



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA CHUVA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO EM EVENTOS DE EL NIÑO E LA NIÑA

Rafaela Quintella Veiga^(a), Andrews José de Lucena^(b), Gabriela Fernandes
Santos Alves^(c)

^(a) Geografia/Graduanda, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, email: rafaquinveiga@gmail.com.

^(b) Geografia/Docente do programa de graduação e pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, email: lucenageo@yahoo.com.br.

^(c) Geografia/Mestranda do programa de pós-graduação em Geografia da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, email: gabriela.geouerj@yahoo.com.br.

Eixo: Climatologia no contexto dos estudos da paisagem e socioambientais

Resumo

O trabalho analisa o padrão temporal e espacial da chuva na cidade do Rio de Janeiro durante os eventos mais recentes de El Niño, La Niña e ano normal (na ausência daqueles eventos). Foi realizada uma comparação para três estações meteorológicas (Alto da Boa Vista, São Cristóvão e Guaratiba) cujo os dados correspondem aos meses entre junho a junho, sendo 2010/2011 (La Niña); 2013/2014 (ano normal) e 2015/2016 (El Niño), e estatisticamente tratados no Programa R (the R Project for statistical computing). Os resultados mostram que no evento de La Niña a chuva é mais concentrada, no El Niño a precipitação é irregular, enquanto no ano normal apresenta regular distribuição de chuvas ao longo do período estudado, sem grandes distorções com concentração de chuvas no verão, sendo que com menor intensidade ao se comparar ao período de El Niño.

Palavras chave: Cidade do Rio de Janeiro; Precipitação; El Niño; La Niña.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

1.Introdução

El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um fenômeno climático de macro escala decorrente de uma forte influência das condições oceânicas no clima, da interação oceano-atmosfera (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). Acarreta anomalias na temperatura da superfície do mar na região do Pacífico Equatorial (GRIMM; FERRAZ; GOMES apud MINUZZI, R. B. et al). O ENOS apresenta duas fases: a fria, designada La Niña e a quente, El Niño. Em relação a sua identificação é feita por meio de índices da oscilação da pressão atmosférica e temperatura do mar (TSM). O Índice de Oscilação Sul (IOS) calcula-se através da diferença de pressão entre locais distintos: Taiti no Pacífico Central; e Darwin, Austrália no Oeste do Pacífico. O atual monitoramento utiliza índices fundamentados na medição da TSM Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4), que são anomalias de temperatura médias da superfície do mar (TSM) que são controladas em distintas regiões do Pacífico Equatorial (The Climate Date Guide: Niño SST Índices - Niño 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI, 2016).

El Niño é um fenômeno oceânico caracterizado pelo aquecimento anormal das águas superficiais nas porções central e do leste do Oceano Pacífico, nas proximidades da América do Sul, principalmente na costa do Peru (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). A corrente de águas quentes que circula nessa região, normalmente, na direção sul no início do verão, apenas recebe o nome de El Niño quando a anomalia térmica alcança proporções elevadas (1°C) ou muito elevadas (de 4°C a 6°C) acima da média térmica (23°C). El Niño está relacionado ao esfriamento da alta subtropical do Pacífico Sul (pressões incomumente baixas) e ao enfraquecimento do sistema de baixa pressão na porção oeste do Pacífico (pressões anormalmente baixas). Também, o mesmo se trata de uma alteração da dinâmica normal da Célula de Walker (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007).

A La Niña, conhecida também como Anti-El Niño, caracteriza-se pelo resfriamento atípico das águas do Pacífico. Efetiva-se quando a porção leste do Pacífico (Taiti) fica submetida ao aumento anômalo de suas pressões, regularmente elevadas, isto é, quando a situação barométrica padrão da Célula de Walker acentua-se (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007).

