

Frequência e Intensidade Pluviométrica na Região Norte do Estado do Paraná, Brasil *Rainfall Frequency and Intensity in The Northern Paraná State Region, Brazil*

Paulo Miguel de Bodas Terassi¹, José Francisco Oliveira Júnior², Emerson Galvani³, Givanildo de Gois⁴

¹ Universidade de São Paulo, pmbterassi@usp.br

² Universidade Federal de Alagoas, joliveirajunior@gmail.com

³ Universidade de São Paulo, egalvani@usp.br

⁴ Universidade Federal Fluminense, givanildogois@gmail.com

Recebido (Received): 19/07/2017

Aceito (Accepted): 14/11/2017

Resumo: A precipitação pluviométrica é o atributo climático de maior expressão e importância nas regiões de clima tropical devido à ocorrência dos elevados totais anuais. O presente trabalho objetiva analisar os totais de pluviosidade nas escalas anual, mensal e diário, bem como a intensidade e frequência dos registros diários de chuvas a partir da utilização da técnica de quantis em localidades da região Norte do estado do Paraná (RNP), Brasil. Como objetivo secundário, avaliou-se a associação entre os totais anuais de precipitação e o número anual de dias de chuva (NDC) com os eventos de El Niño - Oscilação Sul (ENOS). Utilizaram-se as séries pluviométricas de cinco estações meteorológicas convencionais para o período de 40 anos. As análises exploratórias da série temporal dos dados pluviométricos foram realizadas no software ambiente R versão 3.3.2. Destacou-se a associação de anos de pluviosidade e o NDC que registraram menos que 25% dos quantis com a ocorrência dos eventos de La Niña. De modo contrário, notou-se que os anos de pluviosidade e NDC superior a 95% dos quantis estiveram relacionados à ocorrência do El Niño em sua maioria. Observou-se a maior frequência dos maiores registros de pluviosidade diária, para os quantis de 75%, 95%, 99% e >99% no período que vai de outubro a março.

Palavras-Chave: Técnica dos quantis; Séries Temporais Climáticas; Box Plot; El Niño-Oscilação Sul.

Abstract: Rainfall is the climatic attribute of greater expression and importance in the tropical climate regions due to the occurrence of high annual totals. This paper aims to analyze rainfall totals in the annual, monthly and daily scales, as well as the intensity and frequency of daily rainfall records using the quantil technique in localities of the northern Paraná region (NRP), Brazil. As a secondary aim, was evaluated the association between annual rainfall totals and the rainy days number (RDN) and its association of El Niño-South Oscillation (ENOS) events. Were used the rainfall series of five conventional weather stations for the 40-year period. The exploratory analyzes of the rainfall time series were performed in the R environment software version 3.3.2. It was highlighted the coincidence of years of rainfall and NDC that registered less than 25% of quantiles with the occurrence of La Niña events. In contrast, it was noted that for the years of rainfall and total NDC greater than 95% of the quantiles were mostly related to the occurrence of El Niño events. Was observed the highest frequency of the highest daily rainfall records, for the quartiles of 75%, 95%, 99% and > 99%, in the period from October to March.

KeyWords: Quantiles Technique; Climate Time Series; Box Plot; El Niño- Southern Oscillation.

1. Introdução

Exceção dada aos climas tropicais áridos e semiáridos, onde a pluviosidade é significativamente inferior aos níveis de evapotranspiração real (ETR), a precipitação pluviométrica é o atributo climático de maior expressão e importância nas regiões de clima tropical devido à ocorrência dos elevados totais anuais, seguido da sua influência em diversas atividades cotidianas como, por exemplo, abastecimento de água e agricultura (PELL *et al.*, 2007; LYRA *et al.*, 2014). No Brasil verifica-se a predominância do clima tropical úmido, com aproximadamente 76% de abrangência, enquanto que os climas subtropicais ocorrem em 13,7% da área do território nacional, recobrando principalmente o Sul do Brasil (ÁLVARES *et al.*, 2013).

As principais características climáticas da região supracitada são menores médias térmicas e, especificamente, a regularidade das médias mensais da pluviosidade, com a ausência da estação seca (BALDO *et al.*, 2001; GRIMM, 2009; NERY e CARFAN, 2014), seguido do predomínio das classificações climáticas de Köppen, em 1936, com as tipologias “Cfa” e “Cfb”, que designam o clima subtropical mesotérmico úmido e subtropical quente úmido (KUNCHTNER e BURIOL, 2001; ÁLVARES *et al.*, 2013; APARECIDO *et al.*, 2016). Entretanto, a região Norte

do estado do Paraná (RNP) configura-se como um dos setores de maiores médias térmicas anuais e menores totais anuais de pluviosidade da região Sul do Brasil, com a maior concentração da pluviosidade no verão e na primavera, no período que vai de setembro a março, conforme apontam Keller Filho *et al.* (2005), Berezuk e Sant’Anna Neto (2006), Nery (2006), Silva *et al.* (2006), Fritzsos *et al.* (2011), Silva *et al.* (2015), Wrege *et al.* (2016) e Terassi *et al.* (2017), caracterizando-a como uma região de transição climática entre os domínios subtropical e tropical, do Brasil Meridional e Brasil Central, respectivamente.

Considerando os tipos climáticos da RNP, a análise das características temporais da pluviosidade possibilita subsidiar o planejamento de atividades em diversos setores da sociedade como, por exemplo, a agricultura, o setor energético e o gerenciamento de recursos hídricos, entre outras atividades (TEODORO *et al.*, 2015). O desenvolvimento das culturas agrícolas, mesmo com todo o aparato tecnológico de irrigação, apresenta uma estreita dependência da distribuição espaço-temporal pluviométrica, posto que as culturas em suas diferentes fases de desenvolvimento ora carecem ou dispensam as chuvas (MANOSSO, 2006; CARMELLO e SANT’ANNA NETO, 2016).

Para além das normais climatológicas, Araújo *et al.* (2008) descrevem que as chuvas intensas são marcadas por períodos irregulares tanto espacialmente, como temporalmente e, especificamente, os eventos de chuvas extremas são favorecidos pela atuação de sistemas de macro, mesoescala e local, que conjugados atuam na intensificação e tempo de duração da ocorrência de elevados totais pluviométricos. Silva *et al.* (2003) discorrem que as chuvas intensas ou extremas são aquelas que apresentam uma elevada lâmina precipitada e que superam um determinado valor mínimo em um intervalo de tempo. Desta forma, os eventos extremos de chuva são aqueles que se distancia da média e se diferencia em magnitude.

Silva *et al.* (2012) explanam que os grandes eventos pluviais repercutem diretamente as atividades humanas, pois geram alagamentos, cheias, enchentes, inundações, movimentos de massa, perdas das lavouras, destruição da infraestrutura e mortes. Desta forma, o conhecimento dos limites máximos de chuvas é essencial para dimensionar a capacidade de suporte e estruturas de contenção, escoamento e drenagem para minimizar os danos decorrentes dos eventos pluviométricos extremos. Portanto, os estudos dos dados de pluviosidade diária permitem avaliar de forma detalhada a ocorrência de chuvas intensas e seus impactos sociais, econômicos e ambientais associados (SOUZA *et al.*, 2012; ARMOND e SANT’ANNA NETO, 2017). Segundo Sousa *et al.* (2016), dada à intensidade, duração e distribuição espaço-temporal das chuvas extremas, o estudo da frequência da chuva máxima diária é fundamental para compreender seus efeitos na superfície terrestre, uma vez que ocasionam prejuízos nas cidades, principalmente com alagamentos, enchentes e deslizamentos de terra, e nas áreas rurais, com a erosão do solo e os riscos às culturas agrícolas, além de problemas como o assoreamento em reservatórios de armazenamento de água.

Baseado no exposto, o presente trabalho objetiva analisar os totais de pluviosidade nas escalas anual, mensal e diário bem como a intensidade e frequência dos registros diários de chuvas a partir da utilização da técnica de quantis em cinco localidades da região Norte do estado do Paraná, Brasil. Como objetivo secundário, avaliou-se a associação entre os totais anuais de pluviosidade e a ocorrência do modo de variabilidade El Niño - Oscilação Sul.

