

AS CHUVAS NA REGIÃO AGRESTE DO NORDESTE BRASILEIRO: VARIABILIDADE INTERANUAL

Gabriel de Paiva **CAVALCANTE**

Geógrafo; Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB

E-mail: cavalcantegp.geo@gmail.com

Daisy Beserra **LUCENA**

Prof^a. Dr^a. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB

E-mail: daisylucena@yahoo.com.br

Marcelo de Oliveira **MOURA**

Prof. Dr. do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba – PPGG/UFPB

E-mail: marcelomoura@ccen.ufpb.br

Resumo: Este trabalho tem o objetivo de analisar a variabilidade interanual das chuvas em estações climatológicas da região Agreste do Nordeste Brasileiro, por meio da proposta de classificação dos anos-padrão. Foram utilizados dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), da Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA), da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas (SEMARH). Constatou-se que os períodos chuvosos coincidem entre as estações estudadas e que as variações registradas na precipitação ocorrem de acordo com as diferenças hipsométricas entre as localidades. Com relação à variabilidade interanual das chuvas, verificou-se que o período entre 2005 e 2011 apresentou maior quantidade de períodos nas categorias Chuvoso e Muito Chuvoso, enquanto que, no período entre 2012 e 2017 destacaram-se os períodos classificados como Seco e Muito Seco. O ano mais chuvoso foi 2011 (seis das sete estações enquadradas na categoria Muito Chuvoso), enquanto que o ano mais seco foi 2012 (seis das sete estações enquadradas na categoria Muito Seco). O ano mais próximo à normalidade pluviométrica foi 2013 (cinco das sete estações enquadradas na categoria Normal). Conclui-se que esta classificação interanual pode subsidiar estudos regionais com foco no Ritmo Climático, fator essencial para a compreensão da dinâmica climática da região Agreste do Nordeste Brasileiro.

Palavras-chave: Pluviosidade; Climatologia Regional; Anos-padrão;

THE RAINS IN THE BRAZILIAN NORTHEAST REGION: INTERANNUAL VARIABILITY

Abstract: This work has the objective of analyzing the interannual variability of rainfall in climatological stations of the Agreste region of Northeast Brazil, through the proposal of classification of the standard years. Data from the National Institute of Meteorology (INMET), the Agricultural Research Company of the State of Rio Grande do Norte (EMPARN), the Paraíba State Water Agency (AESA), the Pernambuco Water and Climate Agency (APAC) and the Secretariat of Environment and Water Resources of the State of Alagoas (SEMARH). It was found that the rainy periods coincide between the stations studied and that the variations recorded in the precipitation occur according to the hypsometric differences between the localities. Regarding the interannual rainfall variability, it was verified that the period between 2005 and 2011 presented a greater number of periods in the categories Rainy and Very Rainy, while in the period between 2012 and 2017 the periods classified as Dry and Very Dry. The wettest year was 2011 (six of the seven stations in the Very Rainy category), while the driest year was in 2012 (six of the seven stations in the Very Dry category). The year closest to normal rainfall was 2013 (five of the seven stations in the Normal category). It is concluded that this interannual classification can support regional studies focusing on the Climatic Rhythm, an essential factor for understanding the climatic dynamics of the Agreste region of the Brazilian Northeast.

Keywords: Rainfall; Regional Climatology; Standard years;

Resumen: Este documento tiene como objetivo analizar la variabilidad interanual de la lluvia en las estaciones climáticas del noreste de Brasil, a través de la clasificación propuesta de años estándar. Datos del Instituto Nacional de Meteorología (INMET), de la Corporación de Investigación Agrícola del Estado de Río Grande del Norte (EMPARN), de la Agencia Ejecutiva del Agua del Estado de Paraíba (AESA), de la Agencia de Agua y Clima de Pernambuco (APAC) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Hídricos del Estado de Alagoas (SEMARH). Se verificó que los períodos lluviosos coinciden entre las estaciones estudiadas y que las variaciones registradas en la precipitación ocurren de acuerdo con las diferencias hipsométricas entre las localidades. Con respecto a la variabilidad interanual de las precipitaciones, se encontró que el período comprendido entre 2005 y 2011 presentó el mayor número de períodos en las categorías Lluvioso y Muy lluvioso, mientras que en el período comprendido entre 2012 y 2017 se destacaron los períodos clasificados como Seco y Muy seco. El año más lluvioso fue 2011 (seis de las siete temporadas en la categoría Muy lluvioso), mientras que el año más seco fue 2012 (seis de las siete temporadas en la categoría Muy seco). El año más cercano a la normalidad de la lluvia fue 2013 (cinco de las siete estaciones en la categoría Normal). Se concluye que esta clasificación interanual puede respaldar estudios regionales centrados en el ritmo climático, un factor esencial para comprender la dinámica climática del noreste de Brasil.

Palabras clave: lluvia; Climatología regional; Años estándar;

INTRODUÇÃO

O Agreste é considerado como uma “miniatura” do Nordeste brasileiro pela sua diversidade paisagística percebida em curtas distâncias. É formado por uma estreita faixa de transição natural que se localiza entre a Zona da Mata e o Sertão e engloba, de forma latitudinal, os estados de Rio Grande do Norte a Bahia (ANDRADE, 1986). O maior domínio morfoestrutural do Agreste é o Planalto da Borborema, que ocorre entre os estados do Rio Grande do Norte e Alagoas e, em sua faixa exposta aos ventos oceânicos, recebe chuvas orográficas – barlavento –, já nas áreas a oeste, apresenta características naturais mais secas – sotavento. Além desta posição morfológica, a altitude do Planalto da Borborema também interfere nas características climáticas da região, que condicionam a existência dos brejos, principalmente nos estados da Paraíba e Pernambuco (VASCONCELOS SOBRINHO, 1971; TABARELLI; SANTOS, 2004).

