



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO
CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM GEOGRAFIA**

EVERTON DE ARAÚJO MEDEIROS

**VARIABILIDADE ESPÁCIO-TEMPORAL DA CHUVA NA CIDADE DE CAMPINA
GRANDE, PB.**

**CAMPINA GRANDE
2018**

EVERTON DE ARAÚJO MEDEIROS

**VARIABILIDADE ESPÁCIO-TEMPORAL DA CHUVA NA CIDADE DE CAMPINA
GRANDE, PB.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura Plena em Geografia da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito às exigências do título do Grau de licenciatura Plena em Geografia.

Área de concentração: Climatologia.

Orientador: Prof^º. Dr. Hermes Alves de Almeida

**CAMPINA GRANDE
2018**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M488v Medeiros, Everton de Araujo.
Variabilidade espaço-temporal da chuva na cidade de Campina Grande-PB [manuscrito] / Everton de Araujo Medeiros. - 2018.
47 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Educação, 2018.
"Orientação : Prof. Dr. Hermes Alves de Almeida, Departamento de Geografia - CEDUC."
1. Climatologia geográfica. 2. Precipitação pluvial. 3. Eventos extremos. I. Título
21. ed. CDD 551.577

EVERTON DE ARAÚJO MEDEIROS

VARIABILIDADE ESPÁCIO-TEMPORAL DA CHUVA NA CIDADE DE
CAMPINA GRANDE, PB.

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Programa de Graduação
licenciatura plena em Geografia da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito obrigatório para a obtenção do
título de licenciatura Plena em
Geografia.

Área de concentração: Climatologia.

Aprovada em: 16/11/2018.

BANCA EXAMINADORA

Hermes Alves de Almeida
Prof.^o Dr. Hermes Alves de Almeida (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Jólio Bezerra Cabral Júnior
Prof.^o Dr. Jólio Bezerra Cabral Júnior
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

Maysa Porto Farias Marques
Prof.^o Msc Maysa Porto Farias Marques
Prefeitura Municipal de Pocinhos (Seduc/PB)

*Ao meu DEUS por ter me concedido chegar até aqui,
a toda minha família e aos meus pais Edvaldo
Medeiros e Maria Geilza por todo apoio que me
deram durante esta caminhada.*

AGRADECIMENTOS

Durante estes quatro anos muitos desafios apareceram, mas agradeço a Deus por ter me concedido a graça de chegar à conclusão de mais uma etapa da minha vida, foram novas descobertas, novas amizades e novos conhecimentos.

Primeiramente agradeço a Deus pelo dom da vida e por me proporcionar realização de sonhos, aos meus pais Maria Geilza de Araújo Medeiros e Edvaldo Medeiros por terem me apoiado e orientado em tudo.

A todos os meus familiares que acreditaram em meus projetos desde os meus pais, avós, tios, tias e primos, especialmente a Maria Joelza e Maria de Fatima.

A todos os meus amigos, especialmente Adriano Martins, Mércia Pereira e Diego Rhamon por toda força, apoio e estímulo dados durante estes 4 anos de estudos, aos colegas da turma 2014.2 por serem uma turma unida que também proporcionou bons momentos juntos nesta caminhada.

Aos colegas da AESA (Agencia Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba) Carmem Becker, Marle Bandeira e Alexandre Magno por todo apoio que me foi dado durante todo ano de 2018 para a realização desta pesquisa.

Aos amigos do grupo Extreme Borborema.

A universidade Estadual da Paraíba por ter me aberto às portas através de seus programas de incentivo a docência, por permitir a articulação teoria e pratica com a realização de aulas em campo, estágios supervisionados e monitoria.

A todos os professores por ter me proporcionado uma boa formação e especialmente ao professor Doutor e orientador Hermes Alves de Almeida pela sua paciência, dedicação, compreensão, pelos seus ensinamentos durante a vida acadêmica e por ter me proporcionado a participação em projetos de iniciação científica, grupos de estudos e monitoria em Climatologia aplicada a Geografia, a ele meu muito obrigado.

RESUMO

Os eventos extremos de chuva, em um curto período de tempo, associadas às variabilidades espaciais, têm ocasionados catástrofes e desencadeando processos de alagamentos, inundações e movimentos de massa, nas cidades de médio e grande porte. Diante disto, procurou-se analisar a variabilidade espaço-temporal da chuva, em diferentes bairros da cidade de Campina Grande, PB, sendo essas determinações os objetivos principais. Para isto, utilizaram-se dados de chuvas de sete pluviômetros automáticos, cedidos pelo Centro de Monitoramento de Desastres Naturais (CEMADEN), instalados nos bairros, Alto Branco, Sandra Cavalcante, Jardim Paulistano, Cruzeiro, Bodocongó, Bairro das Cidades e Serrotão, do período: 01 janeiro de 2015 a 30 de maio de 2018, e os referentes à série climatológica pluvial, cedidos pela Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESPA), de 01.01.1911 a 31.12.2017. Os dados das duas séries (Cemaden e Aesa) foram analisados mediante procedimentos estatísticos de medidas de tendência central e de dispersão, sendo estabelecido o regime pluvial, as intensidades e as variabilidades da chuva intra e interbairro campinense. Os principais resultados mostram que, a climatologia pluvial da cidade de Campina Grande é irregular, assimétrica e a estação chuvosa concentra-se nos meses de março a julho. Os eventos extremos de chuvas diários ocorrem no final da tarde/início da noite e tendem a serem maiores que à mediana mensal esperada. A variabilidade temporal na quantidade, intensidades e durações da chuva, no bairro e interbairro campinenses, é influenciada pela ZCIT, VCAN e ondas de leste. Dos eventos de máxima intensidade diária de chuva, a máxima amplitude interbairro foi de 60,0 mm com gradiente de dispersão espaço temporal de 6,1 mm por km.

Palavras-Chave: climatologia geográfica; precipitação pluvial; eventos extremos.

ABSTRACT

Extreme rainfall events in a short period of time associated with spatial variability have caused catastrophes and triggered flooding, flooding and mass movements in medium and large cities. In view of this, we sought to analyze the spatial and temporal variability of rainfall in different neighborhoods of the city of Campina Grande, PB, these determinations being the main objectives. For this, rainfall data of seven automatic rain gauges, provided by the Natural Disaster Monitoring Center (CEMADEN), were installed in the neighborhood of Alto Branco, Sandra Cavalcante, Jardim Paulistano, Cruzeiro, Bodocongó, neighborhood of cities and Serrotão, to period: January 1, 2015 to May 30, 2018, and those referring to the rainy season series, provided by the Executive Agency for the Management of Waters of Paraíba (AESA), from 01.01.1911 to 12.31.2017. The data of the two series (Cemaden and Aesa) were analyzed through statistical procedures of central tendency and dispersion measures, establishing the rainfall regime, rain intensities and variability's for the different neighborhood of Campina Grande. The main results show that the pluvial climatology of the city of Campina Grande is irregular, asymmetric and the rainy season is concentrated in the months of March to July. The extreme events of daily rains occur in the late afternoon /early evening and tend to be higher than the expected monthly median. The temporal variability in the quantity, intensities and durations of rainfall, in the neighborhood and inter-campinense neighborhood, is influenced by the ZCIT, VCAN and waves of the east. Of the events of maximum daily intensity of rainfall, the maximum inter-neighborhood amplitude was 60.0 mm with dispersion gradient temporal space of 6.1 mm per km.

Keywords: geographic climatology; rainfall; extreme events.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Mapa geográfico do município e da de Campina Grande, PB.....	21
Figura 2 –	Mapa geográfico do Estado da Paraíba, com ênfase para a cidade de Campina Grande.	22
Figura 3 –	Croqui com a distribuição dos bairros de Campina Grande por zona geográfica.....	22
Figura 4 –	Localização dos Bairros com pluviômetros automáticos.....	24
Figura 5 –	Croqui com destaque para o riacho das piabas, Campina Grande-PB.....	26
Figura 6 –	Médias mensais das médias, medianas e dos desvios padrão da precipitação pluvial em Campina Grande no período: janeiro de 1911 a dezembro de 2017.....	27
Figura 7 –	Mediana mensais das medianas e dos desvios padrão da chuva, na estação chuvosa, de Campina Grande, PB.....	28
Figura 8 –	Numero de eventos de intensidade de chuva, em mm;h-1, de janeiro de 2015 a maio de 2018 nos diferentes bairros de Campina Grande, PB.....	30
Figura 9 –	Intensidades máximas absolutas, em 10 minutos, registradas nos pluviômetros automáticos, nos diferentes bairros de Campina Grande, PB, no período compreendido entre janeiro de 2015 e maio de 2018.....	31
Figura 10 -	Precipitações máximas absolutas registradas em um mês, nos diferentes bairros de Campina Grande entre janeiro de 2015 e maio de 2018.....	31
Figura 11 -	Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de abril, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.....	32
Figura 12 -	Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de maio, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.....	33
Figura 13 -	Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de junho, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.....	33
Figura 14 -	Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de julho, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015	

	a 2018.....	34
Figura 15 -	Vista da imagem do topo das nuvens, do satélite GOES 13 Nordeste, para o dia 20/07/2017.....	36
Figura 16 -	Imagem de satélite GOES 16, com destaque para zona de convergência intertropical, para o dia 09/02/2018.....	36
Figura 17 -	Imagem da satélite meteorológico, mostrando condições de tempo chuvoso na zona sudoeste de Campina Grande, no dia 07/04/2015.....	39
Figura 18 -	Figura 18. Imagem da satélite meteorológico, mostrando condições de tempo chuvoso na zona Oeste de Campina Grande, no dia 22/03/2017.....	39
Figura 19 -	Imagem da satélite meteorológico, mostrando condições de tempo chuvoso avançando sobre a zona norte de Campina Grande, no dia 19/01/2018.....	40
Figura 20 -	Comparações entre a chuva observada, em 2015, 2016 e 2017, nos diferentes bairros de Campina Grande, e a média desse período.....	41
Figura 21 -	Comparações entre a chuva observada, de janeiro a junho de 2018, nos diferentes bairros de Campina Grande, e a respectiva média do período (2015/17).....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Pontos cardeais e de altitude máxima dos bairros de Campina Grande, PB.....	25
Tabela 2 - Distâncias aproximadas entre os pluviômetros automáticos em relação a cada bairro da cidade de Campina Grande-PB.....	25
Tabela 3 - Histórico de ocorrência de eventos extremos de chuva, nos últimos 24 anos, na cidade de Campina Grande, PB.....	29
Tabela 4 - Acumulado total da precipitação nos eventos analisados.....	37
Tabela 5 - Duração da chuva intensa ocorrida nos diferentes bairros de Campina Grande, PB, no dia 09/02/2018.....	37
Tabela 6 - Variabilidade espacial de picos de intensidades de chuva diários, ocorridos nos diferentes bairros de Campina Grande, PB.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AESA	Agencia Executiva de Gestão das Aguas do Estado da Paraíba
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
EMA	Estação Meteorológica Automática
ENOS	El Niño Oscilação Sul
EMC	Estação Meteorológica Convencional
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
NEB	Nordeste Brasileiro
SUDENE	Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
VCAN	Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1	PRECIPITAÇÃO PLUVIAL.....	16
2.2	EVENTOS EXTREMOS.....	17
2.3	MECANISMOS INDUTORES DE CHUVAS NO NORDESTE DO BRASIL	18
2.4	PRINCIPAIS FENÔMENOS ATUANTES NA VARIABILIDADE INTRASAZONAL.....	19
2.5	ALGUMAS CARACTERÍSTICAS DO RECORTE GEOGRÁFICO DE CAMPINA GRANDE.....	20
3.0	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	22
3.2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA COLERA E ANÁLISE DE DADOS.....	23
4.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1	LOCALIZAÇÕES GEOGRÁFICAS DOS BAIROS CAMPINENSES.....	25
4.2	PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DA CLIMATOLOGIA DA CHUVA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE.....	27
4.2.1	<i>Eventos extremos da climatologia da chuva, em Campina Grande.....</i>	28
4.3	INTENSIDADE DE CHUVA NOS BAIROS DE CAMPINA GRANDE, PB.....	29
4.4	ANÁLISES DA PRECIPITAÇÃO OCORRIDA EM DOIS EVENTOS	35
5.0	CONCLUSÕES.....	43
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

Deste os tempos mais antigos o homem teve a preocupação de entender os efeitos do tempo, haja vista que no passado eram atribuídos a figuras da divindade. Com o avanço científico a compreensão dos fenômenos atmosféricos vem contribuindo para entender melhor as oscilações nas condições do Tempo e, conseqüentemente, do Clima.

Os conceitos de Tempo e Clima são confundidos e até tratados como sinônimos, para uma grande maioria das pessoas, embora exista diferença entre si, porque se trata de um mesmo fenômeno, que ocorre numa escala temporal diferente. Assim sendo, a condição meteorológica difere da climatológica.