2. Área de Estudo

A RNP é caracterizada por apresentar um regime pluviométrico com uma transição climática bem definida entre dois grandes domínios climáticos do território brasileiro: o subtropical do Brasil Meridional, com uma distribuição homogênea e sem estação seca definida, nos quais dominam os tipos climáticos “Cfa” e “Cfb” (ÁLVARES *et al.*, 2013), segundo a classificação de Köppen, de 1936, enquanto que os setores mais próximos ao Brasil Central apresentam um regime de chuva no período do verão, com o tipo climático “Aw” (APARECIDO *et al.*, 2016; DUBREUIL *et al.*, 2017). As normais climatológicas para a RNP indicam uma pluviosidade média anual entre 1.200 a 1.600 mm e temperatura média anual entre 20 a 24°C (CAVAGLIONE *et al.*, 2000).

Os municípios de Apucarana, Londrina, Maringá e Paranavaí são os mais populosos da RNP, sendo que Londrina e Maringá se destacam por apresentarem uma população superior a 350.000 e 500.000 habitantes (IBGE, 2016), respectivamente, e se destacam por sua elevada interação econômica regional. Juntamente com o município de Bela Vista do Paraíso, estes municípios apresentam uma economia regional altamente voltada e dependente do setor primário, com o desenvolvimento intensivo das atividades agropastoris (NÓBREGA *et al.*, 2015).

3. Materiais E Métodos

Para a realização deste trabalho, utilizaram-se as séries pluviométricas de cinco estações meteorológicas convencionais (EMC) para o período de 40 anos, entre 1976 a 2015, obtidas junto ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) e o INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), para os municípios de Apucarana, Bela Vista do Paraíso,

Londrina, Maringá e Paranavaí (**Figura 1**). Desde 1997 a EMC de Apucarana passou a pertencer ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) e, portanto, para estender a série histórica até o ano de 2015, recorreu-se aos dados pertencentes a esta Instituição para a realização deste trabalho. Detalhes como as coordenadas geográficas e percentuais de falhas da série diária de pluviosidade encontram-se na **Tabela 1**.

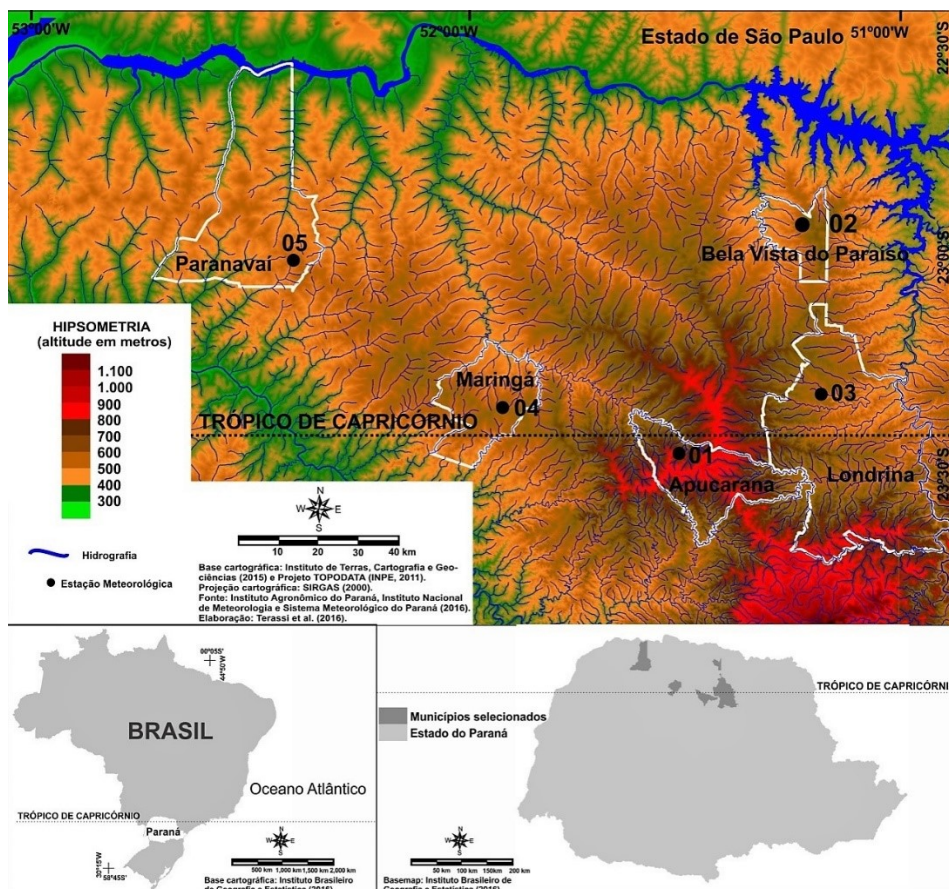


Figura 1: Localização geográfica das estações meteorológicas convencionais selecionadas para este estudo e a sua hipsometria (m).

Tabela 1. Identificador no mapa de localização (ID), nome e coordenadas geográficas das cinco estações meteorológicas convencionais em estudo e falhas de registros diários (%).

ID	Estações	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Altitude (m)	Falhas (%)
01	Apucarana	23°30'	51°32'	746	<0,5
02	Bela Vista do Paraíso	22°57'	51°12'	600	<0,5
03	Londrina	23°22'	51°10'	585	<0,5
04	Maringá	23°24'	51°55'	549	<0,5
05	Paranavaí	23°05'	52°26'	480	<0,5

Com base nas séries diárias, foram determinadas as séries mensais de chuva, nas quais foram realizadas a análise de qualidade dos dados (percentual de falhas) e o preenchimento de falhas pelo método de ponderação regional apresentado por Villela e Mattos (1975). Esse método tem como base o registro pluviométrico de três postos localizados o mais próximo possível do posto em que se verifica a falta de dados, com a seleção dos postos pluviométricos com características pluviométricas (distribuição mensal e total anual) e altitudes semelhantes (OLIVEIRA *et al.*, 2010). Considerou-se como um dia de chuva o registro pluviométrico superior a 0,2 mm.

A técnica selecionada foi a dos quantis, que permitem interpretar adequadamente o verdadeiro significado de um total pluviométrico em relação ao conjunto de dados. Os intervalos percentuais de cada quantil, delimitados nos percentis representam as frequências de ocorrência dos eventos pluviométricos e possibilitaram a definição dos eventos extremos de chuva (XAVIER e XAVIER, 1999) e, conforme discorrem Santos *et al.* (2011), a vantagem da metodologia dos quantis é permitir a representação objetiva de um determinado evento climático em termos da sua intensidade ou categoria de ocorrência.

Segundo Santos *et al.* (2016) esta técnica baseia-se na distribuição da frequência acumulada, sendo que a aproximação da função densidade de probabilidade (fdp) que descreve o fenômeno é melhor quanto maior é o número de observações disponíveis. Os intervalos de cada percentil representam as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem ocorrer na sequência da série temporal de uma variável *x* (ANANIAS *et al.*, 2010). Portanto, esta metodologia consiste estritamente na distribuição em ordenamento crescente de uma série amostral contínua.

No presente trabalho, a série temporal está constituída pelos totais registrados de chuva (anuais, mensais e diários), sendo atribuída uma probabilidade *p* univocamente a cada valor amostral. Assim, a série temporal pode ser distribuída sob a forma $\{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$, na qual *x*₁ representa o menor valor e *x*_{*n*} o maior valor da série (XAVIER; XAVIER, 1999; SANTOS *et al.*, 2016). Para estabelecer as classes em relação aos valores observados (*x_i*) de chuva foram utilizadas as ordens quantílicas, em que Q significa o limite do quantis, conforme adotado por Souza *et al.* (2012) para a realização dos cálculos (<25%, ≥ 50%, ≥ 75%, ≥ 95% e ≥ 99%).

A análise exploratória das séries pluviométricas baseou-se na média, mediana, extremos, primeiro e terceiro quartil e *outliers*, apresentada na forma de *Box plot* e na aplicação da técnica dos quantis, sendo todas estas análises estatísticas feitas no software ambiente R versão 3.3.2 (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2016). A análise preliminar, o preenchimento de falhas de dados, seguido da elaboração dos gráficos dos quantis foram realizados em planilhas do Microsoft Excel.

As informações de ocorrência do modo de variabilidade climática El Niño-Oscilação Sul (ENOS) foram obtidas na base de dados da National Oceanic and Atmospheric Administration/Climate Prediction Center – NOAA/CPC (NOAA, 2016) com a finalidade de comparar a ocorrência de anos secos (Q<25%) e anos chuvosos (Q>95%) com a ocorrência dos eventos de La Niña e El Niño, respectivamente. Na **Tabela 2**, encontram-se os meses e anos de El Niño, La Niña e Neutro de 1976 a 2015, classificados como quente e frio com base em um limite de +/- 0,5°C da temperatura da superfície do mar (TSM) do Pacífico Equatorial na região El Niño 3.4.