As dificuldades acerca das referências para os estudos regionais sobre o Nordeste são decorrentes da carência de estudos a partir da década de 1990. O auge das produções regionais ocorreu nas décadas de 1960, 1970 e 1980, quando órgãos como a SUDENE, a Associação dos Geógrafos Brasileiros – AGB e o IBGE publicavam periodicamente estudos diversos e multidisciplinares, ofertando muitas publicações na área da Geografia. Porém, com o passar dos anos, as publicações foram se tornando raras, em especial, aquelas relacionadas à climatologia regional. Diante disso, torna-se necessário a retomada de estudos de climatologia geográfica de cunho regional, sobretudo no Nordeste, região do país em que a produção geográfica na área de climatologia ainda é escassa, salvo algumas exceções, a exemplo dos trabalhos desenvolvidos por Souza (1998) e por Soares (2015).

Por se tratar de uma região de transição, o Agreste apresenta grande diversidade de tipos climáticos. Tal variedade é reconhecida por Andrade (1986, p. 31):

O Agreste [...] é bem característico em seus aspectos, mas em outras ocasiões pode ser confundido com a Mata em seus trechos mais úmidos e com o Sertão nos mais secos. Em outros trechos [...] surgem os brejos que apresentam condições de umidade e pluviometria semelhantes às da “Zona da Mata”, ao lado de temperaturas, devido à altitude, bem mais amenas do que as desta região [...]. Em outros trechos, justamente à sotavento destas elevações, onde as taxas pluviométricas são bem mais baixas, a caatinga, que no Agreste tem sempre maior densidade e porte do que no Sertão, apresenta-se em largas extensões de pequeno porte e de baixa densidade vegetal.

As variadas paisagens que ocorrem no Agreste, marcadas, sobretudo, pelo aspecto climático, precisam ser melhor compreendidas. Para isso, é necessário considerar aspectos da dinâmica das massas de ar e dos sistemas atmosféricos, a influência do relevo e os processos

ocorridos na interação entre o clima e o espaço geográfico. Este trabalho propõe, em uma perspectiva inicial, as características da climatologia regional do Agreste, subsidiando pesquisas posteriores por meio dos anos-padrão. É por meio dos anos-padrão que são elaborados os gráficos de Análise Rítmica e, assim, quantificam-se os tipos de tempo para cada dia dos anos representativos a fim de verificar os parâmetros genéticos do clima.

Os estados momentâneos da atmosfera são compreendidos por meio da Técnica da Análise Rítmica, o que possibilitou a análise geográfica do clima (MONTEIRO, 2015). O tratamento dos dados climatológicos até a criação desta técnica ocorria a partir de uma estatística baseada na média para obtenção das normais climatológicas. Este tipo de dado climático põe uma espécie de “máscara” nos eventos extremos e impossibilita a análise em escala temporal reduzida e suas correlações com os impactos nas populações. Segundo Monteiro (1971, p. 12-13),

Só a análise rítmica detalhada ao nível de ‘tempo’, revelando a gênese dos fenômenos climáticos pela interação dos elementos e fatores, dentro de uma realidade regional, é capaz de oferecer parâmetros válidos à consideração dos diferentes e variados problemas geográficos desta região (...). Na análise rítmica as expressões quantitativas dos elementos climáticos estão indissolúvelmente ligados à gênese ou qualidade dos mesmos e os parâmetros resultantes desta análise devem ser considerados levando em conta a posição no espaço geográfico em que se define.

Considerando os aspectos naturais diversificados da região Agreste e a necessidade de estudos de Geografia Regional na perspectiva da Climatologia Geográfica, este trabalho tem o objetivo de analisar a variabilidade interanual das chuvas em estações climatológicas do Agreste do Nordeste Brasileiro, com a proposta de classificação dos anos-padrão.