Alguns trabalhos têm destacado o papel desses eventos nos parâmetros climáticos. Araújo et al (2013) disserta sobre a influencia do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul durante o período compreendido de 1900 a 2007, utilizando de análise de composições (utilizada para obter os campos espaciais



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

trimestrais da TSM e de anomalias de PNM (pressão ao nível do mar) para ilustrar a evolução temporal dos eventos). Os resultados de tal estudo evidenciam padrão de precipitação na região norte e nordeste da América do Sul que é reforçado segundo a configuração do gradiente interbacias na fase inicial do ENOS, sendo eficientes para monitoramento climático.

Minuzzi et al (2006) desenvolveram um trabalho acerca da influência do El Niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil, usando dados diários de 203 estações pluviométricas. Tais dados foram tratados estatisticamente e organizados de forma trimestral da precipitação durante o período chuvoso. A escolha das datas de início dos períodos chuvosos da série foi fundamentada aos valores médio, máximo e mínimo e a análise das influências do El Niño no final do período chuvoso adotou técnica dos quantis. A quantidade trimestral de precipitação foi relacionada e classificada com o Índice de Oscilação Sul (IOS) e a temperatura da superfície do mar de quatro regiões do Pacífico Equatorial, com a aplicação dos desvios normalizados e correlações 'lag'. Dessa forma, foi concluído que durante o e, a tendência é como, na precipitação trimestral, exceto o extremo sul da região, nos dois primeiros trimestres, mas nos eventos de El Niño ditos os mais fortes do século XX (1982/83 e 1997/98), o período chuvoso demorou em terminar, sobretudo, no Estado de São Paulo.

Vale destacar que apesar do fenômeno ENOS ser bem descrito, ou seja, há registros de sua manifestação ao longo da história desde pelo menos o século XVI, o mesmo apresenta controvérsias quanto à sua origem (MENDONÇA; OLIVEIRA, 2007). Entretanto, esse fenômeno influencia (tanto a fase positiva quanto a negativa) diretamente na distribuição e no quantitativo de chuva, inclusive na cidade do Rio de Janeiro, na região sudeste, que é alvo de muitos estudos.

Nesse sentido, a cidade do Rio de Janeiro é um importante espaço que exemplifica a complexidade espacial, sazonal e sinótica da climatologia da precipitação na região Sudeste, obtendo contraste marcante na sua climatologia quando se compara os diferentes bairros. Além de que a distribuição espaço-temporal das chuvas é um fator regional muito relevante para a sociedade e para orientar decisões aos possíveis danos decorrentes da irregularidade das chuvas. Assim, o presente trabalho visa analisar o comportamento temporal e espacial da chuva entre diferentes espaços da cidade do Rio de Janeiro, os bairros do Alto da Boa Vista, na encosta do maciço da Tijuca, a 300 metros de altitude, São Cristóvão, na área central e mais urbanizada da cidade e Guaratiba, situada no extremo oeste às margens da baía de Sepetiba, considerando os eventos de La Niña (2010/2011); ano normal (2013/2014) e El Niño (2015/2016).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

2. Materiais e Métodos

Inicialmente realizou-se um levantamento conceitual sobre os fenômenos de macroescala, em foco, El Niño e La Niña e seus impactos na Região Sudeste, principalmente, na cidade do Rio de Janeiro. Reuniram-se informações sobre a caracterização física da cidade do Rio de Janeiro, e posteriormente, o trabalho foi dividido em distintas etapas, apontadas a seguir.

Foram determinados anos comparativos que compreendem os meses entre junho de um ano a junho de outro: de 2010/2011 (La Niña); 2013/2014 (ano normal); 2015/2016 (El Niño). Em seguida, foram definidas as intensidades dos fenômenos, respectivamente, em Moderado e Muito Forte, baseado no índice ONI (Oceanic Niño Index). Usou-se o parâmetro do Centro de Previsão Climáticas da NOAA dos Estados Unidos, que utiliza o índice Niño 3.4 para aferir as anomalias de temperatura do Pacífico, a qual se relaciona muito bem com a manifestação do ENOS.