O Tempo e Clima são constituídos por variáveis, denominadas de elementos, sendo os elementos os mais importantes na caracterização do Tempo e do Clima de uma região, haja vista a interferência direta que eles exercem nas atividades humanas, sejam elas no campo ou na cidade.

O clima do tipo semiárido, predominante no semiárido nordestino, demonstra que às condições meteorológicas prevalecem muito mais pelo regime de chuvas do que o térmico, razão pela qual o estudo da precipitação passa ser mais importante que os demais (ALMEIDA, 2016).

Na maioria das microrregiões do estado da Paraíba, constata-se que o modelo mensal e intra-anual de distribuição de chuvas é extremamente irregular; há uma predominância do período chuvoso se concentrar durante dois ou quatro meses em alguns locais, podendo chover torrencialmente num local e quase nada nos seus arredores ou se distribuir irregularmente em quantidade e em distribuição, quando se compara um local com outro (ALMEIDA, FREITAS e SILVA, 2013).

Um dos problemas urbanos mais observados na vida dos que residem nas cidades são as ocorrências de enchente e/ou de inundação, por que envolvem perdas materiais e, em alguns casos, até vidas. Com o aumento da concentração populacional nas áreas urbanas brasileiras, ocorrido, principalmente, a partir da segunda metade do século XX, tem como um de seus reflexos os graves problemas socioambientais (MENDONÇA, 2004).

Elevadas intensidades de chuvas, geram grandes transtornos nas cidades de médio e grande porte que, geralmente, não estão preparados estruturalmente para receber volumes d'água, em curto espaço de tempo.

Neste contexto, procurou-se estudar o regime pluvial e estabelecer as principais características da variabilidade espaço-temporal da chuva nos diferentes bairros da cidade de

Campina Grande, PB, sendo essas determinações os objetivos principais. Tendo ainda, os seguintes objetivos específicos:

- a) Estabelecer as principais características da climatologia da chuva na cidade de Campina Grande;
- b) Georreferenciar e localizar geograficamente os pluviômetros automáticos nos diferentes bairros de Campina Grande;
- c) Estudar o regime dispersivo de eventos extremos da chuva no bairro e entre bairros da cidade de Campina Grande.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O estudo dos fenômenos atmosféricos compreende a Meteorologia e a Climatologia, caracterizando-se, assim, por uma interface que poderá ser aplicado em várias outras ciências e áreas de conhecimento, embora na Geografia encontre-se, sem dúvida, o campo de maior aplicação e desenvolvimento.

A Climatologia no Brasil surgiu a partir de conhecimento empírico dos índios que aqui habitavam antes da chegada dos colonizadores europeus, somado àqueles trazidos pelos religiosos e cronistas dos séculos XVI e XVII. No entanto, os primeiros relatos e/ou informações sobre o clima foram feitos tanto pelos esses primeiros visitantes quanto por Pero Vaz de Caminha, na sua prima carta aos reis de Portugal (SANT'ANNA NETO, 2002).

Estudar o tempo e clima é de fundamental importância para a ciência geográfica, uma vez que os elementos meteorológicos interferem direta e indiretamente no comportamento do homem e na natureza.

A diferença entre tempo e clima pode ser entendida de uma forma bem simplificada; o tempo meteorológico é o que acontece na atmosfera de forma instantânea, ou seja, numa escala de tempo comum que pode ser: hora, dia, mês, ano, etc, enquanto que, clima é algo padronizado e refere-se a uma sequência cronológica do tempo, com duração igual ou superior a 30 anos (ALMEIDA, 2016; CALVACANTI, 2016).

A importância do estudo do tempo e/ou do clima, atualmente, na Geografia e em outras ciências afins tem sido bem reconhecida, por entender que seja necessário para construir novos conhecimentos e, conseqüentemente, o desenvolvimento da sociedade e do meio ambiente, em geral. Assim sendo, constata-se que a aplicação com dados de clima constitui, sem dúvida, a base fundamental para a pesquisa na Geografia, por oferecer informações primárias necessárias à caracterização do fenômeno, utilizando-se para isso métodos e critérios científicos distintos (ALMEIDA, 2016).

Para Givoni (1969), o clima de uma região é determinado pelo padrão das variações dos vários elementos e suas combinações, cujos atributos físicos representam as propriedades da atmosfera geográfica. Na visão de Mendonça e Danni-Oliveira (2004), o clima é composto por elementos que caracterizam o estado médio da atmosfera de um dado local, tais como: temperatura, pressão, chuva entre outros, já os fatores geográficos são agentes causais, tais como: latitude, continentalidade e/ou oceanalidade e altitude, condicionam os próprios elementos (MOLION e BERNARDO, 2002).

Marengo (2011) relata que os principais fatores que determinam a variabilidade do clima numa região, estão relacionados com as coordenadas geográficas, o relevo, as características da superfície e os sistemas de tempo atuantes. Embora, o clima apresenta, também, uma variação natural interna, não periódica, muito complexa, que faz com que as variáveis, num dado ano, por exemplo, seja diferente do ano anterior e dos anos seguintes (ALMEIDA, 2016).

As variações temporais e espaciais da precipitação pluvial, na região tropical, estão associadas às variações de padrões de Temperatura da Superfície dos oceanos tropicais (NOBRE e MELO 2001), que podem ocorrer em diferentes escalas: interanual, sazonal e intrasazonal e moduladas por mecanismos oceano-atmosfera, dos fenômenos El Niño Oscilação Sul, Dipolo do Atlântico e a Oscilação de Madden-Julian, que influenciam o modelo de distribuição de chuvas. Embora, a depender da magnitude das suas fases pode favorecer ou não a atividade convectiva (MOURA e VITORINO, 2012; VITORINO, SILVA DIAS e FERREIRA 2006; MADDEN e JULIAN, 1994) e, conseqüentemente, o regime pluvial local e regional.

2.1 Precipitação Pluvial

A precipitação pluvial é o principal componente do ciclo hidrológico e um dos elementos do clima que exerce maior influência na qualidade ambiental. As quantidades da chuva (altura), o regime sazonal e as intensidades são algumas das características que afetam direta ou indiretamente a população, a economia e o meio ambiente, uma vez que a água encontra-se em todos os estágios e fases do sistema superfície-atmosfera.

A precipitação é entendida como toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações (PINTO, HOLTZ e MARTINS 1976), cuja unidade de medida é altura (mm).

A relação existente entre altura da chuva, em mm, que cai em uma área unitária de 1 m² equivale a um volume de um litro. A chuva (precipitação), ainda pode ser caracterizada pela duração (diferença de tempo entre o início e término) e pela intensidade, definida como sendo a quantidade de água caída por unidade de tempo e usualmente expressa em mm por hora, mm/min, etc (ALMEIDA e FARIAS, 2015).

O pluviômetro é um instrumento utilizado para medir o acumulado da chuva observado para um período de tempo, geralmente, um dia ou nas estações meteorológicas convencionais a cada 6 horas. O pluviógrafo é um registrador instantâneo e, portanto, registra

a altura da chuva por unidade de tempo (VICTORINO, SESTREM, KORNMANN, e BENETTI 2015).

Com o avanço técnico científico surgiram os pluviômetros automáticos, do tipo balsa, que operam baseados na altura da chuva convertido em pulsos elétricos. Toda vez que certo volume de água é coletado por uma das duas básculas esta cede para um lado devido ao peso da água, vertendo-a e dando espaço para que a outra continue a coletar a água (BLAISKI, GARBOSSA e ANTUNES 2012).

No nordeste brasileiro, a depender da localização, há vários regimes de chuvas. Essa variabilidade interanual da distribuição da precipitação pluvial nas escalas espacial e temporal está intimamente relacionada com as mudanças nas configurações de circulação geral da atmosfera e/ou influenciada pela interação da atmosfera com as condições térmicas das águas superficiais dos oceanos Pacífico e Atlântico (MOLION e BERNARDO, 2002).

2.2 Eventos Extremos de precipitação pluvial

A atmosfera é dinâmica por sua própria natureza, seguindo um ritmo composto por eventos usuais e extremos. Os eventos extremos de chuvas têm sido uma das grandes preocupações dos cientistas, especialmente, nos cenários de mudanças climáticas.

De uma forma geral, o ciclo de chuva diário nos trópicos, ocorre, principalmente, de duas formas: o diário (24 horas) e o semidiário (12 horas). No entanto, a concentração de picos extremos se apresenta, com maior frequência, no final da tarde e início da noite (YANG e SMITH, 2006). Embora, as características regionais, como por exemplo, as de ventos periódicos (brisas marítima e terrestre) e outros fenômenos de escala sinótica, inclusive as chuvas nas diferentes estações do ano e horas de ocorrências podem modular a variabilidade diária.

Na região norte do Brasil, Kousky (1980) cita que ao longo da costa, o máximo da chuva ocorre durante a noite e no interior, no final da tarde, associado à convergência do vento.

Destaca-se, entretanto, que o principal modulador das condições de tempo durante o verão do Hemisfério Sul (HS) é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e, portanto, a principal responsável pela maior quantidade de precipitação durante o outono (março, abril e maio) (FRIERSON, HWANG, FUCKAR, SEAGE, KANG, DONOHOE, e BATTISTI, 2013). Na parte setentrional do nordeste brasileiro, incluindo o litoral há também, predominância, das Ondas de Leste o inverno (YAMAZAKI e RAO, 1977).

Santos e Brito (2007) mostraram que a precipitação no nordeste brasileiro é bastante sensível a extremos de TSM nos Oceanos Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical associados, respectivamente, aos eventos El Niño Oscilação Sul e ao Dipolo do Atlântico.

A variabilidade nos totais diários, mensais e anuais de precipitações tem grandes implicações para uma seleção representativa local (CABRAL JÚNIOR, 2012). Extremos climáticos associados à precipitação pluvial afetam diretamente os recursos hídricos, a agricultura e a população; em particular o aumento de perdas econômicas, materiais e até de vidas humanas (MARENGO, ALVES, BESERRA e LACERDA, 2011).

As precipitações extremas acabam provocando danos à população das zonas urbanas, embora muitas vezes o problema não seja a precipitação em si, mas a má forma de utilização dos espaços urbanos. Como enfatiza Nóbrega (2012), Campina Grande apresentou um acelerado processo de urbanização nos últimos anos, novas áreas foram ocupadas favorecendo o aumento do escoamento superficial, provocado por obras de pavimentação, juntamente com os diversos tipos de edificações que impermeabilizam o solo. Os problemas são maiores em casos de anomalia meteorológica que se refere a uma dispersão extrema de um elemento da série climatológica (ALMEIDA, 2016).

Os excessos de chuva e consequente de enchentes ocorrido em 2009 afetaram os estados do Nordeste, particularmente, entre os meses de abril e maio, quando o volume quantitativo de chuva se manteve de 200 a 300 % acima do normal na maior parte dos estados do Nordeste (MARENGO, ALVES, BESERRA e LACERDA, 2011).

Essas enchentes provocaram perdas de vidas, perdas na agricultura e atingiu até a economia.

2.3 Mecanismos indutores de chuvas no Nordeste do Brasil

Os mecanismos dinâmicos que produzem chuvas no Nordeste Brasileiro NEB podem ser classificados em mecanismos de grande escala, responsáveis por cerca de 30% a 80% da precipitação observada dependendo do local, e mecanismos de meso e micro escalas, que completam os totais observados (MOLION, 2000).

As causas da irregularidade na quantidade e distribuição das chuvas no semiárido nordestino são inúmeras e ainda não inteiramente conhecidas e/ou explicadas. Para Alves, Ferreira, Campos, Filho, Souza, Duran e Studart (2006), há pelo menos seis sistemas atmosféricos que interferem diretamente nas condições de tempo sobre o Nordeste, cuja ação conjunta ou não produz precipitação significativa na região: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT ou ITCZ), os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior ou de altos níveis

(VCAN), as bandas de nebulosidade associadas os sistemas frontais e os Distúrbios de Leste, as Brisas terrestre e marítima, dentre outros.

Dentre os fenômenos meteorológicos de grande escala, destaca-se a ZCIT, que é uma banda zonal associada à atividade convectiva que oscila entre aproximadamente 5°S e 10°N. Caracteriza-se por uma faixa de nebulosidade descontínua, a intensidade é variável tanto no tempo quanto no espaço, além da posição estar intimamente relacionadas às condições de superfície do oceano e da atmosfera (UVO, 1989).