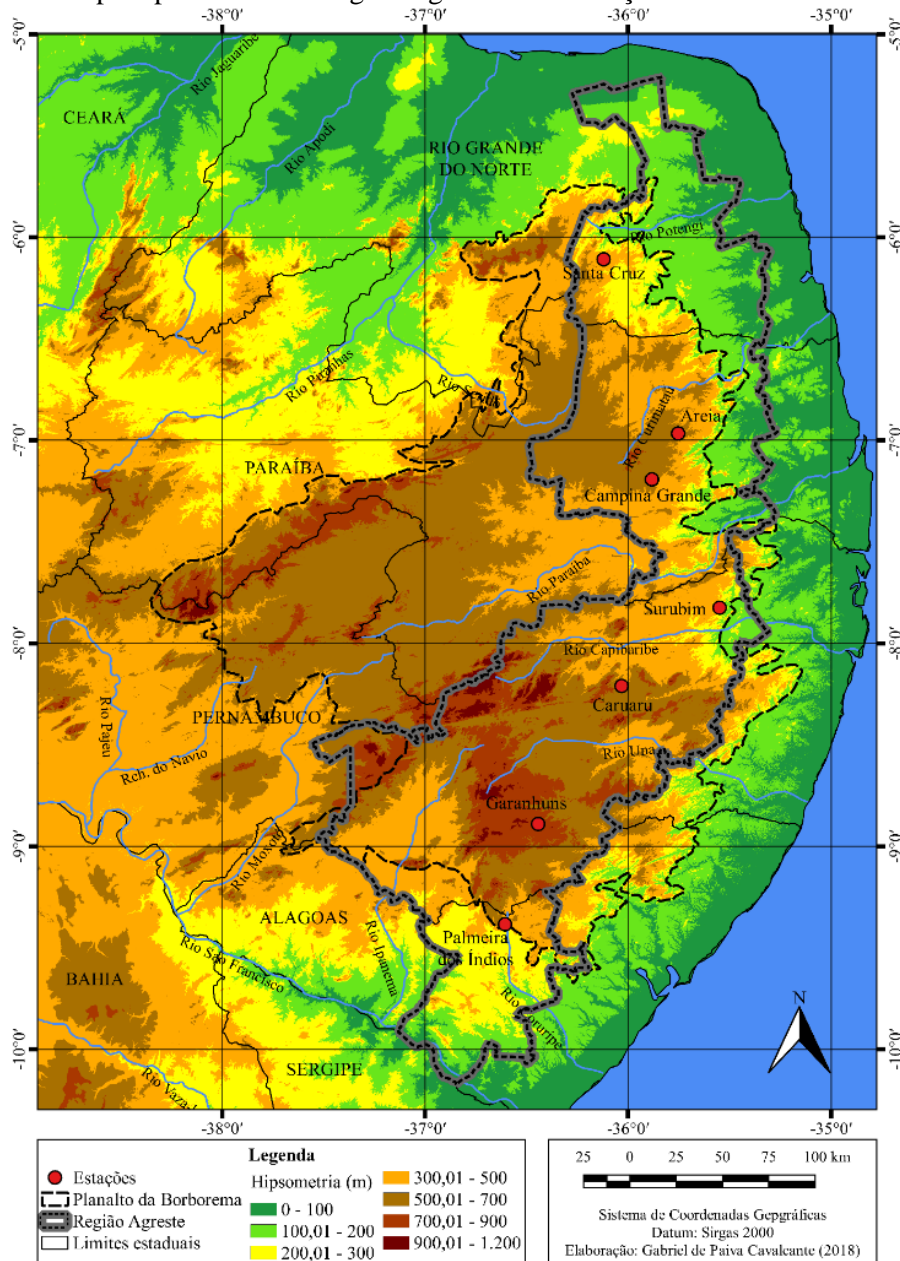
MATERIAIS E MÉTODOS

A escolha das estações a serem consideradas neste trabalho ocorreu mediante a consideração de três critérios: 1) possuir série de dados pluviométricos sem falhas para a categorização periódica padrão (anos-padrão e quadrimestre chuvoso); 2) possuir disponibilidade de dados dos atributos climáticos suficientes para a aplicação da técnica da análise rítmica (temperatura, pressão atmosférica, umidade relativa do ar, precipitação, direção e velocidade do vento, cobertura de céu, sistemas atmosféricos predominantes, entre outros, de acordo com Mendonça e Danni-Oliveira, 2007). Tais dados, coletados pelas estações automáticas do INMET, foram adquiridos mediante solicitação ao órgão; e 3) estar localizada dentro do limite regional do Agreste estabelecido pelo IBGE (1990) e no compartimento estrutural da Borborema, delimitado por Corrêa et. al. (2010).

Após a consideração desses três critérios, foram escolhidas as estações de Santa Cruz/RN, Areia/PB, Campina Grande/PB, Surubim/PE, Caruaru/PE, Garanhuns/PE e Palmeira dos Índios/AL. Localização das mesmas vide Figura 1.

A aquisição dos dados pluviométricos utilizados neste trabalho ocorreu em dois tipos de banco de dados: primeiramente, foram levantadas as estações convencionais do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, por meio do Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa – BDMEP do INMET, disponíveis no site do referido órgão, que fornece os dados de forma gratuita.

Figura 1 – Mapa hipsométrico da região Agreste e delimitação do Planalto da Borborema.



Fonte: os autores

Foram coletadas séries de dados pluviométricos de cinco estações convencionais do INMET: Areia/PB, Campina Grande/PB, Surubim/PE, Garanhuns/PE e Palmeira dos Índios/AL. As cidades de Santa Cruz/RN e Caruaru/PE não possuem estações convencionais ativas. Após a análise das cinco séries coletadas, observou-se que as estações de Campina Grande/PB, Surubim/PE, Garanhuns/PE constavam falhas substanciais, o que impossibilitou a utilização; desta forma, apenas as séries de Areia/PB e de Palmeira dos Índios/AL apresentavam consistência nos dados e ausência de falhas.

Tendo em vista a necessidade de se preencher o banco de dados e a disponibilidade de órgãos estaduais (segundo tipo de base virtual) com séries diárias de precipitação em postos pluviométricos, foram coletadas informações dos seguintes órgãos: Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do Norte (EMPARN), Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA), Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) e da Secretaria de Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos do Estado de Alagoas (SEMARH). Assim, completou-se o banco de dados para a análise anual da precipitação, cujas fontes discriminadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Fontes dos dados de precipitação para as estações utilizadas na pesquisa.

| Estado | Estação | Fonte dos dados |
|--------|---------------------|---|
| RN | Santa Cruz | Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio Grande do |
| PB | Areia | Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) |
| | Campina Grande | Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba (AESA) |
| PE | Surubim | Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC) |
| | Caruaru | |
| | Garanhuns | |
| AL | Palmeira dos Índios | Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) |

Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

Após a aquisição, os dados foram tabulados em planilha eletrônica do Microsoft Excel 2010 para sistematização, verificação de falhas e escolha da escala temporal. Considerando a necessidade de uma série coesa de dados, a escala temporal ficou estabelecida no período do ano 2005 ao ano 2017.

Em seguida à escolha da escala temporal, aplicou-se a técnica dos quantis para a classificação da pluviosidade anual e do período chuvoso (sequência dos quatro meses que apresentam os maiores valores médios de pluviosidade em cada estação).