Para determinar a intensidade do El Niño e La Niña é usado o índice ONI (Oceanic Niño Index), calculado através de médias trimestrais móveis (DJF, JFM, etc.) de anomalias da temperatura da superfície do mar (TSM) na região do Niño 3.4 (5°N-5°S, 120°-170°W, sobre o Pacífico Equatorial Tropical). Quando a diferença da TSM em relação à média é superior a 0,5°C por pelo menos cinco trimestres móveis sequente caracteriza-se EN, à medida que sendo inferior a 0,5°C por pelo menos cinco trimestres móveis, consecutivos caracteriza LN. E por fim, diferenças inferiores a $\pm 0,5^\circ\text{C}$ correspondem à condição de neutralidade (N). Os eventos de EN ou LN, segundo com o índice ONI podem ser classificados como muito forte, forte, moderado e fraco, salientando que o critério para essa classificação é apoiado em um período que ultrapassou o limite crítico da TSM e não no valor médio.

Em seguida, foram selecionados dados diários pluviométricos e de temperatura de três estações meteorológicas (Alto da Boa Vista, São Cristóvão e Guaratiba) localizadas em três áreas distintas, zonas Norte, Centro e Oeste (Figura 1), que estão disponíveis no Sistema Alerta Rio da Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro (<http://alertario.rio.rj.gov.br/download/dados-meteorologicos/>).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

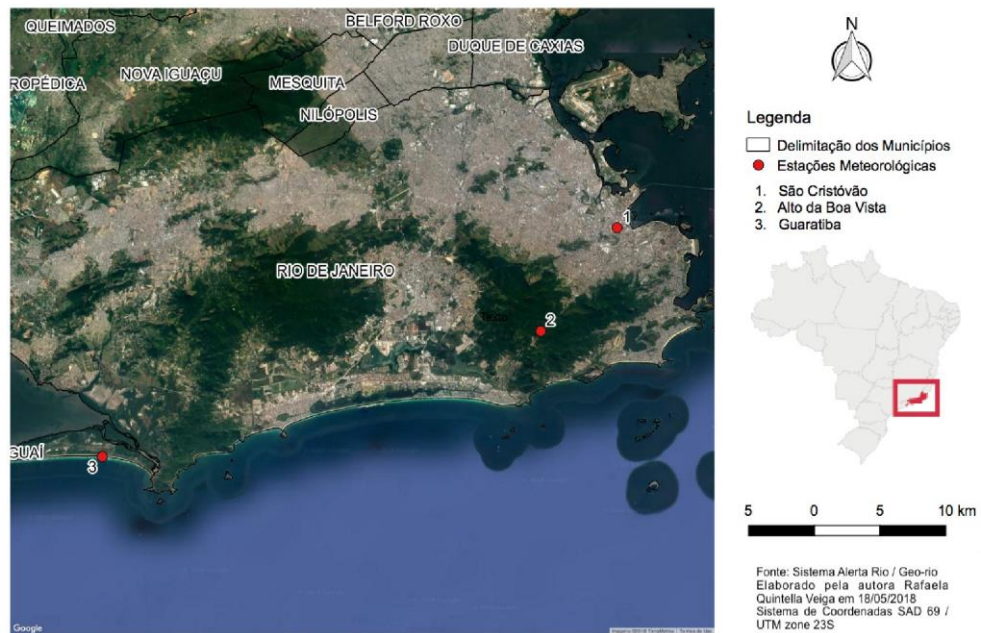


Figura 1 – Localização e Distribuição das estações meteorológicas na cidade do Rio de Janeiro

Os dados foram tabulados e tratados estatisticamente no Programa R (the R Project for statistical computing). Os dados de chuva não apresentam falhas. Finalmente, foram produzidos elementos da estatística básica (média, mediana, desvio padrão (DP), quartil, variância); como também gráficos de todos os anos comparados e de ambas variáveis.