Os VCANs influenciam todo o Nordeste, atuando no final da primavera, verão e início do outono, se originam sobre o Oceano Atlântico entre a faixa de 0° a 28° S e de 20° a 45° W, quando penetra na área continental ocasionam chuvas no setor norte do Nordeste (GAN & KOUSKY, 1986). A maioria deles está confinada nos altos níveis (acima de 5000 m de altura), uns duram apenas algumas horas, enquanto outros mais de duas semanas (CALBETE, GAN & SATYAMURTY, 1996).

Para Almeida e Medeiros (2017), há vários fatores que pode contribuir para aumentar, ainda mais, a variabilidade interanual da chuva no semiárido nordestino, dentre esses, cita-se o fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). A ocorrência desse fenômeno oceânico é registrada pela diferença entre a temperatura das águas superficiais do pacífico observada e a média da série. Quando essa desigualdade for maior que 0,5°C (EL Niño) e menor que -0,5°C, de La Niña (TRENBERTH, 1997). Molion e Bernardo (2002) citam que o impacto causado pelos ENOS pode ser sentido, principalmente, pela modificação no regime pluvial.

Para Souza, Alves e Nobre (1998), as condições do atlântico tropical também influenciam o regime pluvial, na região nordeste, tanto nos meses da pré-estação quanto nos da estação chuvosa. Portanto é compreensível a variabilidade que ocorre na precipitação em curto espaço e tempo. Além dos fatores de grande escala, ha fatores geográficos que interferem na precipitação local como o relevo e a altitude.

Normalmente, anomalias nas TSMs (Temperatura da Superfície do Mar) desses oceanos estão associadas a mudanças na circulação da atmosfera e, conseqüentemente, a flutuações interanuais na precipitação do Nordeste do Brasil (MARENGO, 2011), incluindo principalmente o Estado da Paraíba.

2.4 Principais fenômenos atuantes na variabilidade intrasazonal

O principal sistema meteorológico responsável pela qualidade do regime pluvial no nordeste e na Amazônia brasileira é a ZCIT. Trata-se de uma zona de encontro dos ventos alísios provenientes dos dois hemisférios e uma ascensão de ventos quentes e úmidos próximo da faixa latitudinal do equador geográfico, cuja oscilação média chega a $\pm 8^\circ$ de latitudes N ou S, principalmente entre os meses de fevereiro e abril (ALMEIDA, 2016).

Para Mendonça e Danmi-Oliveira (2007), o padrão de anomalias de TSM influencia a posição latitudinal da ZCIT e, conseqüentemente, a distribuição da chuva no referido setor nordestino até a parte central da Amazônia (NOBRE e SHUKLA, 1996).

O VCAN é outro mecanismo que influencia o regime de chuva no semiárido nordestino, especialmente, durante os meses da primavera- verão (ALVES, 2001). Origina-se sobre o Oceano Atlântico Tropical na faixa de $0^\circ -28^\circ$ S e $20^\circ -45^\circ$ W e quando penetra no Brasil coincide com tempo bom (condições de subsidência) na região Sul e na parte central do Nordeste e chuvas no setor setentrional do NE (ALMEIDA, 2016).

As ondas de leste se formam no campo de pressão atmosférica, na faixa tropical, na área de influência dos ventos alísios (REBOITA, GAN, ROCHA e AMBRIZZI 2010). A influência dessas ondas alcança desde o norte do Rio Grande do Norte até a Bahia (recôncavo baiano), especialmente, no período de maio a agosto. Embora, a sua intensidade depende da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), do cisalhamento do vento e dos efeitos da orografia e da circulação de brisa marítima e terrestre (ARAÚJO, 2006).

Em termos de recorte geográfico de atuação das ondas de leste, elas influenciam as chuvas, principalmente, na faixa litorânea do nordeste setentrional, além da Zona da Mata, agreste paraibano e o Recôncavo Baiano, nos meses de inverno (FERREIRA e SILVA 2005).

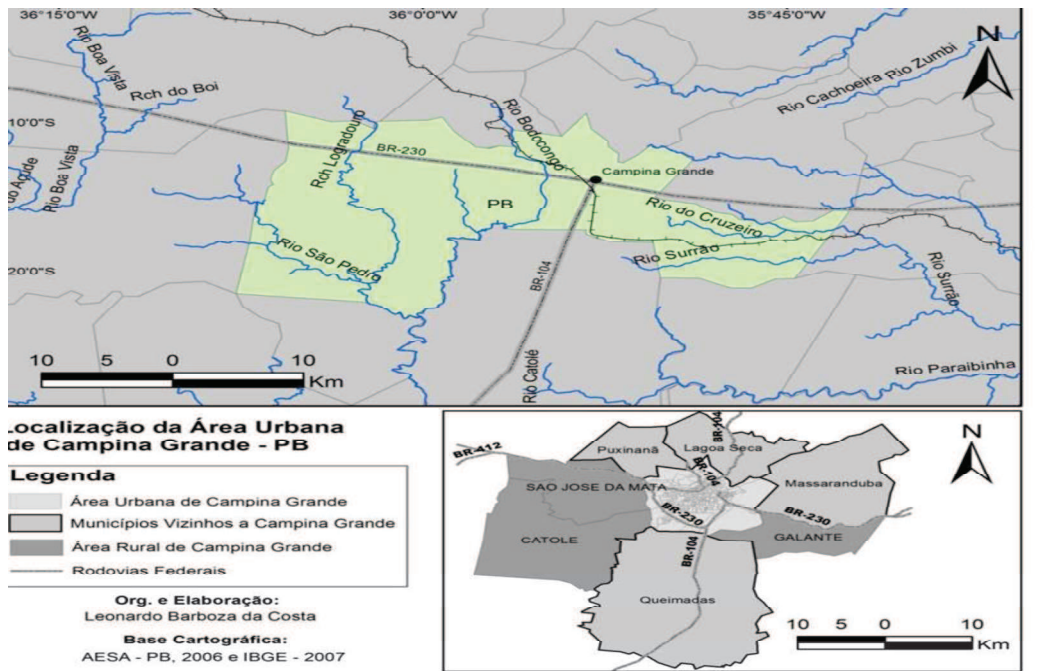
Como o trabalho abrange a cidade de Campina Grande, apresentar-se-á a seguir e de forma resumida, algumas características do seu recorte geográfico, especialmente, as de hidrografia e de relevo.

2.5 Algumas características do recorte geográfico de Campina Grande

A estrutura de uma cidade compreende diversos aspectos e temas, desde o centro, intraurbana, os espaços públicos para diversos fins, a localização das classes sociais e a dinâmica do mercado imobiliário. O mapa da Figura 1 apresenta a expansão da cidade de Campina Grande, em direção aos Distritos de Catolé e São José da Mata, principalmente no

entorno da alça sudoeste, que conecta a BR 230 às BR 104 e 412 conforme mapa de Costa (2013).

Figura 1. Mapa geográfico do município e da de Campina Grande, PB.



O município de Campina Grande é composto por riachos que cortam a cidade, dentre eles o das Piabas. O riacho das piabas nasce na divisa entre os municípios de Puxinanã e Lagoa Seca e deságua na cidade de Campina Grande, aonde cruzam parte das comunidades (bairros) Rosa Mística, Louzeiro, Jardim Menezes, Jardim Continental, Palmeira, Nações, Alto Branco e Conceição.

Na zona oeste nasce o riacho Bodocongó, que desemboca no açude de Bodocongó, em suas cheias as águas do açude correm para a zona sul-sudoeste da cidade através de uma estrutura canalizada que também é utilizada como rede de esgoto da cidade.

Suavemente ondulada, a topografia do município apresenta relevo com curvas de nível variando entre 500 m e 600 m acima do nível médio do mar. O relevo mais acidentado localiza-se a Nordeste, em direção ao município de Lagoa Seca. A Serra do Monte (alinhamento de Inselbergs), ao Sudoeste, separa o município de Campina Grande com o de Boqueirão. Ao sudeste, dois alinhamentos – as Serras de Catuama e de Bodopitá – o separam dos municípios de Fagundes e Queimadas (HENRIQUE, 2006).

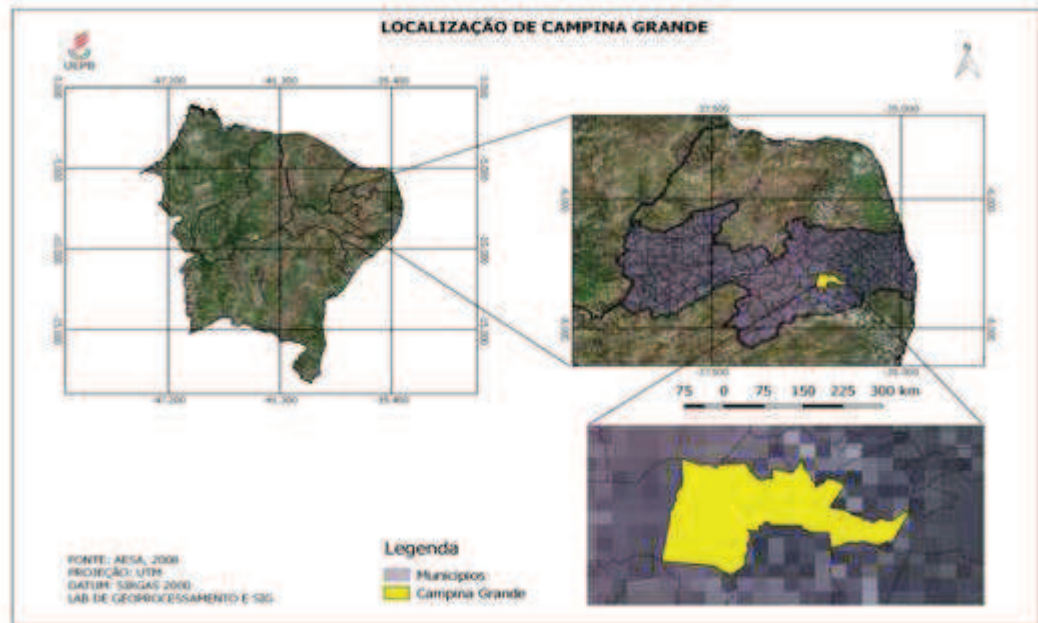
O município de Campina Grande está inserido na unidade geoambiental do planalto da Borborema (CABRAL JÚNIOR, 2012). O planalto da Borborema é derivado de rochas resistentes que compõe o solo cristalino da era pré Cambriana, devido a sua topografia a cidade também é conhecida como a Rainha da Borborema.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Localização da área de estudo

O trabalho foi realizado na cidade de Campina Grande (7°13'51" S; 35°52'54" W e 512 m), localizada na mesorregião do Agreste (Figura 2).

Figura 2. Mapa geográfico do Estado da Paraíba, com ênfase para a cidade de Campina Grande.



A população de Campina Grande é superior a 410 mil habitantes pelas estimativas do IBGE 2018 e oficialmente, possui 49 bairros (Figura 3).

Figura 3. Croqui com a distribuição dos bairros de Campina Grande por zona geográfica.



Fonte: http://www.wikiwand.com/pt/Lista_de_bairros_e_distritos_de_Campina_Grande

3.2 Procedimentos metodológicos de coleta e análises de dados

Os dados meteorológicos diários de precipitação pluvial foram coletados nas Estações Meteorológicas Convencional (EMC) e Automática (EMA), instaladas no Centro Nacional de Pesquisa do Algodão (Embrapa/CNPA), em Campina Grande, PB, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Os dados mais antigos (anteriores a 1980) foram extraídos de publicações do Departamento de Recursos Naturais da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e do Atlas Climatológico do Estado da Paraíba.