Por ser uma técnica estatística de separatriz na qual divide-se uma série de dados em parcelas percentuais, estabelece-se um intervalo entre cada quantil equivalente a uma determinada porcentagem da série. Assim, determinam-se os períodos Muito Seco (MS), Seco

(S), Normal (N), Chuvoso (C) e Muito Chuvoso (MC), calculados de acordo com os intervalos de probabilidade disponíveis no Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação das categorias e probabilidades da precipitação anual relacionada às ordens quantílicas para a região do Agreste da Borborema.

| Categorias | Probabilidade |
|--------------------|---------------------------------|
| Muito Seco (MS) | $p(x) < Q_{0,15}$ |
| Seco (S) | $Q_{0,15} \leq p(x) < Q_{0,35}$ |
| Normal (N) | $Q_{0,35} \leq p(x) < Q_{0,65}$ |
| Chuvoso (C) | $Q_{0,65} \leq p(x) < Q_{0,85}$ |
| Muito Chuvoso (MC) | $p(x) \geq Q_{0,85}$ |

Adaptado de Sena (2017, p. 48).

O cálculo dos quantis obedeceu a sequência elaborada por Sena (2017), que considera a disposição dos dados como a primeira etapa, o ordenamento dos dados como a segunda etapa e, finalmente, o cálculo, com base em duas condições:

Se a quantidade de anos coincidir com alguma ordem quantílica, tem-se:

$$Q_p = Q_{p_j} = y_j \quad (1)$$

Se não coincidir, haverá um índice j tal que $p_j < p < p_{j+1}$, onde Q_p será obtido por interpolação, como segue:

$$Q_p = y_j + \left\{ \frac{[p - p_j]}{[p_{j+1} - p_j]} \right\} * [y_{j+1} - y_j] \quad (2)$$

Após a aplicação das probabilidades quantílicas, observaram-se os valores das categorias para cada estação, conforme mostra o Quadro 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Climogramas da região

A distribuição periódica das chuvas e das temperaturas ao longo do ano ocorre de forma relativamente similar entre as localidades. Isso significa que não há diferenças efetivas com relação aos meses que registram o maior e menor acumulado pluviométrico ou as maiores e menores temperaturas entre as localidades. Em todas as estações, o período chuvoso corresponde aos meses de março a agosto, enquanto que o período seco, aos meses de setembro a fevereiro. Com relação às temperaturas, os meses de junho, julho e agosto apresentam os menores registros, enquanto que os maiores ocorrem entre dezembro e março.

Quadro 3 – Valor dos quantis com base nos totais anuais e do quadrimestre chuvoso.

| VALOR DOS QUANTIS ANUAIS (mm) | | | | | | | |
|---|-------------------|---------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------|
| Categoria | Santa Cruz | Areia | Campina Grande | Surubim | Caruaru | Garanhuns | Palmeira dos Índios |
| Muito Seco | < 260,3 | < 1029,2 | < 562,2 | < 408,6 | < 341,4 | < 546,2 | < 504,7 |
| Seco | 260,3 < X < 338,0 | 1029,2 < X < 1160,1 | 562,2 < X < 694,4 | 408,6 < X < 456,4 | 341,4 < X < 489,1 | 546,2 < X < 790,3 | 504,7 < X < 878,7 |
| Habitual | 338,0 < X < 523,8 | 1160,1 < X < 1294,5 | 694,4 < X < 769,5 | 456,4 < X < 613,5 | 489,1 < X < 716,0 | 790,3 < X < 1038,3 | 878,7 < X < 1093,5 |
| Chuvoso | 523,8 < X < 838,1 | 1294,5 < X < 1622,6 | 769,5 < X < 1052,8 | 613,5 < X < 731,2 | 716,0 < X < 758,4 | 1038,3 < X < 1122,4 | 1093,5 < X < 1219,8 |
| Muito Chuvoso | > 838,1 | > 1622,6 | > 1052,8 | > 731,2 | > 758,4 | > 1122,4 | > 1219,8 |
| VALOR DOS QUANTIS COM BASE NO QUADRIMESTRE CHUVOSO (mm) | | | | | | | |
| Categoria | Santa Cruz | Areia | Campina Grande | Surubim | Caruaru | Garanhuns | Palmeira dos Índios |
| Muito Seco | < 154,5 | < 519,6 | < 376,9 | < 234,3 | < 164,0 | < 366,5 | < 276,2 |
| Seco | 154,5 < X < 188,8 | 519,6 < X < 598,3 | 376,9 < X < 397,4 | 234,3 < X < 268,6 | 164,0 < X < 315,0 | 366,5 < X < 486,8 | 276,2 < X < 490,0 |
| Habitual | 188,8 < X < 316,3 | 598,3 < X < 789,1 | 397,4 < X < 476,6 | 268,6 < X < 348,6 | 315,0 < X < 407,6 | 486,8 < X < 532,3 | 490,0 < X < 702,4 |
| Chuvoso | 316,3 < X < 600,6 | 789,1 < X < 1029,5 | 476,6 < X < 545,8 | 348,6 < X < 440,8 | 407,6 < X < 477,1 | 532,3 < X < 638,5 | 702,4 < X < 831,0 |
| Muito Chuvoso | > 600,6 | > 1029,5 | > 545,8 | > 440,8 | > 477,1 | > 638,5 | > 831,0 |

Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante, 2018.