3.Resultados e Discussões

3.1. Alto da Boa Vista

No evento de La Niña (Figura 2), há uma maior ocorrência no dia de chuvas com dois maiores picos entre julho/agosto e março/abril, destaque para 122,6 mm no dia 25 de abril de 2011. Possui concentração de chuvas no segmento de setembro a janeiro (período de primavera e verão). No ciclo Normal, há uma distribuição mais regular da precipitação, com baixa concentração no período,



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

contudo as chuvas estão centralizadas entre a primavera e o verão, e o período seco entre maio e junho. Dois picos sobressaem, um entre novembro/dezembro- 132,2mm no dia 11 de dezembro de 2013, e o outro (maior) entre março/abril (186,6mm no dia 14 de abril de 2014). Por outro lado, no evento de El Niño, a concentração das chuvas nos meses é regular, isto é, de verão com picos mais acentuados alcançando 193mm.

No ciclo de La Niña a máxima foi no Alto da Boa Vista, como também obteve maior variância (valores mais distantes da média) – 194,1546, consequentemente, apresentando maior desvio padrão – 13,93394. Em relação, no ciclo normal, à máxima de precipitação permanece no Alto da Boa Vista (186,6mm), e maior variância (285,7978) e o Desvio Padrão (13,93394). Já no ciclo El Niño, essa estação apresenta a maior máxima registrada ao comparar aos outros ciclos (La Niña e Normal), e seus valores de variância (329,9496) e desvio padrão (18,16452) continuam os maiores referentes as demais estações comparadas (São Cristóvão e Guaratiba).

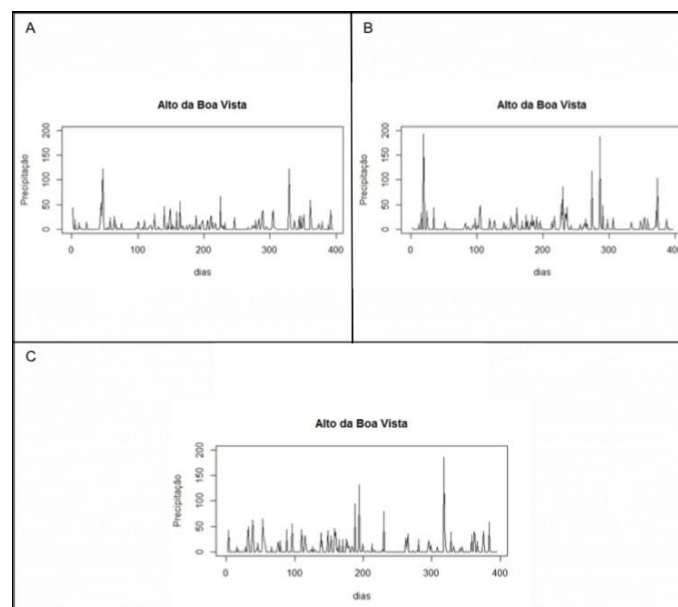


Figura 2 – Distribuição da chuva na estação Alto da Boa Vista durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

Em relação aos box plots (Figura 3), no ciclo de El Niño apresenta menor correlação dos dados, com uma distribuição assimétrica dos valores pluviométricos. Já referente a La Niña, em



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

comparação entre El Niño e o ciclo Normal apresenta uma maior correlação dos dados, com um outlier 122,6mm. O ciclo Normal se encaixa obtendo uma melhor correlação dos dados que no ano de El Niño e pior correlação se comparar ao La Niña, também possui um outlier (193mm). Em todos os casos, os valores de primeiro, terceiro quartis e a mediana possuem valores muito aproximados (primeiro quartil obtendo o mesmo valor que a mediana).

