas se associou com a atuação ciclônica, passagem de sistemas frontais, formação de ZCAS e ZCOU, cavados, atuação de massas de ar como a mPa, mTa e mEc. Grande parte das inundações ocorreram em acumulados de dois ou mais dias de chuvas. Levando-se em consideração a quantidade de registros de inundações, estes, se relacionam em sua maioria a acumulados que variaram entre 30 mm chegando até 220mm em sete dias ou mais de chuvas. Contudo, eventos chuvosos na casa dos 1,4 mm em 24h já se mostraram capazes de provocar inundações. Nos anos de 2016 e 2018 foi observada a ocorrência do ENOS, que possivelmente tem relação com os maiores totais de chuvas e registros de inundações, sobretudo em 2016. Contudo, para que se possa compreender as influências deste fenômeno no comportamento da precipitação faz-se necessário um estudo aprofundado que considere uma série histórica maior, e que se possível, considere um número expressivo de pluviômetros.

Neste estudo, o enfoque esteve em discutir a distribuição espacial das chuvas e suas relações com as inundações em São Gonçalo no triênio 2016-2018. Ainda que aqui a discussão seja de cunho inicial em virtude do pequeno recorte temporal selecionado, cabe destacar que a baixa cobertura de pluviômetros, sobretudo nas cidades periféricas, somadas as falhas de dados decorrentes das dificuldades enfrentadas pelas agências gestoras, dificultam a elaboração de estudos com séries temporais maiores acerca dessa temática. Assim, este estudo



assume maior importância ao contribuir com a compreensão da distribuição espacial das chuvas num município extremamente populoso, onde a obtenção de dados é difícil ao mesmo tempo em que grandes impactos são deflagrados todos os anos, mostrando a evidente necessidade de se pensar em políticas públicas para mitigação desses problemas.

## **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**

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.

ARMOND, N. B.; SANTANNA NETO, J. L. Entre eventos e episódios: ritmo climático e excepcionalidades para uma abordagem geográfica do clima no município do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, p. 5-28, 2017.

BERTOLINO, A. V. F. A.; COSTA, Anna Regina C; BERTOLINO, Luiz Carlos; FIALHO, Edson Soares. Análise da dinâmica climatológica no município de São Gonçalo RJ - triênio 2004 - 2007. *Revista Tamoios (Impresso)*, v. IV, p. 1-13, 2007.

\_\_\_\_\_.; FIALHO, E. S.; MARCHIOROR, 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: Charlei Aparecido da Silva; Edson Soares Fialho. (Org.). *Concepções e Ensaio da Climatologia Geográfica*. 1ed.: UFGD, 2012, v. p. 233-256.

BORSATO, V. A. A Dinâmica Atmosférica no Centro-Sul do Brasil no Verão e as Influências do El Niño Oscilação Sul (ENOS). *Revista do Departamento de Geografia - USP*, v. 22, p. 135-157, 2011. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47223>> Acessado em: 04 out. 2021.

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

COSTA, J., PEREIRA, G., SIQUEIRA, M. E., CARDOZO, F.; DA SILVA, V. V., 2019. Validação dos dados de precipitação estimados pelo CHIRPS para o Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia* 24, 228-243.

GRIMM, A. M.. Variabilidade Interanual do Clima no Brasil. In: I. F. A. Cavalcanti; N. J. Ferreira; M. G. Justi da Silva; M. A. F. Silva Dias. (Org.). *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, v. , p. 353-374.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. SÃO GONÇALO-RJ PANORAMA. 2019. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/sao-goncalo/panorama> >. Acessado em: 08 de outubro de 2019.



KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORENO, Davis Anderson; MARCELINO, Isabela Pv de Oliveira; MARCELINO, Emerson V; GONÇALVES, Edson F; BRAZETTI, Letícia Luiza Penteado; GOERL, Roberto Fabris; MOLLERI, Gustavo S Fontes; RUDORFF, Frederico de Moraes. Prevenção de desastres naturais: Conceitos básicos. 1. ed. Curitiba: Organica Trading, 2006. v. 1. 109p.

LAFAYETTE PINTO, R. Um século de temporais, mudanças na paisagem e efeitos colaterais em Niterói e São Gonçalo. 2016. 238f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2016.