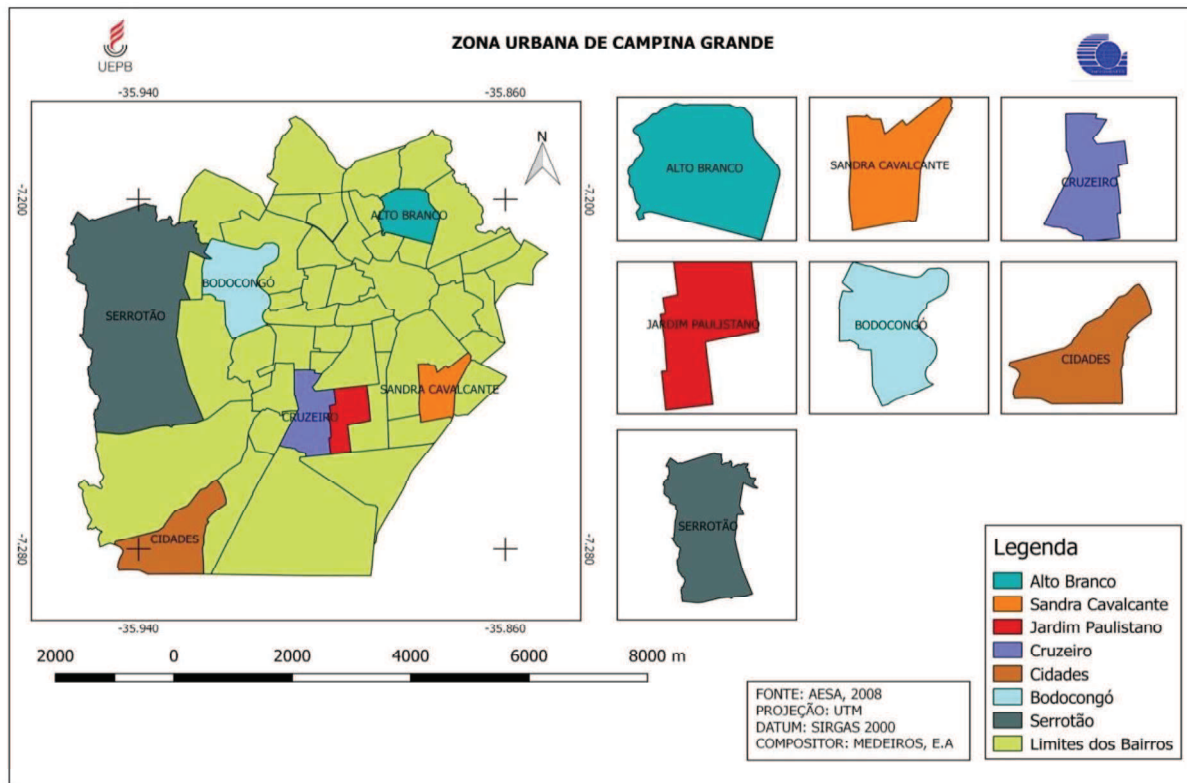
Para estabelecer a regime pluvial (climatologia da chuva) para a cidade de Campina Grande, utilizou-se o período de janeiro de 1911 a dezembro de 2017. Os dados mensais foram ordenados cronologicamente e em seguida determinou-se as medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (amplitude, variância, desvio padrão e coeficiente de variação), outras análises estatísticas conforme metodologia adotada por (ALMEIDA e CABRAL JÚNIOR, 2014).

A estação chuvosa foi determinada pela sequência de pelo menos três meses com os maiores valores medianos, adotando-se a mediana, como medida de tendência central, em virtude da assimetria no modelo de distribuição.

De posse da série de dados pluviais foram selecionados os eventos extremos de chuvas com intensidades (I) maiores que 50 mm em 24 horas, do período correspondente entre março de 1999 a maio de 2018.

Para se estudar o regime pluvial, variabilidade de ocorrência temporal da nos diferentes bairros de Campina Grande e a comparação entre si, utilizaram-se os dados da rede de pluviômetros automáticos, pertencentes ao Centro Nacional de Monitoramentos e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) e disponibilizados no site: <https://www.cemaden.gov.br/estacoes-hidrologicas>, instalados nos bairros do Alto Branco, Sandra Cavalcante, Jardim Paulistano, Cruzeiro, Bodocongó, Bairro das Cidades e Serrotão (Figura 4)

Figura 4. Localização dos Bairros com pluviômetros automáticos.



Os dados de chuvas foram acessados diretamente no Site do Cemaden, a partir do período: 01 de janeiro de 2015 a 30 de maio de 2018, em intervalos de 10 minutos, descritos originalmente nos horários internacional de medida (Unidades de Tempo Coordenado- UTC), sendo convertidos para o horário local (Brasília).

De posse dessa série de dados temporal e espacial (bairros) foram determinadas as medidas de tendências centrais e dispersão. A partir dessas análises foi estabelecido o regime temporal de cada bairro e comparado entre si.

Da série foram escolhidos noventa e um (91) eventos de chuvas, agrupando-se em cinco (5) grupos com intensidades (Int) distintas: $Int \geq 5 \text{ mm.h}^{-1}$; $10 \leq Int < 15 \text{ mm.h}^{-1}$; $15 \leq Int < 20 \text{ mm.h}^{-1}$ e $Int \geq 20 \text{ mm.h}^{-1}$.

As distancias aproximadas entre os pluviômetros automáticos em relação a cada bairro da cidade de Campina Grande foram determinadas, utilizando-se o aplicativo Google Maps.

Os pontos de referência de cada pluviômetro/bairro (cardeais e altitude máxima) foram extraídos do site topográfico (<http://pt-br.topographic-map.com/places/Campina-Grande/>, acessado em 12.09.2018).

Os cálculos, as análises, bem como a confecções de gráficos e tabelas, foram feitas utilizando-se uma planilha do Microsoft Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Localizações geográficas dos bairros campinenses.

Os pontos cardeais/colaterais e altitudes máximas de localizações dos pluviômetros automáticos nos bairros de Campina Grande, PB, são mostrados na Tabela 1 e as distâncias aproximadas entre bairros na Tabela 2.

Tabela 1. Pontos cardeais e de altitude máxima dos bairros de Campina Grande, PB.

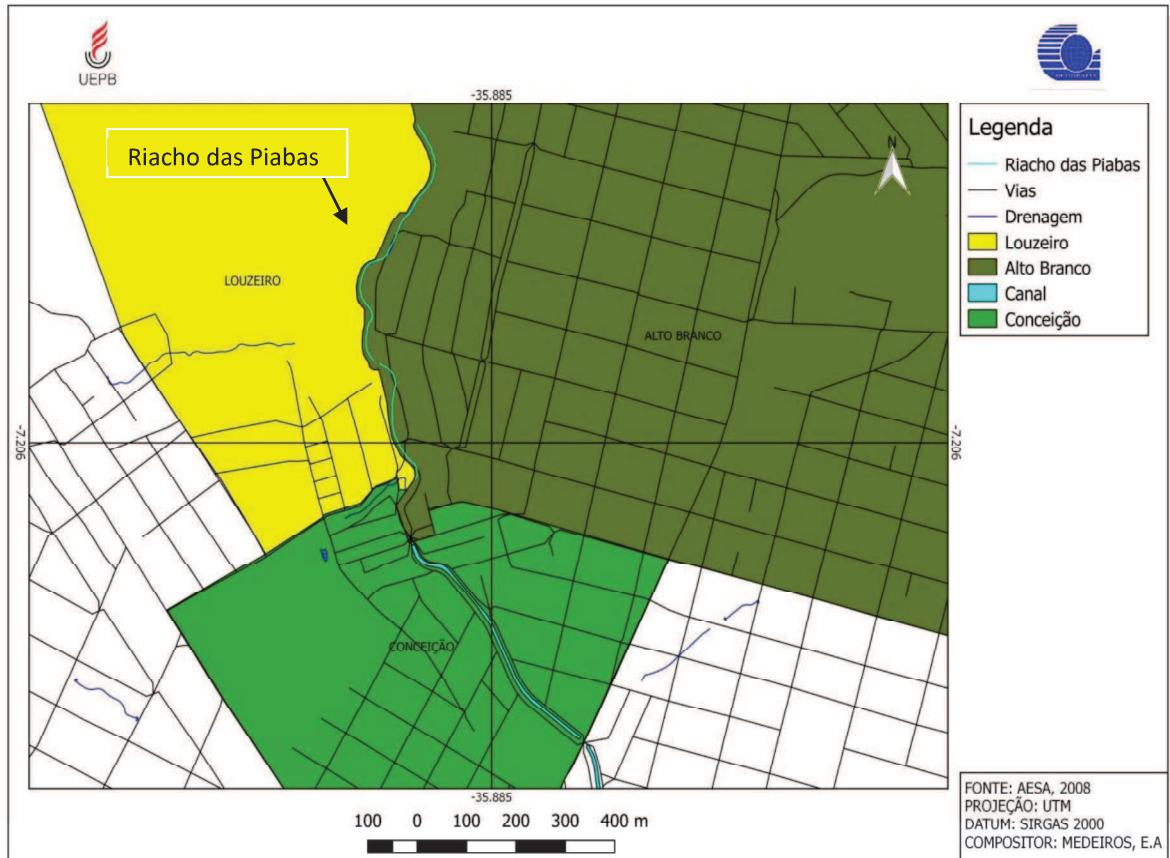
Bairro	Pontos Cardeais	Altitude Máxima
Alto Branco	ENE	595m
Sandra Cavalcante	SE	529m
Jardim Paulistano	S	514m
Cruzeiro	S	521m
Bairro das Cidades	SSW	485m
Bodocongó	W	546m
Serrotão	W	645m

Tabela 2. Distâncias aproximadas entre os pluviômetros automáticos em relação a cada bairro da cidade de Campina Grande-PB.

Bairro	Bairro	Distância (Km)
Alto Branco	Bodocongó	5,7
Alto Branco	Sandra Cavalcante	5,5
Alto Branco	Jardim Paulistano	6,1
Alto Branco	Cruzeiro	6,9
Alto Branco	Bairro das Cidades	10,6
Alto Branco	Serrotão	9,7
Sandra Cavalcante	Serrotão	10,6
Sandra Cavalcante	Jardim Paulistano	3,8
Sandra Cavalcante	Cruzeiro	6,1
Sandra Cavalcante	Bodocongó	8
Sandra Cavalcante	Bairro das Cidades	10
Jardim Paulistano	Bairro das Cidades	6
Jardim Paulistano	Serrotão	8,6
Jardim Paulistano	Bodocongó	7
Jardim Paulistano	Cruzeiro	3
Serrotão	Bodocongó	4
Serrotão	Bairro das Cidades	6,5
Serrotão	Cruzeiro	5,2
Bairro das Cidades	Bodocongó	8,3
Bairro das Cidades	Cruzeiro	5
Bodocongó	Cruzeiro	4,3

O bairro Alto Branco localiza-se na zona norte da cidade, tem relevo bastante acidentado e no seu limite superior, passa o Riacho das Piabas, e vizinho do bairro da Conceição. O desnível topográfico desse recorte geográfico contribui para inundações repentinas, oriundas de chuvas intensas (Figura 5).

Figura 5. Croqui com destaque para o riacho das piabas, Campina Grande-PB.



O riacho das piabas deságua no canal artificial da Avenida Gilo Guedes (Avenida canal), uma das mais movimentadas da cidade, interligar vários outros bairros e desemboca no Açude Velho, que é o principal cartão postal da cidade.

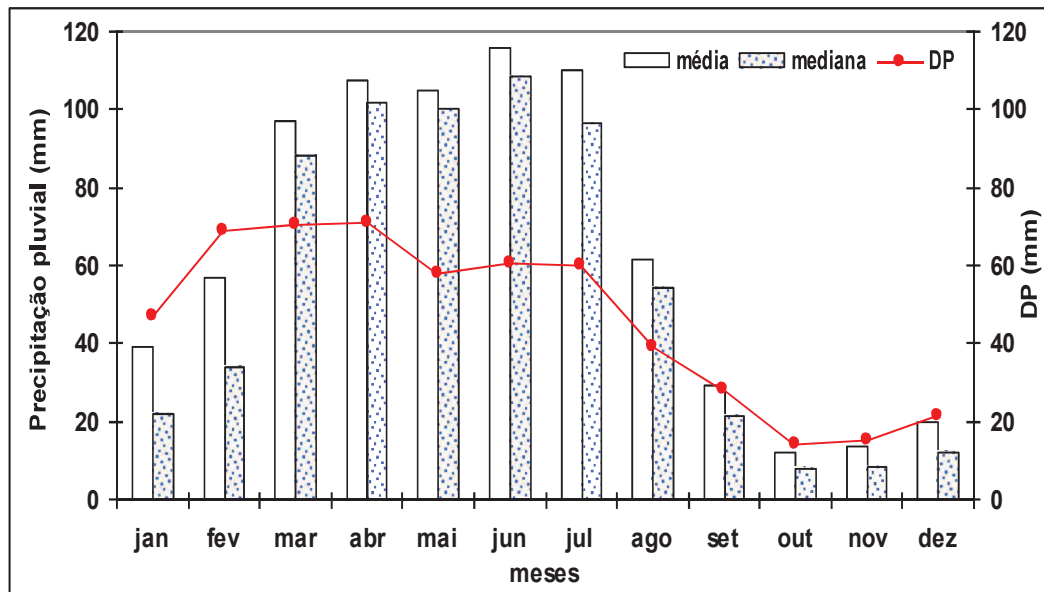
Os bairros Sandra Cavalcante, Jardim Paulistano e Cruzeiro localizam-se na zona sul da cidade de Campina Grande, tem relevo relativamente plano e com poucas variações de desníveis.

O bairro das Cidades localiza-se na zona Sudoeste onde escorre a maioria das águas de esgoto e chuvas na cidade através de riachos canalizados e os bairros de Bodocongó e Serrotão ficam na zona oeste, sendo que o Serrotão tem elevada variação de relevo.