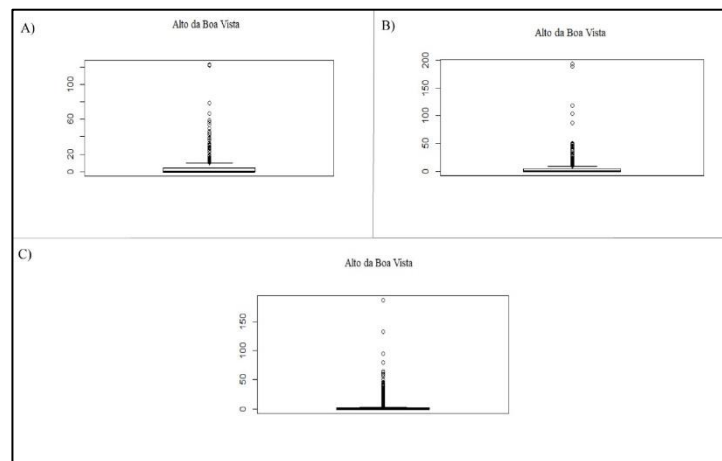


Figura 3 – Distribuição da chuva na estação Alto da Boa Vista durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

3.2. São Cristóvão

Para a pluviosidade (Figura 4), no evento de La Niña, há uma distribuição mais regular ao longo do período, possuindo dois picos consideráveis entre novembro/dezembro e março/abril, alcançando neste último 115mm. Em relação ao ciclo Normal, há pequenos picos, valendo salientar o maior entre novembro/dezembro que alcançou 68,2mm. Já no evento de El Niño, a concentração de chuvas é mais expressiva, com períodos mais secos. O maior pico encontra-se entre fevereiro/março, alcançando 86mm.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

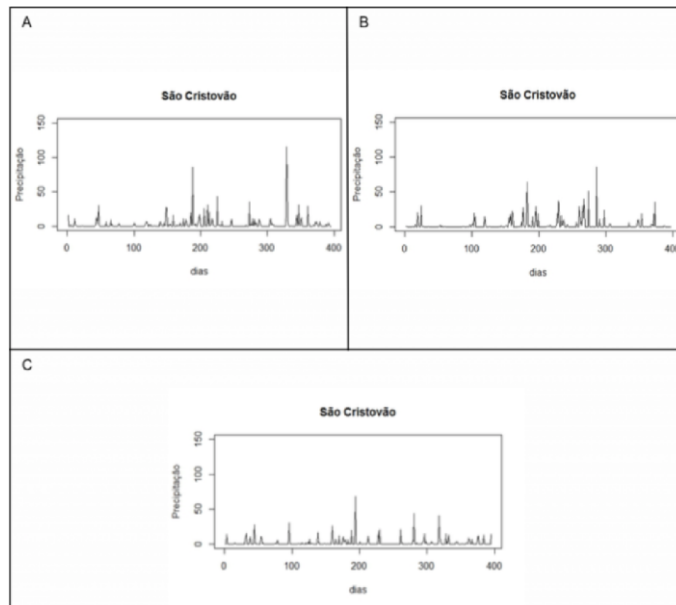


Figura 4 – Distribuição da chuva na estação São Cristóvão durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

Ao analisar os box plots (Figura 5), apresenta uma razoável correlação dos dados pluviométricos, possuindo pouca dispersão durante o evento de El Niño. Já no ano de LN, mostra-se uma maior dispersão, conseqüentemente maior variação e amplitude dos dados de chuvas. E no ano normal, apresenta a melhor correlação (menor amplitude) dos dados de precipitação, com somente um pequeno valor discrepante (68,2mm).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

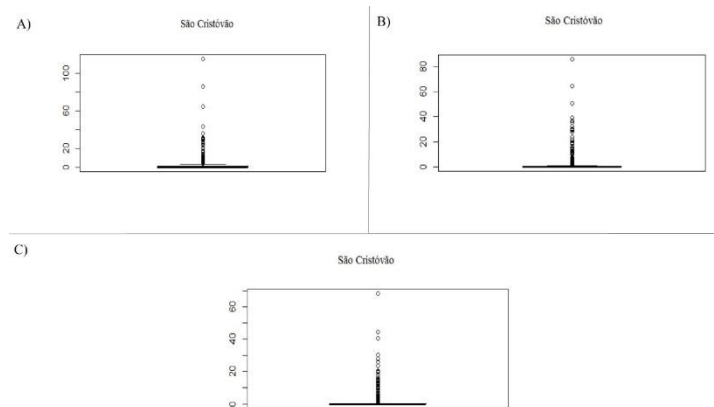


Figura 5 – Distribuição da chuva na estação São Cristóvão durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

3.3. Guaratiba

Para a pluviosidade (Figura 6), no evento de La Niña, o pico ocorre entre fevereiro/março. No ciclo Normal, a chuva encontra-se mais distribuída, com menos concentração ao se comparar aos outros períodos analisados (La Niña e El Niño). Já no evento de El Niño, chuvas concentradas no verão, evidenciando picos mais expressivos e alcançando 64,4 mm.