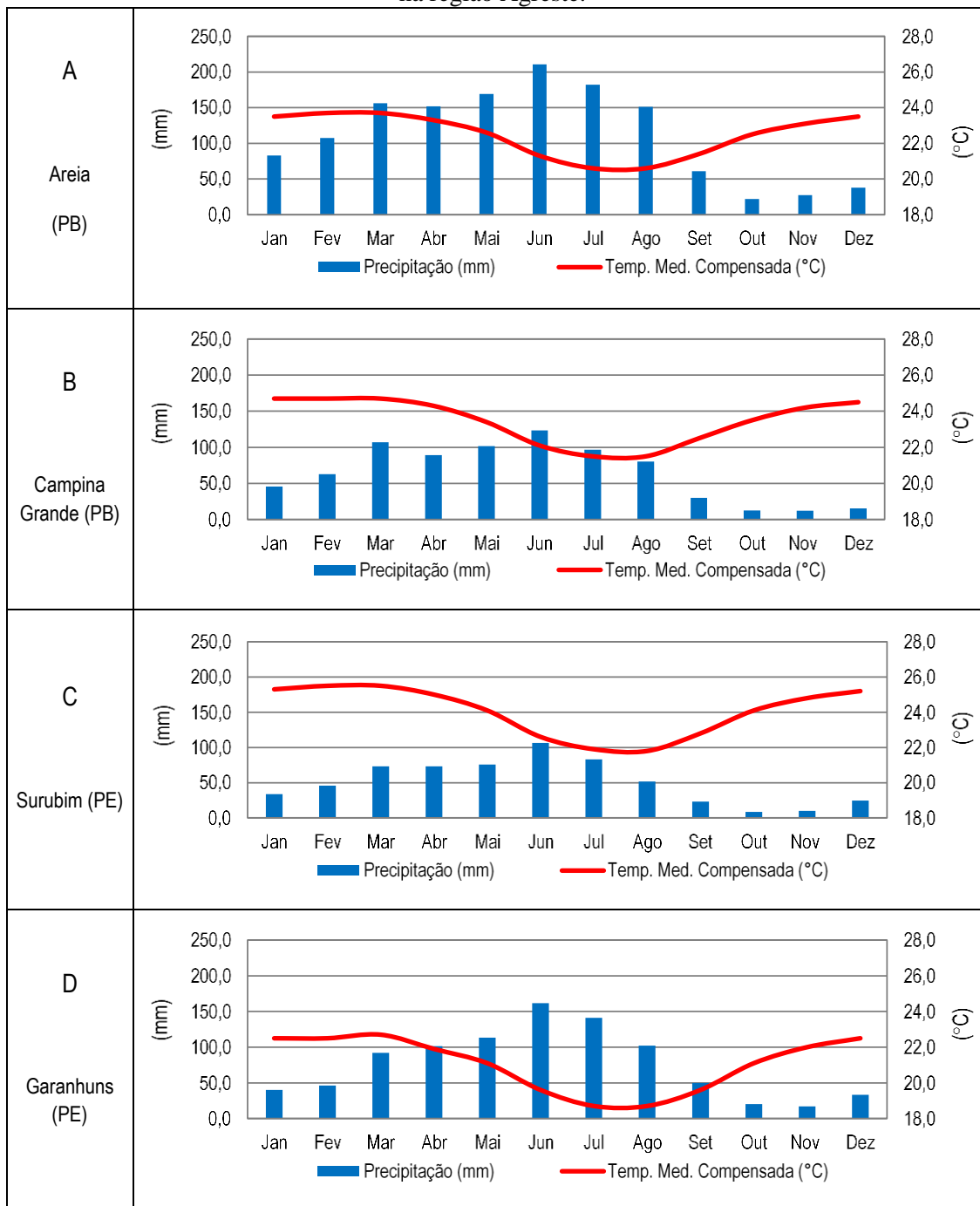
Pelo fato das estações estarem localizadas em uma região de transição, com descoincidentes patamares de elevação hipsométrica, as normais mensais e anuais de precipitação e temperatura apresentam diferenças regionais. O mês de junho, por exemplo, é o mais chuvoso em todas as cinco estações da região, porém o quantitativo pluviométrico desse mês varia de 106,5 mm em Surubim (PE) a 210,7 mm em Areia (PB). O Quadro 4 mostra o quantitativo médio mensal e anual de precipitação e Temperatura Média Compensada – TMC para as estações, enquanto que a Prancha 1 mostra a variação mensal dos dados de precipitação e temperatura.

Quadro 4 - Quantitativo médio mensal e anual de precipitação e Temperatura Média Compensada – TMC para as estações do INMET localizadas no Agreste.

| Estação | Areia | | Campina Grande | | Surubim | | Garanhuns | | P. dos Índios | |
|------------|---------------|-------------|----------------|-------------|------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|
| | Prec. (mm) | TMC (°C) | Prec. (mm) | TMC (°C) | Prec. (mm) | TMC (°C) | Prec. (mm) | TMC (°C) | Prec. (mm) | TMC (°C) |
| Janeiro | 83 | 23,5 | 45,6 | 24,7 | 33,8 | 25,3 | 40,1 | 22,5 | 38,5 | 26,4 |
| Fevereiro | 107,4 | 23,7 | 62,8 | 24,7 | 45,9 | 25,5 | 46,1 | 22,5 | 42,9 | 26,5 |
| Março | 156,3 | 23,7 | 107,1 | 24,7 | 73,2 | 25,5 | 92,2 | 22,7 | 68,2 | 26,6 |
| Abril | 151,7 | 23,3 | 89,3 | 24,3 | 73,2 | 25 | 101,4 | 21,9 | 99 | 25,6 |
| Mai | 169,2 | 22,6 | 101,7 | 23,4 | 75,6 | 24,1 | 113,2 | 21,1 | 131 | 24,3 |
| Junho | 210,7 | 21,3 | 123,6 | 22,1 | 106,5 | 22,6 | 161,7 | 19,6 | 167,7 | 22,9 |
| Julho | 182,2 | 20,6 | 96,7 | 21,5 | 82,9 | 21,9 | 141,1 | 18,7 | 134,2 | 22,1 |
| Agosto | 151,2 | 20,6 | 80,1 | 21,5 | 51,6 | 21,8 | 102,2 | 18,7 | 86,6 | 22,1 |
| Setembro | 60,9 | 21,4 | 30 | 22,5 | 23,2 | 22,8 | 50 | 19,6 | 41,8 | 23 |
| Outubro | 21,8 | 22,5 | 12,5 | 23,5 | 8,4 | 24,1 | 20,1 | 21,1 | 19 | 24,7 |
| Novembro | 27,5 | 23,1 | 12,3 | 24,2 | 10,2 | 24,8 | 17,1 | 22 | 15,9 | 25,9 |
| Dezembro | 37,8 | 23,5 | 15,3 | 24,5 | 24,5 | 25,2 | 33,1 | 22,5 | 33,4 | 26,4 |
| Ano | 1359,7 | 22,5 | 777 | 23,5 | 609 | 24,1 | 918,3 | 21,1 | 878,2 | 24,7 |

Fonte: INMET (2018).