Tabela 2. Anos e meses de ocorrência do ENOS (El Niño em vermelho, La Niña em azul, e Neutro em preto) entre 1976-2015.

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1976	-1,5	-1,1	-0,7	-0,4	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,8	0,8
1977	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8
1978	0,7	0,4	0,1	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,1	0
1979	0	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6
1980	0,6	0,5	0,3	0,4	0,5	0,5	0,3	0,2	0	0,1	0,1	0
1981	-0,2	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	0
1982	0	0,1	0,2	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,5	1,9	2,1	2,1
1983	2,1	1,8	1,5	1,2	1,0	0,7	0,3	0	-0,3	-0,6	-0,8	-0,8
1984	-0,5	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3	-0,6	-0,9	-1,1
1985	-0,9	-0,7	-0,7	-0,7	-0,7	-0,6	-0,4	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,3
1986	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	0	0,2	0,4	0,7	0,9	1,0	1,1
1987	1,1	1,2	1,1	1,0	0,9	1,1	1,4	1,6	1,6	1,4	1,2	1,1
1988	0,8	0,5	0,1	-0,3	-0,8	-1,2	-1,2	-1,1	-1,2	-1,4	-1,7	-1,8
1989	-1,6	-1,4	-1,1	-0,9	-0,6	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	-0,2	-0,1
1990	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,4	0,4
1991	0,4	0,3	0,2	0,2	0,4	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	1,2	1,4
1992	1,6	1,5	1,4	1,2	1,0	0,8	0,5	0,2	0	-0,1	-0,1	0
1993	0,2	0,3	0,5	0,7	0,8	0,6	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
1994	0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,9	1,0
1995	0,9	0,7	0,5	0,3	0,2	0	-0,2	-0,5	-0,7	-0,9	-1,0	-0,9
1996	-0,9	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5
1997	-0,5	-0,4	-0,2	0,1	0,6	1,0	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3	2,3
1998	2,1	1,8	1,4	1,0	0,5	-0,1	-0,7	-1,0	-1,2	-1,2	-1,3	-1,4
1999	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9	-0,9	-1,0	-1,0	-1,0	-1,1	-1,2	-1,4	-1,6
2000	-1,6	-1,4	-1,1	-0,9	-0,7	-0,7	-0,6	-0,5	-0,6	-0,7	-0,8	-0,8
2001	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,2	-0,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3
2002	-0,2	0,0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,8	0,9	1,1	1,2	1,1
2003	0,9	0,7	0,4	0	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
2004	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	0,7	0,7	0,6	0,7
2005	0,7	0,6	0,5	0,5	0,3	0,2	0	-0,1	0	-0,2	-0,5	-0,7
2006	-0,7	-0,6	-0,4	-0,2	0,0	0,0	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	0,9
2007	0,7	0,4	0,1	-0,1	-0,2	-0,3	-0,4	-0,6	-0,9	-1,1	-1,3	-1,3
2008	-1,4	-1,3	-1,1	-0,9	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,4	-0,6	-0,7
2009	-0,7	-0,6	-0,4	-0,1	0,2	0,4	0,5	0,5	0,6	0,9	1,1	1,3
2010	1,3	1,2	0,9	0,5	0,0	-0,4	-0,9	-1,2	-1,4	-1,5	-1,4	-1,4
2011	-1,3	-1,0	-0,7	-0,5	-0,4	-0,3	-0,3	-0,6	-0,8	-0,9	-1,0	-0,9
2012	-0,7	-0,5	-0,4	-0,4	-0,3	-0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,1	-0,2
2013	-0,4	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3
2014	-0,5	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,4	0,5	0,6
2015	0,6	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2	1,4	1,7	2,0	2,2	2,3

Fonte: NOAA (2016).

4. Resultados e Discussão

Os dados referentes as cinco EMC situadas na RNP mostraram uma pluviosidade média anual equivalente a 1.591,4 mm, com o maior total médio anual na localidade de Maringá (1.654,1 mm) e a menor para Paranavaí (1.511,2 mm). A maior diferença da pluviosidade média anual entre as duas estações meteorológicas citadas também foram obtidas para a mediana, percentil de 50% dos quantis, que foram 1.648,8 mm e 1.482,6 mm, respectivamente (**Figura 2**). Tais diferenças nos totais anuais de precipitação pluviométrica se deve em partes a influência da orografia na área de estudo, posto que a EMC de Maringá localiza-se no interflúvio entre as bacias hidrográficas do rio Pirapó e Ivaí, ao passo que a EMC de Paranavaí situa-se nas menores altitudes da bacia hidrográfica do rio Ivaí.

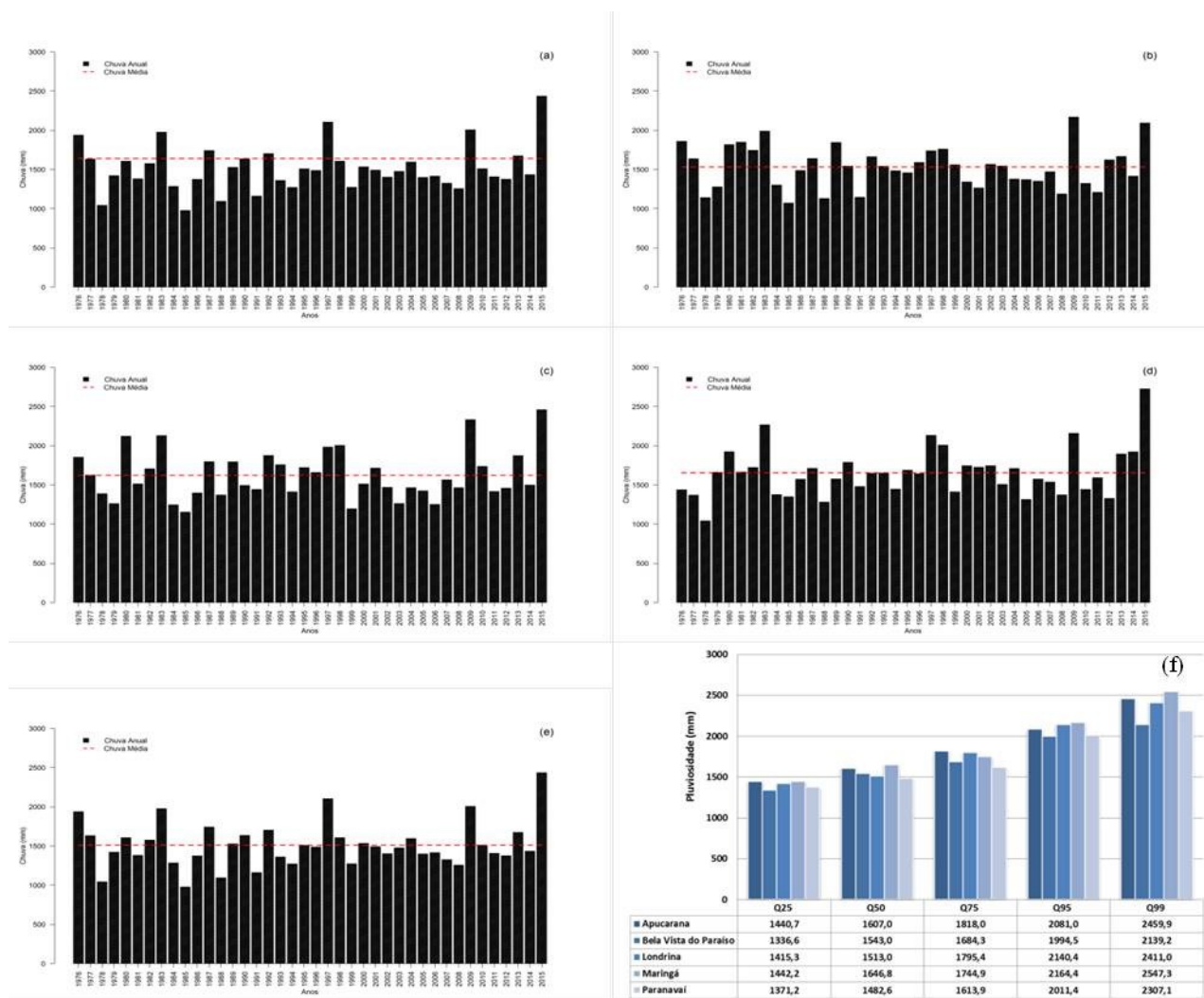


Figura 2: Pluviosidade total anual e média (mm) das estações meteorológicas convencionais de Apucarana (a), Bela Vista do Paraíso (b), Londrina (c), Maringá (d) e Paranavaí (e), no período de 1976-2015, e os valores dos quantis de pluviosidade anual (f).