No ciclo de La Niña, destaque para a estação de Guaratiba que apresenta menor variância (47,28749) e menor desvio padrão (6,87659), isto é, dados de chuva mais bem distribuídos. Já no ciclo Normal, essa estação apresenta a segunda máxima de chuva - (a primeira foi Alto da Boa Vista), e seus valores de variância (43,94262) e desvio padrão (6,628923) não são os menores comparáveis com as outras estações. E, por fim, no El Niño, permanece como a menor variância (51,12357) e menor desvio padrão (7,150075).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

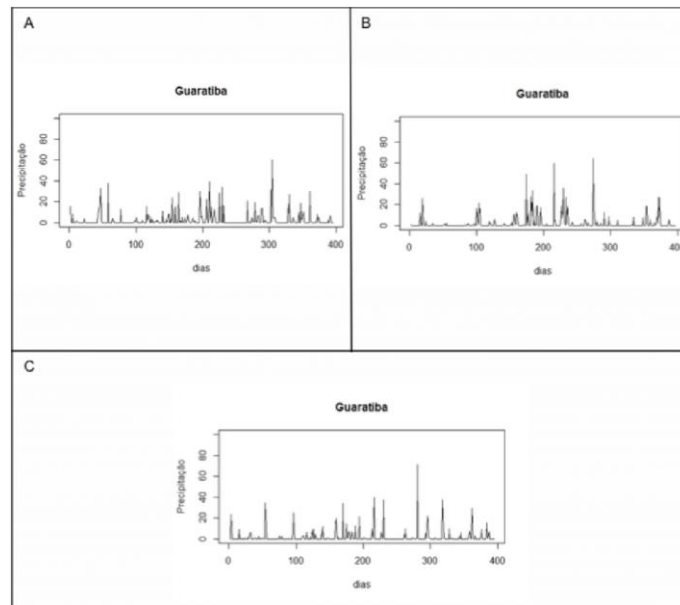


Figura 6 – Distribuição da chuva na estação Guaratiba durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

Em relação aos box plots (Figura 7), o ano de LN apresenta a melhor correlação dos dados, com uma menor variação e amplitude dos dados de chuva, em comparação ao ano de El Niño e ano normal, também apresenta a maior média. O ano de El Niño possui maior dispersão dos dados pluviométricos (pior correlação), e o ano normal se comporta como o intermediário desses dois eventos, possuindo o maior outlier (71mm).