4.2 Principais características da climatologia da chuva na cidade de Campina Grande

Para estudar a climatologia da chuva da cidade de Campina Grande, utilizou-se uma série de dados 107 anos, cujas médias mensais da média, mediana e desvio padrão são mostrados na Figura 6.

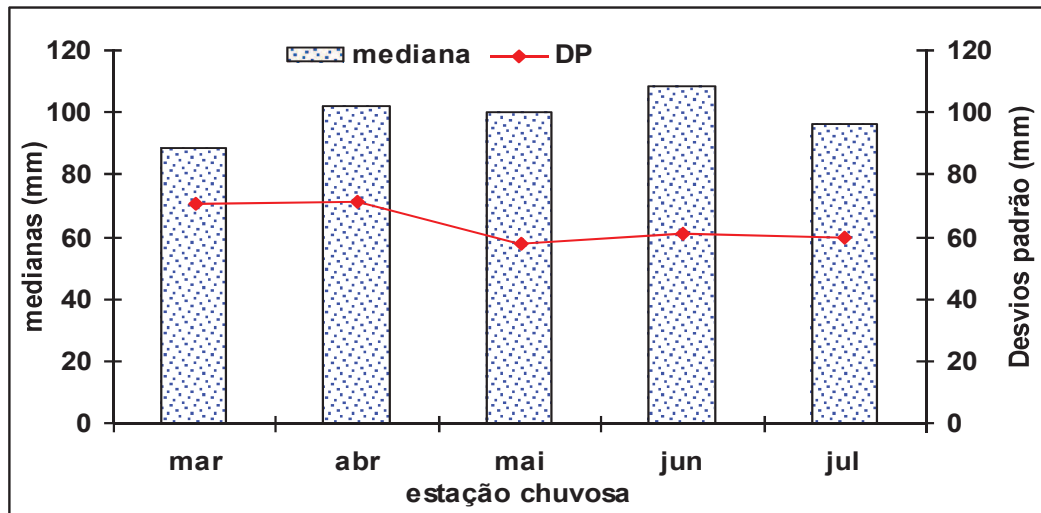
Figura 6. Médias mensais das médias, medianas e dos desvios padrão da precipitação pluvial em Campina Grande no período: janeiro de 1911 a dezembro de 2017.



O modelo mensal de precipitação pluvial mostrado na Figura 6 demonstra que as médias aritméticas mensais diferem das respectivas medianas. Essa irregularidade caracteriza-se por uma assimetria e, portanto, a mediana passa ser o valor mais provável de ocorrer e não a média, mesmo sendo a medida mais usada, o que concorda com resultados encontrados para outros locais por (OLIVEIRA, NÓBREGA e ALMEIDA, 2012; ALMEIDA, FREITAS e SILVA, 2013; ALMEIDA e FARIAS, 2015).

A climatologia da estação chuvosa de Campina Grande (Figura 7) concentra-se entre o Outono (março e maio) e Inverno (junho e julho).

Figura 7. Mediana mensal das medianas e dos desvios padrão da chuva, na estação chuvosa, de Campina Grande no período: janeiro de 1911 a dezembro de 2017.



A concentração de chuvas, na estação chuvosa, condiciona e/ou contribui para o tipo de clima ser As' (quente e úmido com chuva de outono-inverno), pela classificação de Köppen.

Destaca-se, entretanto, que o modelo de distribuição de chuvas, na estação chuvosa, continua sendo assimétrico. Inicia-se a partir do final de janeiro e fevereiro, sendo considerados os meses da pré-estação, concentra-se de março a julho, quando chove o equivalente a 67,9% do total anual.

O mês de junho é o mais chuvoso e mesmo nesse curto período, a climatologia da estação chuvosa é irregular, porque as medianas mensais, mesmo sendo os valores mais prováveis de ocorrer, têm dispersões médias da ordem de 63,0 %. Assim sendo, a própria estação chuva tem elevadas chances de ser seca. Resultados esses que concordam com os encontrados por Almeida, Freitas e Silva (2013) para outras localidades do referido Estado.

4.2.1 Eventos extremos da climatologia da chuva, em Campina Grande.

Para uma análise de ocorrência de eventos de chuvas, em 24 horas, selecionou os últimos vinte e quatro anos (Tabela 3), da série histórica de 1911/2017, cujos valores diários tenham sido superiores a 50 mm. A maioria desses valores tem sido superiores a média, e algumas datas merecem destaque, conforme histórico a seguir:

Tabela 3. Histórico de ocorrência de eventos extremos de chuva, entre 1994-2018, na cidade de Campina Grande, PB.

Data	Valor (mm)	Data	Valor (mm)
15/03/1999	54,8mm	14/02/2011	79,5mm
20/02/2000	74,3mm	02/03/2011	107,4mm
26/02/2000	59,9mm	29/04/2011	82,1mm
13/03/2001	85,4mm	04/05/2011	81,7mm
27/06/2001	54,1mm	05/05/2011	54,5mm
01/02/2004	75,7mm	18/05/2011	54,5mm
05/02/2004	57,5mm	17/07/2011	110,1mm
19/06/2004	59,1mm	19/02/2012	55,2mm
21/03/2006	59,4mm	13/07/2014	53,7mm
12/06/2006	52,7mm	06/03/2015	63 mm
19/03/2008	73,9mm	30/03/2016	50,3mm
26/03/2008	64,4mm	21/07/2017	69,8mm
21/02/2009	52,3mm	10/02/2018	66,9mm
05/06/2010	58,2mm		

Fonte: INMET, AESA.

Observa-se (Tabela 3), que o ano de 2011 foi o que teve os maiores eventos de intensidade máxima de chuva diária. Somente registros acima de 50 mm foram constatados sete eventos, sendo o do dia 17 de julho de 2011 o mais intenso, quando choveu 110,1 mm, em 24 horas, ou seja, foi superior ao da mediana mensal esperada (Figura 7).

As intensidades máximas de chuvas também alcançaram o distrito de São José da Mata (ver Figura 1), localizado a oeste da cidade de Campina Grande, e em especial, no ano de 2011. Registrou-se, no mesmo dia 17.07, uma altura de chuva superior (120 mm, em 24 horas).

É importante destacar, que os meses de fevereiro e março são os que ocorrem mais eventos extremos, na cidade de Campina Grande, cujos picos predominam no final da tarde e início da noite. Esse período coincide com o de ocorrência de chuvas convectivas, oriundas da zona de convergência intertropical. Resultados esses que concordam com os Yang e Smith (2006).

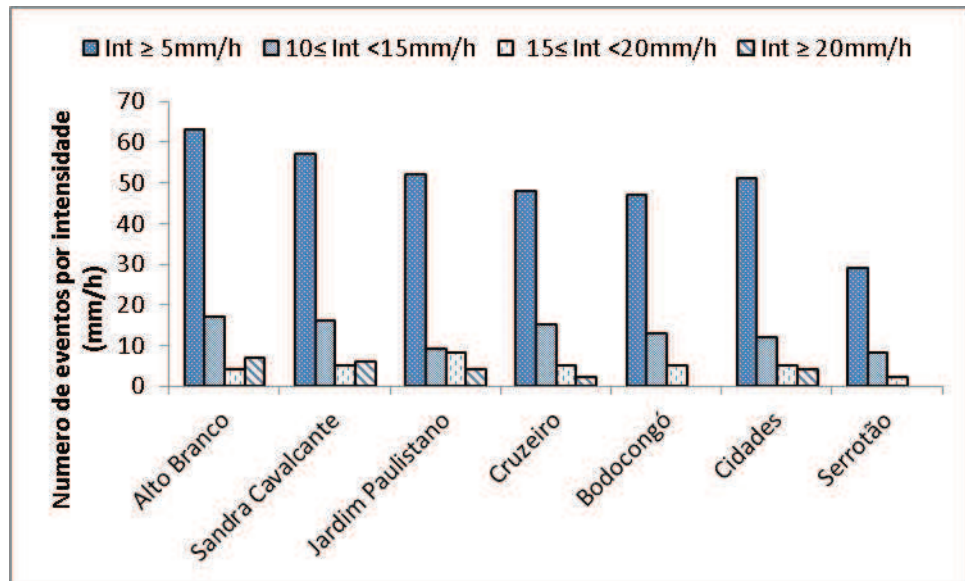
4.3 Intensidades de chuva nos bairros de Campina Grande, PB.

Chuvas intensas provocam danos econômicos às cidades médias e grandes, em virtude da grande área impermeabilizada e, por isso, o rápido escoamento superficial ocasiona alagamentos rápidos e danos aos imóveis, móveis e até pessoas.

A caracterização da intensidade temporal das chuvas é imprescindível para quantificar adequadamente os efeitos ocasionados, de modo especial, ao controle do escoamento superficial em áreas urbanas e rurais.

Na Figura 8 sumariza os números de eventos de intensidade da chuva (Int), em mm por hora, distribuídos em quatro faixas de Int, pré-estabelecidas.

Figura 8. Numero de eventos de intensidade de chuva, em mm. h⁻¹, de janeiro de 2015 a maio de 2018 nos diferentes bairros de Campina Grande, PB.

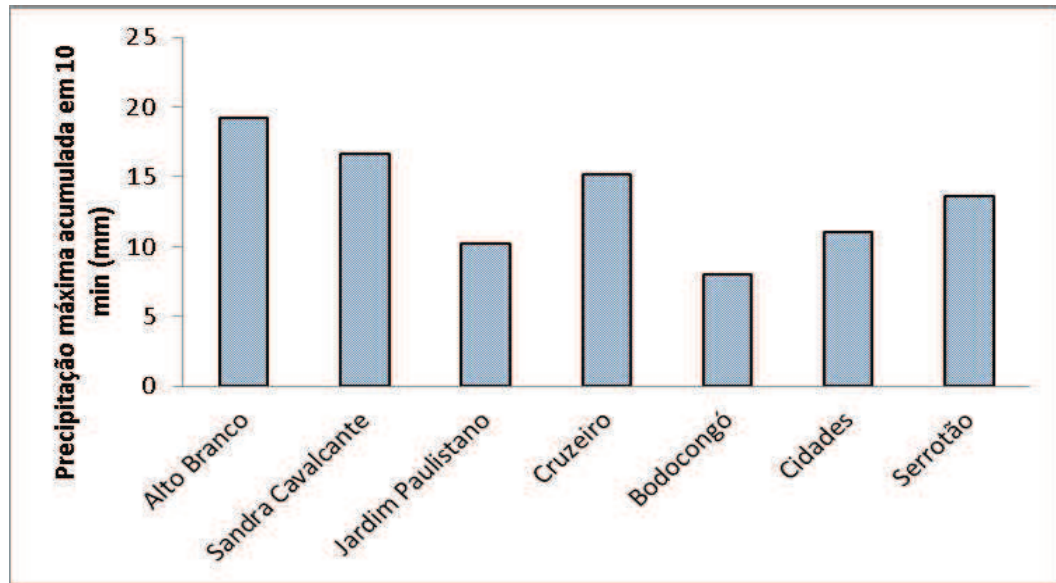


Constata-se que há uma grande variação não somente de valor de Int, mas de quantidade de eventos. O Alto Branco (Zona Norte), por exemplo, foi o bairro que teve o maior número de eventos de intensidade da chuva, em qualquer uma das faixas estudadas, e o do Serrotão (Zona Oeste), a menor.

Ao se comparar os citados bairros entre si, observa-se que o número de evento de Intensidade de chuva ≥ 5 mm. h⁻¹, foi quase o dobro no Alto Branco (Figura 8). Já, os eventos de Intensidade de chuvas superiores a 20 mm.h⁻¹ foram sete no Alto Branco e nenhum nos bairros do Serrotão e Bodocongô. Nota-se, entretanto, que eventos de chuva com intensidade superior a 20 mm por hora, ocorreram em números de seis no Sandra Cavalcante, três no Jardim Paulistano e dois no bairro das cidades.

Para complementar as análises de intensidade de chuvas, selecionaram eventos máximo de chuva ocorrido em 10 minutos, oriundos dos respectivos pluviômetros automatizados, instalados nos bairros campinenses, cujos valores são apresentados na Figura 9.