Comparativamente, a localidade de Maringá apresentou os maiores valores de pluviosidade para os percentis de 25%, 1.442,2 mm, e para os percentis de 99%, 2.547,3 mm. Por sua vez, a localidade de Bela Vista do Paraíso mostrou os menores resultados dos percentis supracitados, com valores de 1.336,6 mm e 2.139,2 mm, nesta ordem. As duas EMC de maior média pluviométrica anual, Maringá e Apucarana (1.639,2 mm), obtiveram os maiores totais anuais de pluviosidade para os percentis de 99% dos quantis, sendo que àquelas de menor pluviosidade média anual, Paranavaí e Bela Vista do Paraíso (1.531,7 mm), obtiveram os menores valores de chuva anual para os percentis de 25% dos quantis (**Figura 2**).

Estes resultados indicam que as EMC de Paranavaí e Bela Vista do Paraíso caracterizam-se pela menor pluviometria dentre as localidades selecionadas por apresentar maiores similaridades com o clima Tropical do Brasil Central, dada à localização setentrional, ao passo que Apucarana e Maringá, situadas mais ao sul, mostraram maior pluviosidade por situarem-se em condições de maior proximidade com o clima subtropical do Brasil Meridional e

nos setores de maiores elevações da bacia hidrográfica do rio Pirapó (SILVA *et al.*, 2006; TERASSI *et al.*, 2017). Em uma condição intermediária em relação às quatro localidades anteriores, Londrina caracteriza-se pela pluviosidade média anual de 1.620,8 mm e, excepcionalmente, a maior diferença do valor de pluviosidade média anual e a mediana (1.513,0 mm).

Quanto à variabilidade interanual, observa-se a importância significativa da influência do modo de variabilidade climática ENOS como ocorre em toda região Sul do Brasil (NERY *et al.*, 2005; NERY e CARFAN, 2014). Nota-se que as EMC de Apucarana e Maringá registraram pluviosidade superior a 95% dos percentis dos quantis para os anos de 1983 e 2015, em ambos os anos ocorreram eventos intensos de El Niño, segundo classificação da NOAA para região El Niño 3.4 (Tabela 2). Enquanto, Bela Vista do Paraíso e Londrina mostraram menores totais de chuva para os anos de 2009 e 2015 e em Paranavaí durante os anos de 1997 e 2015, excepcionalidade pluviométrica devido à intensa atuação a fase de El Niño (Figura 2).

Por sua vez, o evento de La Niña foi responsável pela redução das chuvas, com percentis inferiores a 25% dos quantis, para os anos de 1978, 1985 e 1988 para todas as EMC. Destaca-se que a fase negativa do ENOS reduziu significativamente a pluviosidade na RNP, com pluviosidade inferior a 25% dos percentis, isoladamente durante outros eventos: em 1984, para as EMC de Bela Vista do Paraíso, Londrina e Maringá e em 1999, em Apucarana, Maringá e Paranavaí (NOAA, 2016).

As EMC da RNP apresentam uma média anual de 120,5 dias de chuva, com maiores valores para as EMC de Apucarana (125), Londrina (124) e Maringá (121), ao passo que o número de dias de chuva (NDC) médio anual são menores em Bela Vista do Paraíso (115) e Paranavaí (115). Destaca-se que os resultados da mediana para o NDC para as EMC apresentaram resultados aproximados às médias (Figura 3).

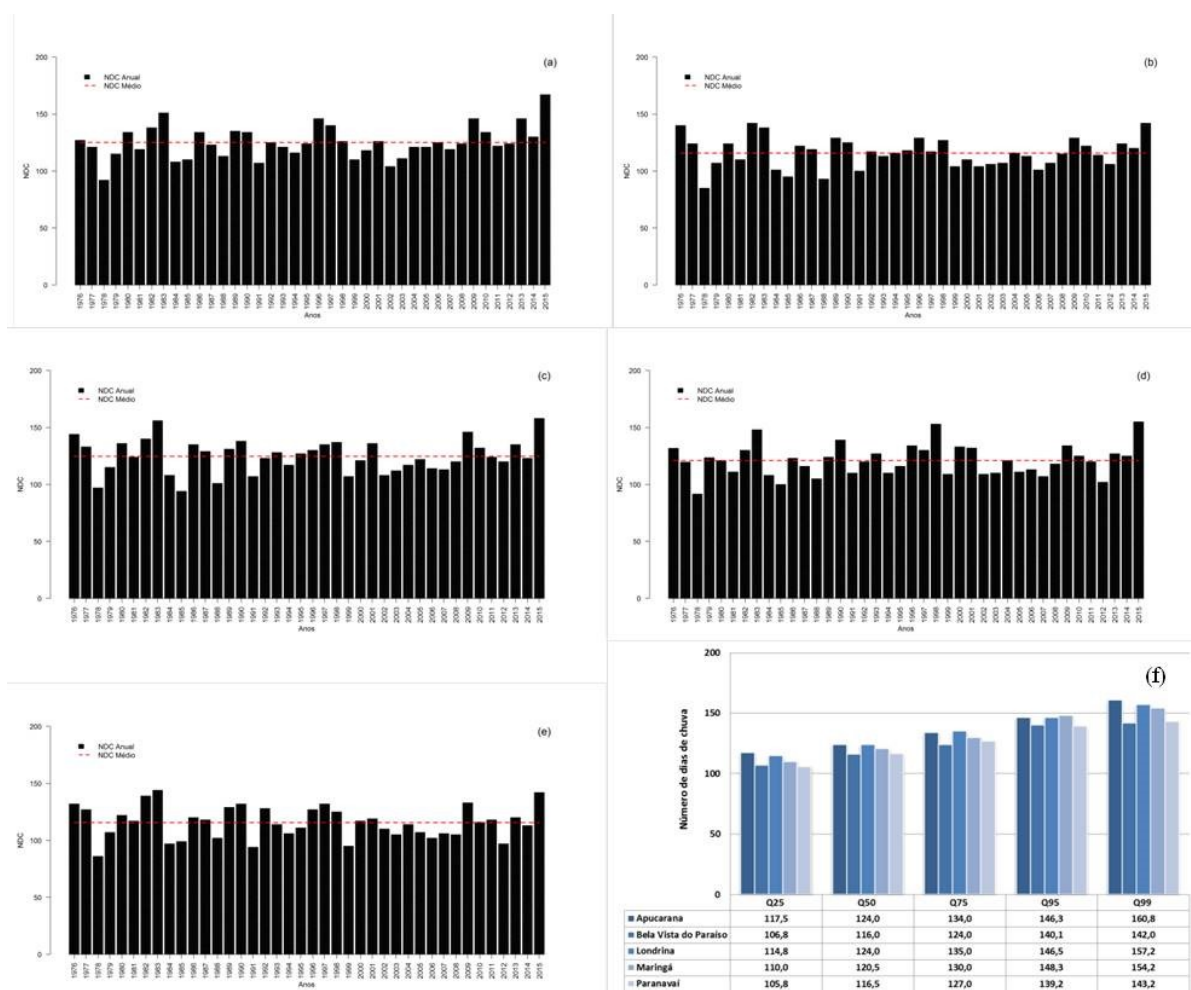


Figura 3: Número anual de dias de chuva das estações meteorológicas convencionais de Apucarana (a), Bela Vista do Paraíso (b), Londrina (c), Maringá (d) e Paranavaí (e), no período de 1976-2015, e valores dos quantis do número anual de dias de chuva (f).

As EMC de Bela Vista do Paraíso e Paranavaí obtiveram os menores valores de NDC para percentis dos quantis de 25%, com 106 e 105, respectivamente. Inversamente, as demais localidades mostraram o maior NDC para os percentis de 99% dos quantis, com valores superiores a 150 dias (Figura 3). Estes resultados confirmam a condição de transição climática da área de estudo, com um menor número de dias de chuva para as EMC localizadas mais ao norte, ao passo que a orografia e a proximidade com o clima subtropical respondem pelo maior NDC anual para as proximidades de Apucarana, Londrina e Maringá, conforme observaram Terassi *et al.* (2017).