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://www.scielo.br/j/rbeaa/a/DrwwKbYvmKdWKSrtXsxtk3B/?lang=pt>>. Acessado em: 04 out. 2021.

MONTEIRO, C. A. F. Da necessidade de um caráter genético a classificação climática. Comissão de Geografia do IPGH, p. 29-44, 1962.

\_\_\_\_\_, 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.

\_\_\_\_\_. (Org.) A construção da Climatologia Geográfica no Brasil. 1ª Edição. Campinas-SP: Editora Alínea, 2015.

NOAA, National Oceanic and Atmospheric Administration's. National Weather Service, Climate Prediction Equipe Internet Center Centro de Previsão Climática, Última modificação: 02 de setembro de 2021, 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)< , acessado em: 04 out. 2021.

OLIVEIRA, D. E.; PERREIRA. 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.

PEREIRA, G; C. Correlação dos dados de intensidade de chuva com as enchentes mais expressivas ocorridas no município de São Gonçalo-RJ no período de 2005 a 2008. Monografia (graduação em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2009. 69p.

PEREIRA, V. C. M.; BERTOLINO, A. V. F. A. ; KEDE, M. L. F. M. ; DELAZERI, E. M. . As chuvas de verão sob a influência do fenômeno el Niño, entre 2005 e 2018, e o risco de inundações no município de São Gonçalo-RJ (Brasil). TERRITORIUM (COIMBRA), v. 2, p. 27-41, 2021. Disponível em: <<https://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/8394>>. Acessado em: 04 de out. 2021.

SACRAMENTO NETO, O. B.; ESCOBAR, G. C. J.; DIAS DA SILVA, P. E. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estados Climáticos - CPTEC.. In: XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia. Belém-PA, 2019.



SANT'ANNA NETO, João Lima. Dinamica Atmosferica e O Carater Transicional do Clima Na Zona Costeira Paulista. Revista do Departamento de Geografia (USP), SAO PAULO, v. 8, p. 35-49, 1994.

\_\_\_\_\_. História da climatologia no Brasil: gênese e paradigmas do clima como fenômeno geográfico. 2001. 169 f. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

SANTOS, M. Por uma geografia nova – da crítica da geografia a uma geografia crítica. SP: EDUSP, 2004.

SILVA, Carlos Batista; SILVA, M. E. S. ; AMBRIZZI, T. ; TOMMASELLI, J. T. G. ; PATUCCI, N. N. ; MATAVELLI, G. A. ; LIMA, B. S. ; CORREA, W. C. . Precipitação na América do Sul dados obtidos em estações meteorológicas automáticas e sistemas orbitais. Revista Brasileira de Climatologia, v. 25, p. 54-79, 2019.

SOBRAL, B. S.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; GOIS, G.; TERASSI, P. M. B.; MUNIZ JUNIOR, J. G. R. Variabilidade espaço-temporal e interanual da chuva no estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Climatologia, v. 22, p. 281-308, 2018.

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, Carlos Augusto Abreu. Dinâmicas atmosféricas e a gênese das chuvas no município de São Gonçalo (RJ) no período de 2005 a 2016. Monografia (graduação em Geografia) – Faculdade de Formação de Professores – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2019. 160p.

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.

VIEIRA, C. D.; SOUSA, R.; COSTA, F. H. L.; ROCHA-LEÃO, O. M. Caracterização geomorfológica e hidrológica na dinâmica urbana da bacia hidrográfica do rio Alcântara, São Gonçalo, leste metropolitano do Rio de Janeiro. In: XI SINAGEO, 2016, Maringá / PR. Anais do XI SINAGEO, 2016.

ZAVATTINI, J. A. O Paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira. Geografia (Rio Claro), Rio Claro, v. 25, n.3, p. 25-43, 2000.

\_\_\_\_\_; BOIN, M. N. Climatologia Geográfica: teoria e prática de pesquisa. Campinas, São Paulo, Ed. Alínea, 2013.

\_\_\_\_\_. Dinâmica atmosférica e análise rítmica: a contribuição do brasileiro Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro à França de Pedelaborde e à Itália de Pinna. p. 167-186. In MONTEIRO, C. A. F. (Org.) A construção da Climatologia Geográfica no Brasil. 1ª Edição. Campinas-SP: Editora Alínea, 2015.