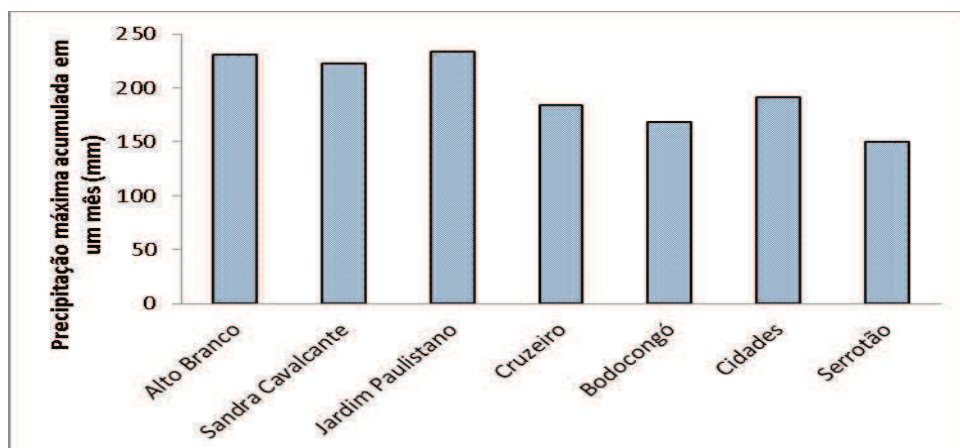
Figura 9. Intensidades máximas absolutas, em 10 minutos, registradas nos pluviômetros automáticos, nos diferentes bairros de Campina Grande, PB, no período compreendido entre janeiro de 2015 e maio de 2018.



Como pode ser constatado na Figura 9, o bairro do Alto Branco, mais uma vez, foi o que apresentou o maior valor absoluto, quando comparado com os demais. Para esse recorte geográfico, a máxima quantidade de chuva foi de 19,2 mm, num intervalo de 10 minutos, registrada no dia 09 de fevereiro de 2018, entre 20:50 e 21:00 h. Já, a menor máxima (8,0 mm) ocorreu em Bodocongó, no mesmo horário, cuja amplitude entre si foi de 11,2 mm.

A Figura 10 mostra um resumo dos valores de intensidades máximas mensais (It_m, mm. mês), ou seja, o maior valor da chuva ocorrido no mês.

Figura 10. Precipitações máximas absolutas registradas em um mês, nos diferentes bairros de Campina Grande entre janeiro de 2015 e maio de 2018.

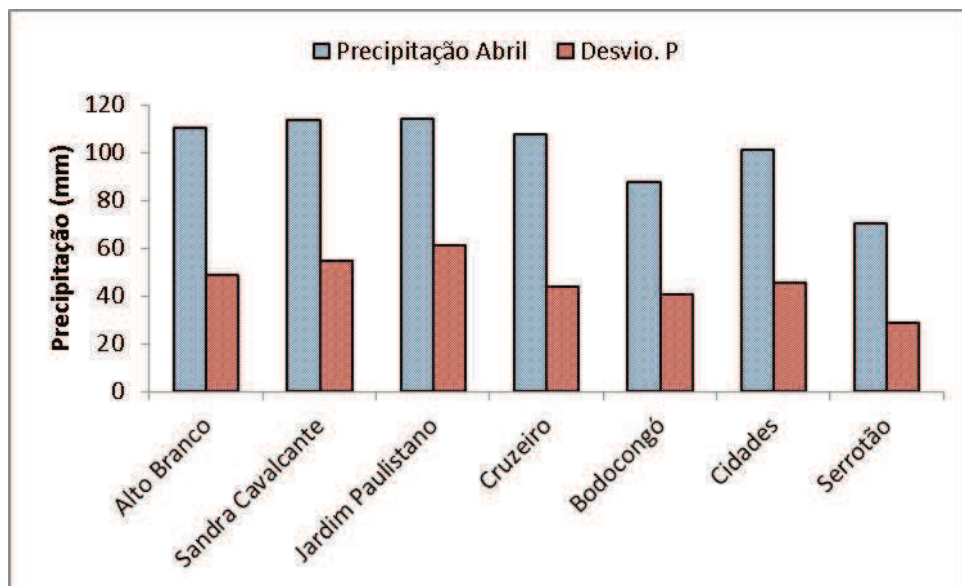


Embora o bairro do Alto Branco tenha apresentado as maiores intensidades de chuvas, em $\text{mm}; \text{h}^{-1}$ e a máxima em 10 minutos (Figura 9), o bairro do Jardim Paulistano foi o

que registrou o maior valor acumulado de chuva (233,4 mm em abril de 2018) e o Serrotão, o menor (150,2 mm, em julho de 2015).

Estabelecido as principais características da estação chuvosa de Campina Grande (Figura 7), escolheram-se os meses de abril, maio, junho e julho, cujos quantitativos de chuvas observados foram analisados utilizando-se as às médias aritméticas e os respectivos desvios padrão, são apresentados, respectivamente, nas Figuras 11, 12, 13 e 14.

Figura 11. Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de abril, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.



De uma forma geral, constata-se que há uma elevada variabilidade temporal, mesmo na estação chuvosa, e espacial (bairros) quando se comparam as médias com os desvios padrão. Especificamente, para esse período estudado, observa-se que o mês de abril (Figura 11) foi o que apresentou a maior média, com valor espacial semelhante para os bairros do Alto Branco, Sandra Cavalcante e Jardim Paulistano.

Destaca-se, entretanto, que é visível a elevada dispersão espacial, quando se compara um bairro com outro em qualquer um dos meses da estação chuvosa. Ao comparar a média de chuva do Alto Branco com a do Serrotão, distante apenas 9,7 km entre si, constata-se que essa medida de tendência central no Serrotão, equivale quase à metade do Alto Branco.

Mesmo sem comparar eventos unitários de chuva, em cada bairro, verifica-se em qualquer uma das referidas Figuras que, a média aritmética está associada a uma elevada

dispersão, cuja oscilação se aproxima de 50,0 % da média, ou seja, a dispersão representa quase a metade da média.

Comparando-se as médias desses meses, maio foi o mês menos chuvoso (Figura 12), o que não difere muito do padrão exibido na climatologia da chuva. Nota-se, entretanto, que a média de julho (Figura 14), por exemplo, foi um pouco menor que a esperada entre 1911-2017, embora essa pequena diferença possa estar associada ao elevado desvio padrão amostral.

Figura 12. Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de maio, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.

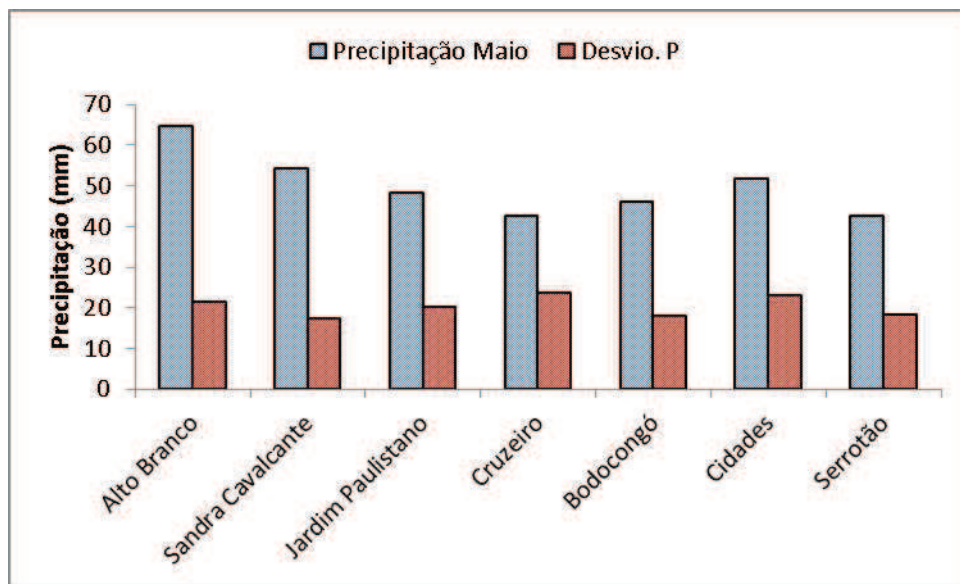
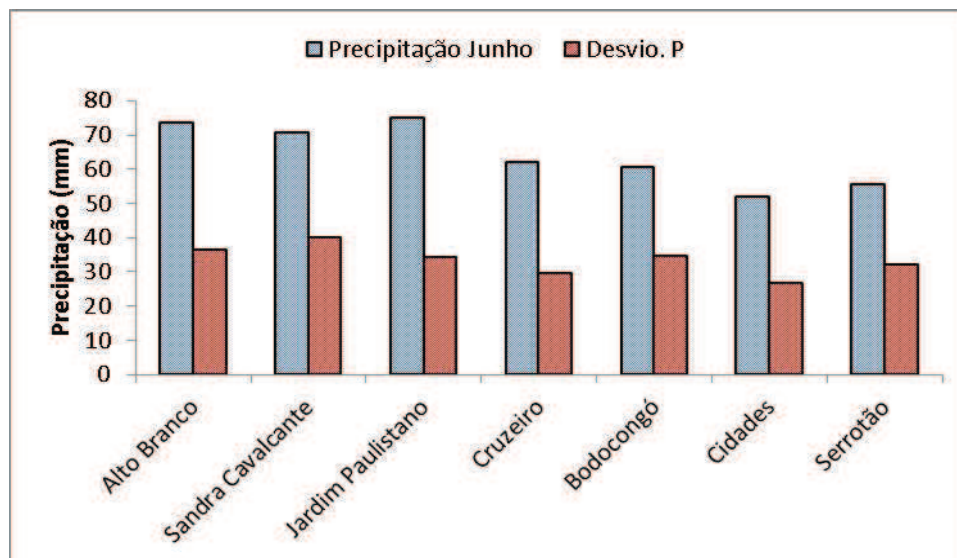
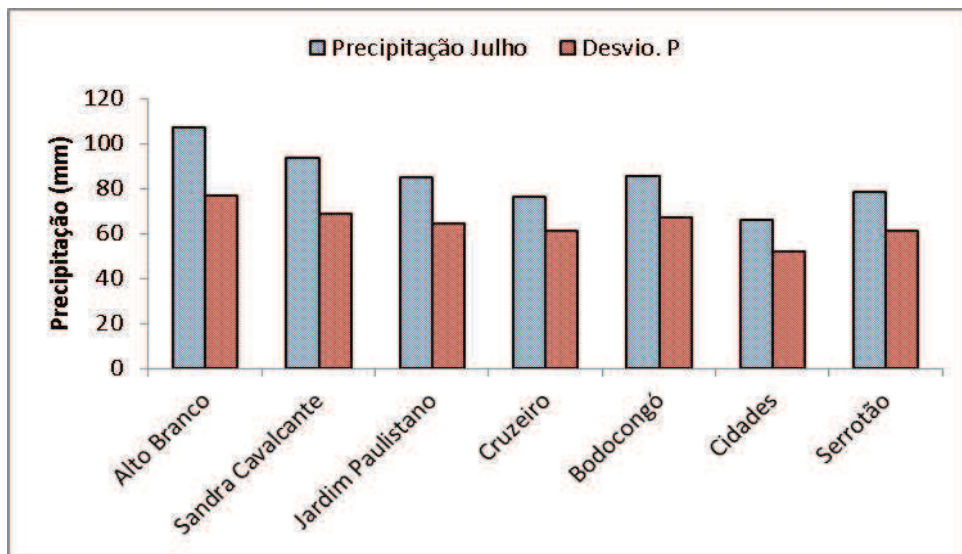


Figura 13. Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de junho, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.



Quando se compara os valores individuais da chuva, nos meses da estação chuvosa, na série climatológica, constata-se que o máximo desvio entre si, em %, é cerca de 22,0 %, ou seja, quase a metade do próprio desvio padrão. O mês de julho (Figura 14) é um pouco mais chuvoso que junho (Figura 13), pode ser explicado pelo elevado desvio padrão, em termos relativos, além da assimetria nas medidas de tendência central. O uso da média, nesse tipo de distribuição, não é recomendado e, portanto, deveria ser a mediana como recomenda Almeida, Freitas e Silva (2013).

Figura 14. Médias e os respectivos desvios padrão da chuva, observadas no mês de julho, para os diferentes bairros de Campina Grande, para os anos de 2015 a 2018.



Em meio ao grande destaque que o clima e suas mudanças vêm apresentando nos últimos tempos, trata-se da importância de uma análise da variabilidade e das tendências da chuva, a fim de compreender os possíveis impactos na sociedade, no ambiente e nas cidades.

A variabilidade espacial e temporal da chuva é, sem dúvida, a importância principal e o que chama mais atenção dos cientistas e urbanistas. Nesse contexto, destaca-se, neste trabalho, da existência de uma elevada variabilidade quantitativa da chuva entre bairros, haja vista a pequena distância entre si, sendo a maior de apenas 10,6 km, entre o Alto Branco e o bairro das Cidades e do Sandra Cavalcante ao Serrotão.

É importante relatar que, ao se comparar qualquer um dos meses dessa curta época chuvosa, o bairro do Alto Branco foi o mais chuvoso, em média, dos bairros analisados. Embora não se tenha, ainda, uma explicação conclusiva, mas credita-se que a sua posição

entre o Norte e o Este (ENE) favoreça as pancadas de chuvas oriundas de ondas de leste, predominante nessa época do ano, resultados esses que concordam com os de Reboita (2010).