O modo de variabilidade climática ENOS apresentou-se significativo para a variabilidade interanual do NDC na RNP. Os eventos de La Niña responderam pelo NDC anual inferior a 25% dos percentis dos quantis nos anos de 1978, 1984, 1985, 1988 e 1999 para todas as EMC selecionadas. Os eventos de El Niño dos anos de 1983 e 2015 propiciaram condições para um NDC superior a 95% dos quantis para Apucarana, Londrina e Paranavaí, enquanto que tais totais de NDC ocorreram em 1982 e 2015 para Bela Vista do Paraíso e em 1998 e 2015 para Maringá (Figura 3).

A RNP caracteriza-se pela concentração próxima a 70% dos totais anuais de pluviosidade no período que vai de setembro a março, em conformidade com o regime de pluviosidade típico do clima Tropical (ÁLVARES *et al.*, 2013). No entanto, observa-se que não há estação seca definida, devido a sua proximidade ao domínio subtropical (NERY *et al.*, 2006; FRITZSONS *et al.*, 2011; WREGGE *et al.*, 2016). Especialmente, o mês de agosto apresenta a maior tendência à ocorrência de períodos menos chuvosos, com uma pluviosidade média mensal inferior a 60,0 mm em todas as EMC, com destaque para Bela Vista do Paraíso (43,3 mm). Por sua vez, o mês de janeiro corresponde ao mês de maior pluviosidade para a área em estudo, com média de 206,8 mm, com maior média de 226,5 mm em Bela Vista do Paraíso (Figura 4).

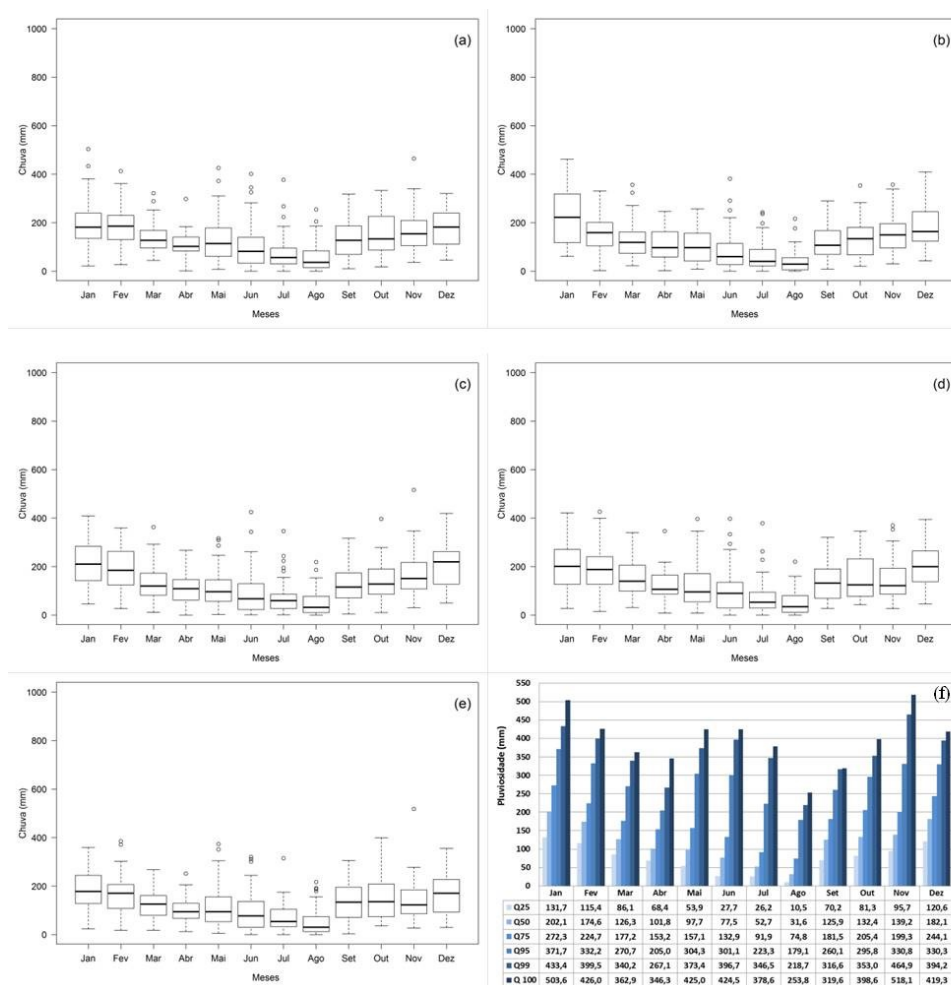


Figura 4: Box plot da chuva mensal (mm) (Box - mediana, primeiro e terceiro quartil; barras verticais - extremo superior e inferior e circunferências - outliers) das estações: Apucarana (a), Bela Vista do Paraíso (b), Londrina (c), Maringá (d) e Paranavaí (e), no período de 1976 a 2015, e os quantis dos totais mensais para as cinco estações meteorológicas (f).

Conforme sugerem Mendonça (1997), Mendonça e Danni - Oliveira (2002), Baldo (2006), Reboita *et al.* (2010) e Zandonadi *et al.* (2015), a região em estudo apresenta maior concentração de chuvas nos meses de primavera e verão, entre setembro e março, principalmente pela atuação conjugada dos sistemas atmosféricos extratropicais, dentre os quais estão a massa de ar Equatorial continental (mEc), a massa Tropical atlântica (mTa) e continental, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), com os sistemas atmosféricos extratropicais (frente polar atlântica), mecanismos que respondem pela ocorrência de maiores totais de chuva na região de estudo. Entretanto, durante o período de outono e inverno, entre abril e agosto, os totais de chuva se reduzem devido à atuação restrita da frente polar atlântica, o principal mecanismo atmosférico que responde pela ocorrência de chuvas na região (SILVEIRA, 2006), e a menor atuação dos demais sistemas atmosféricos citados anteriormente na geração das chuvas.

Observa-se a maior susceptibilidade de ocorrência de períodos secos que vai de abril a agosto, devido aos menores valores dos percentis dos quantis de 25%, inferiores a 70 mm, para os dados de todas as EMC, com um mínimo de 10,5 mm no mês de agosto. Inversamente, entre setembro a março a mediana obtida é superior a 120 mm, com destaque a maior concentração das chuvas em tal período, no mês de janeiro, com 202,1 mm (**Figura 4**).

Os maiores valores absolutos de pluviosidade ocorreram nos meses de janeiro, fevereiro, maio, junho, novembro e dezembro, com registros superiores a 400 mm, enquanto que o mês de agosto apresenta o menor máximo total (253,8 mm). A ocorrência de maiores totais pluviométricos em janeiro, fevereiro, novembro e dezembro são características próprias ao domínio climático regional, dado que as maiores médias de chuva ocorrem nestes meses. No entanto, os *outliers* de totais mensais de chuva para maio e junho mostram que os maiores totais ocorrem nestes meses de forma isolada, principalmente pela significativa diferença entre os resultados dos quantis de 75% e 95% (**Figura 4**).

Concordantes com os resultados dos totais de chuva (mm) observa-se uma concentração de aproximadamente 70% do NDC anual na RNP entre setembro a março. Com maiores totais de chuva, os meses de janeiro, fevereiro, março, novembro e dezembro mostraram uma média e uma mediana superior a 10 dias de chuva, ao passo que os meses de julho e agosto obtiveram valores inferiores a sete dias para os dois parâmetros estatísticos supracitados (**Figura 5**).

Os meses de janeiro, fevereiro, março, junho, novembro e dezembro mostraram os maiores valores do NDC para os quantis de 99% e 100% dos percentis, superiores a 20 dias, coincidente com o período de maior frequência de ocorrência da chuva, exceto junho. O meses de julho e agosto mostraram os menores valores de NDC para todas as classes dos percentis e, destacadamente, o valor equivalente a 3 dias para os percentis de 25% para o NDC para o mês de agosto, o período de maior frequência de dias sem chuva (**Figura 5**).

Embora se observe a concentração dos totais mensais de chuva e do NDC no período de setembro a março, ressalta-se que a RNP apresenta menores concentrações em relação às regiões de clima tropical propriamente dito, conforme observado por Nimer (1989), Keller Filho *et al.* (2005) e Zandonadi (2013), posto que a redução das médias mensais de chuva e NDC para o período menos chuvoso é inferior aos obtidos para as demais regiões de clima Tropical do Brasil Central, que apresentam uma estação seca bem definida (REBOITA *et al.*, 2010; TEODORO *et al.*, 2015).