Prancha 1 – Climogramas das estações pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia localizadas na região Agreste.



Fonte: INMET (2018). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

O Gráfico A da Prancha 1 mostra as normais climatológicas de precipitação e de temperatura média compensada da estação de Areia (PB). No que tange aos dados de precipitação, destaca-se o mês de junho, o único mês a apresentar média de precipitação acima dos 200,0 mm dentre todas as estações (registro de 210,7 mm). Os meses de julho e abril completam o trimestre mais chuvoso da estação, com registros médios de 182,2 mm e 169,2 mm, respectivamente. Nenhum outro mês em nenhuma das demais estações

investigadas apresenta quantitativo superior a algum desses três meses. Por outro lado, os meses menos chuvosos são dezembro (média de 37,8 mm), novembro (média de 27,5 mm) e outubro (média de 21,8 mm). A normal climatológica anual de precipitação para a estação de Areia é de 1.359,7 mm, a maior dentre as estações investigadas. Com relação às normais mensais de temperatura, os meses mais frios são julho e agosto, com registro médio de 20,6 °C. Fevereiro e março, por outro lado, formam o bimestre mais quente: registro de médio 23,7 °C para ambos os meses. A amplitude térmica anual (diferença entre os meses mais frios e os meses mais quentes do ano) em Areia é de 3,1 °C.

Os dados referentes à estação de Campina Grande (PB) são mostrados no Gráfico B da Prancha 1. Os três meses mais chuvosos apresentaram totais médios acima dos 100,0 mm: junho (123,6 mm), março (107,1 mm) e maio (101,7 mm); já os menos chuvosos são dezembro (média de 15,3 mm), outubro (média de 12,5 mm) e novembro (média de 12,3 mm). A normal climatológica para as chuvas em Campina Grande é de 777,0 mm. Com relação às temperaturas, os meses de julho e agosto apresentam os menores valores (média de 21,5 °C), enquanto que janeiro, fevereiro e março registram média de 24,7 °C. A amplitude térmica anual em Campina Grande é de 3,2 °C.

No Gráfico C da Prancha 1 estão plotadas as informações referentes à estação de Surubim (PE). Os meses com os registros médios de chuva mais elevados são junho, julho e maio (106,5 mm, 82,9 mm e 75,6 mm, respectivamente), já os meses com os menores registros médios são outubro, novembro e setembro (8,4 mm, 10,2 mm e 23,2 mm, de forma respectiva). A estação de Surubim apresenta o menor acumulado pluviométrico anual dentre as normais climatológicas das cinco estações investigadas: média de 609,0 mm registrados a cada ano. Com relação às temperaturas, destacam-se como mais quentes os meses de fevereiro, março e janeiro (médias de 25,5 °C, 25,5 °C e 25,3 °C, respectivamente), enquanto que as menores temperaturas ocorrem nos meses de agosto, julho e junho (médias de 21,8 °C, 21,9 °C e 22,6 °C, respectivamente). A amplitude térmica anual em Surubim é de 3,7 °C.

As informações referentes à estação de Garanhuns (PE) estão disponíveis no Gráfico D da Prancha 1. Destaca-se o mês de junho como o mais chuvoso, com acumulado médio de 161,7 mm, seguido por julho (média de 141,1 mm) e maio (média de 113,2 mm). A normal climatológica anual para a estação é de 918,3 mm, segundo menor quantitativo, sendo superado apenas por Areia/PB. Os meses que registram os menores quantitativos médios de chuva são: novembro (17,1 mm), outubro (20,1 mm) e dezembro (33,1 mm). Ao considerar-se os dados de temperatura, o mês mais quente para a estação de Garanhuns é março, com registro médio de 22,7 °C, seguido por três meses que registram média de 22,5 °C: dezembro,

janeiro e fevereiro. Dentre todas as cinco estações avaliadas, os quatro meses que registram médios de temperaturas abaixo dos 20 °C ocorrem em Garanhuns, a saber: julho e agosto (18,7 °C) e junho e setembro (19,6 °C). A amplitude térmica anual em Garanhuns é de 4,0 °C.