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

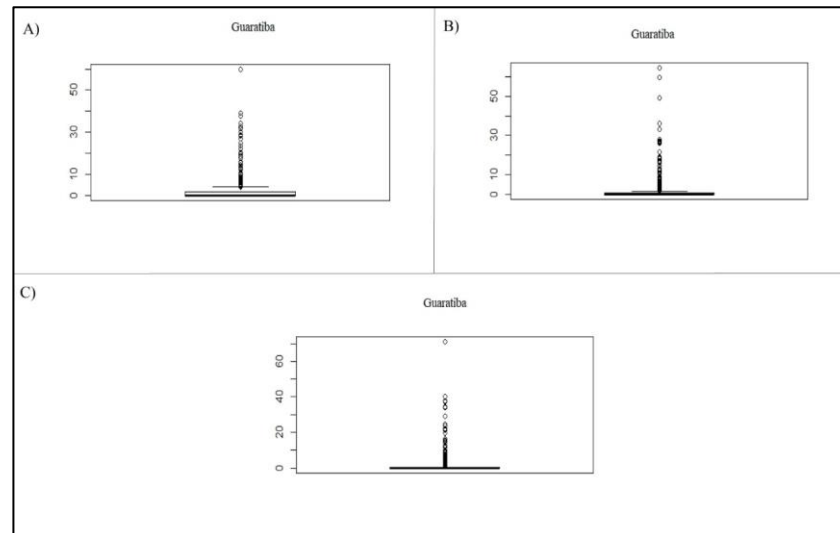


Figura 7 – Distribuição da chuva na estação Guaratiba durante evento La Niña (A), El Niño (B) e ciclo Normal (C)

4. Considerações Finais

No ciclo La Niña há uma maior ocorrência de chuvas, porém com alguns setores com ausência de chuva ao longo do período trabalhado. Já no ciclo Normal mostra-se uma regular distribuição de chuvas (concentradas no verão em torno de 200mm, e pouca chuva no inverno) e por fim, no ciclo de El Niño, a precipitação é mais irregular (maior concentração no final da primavera e no verão – destaque para novembro – 200,5mm, dezembro – 83,1mm e janeiro – 259,4mm).

Além dessa influência da macroescala, os efeitos locais são essenciais, assim, a estação do Alto da Boa Vista encontrada a 300 metros de altura no Maciço florestado da Tijuca contribui para chuva mais abundante; na estação de São Cristóvão por estar inserido numa área muito urbanizada, apresenta índices pluviométricos menores. Já Guaratiba, situada no extremo oeste às margens da baía de Sepetiba, sofre a influência da umidade do mar, apresentando chuvas mais regulares. Entretanto, em ano de La Niña e El Niño, mesmo com influência da baía, a estação de Guaratiba apresenta índice pluviométrico menor que São Cristóvão. Para trabalhos futuros pretende-se a inclusão de mais estações meteorológicas da cidade e de outros parâmetros, como a temperatura e a umidade relativa, bem como o aprimoramento da estatística visando um entendimento mais robusto dos dados coletados.



XVIII
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

5. Referências Bibliográficas

ARAÚJO, ANDREOLI, CANDIDO, KAYANO & SOUZA, 2013. **A influência do evento El Niño – Oscilação Sul e Atlântico Equatorial na precipitação sobre as regiões norte e nordeste da América do Sul.** Acta Amazonica. VOL. 43(4) 2013: 469 – 480. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/aa/v43n4/09.pdf>>. Acesso em 20 de abril de 2018.

FERREIRA, L. G. B.; Caramori, P.H; Morais, H; Nitsche, P.R. **O Fenômeno El Niño de 2015/2016 e seus impactos nas chuvas do Paraná.** 2017. (Boletim Técnico) Disponível em: http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/agrometeorologia/2017-01-09-boletim-enos.pdf. Acesso em 20/04/2018.

GOLDEN GATE WEATHER SERVICES. **El Niño and La Niña Years and Intensities Based on Oceanic Niño Index (ONI).** <http://ggweather.com/enso/oni.htm>, acesso em 06 de janeiro de 2018.

MENDONÇA, F.; Oliveira, I. M. D. Tópicos especiais em climatologia. In: _____.

Climatologia: Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficinas de Textos, 2007, 206p., p. 183-201.

MINUZZI, SEDIYAMA, COSTA & VIANELLO, 2006. **Influência do fenômeno climático el niño no período chuvoso da região sudeste do Brasil.** Geografia (Londrina), v. 15, n. 2 (2006). Disponível em: < <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6586>>. Acesso em 20 de abril de 2018.

TRENBERTH, KEVIN & NATIONAL CENTER FOR ATMOSPHERIC RESEARCH STAFF (Eds). Última alteração 02 fev 2016. **The Climate Data Guide: Niño SST Índices (Niño 1+2, 3, 3.4, 4; ONI and TNI).** <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/nino-sst-indicesnino-12-3-34-4-oni-and-tni>. Acesso em 20 de abril de 2018.