A aplicação da técnica dos quantis permitiu identificar que as EMC selecionadas para o presente estudo apresentam similaridade nas classes de chuvas diárias. De modo geral, as localidades selecionadas apresentaram valores aproximados para os percentis dos quantis, com destaque para os maiores valores obtido para Maringá, principalmente para os registros diários de chuva superior a 95% e 99% dos quantis, com os valores de 49,8 mm e 78,2 mm, eventos consideradas fortes e intensas, segundo os critérios adotados por Frich *et al.* (2012). Em conformidade com os resultados obtidos por Leite *et al.* (2001) para Ponta Grossa (PR), a maior frequência de chuva diária nas menores classes foram verificadas em quase todos os meses.

Embora apresente uma das maiores médias de chuva anual (1.639,2 mm) para RNP, Apucarana apresentou predominantemente os menores valores de chuva diária mensal, com os valores de 46 e 73 mm para os quantis de 95% e 99% (**Figura 6**). Esta condição corrobora os resultados obtidos por Terassi *et al.* (2016), que indicou que Arapongas (PR), localidade próxima a Apucarana, obteve o maior número de registros de chuvas superiores a 10,1 mm e a menor frequência de chuvas superiores a 60,1 mm. Segundo estes autores, atribui-se a proximidade com o clima subtropical, de chuvas mais frequentes, mas não necessariamente intensas, enquanto que o postos pluviométrico de Santo Inácio (PR), que se situa mais próximo ao clima tropical, obteve os maiores registros de chuvas superiores a 60,1 mm.

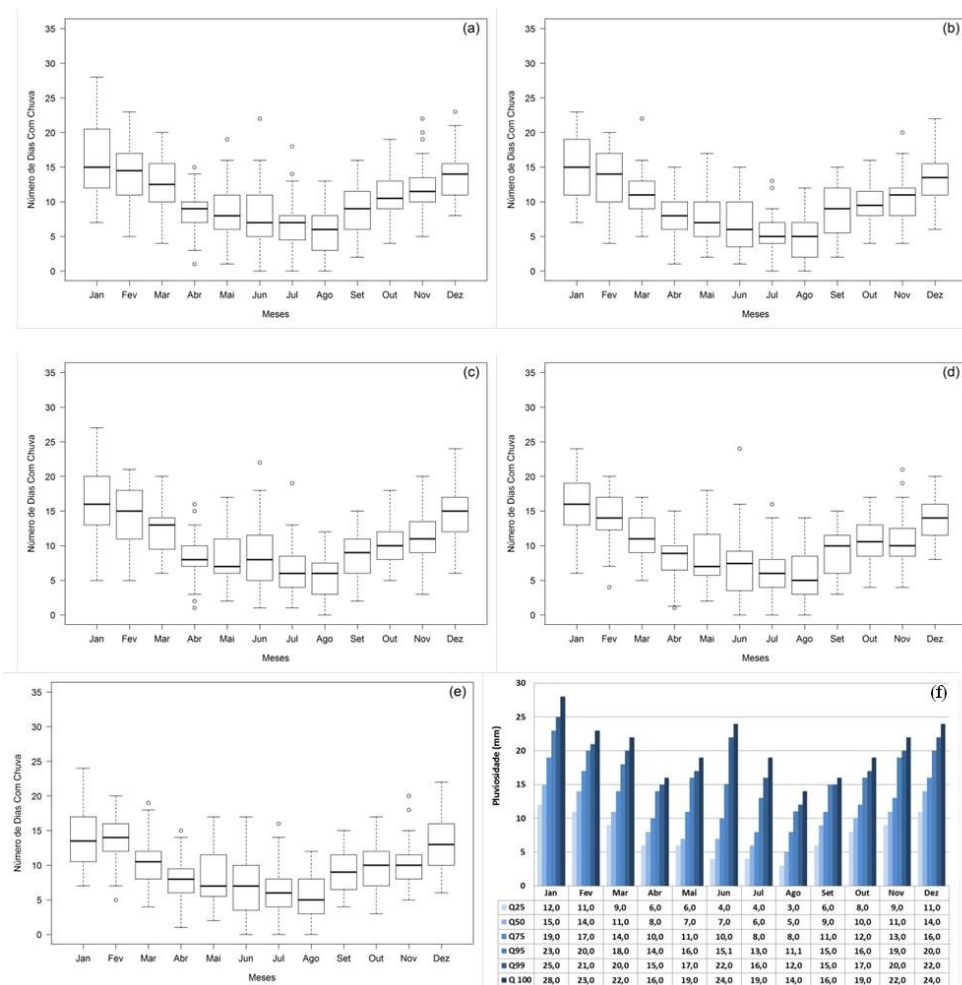


Figura 5: Box plot do número mensal de dias de chuva (Box - mediana, primeiro e terceiro quartil; barras verticais - extremo superior e inferior e circunferências - outliers) das estações: Apucarana (a), Bela Vista do Paraíso (b), Londrina (c), Maringá (d) e Paranaíba (e), no período de 1976 a 2015, e os quantis dos totais mensais para as cinco estações meteorológicas (f).

Comparativamente, Souza *et al.* (2012) observaram que a técnica dos quantis mostraram que os valores superiores a 55,3 mm para 95% dos percentis dos quantis para Recife (PE), correspondem aos valores superiores aos obtidos para a RNP, uma vez que se tratam de domínios climáticos diferentes, sendo que Recife (PE) apresenta um tipo climático “Am”, tropical chuvoso, com chuva média superior a 350 mm nos meses de junho e julho e inferior a 60 mm nos meses de novembro e dezembro. Por sua vez, Zandonadi *et al.* (2015) obtiveram 60 mm para os valores de 99% dos percentis dos quantis para Curitiba (PR), valores abaixo dos verificados para a área em estudo, posto que Curitiba (PR) localiza-se em uma região de clima “Cfb”, subtropical mesotérmico úmido, caracterizado pela homogeneidade da distribuição mensal das chuvas.

A RNP caracteriza-se pelos registros frequentes de chuva diária entre outubro e março, período que concentra em média cerca de 70% do total da chuva anual. Sobretudo, o período destacado acima se destaca principalmente pelos maiores registros de chuva entre os intervalos dos quantis de 75%, 95%, 99% e superiores a 99%, o que indica a maior frequência das chuvas de maior intensidade para este período (Figura 6), próximo aos resultados sugeridos por Oliveira e Galvani (2017) para o perfil longitudinal entre Paraty (RJ) e Campos do Jordão (SP). A justificativa, segundo Tucci (2004), é a de que as chuvas extremas ocorrem na região Centro - Sul do Brasil com maior frequência, principalmente no verão é atribuído ao aquecimento do ar úmido próximo ao solo, que por sua vez sofre rápida ascensão e geram chuvas convectivas intensas, caracterizada pelos elevados totais pluviométrica em um curto período de tempo.

Inversamente, os meses de julho e agosto obtiveram os menores registros de pluviosidade diária e, principalmente, a concentração dos registros de chuvas dos quantis inferiores a 75%, 50% e 25% em todas as EMC em estudo (Figura 6). Normalmente, estes meses caracterizam-se pela maior redução da ocorrência de chuvas, tendo predominantemente o menor registro das chuvas dentro as classes estabelecidas, justamente pela restrição e dependência dos sistemas atmosféricos, por exemplo, os sistemas frontais (SF) para a geração de chuvas (BALDO, 2006; SILVA *et al.*, 2006; REBOITA *et al.*, 2010). Estes menores valores dos registros diários de pluviosidade nos meses de julho e agosto são concordantes com os resultados obtidos por Terassi *et al.* (2016), que obtiveram para esta mesma região menores frequências absolutas dos registros de pluviosidade superior a 10,1 mm e 60,1 mm para estes meses, principalmente para a EMC de Bela Vista do Paraíso.