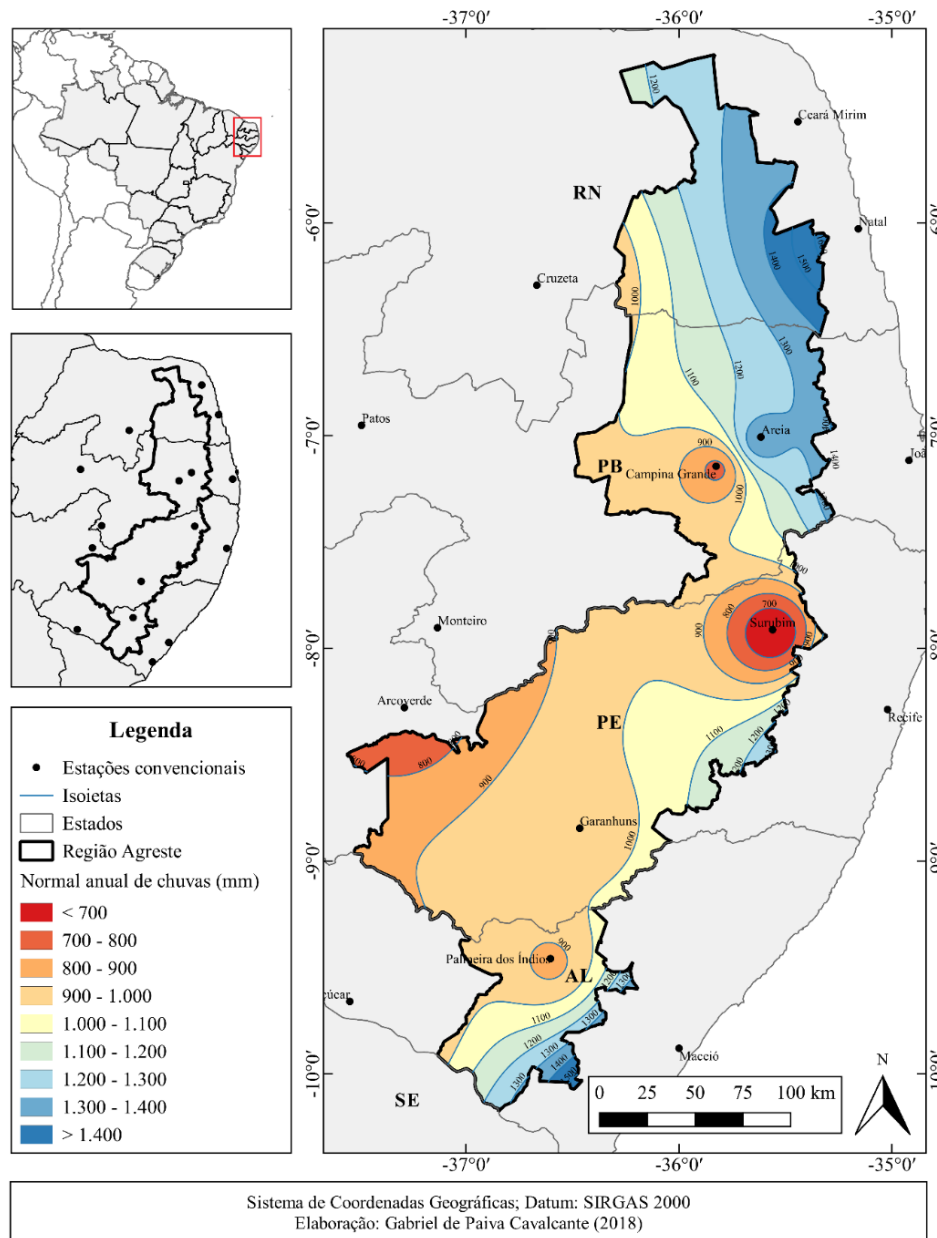
Por fim, no Gráfico E da Prancha 1, constam as informações sobre a estação de Palmeira dos Índios (AL). Três meses registram acumulado médio de chuva acima dos 100,0 mm: maio (131,0 mm), julho (134,2 mm) e junho (167,7 mm). Os menores acumulados ocorrem nos meses de novembro (média de 15,9 mm), outubro (média de 19,0 mm) e dezembro (média de 33,4 mm). A normal climatológica anual é de 878,2 mm, a terceira maior dentre as cinco estações analisadas. No que diz respeito às temperaturas, é na estação de Palmeira dos Índios que ocorrem os quatro únicos meses dentre todas as estações a superar a média de 26 °C: dezembro e janeiro (média de 26,4 °C), fevereiro (média de 26,5 °C) e março (média de 26,6 °C). Os meses mais frios são junho (média de 22,9 °C), julho e agosto (ambos com médias de 22,1 °C). A diferença entre julho/agosto (meses mais frios) e março (mês mais quente) é de 4,5 °C, a maior dentre as cinco estações investigadas.

A Figura 6 apresenta um mapa que contém a variação da normal climatológica anual da precipitação para a região Agreste. Para a sua elaboração, foram utilizados dados da normal climatológica anual de 16 estações convencionais do INMET, cinco delas inseridas na região Agreste (Areia/PB, Campina Grande/PB, Surubim/PE, Garanhuns/PE e Palmeiras dos Índios/AL, estas que foram utilizadas na construção da Prancha 1) e 11 estações localizadas em regiões circunvizinhas (Ceará Mirim/RN, Natal/RN, Cruzeta/RN, João Pessoa/PB, Monteiro/PB, Patos/PB, Recife/PE, Arcoverde/PE, Maceió/AL, Porto de Pedras/AL e Pão de Açúcar/AL).

De acordo com a Figura 6, nota-se que os setores que apresentam as normais climatológicas de precipitação mais elevadas estão localizados a leste da região Agreste. Destacam-se a porção nordeste da região, próxima a estações do leste potiguar, o leste do Agreste Paraibano (região de Areia/PB), e, no sul do Agreste, a região que engloba as estações localizadas no leste de Alagoas. Esses pontos apresentam isoietas com valores acima dos 1.300,0 mm. No Agreste de Pernambuco, este valor é atingido em apenas um ponto, fato que está ligado à distância entre as estações climatológicas do leste do estado e a região. Por outro lado, as isoietas com os menores valores (abaixo dos 800,0 mm) circundam duas estações climatológicas (Campina Grande/PB e Surubim/PE). O ponto da região que se destaca pelos menores valores de isoietas é na região de Surubim/PE, quando as mesmas variam de 900,0 mm a 700,0 mm em um curto espaço.