As coordenadas de posição podem favorecer a ocorrência de mais ou de menos chuvas, até por que o fator geográfico condiciona o elemento, como relata Almeida (2016). Neste contexto, os pontos cardeais e colaterais que localizam no quadrante Sul, os bairros Sandra Cavalcante (SE), Jardim Paulistano (S) e Cruzeiro (S)- da cidade de Campina Grande, podem ser um fator contributivo para explicar as semelhanças de alturas médias de chuva.

Pelas mesmas razões expostas, no parágrafo anterior, acredita-se, também, que há influência dos ventos alísios, frequentes nesse quadrante, associados à Zona de Convergência Intertropical, mecanismo esse considerado o principal indutor de chuvas no nordeste brasileiro.

Estudos de eventos extremos de chuvas são extremamente importantes no planejamento das atividades humanas e nos impactos significativos no meio urbano. Diante disto, escolheram-se dois eventos extremos, com precipitação diária observada maior que 60 mm.

4.4 Análises da precipitação ocorrida em dois eventos

Da série de dados automatizados e para efeito de análise foram escolhidos dois eventos extremos de chuva, com valores acima de 60 mm. dia⁻¹, ocorridos em duas estações distintas: um no do inverno, ocorrido no dia 21 de julho de 2017 e outro no verão, dia 9 de fevereiro de 2018.

Em 21 de julho de 2017, choveu no bairro do Alto Branco, em 24 horas, um total de 62,0 mm. Comparando-se com o bairro das cidades, que registrou o menor valor (42,3 mm), contabiliza-se uma elevada variabilidade espacial de 19,7 mm, para uma distância de 10,6 km, ou seja, uma variação de 1,9 mm para cada km. Esse resultado mostra que embora, em tese, as chuvas convectivas de verão sejam mais intensas, as de inverno, podem ocasionar, também, alagamento e transtornos na cidade.

A principal causa desse evento extremo, nessa época do ano, está relacionada ao fenômeno meteorológico, que atua na faixa litorânea do nordeste brasileiro, incluindo a porção da Zona da Mata e Agreste Paraibano, incluindo Campina Grande, no inverno, que é as Ondas de Leste, como pode ser visualizada na Figura 15.

Figura 15 Vista da imagem do topo das nuvens, do satélite GOES 13 Nordeste, para o dia 20/07/2017.



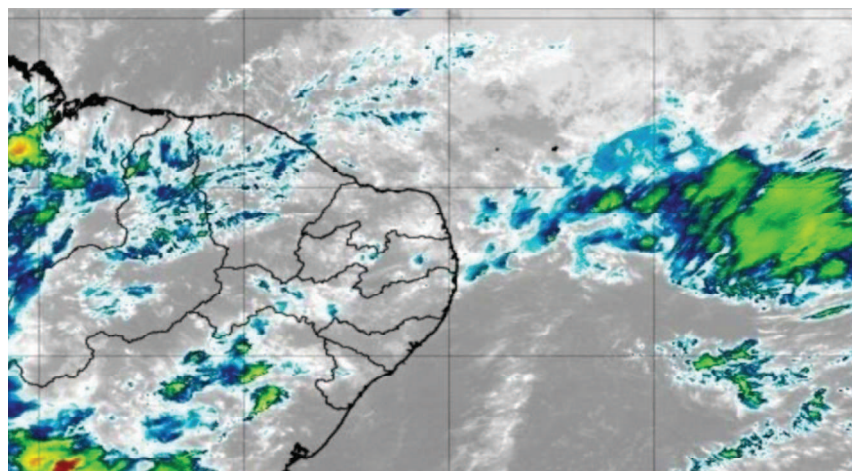
Fonte: INPE/CPTEC.

Com relação ao evento de verão, ocorrido em 9 de fevereiro de 2018, a maior intensidade da chuva ocorreu, também, no bairro do Alto Branco (76,4 mm) e a menor, no bairro de Bodocongó (30,6 mm). A amplitude pluvial foi de 45,8 mm, ou seja, bem maior que os 19,8 mm ocorrido no inverno.

Comparando-se a dispersão existente entre si, contabiliza-se que a dispersão foi bem maior (45,8 mm), para uma distância menor (5,7 km), ou seja, o equivalente cerca de 8,0 mm para cada quilômetro.

O fenômeno meteorológico associado às condições de tempo, para esse dia, foi à zona de convergência intertropical (ZCIT) como pode ser visualizada na imagem de satélite da Figura 16.

Figura 16. Imagem de satélite GOES 16, com destaque para zona de convergência intertropical, para o dia 09/02/2018.



Fonte: INPE/CPTEC/GEONETCast.

Com essa elevada intensidade de chuva, a cidade registrou vários pontos de alagamentos, deslizamentos, transbordamentos de canais e desmoronamento de casas. A chuva foi predominantemente convectiva, pela sua característica da elevada intensidade, curto espaço de tempo, elevada variabilidade espacial e vir acompanhada de descargas elétricas e ventanias, ocorre no verão, oriunda da ZCIT, cujos resultados se assemelham os citados por Frierson et al. (2013).

A Tabela 4 resume as intensidades máximas de chuvas, ocorridas nos dias 21.07.2017 e 09.02.2018. Em ambos os eventos, nota-se que o bairro do Alto Branco recebeu a maior intensidade de chuva, enquanto o bairro das Cidades a menor.

Tabela 4. Acumulado total da precipitação nos eventos analisados em 21/07/2017 e 09/02/2018.

Bairros	21/07/2017	09/02/2018
Alto Branco	62,0 mm	76,4mm
Sandra Cavalcante	58,2mm	53,4mm
Jardim Paulistano	52,8mm	45,6mm
Cruzeiro	53,0 mm	52,4mm
Bairro das Cidades	42,4mm	32,0 mm
Bodocongó	58,6mm	30,6mm
Serrotão	53,0 mm	Sem dados-

Fonte: Cemaden.

Com relação ao horário e a duração do evento extremo, no dia 09.02.2018, a Tabela 5 mostra de forma resumida o turno de ocorrência desse evento extremo nos diferentes bairros Campinense.

Tabela 5. Duração da chuva intensa ocorrida nos diferentes bairros de Campina Grande, PB, no dia 09/02/2018.

09/02/2018	Início	Termino
Bairro	Hora Local	Hora Local
Alto Branco	20:00	21:20
Sandra Cavalcante	19:50	21:20
Jardim Paulistano	20:00	21:20
Cruzeiro	20:10	21:30
Bairro das Cidades	20:20	21:40
Bodocongó	20:10	21:40

Fonte: Cemaden.

O primeiro registrou ocorreu às 19:50 h, no bairro Sandra Cavalcante, e o último às 21:40 h, no bairro das cidades. A média de duração desse evento extremo foi de 1:20 h. Como pode ser observado, na Tabela 5, a chuva intensa ocorreu nas primeiras horas da noite. Esse pico intenso, nas primeiras horas da noite, concorda-se com Yang e Smith (2006), ser esse horário o de maior frequência, no ciclo de chuva diário nos trópicos.

Acrescentam-se, ainda, outros eventos de variabilidade espacial e temporal da precipitação ocorridos nos diferentes bairros de Campina Grande, PB, numa escala menor que os citados anteriormente (Tabela 6).

Tabela 6. Variabilidade espacial de picos de intensidades de chuva diários, ocorridos nos diferentes bairros de Campina Grande, PB.

Bairros	07/04/2015	29/03/2016	22/03/2017	19/01/2018
Alto Branco	0,2 mm	56,0 mm	0,0 mm	59,0 mm
Sandra Cavalcante	0,0 mm	1,8 mm	0,0 mm	36,8 mm
Jardim Paulistano	0,0 mm	1,4 mm	9,8 mm	16,4 mm
Cruzeiro	0,0 mm	3,6 mm	16,0 mm	14,2 mm
Bairro das Cidades	27,6 mm	0,0 mm	17,8 mm	17,6 mm
Bodocongó	1,2 mm	8,8 mm	1,8 mm	33,0 mm
Serrotão	5,2 mm	2,6 mm	15,4 mm	0,0 mm
Dispersão espaço temporal máxima	5,5 mm/km	5,3 mm/km	1,8 mm/km	6,1 mm/km

O mais importante desses eventos não são os valores ocorridos no mesmo espaço de tempo, mas a variabilidade quando se compara um bairro com outro. Para exemplificar, a Tabela 6 consta a variabilidade espacial de picos de intensidades de chuvas, ocorridos nos dias 07 de abril de 2015, 29 de março de 2016, 22 de março de 2017 e 19 de janeiro de 2018, nos diferentes bairros de Campina Grande, PB.

Como pode ser observado na Tabela 6, a variabilidade espaço temporal da chuva é muito grande. Com distância média entre bairros de 10 km, constataram-se registros de chuva de 27,0; 56,0; 17,8 e 59,0 mm, em um bairro, e de zero milímetro em outro(s). Registra-se, também, que a maioria desses eventos ocorreu no final da tarde e início da noite, exceto o do dia 19.01.18, ocorrido entre 08:50 às 14:40 h. Já, a dispersão máxima, o gradiente pluviométrico foi de 6,1 mm por km de distância.

As condições meteorológicas associados aos eventos descritos na Tabela 6, exceto para o dia 22 de março de 2017, são mostradas, respectivamente, através de fotos de satélites das Figuras 16, 17 e 18.

Observa-se (Figura 17) condições de tempo com chuvas, na zona sudoeste da cidade de Campina Grande, onde está localizado o bairro das Cidades.

Figura 17. Imagem da satélite meteorológico, mostrando condições de tempo chuvoso na zona sudoeste de Campina Grande, no dia 07/04/2015.



Fonte: Diego Rhamon

Com relação à ocorrência de chuvas do dia 22 de março de 2017, repetiu a maior intensidade no bairro das cidades, enquanto que nos bairros do Alto Branco e Sandra Cavalcante não houve nenhum registro de chuva (0,0 mm). Observa-se a imagem de satélite (Figura 18) com visível ocorrência de precipitação na zona oeste da cidade, onde se localizam os bairros do Cruzeiro, Cidades e Serrotão.

Figura 18. Imagem da satélite meteorológico, mostrando condições de tempo chuvoso na zona Oeste de Campina Grande, no dia 22/03/2017.



Fonte: Everton de Araújo Medeiros

O pico mais intenso do dia 19 de janeiro de 2018, no bairro do Alto Branco (59,0 mm), ocorreu entre 08:50 às 14:40h. A amplitude foi a máxima, ou seja, 59,0 mm, comparado

com o bairro do Serrotão, que não choveu. Esse dia foi marcado, também, pela maior taxa de dispersão espaço temporal de 6,1 mm por cada km.

Pela imagem da satélite (Figura 19), percebe-se avanço de um sistema atmosférico na zona norte de Campina Grande, no dia 19/01/2018.

Figura 19. Imagem da satélite meteorológico, mostrando condições de tempo chuvoso avançando sobre a zona norte de Campina Grande, no dia 19/01/2018.



Fonte: Everton de Araújo Medeiros

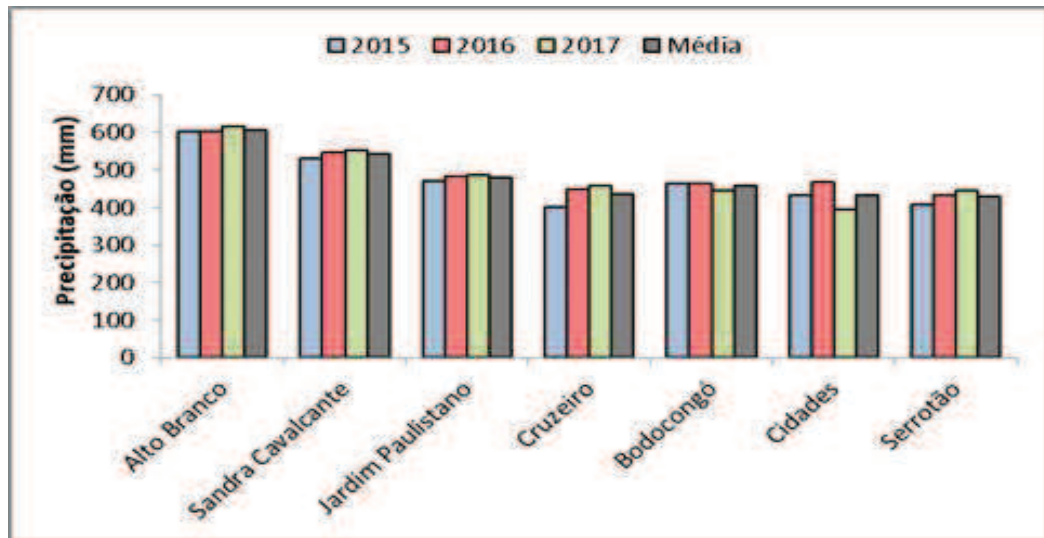
Destaca-se, entretanto, que em ambos os dias amostrados, pela época do ano houve, predominância de chuvas do tipo convectiva, ou seja, aquela que tem característica de ocorrer em uma área pequena, curta duração e intensidade de média a elevada.