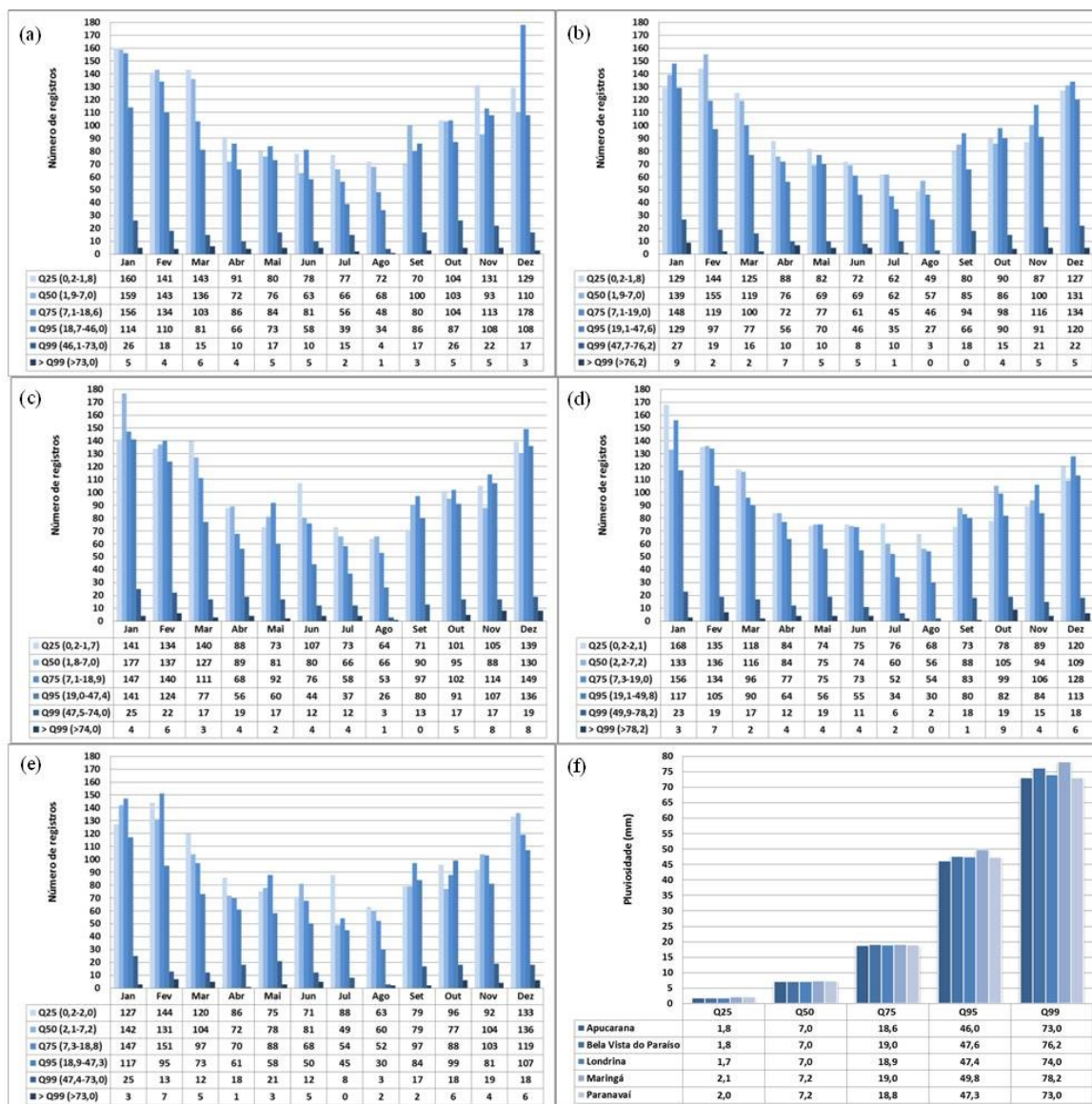


Figura 6: Distribuição e frequência absoluta mensal dos registros diários de chuva das estações meteorológicas (a) Apucarana, (b) Bela Vista do Paraíso, (c) Londrina, (d) Maringá e (e) Paranaíba, no período de 1976-2015, a partir dos limites estabelecidos pela técnica dos quantis (f).

5. Considerações Finais

Para a escala anual, destaca-se para a região Norte do estado do Paraná a similaridade de anos de pluviosidade e NDC inferior a 25% dos quantis com a ocorrência dos eventos de La Niña. Situação contrária, para os anos de pluviosidade e NDC com total superior a 95% dos quantis são majoritariamente relacionados à ocorrência do El Niño, principalmente em eventos intensos. Para a escala mensal, a ocorrência da pluviosidade e o NDC concentram-se no período entre setembro a março, dado as similaridades com o clima tropical do Brasil Central. Entretanto, a concentração de chuvas neste período é inferior às averiguadas para as demais regiões de clima tropical propriamente dito.

A partir da aplicação da técnica de quantis é possível delimitar a distribuição estatística dos valores dos percentis, com isso possibilita avaliar os valores pertencentes às classes estipuladas na região de estudo. Com destaque os valores obtidos para os quantis de 95% e 99% para a estação meteorológica de Maringá, na qual se verificou os maiores valores deste parâmetro, com isso o indicativo da intensidade da chuva diária. A concentração dos maiores registros de chuva diária nos intervalos dos quantis de 75%, 95%, 99% e superior a 99% dos quantis no período de estudo ocorre de outubro a março para todas as estações meteorológicas convencionais na região Norte do estado do Paraná.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de estudos de Doutorado e Pós-Doutorado do primeiro e do quarto autor e à Bolsa de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) - Nível 2 (306410/2015-0) para o segundo autor e nível 1D (303676/2013-2) para o terceiro autor. Agradecemos ao Instituto Agrônomo (IAPAR), ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e ao Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) por concederem os dados meteorológicos.

REFERÊNCIAS

- ÁLVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J.L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Berlin, v.22, n.6, p.711-728, 2013.
- ANANIAS, D.S.; SOUZA, E.B.; SOUZA, P.F.S.; SOUZA, A.M.L.; VITORINO, M.I.; TEIXEIRA, G.M.; FERREIRA, D.B. Climatologia da estrutura vertical da atmosfera em novembro para Belém - PA. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.25, n.2, p.218-226, 2010.
- APARECIDO, L.E.O.; ROLIM, G.S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P.S.; JOHANN, J.A. Köppen, Thornthwaite and Camargo climate classifications for climatic zoning in the State of Paraná, Brazil. **Ciência e Agrotecnologia (Online)**, Lavras, v.40, n.4, p.405-417, 2016.
- ARAÚJO, L.E.; SOUSA, F.A.S.; RIBEIRO, M.A.F.M.; SANTOS, A.S.; MEDEIROS, P.C. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.23, n.2, p. 162-169, 2008.
- ARMOND, N.B.; SANT'ANNA 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**, Curitiba, v.20, n.13, p.5-28, 2017.
- BALDO, M.C.; NERY, J.T.; MARTINS, M.O.F. Análise da estrutura da precipitação pluviométrica na região Sul do Brasil. **Boletim de Geografia (UEM)**, Maringá, v.19, n.1, p.115-128, 2001.
- BALDO, M.C. **Variabilidade Pluviométrica e a Dinâmica Atmosférica da Bacia do Rio Ivaí**. 2006. 153 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2006.
- BEREZUK, A. G.; SANT'ANNA NETO, J. L. Eventos climáticos extremos no oeste paulista e no norte do Paraná nos anos de 1997, 1998 e 2001. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 2, n.1, p. 9-22, 2006.
- CARMELLO, V.; SANT'ANNA NETO, J. L. Rainfall Variability and Soybean Yield in Paraná State, Southern Brazil. **International Journal of Environmental & Agriculture Research**, Mandsaur, v.2, n.1, p.86-97, 2016.
- CAVAGLIONE, J. H.; KIIHL, L. R. B.; CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000. CD ROM.
- DUBREUIL, V.; FANTE, K.P.; PLACHON, O.; SANT'ANNA NETO, J.L. Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015. **EchoGéo**, Paris, v.3, n.41, p.1-27, 2017.
- FRICH, P.; ALEXANDER, L. V.; DELLA-MARTA, P.; GLEASON, B.; HAYLOCK, M.; KLEIN TANK, A. M. G.; PETERSON, T. Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. **Climate Research**, Oldendorff, v.19, n.3, p.193-212, 2002
- FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L. E.; WREGGE, M. S.; CHAVES NETO, A. Análise da pluviometria para definição de zonas homogêneas no estado do Paraná. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.23, n.1, p.555-572, 2011.

- GRIMM, A. M. Clima na Região Sul. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA SILVA, M.G.A.; SILVA DIAS, M. A. F. **Tempo e Clima no Brasil**. 1ª Edição. São Paulo, Oficina de Textos, p.259-275, 2009.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default_uf.shtm>>. Acesso em 28 de agosto de 2016.
- KELLER FILHO, T; ASSAD, E.D.; LIMA, P.R.S.R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.40, n.4, p.311-322, 2005.
- KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, Santa Maria, v.2, n. 1, p.171-182, 2001.
- LEITE, M.L.; ADACHESKI, P. A.; VIRGENS FILHO, J.S. Análise da frequência e da intensidade das chuvas em Ponta Grossa, estado do Paraná, no período entre 1954 e 2001. **Acta Scientiarum. Technology**, Maringá, v.33, n.1, p.57-64, 2001.
- LYRA, G.B.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; ZERI, M. Cluster analysis applied to the spatial and temporal variability of monthly rainfall in Alagoas state, Northeast of Brazil. **International Journal of Climatology**, Reading, v. 34, n.13, p. 3546-3558, 2014.
- MANOSSO, F. C. A produtividade de soja, trigo e milho e suas relações coma precipitação pluviométrica no município de Apucarana - PR no período de 1968 a 2002. **Geografia**, Londrina, v.14, n.1, p.87-98, 2006.
- MENDONÇA, F.A. Contribuição do zoneamento climático na elaboração do diagnóstico ambiental de bacias hidrográficas: o exemplo da bacia do rio Tibagi - PR. **Boletim Climatológico**, Presidente Prudente, v.2, n.3, p.118-121, 1997.
- MENDONCA, F. A.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Dinâmica atmosférica e tipos climáticos predominantes na bacia do rio Tibagi. In: MEDRI, M.; BIANCHINI, E.; SHIBATTA, O. A.; PIMENTA, J. O. (Org.). **A bacia do Rio Tibagi**. Londrina: Moacir E. Medri Editores, v. 1, p. 63-68. 2002.
- NERY, J. T.; STIVARI, S. M. S.; MARTINS, M. L. O. F.; SILVA, E. S.; SOUSA, P. Estudo da precipitação do estado do Paraná e sua associação à temperatura da superfície do Oceano Pacífico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.13, n.1, p.161-171, 2005.
- NERY, J. T. Dinâmica climática da região Sul do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v.1, n.1, p.61-75, 2006.
- NERY, J.T.; CARFAN, A.C. Re-analysis of pluvial precipitation in southern Brazil. **Atmosfera**, Cidade do México, v.27, n.2, p.103-114, 2014.
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.
- NÓBREGA, M. T.; SERRA, E. ; SILVEIRA, H.; TERASSI, P. M. B.; BONIFÁCIO, C. M. Landscape structure in the Pirapó, Paranapanema 3 and 4 Hydrographic Unit, in the state of Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology (Online)**, São Carlos, v. 27, n.4, s. 2, p. 1-13, 2015.
- NOAA/CPC - National Oceanic and Atmospheric Administration/Climate Prediction Center. 2016. Disponível em:<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml>. Acesso em 17/02/2016.
- OLIVEIRA, L.F.C.; FIOREZE, A.P.; MEDEIROS, A.M.M.; SILVA, M.A.S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas em séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.14, n.11, p.1186-1192, 2010.
- OLIVEIRA, M.R.P.; GALVANI, E. Eventos extremos de precipitação no perfil longitudinal Paraty (RJ) e Campos do Jordão (SP). **Revista do Departamento de Geografia (USP)**, São Paulo, Volume Especial - XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada/ I Congresso Nacional de Geografia Física, p.58-66, 2017.
- PELL, M.C.; FINLAYSON, B.L.; MCMAHON, T.A. Update world map of the Köppen - Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, Munich, v.11, n.1, p.1633-1644, 2007.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM (2016) **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL: <http://www.R-project.org>.
- REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P., AMBRIZZI, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São José dos Campos, v. 25, n.2, p.185-204, 2010.

SANTOS, A. P. P.; ARAGÃO, M.R.S.; SOUZA, J. R. S.; SANTOS, S. R. Q.; LINDEMANN, D.S. Aplicação da técnica dos quantis à precipitação no Leste da Amazônia e suas relações com o fenômeno ENOS no Período 1998 - 2008. In: **IV Simpósio Internacional de Climatologia**, João Pessoa, p.1-5, 2011.

SANTOS, A. P. P.; ARAGÃO, M. R. S.; CORREIA, M. F.; SANTOS, S. R. Q.; SILVA, F. D. S.; ARAÚJO, H. A. Precipitação na cidade de Salvador: variabilidade temporal e classificação em Quantis. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.31, n.4, p.1-14, 2016.

SILVA, D. D.; PEREIRA, S. B.; PRUSKI, F. F.; GOMES FILHO, R. R.; LANA, A. M. Q.; BAENA, L. G. N. Equações de intensidade-duração-frequência da precipitação pluvial para o Estado de Tocantins. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.11, n.1-4, 2003.

SILVA, C. B.; SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G.; PASSOS, M. M. Dinâmica atmosférica e análise geoestatística do clima na área de integração paisagística 'Raia Divisória' SP/PR/MS: uma proposta de tipologia climática. **Revista Brasileira de Climatologia**, Curitiba, v. 2, p.53-70, 2006.

SILVA, G. M. F.; CARAMORI, P. H.; FARIA, R. T. Precipitações pluviais extremas em Londrina - PR. **Revista Geografar**, Curitiba, v. 7, n.2, p. 153-172, 2012.

SILVA, W.L.; DEREZYNSKI, C.; CHANG, M.; FREITAS, M.; MACHADO, B.J.; TRISTÃO, L.; RUGGERI, J. Tendências observadas em indicadores de extremos climáticos de temperatura e precipitação no Estado do Paraná. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.30, n.2, p.181-194, 2015.

SILVEIRA, L. M. Os sistemas atmosféricos e a variação do tempo em Maringá, Estado do Paraná, Brasil. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v.28, n.1, p.79-84, 2006.

SOUSA, F.A.S.; VIEIRA, V.R.; SILVA, V.P.R.; MELO, V.S.; GUEDES, R.W.S. Estimativas dos riscos de chuvas extremas nas capitais do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.9, n.2, p.430-439, 2016.

SOUZA, W.M.; AZEVEDO, P.V.; ARAÚJO, L.E. Classificação da precipitação diária e impactos decorrentes dos desastres associados às chuvas na cidade do Recife - PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v.5, n.2, p.250-268, 2012.

TEODORO, P.E.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J.F.; CUNHA, E.R.; CORREA, C.C.G.; TORRES, F.E.; BACANI, V.M.; GOIS, G.; RIBEIRO, L.P. Cluster analysis applied to the spatial and temporal variability of monthly rainfall in Mato Grosso do Sul State, Brazil. **Meteorology and Atmospheric Physics**, Berlin, v.128, n.6, p.197-209, 2015.

TERASSI, P.M.B.; SILVEIRA, H.; GRAÇA, C.H. Intensidade pluviométrica diária e a erosividade na Unidade Hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV, estado do Paraná. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.17, n.59, p.84-102, 2016.

TERASSI, P. M. B.; OLIVEIRA JUNIOR, J. F.; SILVEIRA, H. Variabilidade pluviométrica e a erosividade das chuvas na Unidade Hidrográfica Pirapó, Paranapanema III e IV - Paraná. **RA'E GA: Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.39, n.1, p.76-91, 2017.

TUCCI, C.E.M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3ª Edição. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul/Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 2004.943p.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

WREGGE, M. S.; FRITZSONS, E.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W.S.; RADIN, B.; STEINMETZ, S.; REISSER JÚNIOR, C. Regiões com similaridade de comportamento hídrico no Sul do Brasil. **RA'E GA: o Espaço Geográfico em Análise**, Curitiba, v.38, p.363-382, 2016.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, A.F. S. Caracterização de períodos secos ou excessivamente chuvosos no estado do Ceará através da técnica dos Quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.14, n.2, p. 63-78, 1999.

ZANDONADI, L. **As chuvas da bacia do rio Paraná, Brasil: Um estudo do ritmo climático e algumas considerações sobre a vazão hídrica**. 2013. 206f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Rio Claro, 2013.

ZANDONADI, L.; ACQUAOTTA, F.; FRATIANNI, S.; ZAVATTINI, J. A. Changes in precipitation extremes in Brazil (Paraná River Basin). **Theoretical and Applied Climatology**, Berlin, v.119, n.1, p.741-756, 2015.