No nordeste brasileiro, o principal mecanismo indutor de chuva é a ZCIT. Porém, ela pode ser influenciada por fenômenos atmosféricos e oceânicos tais como El Niño- Oscilação Sul, Dipolo do Atlântico e Oscilação Decenal do Pacífico, que interferem em sua amplitude e os ventos alísios, além de modificar a célula de circulação longitudinal da atmosfera Walker.

A atuação desses fenômenos, geralmente, contribui para aumentar a irregularidade na quantidade e distribuição das chuvas, especialmente, na parte setentrional do semiárido nordestino, onde a ocorrência da precipitação pluvial ocorre de forma irregular no tempo e no espaço.

As comparações entre os totais de chuvas observados, ano a ano do período estudado, e a média do período 2015/2017, para os diferentes bairros de Campina Grande são mostradas na Figura 20.

Figura 20. Comparações entre a chuva observada, em 2015, 2016 e 2017, nos diferentes bairros de Campina Grande, e a média desse período.

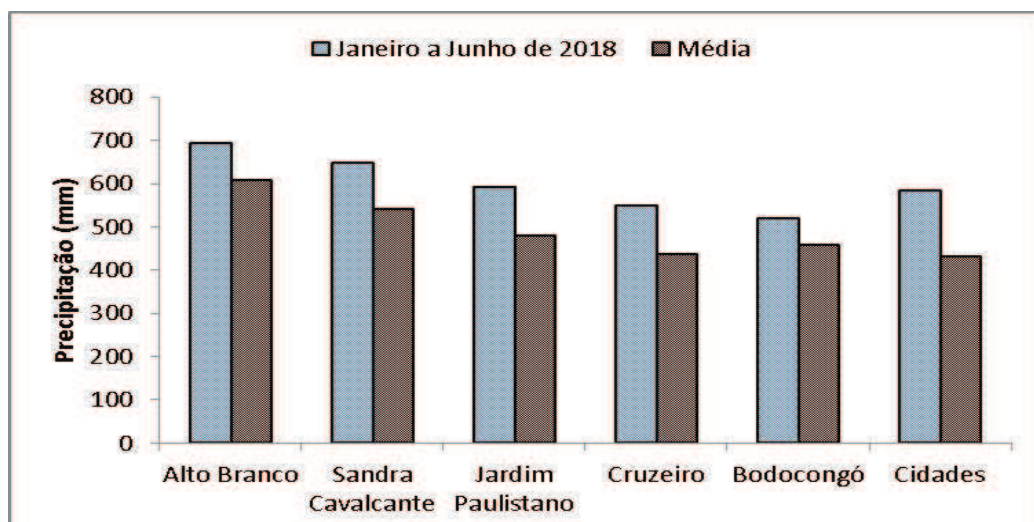


Observa-se que, o bairro mais chuvoso foi o Alto Branco, com média de 606,4 mm e o do Serrotão, o que chove menos (427,8 mm), ou seja, uma diferença de 178,6 mm entre a zona norte e a zona oeste. No entanto, quando se compara o valor registrado no bairro na sequência de anos, não há diferenças significativas.

Destaca-se, entretanto, que os totais de chuvas observados no ano de 2017 foram superiores a média climatológica (esperada), exceto para os bairros das Cidades e Bodocongó, embora essa superioridade tenha ocorrido em 2016. Verifica-se, também, que não há diferença significativa, quando se compara o acumulado anual da chuva por bairro.

A Figura 21 apresenta-se os acumulados de chuvas, de janeiro a junho de 2018, comparado com a respectiva média do período (2015/2017).

Figura 21. Comparações entre a chuva observada, de janeiro a junho de 2018, nos diferentes bairros de Campina Grande, e a respectiva média do período (2015/17).



Os histogramas de chuvas do ano de 2018, para qualquer bairro Campinense, mostram de forma clara que as maiores alturas de chuvas observadas de janeiro a junho de 2018, foram superiores as médias observadas para o período 2015-2017.

5. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados encontrados conclui-se que:

A climatologia pluvial da Campina Grande é caracterizada por uma distribuição irregular, em quantidade e em duração, e assimétrica. A estação chuvosa concentra-se nos meses de Outono (março a maio) a Inverno (junho e julho) e chove o equivalente a 68,0 % da mediana anual.

A concentração da estação chuvosa contribui para o tipo climático de Köppen ser tropical chuvoso, embora a irregularidade e a assimetria propiciem chances de ser seca.

A caracterização de eventos extremos diários de chuvas é imprescindível para os planejamentos urbano e rural e ocorrem, predominantemente, no final da tarde/início da noite, de janeiro a abril, e tendem a serem maiores que à mediana mensal esperada.

As quantidades, intensidades e durações da chuva, no bairro e interbairro campinenses, são variáveis, tendem a serem maiores na Zona Norte e menores na Oeste e se assemelham em função dos quadrantes geográficos.

Os eventos extremos diários de chuvas, na cidade de Campina Grande, estão associados e/ou influenciados pela ZCIT e VCAN, na primavera-verão-outono, e das ondas de leste, no inverno, a amplitude máxima foi de 60,0 mm e o gradiente de dispersão espaço temporal de 6,1 mm por km.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, H. A; MEDEIROS, E. A. Variability in rainfall patterns in two mesoregions of Paraíba and its relationship with the El Niño Southern Oscillation phenomenon. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 2, n. 3, p. 177-185, 2017.
- ALMEIDA, H. A. **Climatologia aplicada à geografia. Livro eletrônico, Campina Grande: EDUEPB**, 2016, 317p.
- ALMEIDA, H. A. de; FARIAS, M. P. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil. **International Journal of Research in Geography (IJRG)**, v. 1, n.2, p. 32-37, 2015
- ALMEIDA, H. A; CABRAL JÚNIOR, J. B. Variabilidades sazonais e interdecadais da chuva nas microrregiões geográficas do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol.07, n.05 (Número Especial-VIWMCRHPE), p. 846-858, 2014.
- ALMEIDA, H. A. de, FREITAS, R. C., SILVA, L. Determinação de períodos secos e chuvosos em duas microrregiões da Paraíba através da técnica dos quantis. **Revista de Geografia (UFPE)** V. 30, n. 1, p. 217-232, 2013.
- ALVES, J. M. B. FERREIRA, F. F; CAMPOS, J. N; FILHO, F. A. S; SOUZA, E. B; DURAN, B. J; STUDART. M. C. Mecanismos atmosféricos associados à ocorrência de precipitação intensa sobre o Nordeste do Brasil durante Janeiro/2004. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 21, n. 1, p. 1-21, 2006.
- ARAÚJO, L. E. **Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do rio Paraíba**. In: Dissertação de mestrado/UFCEG/CTRN, Campina Grande, 2006, 94f.
- BLAINSKI, É; GARBOSSA, L. H. P; ANTUNES, E. N. **Estações hidrometeorológicas automáticas**: recomendações técnicas para instalação. Florianópolis: Epagri, 2012.
- CABRAL JÚNIOR, J. B. Principais Características dos regimes pluvial e térmico de Campina Grande, PB. In: Monografia de Graduação em Licenciatura Plena em Geografia, UEPA/ CEDUC. Campina Grande, PB, 2012, 62 f.
- CALBETE, N. O.; GAN, M.; SATYAMURT, P. Vórtices ciclônicos da alta troposfera que atuam sobre a região nordeste do Brasil. **Revista Climanálise**, Cachoeira Paulista, SP, Edição especial de 10 anos, 1996

CAVALCANTI, I. F.A; FERREIRA, N. J; DIAS, M. A. F. S; SILVA, M. G. J **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de textos, 2016,

COSTA, L. B. Estruturação da cidade de Campina Grande: as estratégias e intencionalidade do mercado imobiliário. In: Dissertação de mestrado/UFPB/CCEN, João Pessoa, 2013, 185f.

FERREIRA, A. G; SILVA. N. G. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a região Nordeste do Brasil e a influência dos oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, n. 1, p. 15-27, 2005.

FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia–período 1981-2011. **Revista Geografias**, v. 1, n. 20, p. 44-58, 2015.

FRIERSON, D. M; HWANG, Y. T; FUCKAR, N. S; SEAGE, R; KANG, S. M., DONOHOE, A. e BATTISTI, D. S. Contribution of ocean overturning circulation to tropical rainfall peak in the Northern Hemisphere. **Nature Geoscience**, v. 6, n. 11, p. 940-944, 2013.

GAN M. A.; KOUSKY, V. E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no oceano Atlântico Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 1, p. 19-28, 1986

GIVONI, B. Climate and architecture. Journal Elsevier, United States, January,1969.

HENRIQUE, F. A. N. Estimativa da evapotranspiração de referência em Campina Grande-PB. In: Dissertação de mestrado UFCG/ Campina Grande, 2006, 107f.

KOUSKY, V.E. Diurnal rainfall variation in northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v. 108, n. 4, p. 488-498, 1980.

MADDEN R. A.; JULIAN, P. R. Observations of the 40-50 day tropical oscillation Montlhy Weather Review, n.122, p. 814-837, 1994.

MARENGO, J. A; ALVES, L. M; BESERRA, E. A; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas**, 2011.

MEDEIROS, E. A.; ALMEIDA, H. A. de. Variabilidade no regime pluvial na zona da mata e agreste paraibano na estiagem de 2012-2016. In: II Congresso Internacional da Adversidade do semiárido, CONIDIS, , Campina Grande, PB, de 08 a 10.11.2017, CD-R, p.1-9, 2017.

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

MENDONÇA, F. Riscos vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. *Desenvolvimento e Meio ambiente*, n. 10, p. 139-148, jul/dez 2004.

MOLION, L. C. B; BERNARDO, S. O. Dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Maceió, AL p.1334-1342, 2000.

MOLION, L. C. B; BERNARDO, S. O. Dinâmica da chuva no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17, n. 1, p.1- 10, 2002.

MOURA, M. N.; VITORINO, M. I. Variabilidade da precipitação em tempo e espaço associada à zona de convergência intertropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.27, n.4, 475 - 483, 2012,

NOBRE, P; MELO, A. B. C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise**, v. 2, p. 1-9, 2001.

NOBRE, P; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **J. Climate**, in press, 1996.

NÓBREGA, P. V. M. Análise do sistema de drenagem de Campina Grande/PB para proteção de áreas de risco de inundação. In: Dissertação de mestrado UFCG/MECA Campina Grande. 2012, 128 f.

OLIVEIRA, G. C. S.; NÓBREGA, R. S.; ALMEIDA, H. A. de. Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em catolé de casinhas, PE **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 29, no. 1, p. 75-90, 2012.

PINTO, N. L. S; HOLTZ, A. C. T. MARTINS, J. A. **Hidrologia básica**. Rio de Janeiro: Edgard Blucher, 1976.

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**, v. 25, n. 2, p.185-204, 2010.

SANT'ANNA NETO, J. L. A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. *Geografia*, v.11, n.2, p. 321-328, 2002.

SANTOS, C. A. C., BRITO, J. I. B. Análise dos índices de extremos para o semi-árido do Brasil e suas relações com TSM e IVDN. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 22, n. 3, p. 303-312, 2007.

SOUZA, E. B., ALVES, J. M. B., NOBRE, P. Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do nordeste brasileiro em associação aos eventos do padrão de dipolo observados na bacia do atlântico tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.13, n2, p.45-55, 1998.

TRENBERTH, K. E. The definition of El Niño. **Bulletin of American Meteorological Society**, v. 78, n. 12, p 2771-2777, 1997.

UVO, C. B. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte do Nordeste brasileiro. 1989. 88f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE. São José dos Campos-SP, 1989.

VICTORINO, M. M; SESTREM, L. P; KORNMAN, A. C. M; BENETTI, L. Planejamento, Implantação e Operação de uma Rede de Pluviógrafos na Serra do Mar Paranaense. In: 15º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia e Ambiental, Bento Gonçalves, RS, p. 1-10, 2015.

VITORINO, M. I.; SILVA DIAS, P. L.; FERREIRA, N.J. Observational study of the seasonality of the submonthly and intraseasonal signal over the tropics. **Meteorology and Atmospheric Physics**, 94, p.17-35. 2006.

YAMAZAKI, Y., RAO, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan** v. 55, n. 2, p. 205-207, 1977.

YANG, S. E SMITH, E.A. Mechanism for diurnal variability of global tropical rainfall observed for TRMM. **Journal of Climate**, v. 19, n. 20, p. 5190-5226, 2006.