No que se refere às diferenças pluviométricas no sentido leste-oeste, destaca-se a divisão da região por meio da isoietas no valor de 1.000,0 mm. Através dela, delimita-se a influência dos brejos de altitude em Areia/PB e em Garanhuns/PE, além dos avanços em regiões de vales de rios importantes: vale do rio Curimataú/PB, do Paraíba/PB e do Una/PE, fato este que pode ser justificado pela eventual facilidade de entrada dos sistemas atmosféricos por meio da abertura e baixa altitude desses sistemas ambientais.

Figura 6 – Mapa de isoietas das normais climatológicas anuais da região Agreste (1990-2010).



Fonte: INMET (2018). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

Análise da variabilidade pluviométrica na região Agreste da Borborema

Na perspectiva da Climatologia Geográfica, as séries temporais de atributos climáticos requerem estudo detalhado, com escala, no mínimo, diária. Desta forma, a seleção de períodos

representativos é de suma importância para que sejam verificados os estados atmosféricos durante períodos de dinâmicas climáticas distintas, diferenciadas por fatores como a TSM e a consequente abrangência das massas de ar e a ocorrência dos sistemas atmosféricos. Assim, é por meio dos anos-padrão que a climatologia geográfica consolidou pesquisas no Brasil, sobretudo na análise pluviométrica, já que a compreensão da precipitação anual (total, ritmo, frequência, dentre outros fatores) é fator essencial para que sejam detalhados os sistemas atmosféricos atuantes e os tipos de tempo deles decorrentes.

A classificação de cada período (anual e quadrimestre chuvoso) se encontra no Quadro 5. A representação da condição dos oceanos, também disponível no Quadro 8, é importante para detectar os períodos de ocorrência de El Niño, La Niña, GRADM+ ou GRADM-, fatores que influenciam na distribuição das chuvas na área de estudo.

Quadro 5 - Síntese da variação anual e do quadrimestre chuvoso da pluviosidade registrada por estação climática do INMET no Agreste da Borborema.

| SÍNTESE DA VARIÇÃO PLUVIOMÉTRICA ANUAL REGISTRADA POR POSTOS E ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NO AGRESTE DA BORBOREMA (2005-2017) | | | | | | | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------|
| POSTO/ESTAÇÃO | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | MÉDIA |
| SANTA CRUZ | | | C | C | MC | | MC | MS | | S | S | | MS | 478,3 |
| AREIA | | S | C | | | MS | MC | | | | S | | | 1296,6 |
| CAMPINA GRANDE | C | | | C | MC | | MC | S | | | MS | MS | S | 786,5 |
| SURUBIM | C | | | | | MC | MC | MS | | C | MS | MS | S | 559,7 |
| CARUARU | C | | | | MC | | MC | MS | | MS | S | S | C | 576,1 |
| GARANHUNS | | | C | | | MC | | MS | S | C | S | MS | MC | 888,9 |
| PALMEIRADOS ÍNDIOS | | | C | | | MC | MC | MS | S | | S | MS | C | 918,4 |
| SÍNTESE DA VARIÇÃO PLUVIOMÉTRICA DO QUADRIMESTRE CHUVOSO NO AGRESTE DA BORBOREMA (2005-2017) | | | | | | | | | | | | | | |
| POSTO/ESTAÇÃO | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | MÉDIA |
| SANTA CRUZ | C | | | MC | MC | | MC | MS | | | S | MS | S | 293,7 |
| AREIA | | S | C | | | MS | MC | | | MS | | S | C | 753,9 |
| CAMPINA GRANDE | C | C | MS | | | | MC | S | | | S | MS | | 471,7 |
| SURUBIM | MC | | | | S | C | MC | MS | | | S | MS | C | 332,9 |
| CARUARU | MC | | | | | | C | MS | | MS | S | S | MC | 337,0 |
| GARANHUNS | MC | | C | | | C | | MS | S | | S | MS | MC | 528,7 |
| PALMEIRADOS ÍNDIOS | | | | C | | C | MC | MS | | S | S | MS | MC | 590,0 |

Fontes: EMPARN (2018), AESA (2018), APAC (2018) e INMET (2018). Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

Para a classificação da pluviometria anual e do período chuvoso, foi utilizada a técnica dos quantis (ver item 2.2.3), que classifica os períodos em cinco categorias com base no total pluviométrico, a saber: Muito Seco – MS, Seco – S, Normal – N, Chuvoso – C e Muito Chuvoso – MC.

Na síntese anual, o ano 2011 (que registrou ocorrência de La Niña Forte) apresentou a maior quantidade de estações na categoria MC: seis das sete estações (85,7% do total) registraram quantitativos de chuva acima de 25% da média histórica; neste ano, apenas a estação de Garanhuns/PE apresentou pluviosidade enquadrada na categoria Normal. O ano

2009 apresentou quatro estações enquadradas na categoria MC, enquanto que em 2010 ocorreram em três estações e em 2017, uma estação (Garanhuns/PE).

Por outro lado, na categoria MS, destaca-se o ano 2012 (com registro de GRADM positivo), com seis das sete estações enquadradas nesta categoria (exceto a estação de Campina Grande/PB, que se enquadrou na categoria de ano Seco). Em seguida, apresentam-se os anos 2016 (três estações na categoria MS), 2015 (duas estações) e 2010, 2014 e 2017 (uma estação em cada ano). Nota-se uma mudança abrupta na característica dos dados apresentados entre 2011 e 2012: enquanto que o ano 2011 apresentou predomínio de estações com registros de chuva com elevação de 25% à média histórica, o ano 2012 registrou o mesmo número de estações com redução de chuvas abaixo de 25% em comparação à média histórica. Tal fato pode estar ligado ao GRADM positivo em 2012, podendo provocar mudanças significativas nos padrões de circulação atmosférica, sobretudo da Massa Equatorial Atlântica.

Na categoria Normal, os anos com maiores registros de estações são 2006, ano de La Niña Leve com transição para El Niño Moderado (6 registros de estações, exceto Areia/PB, que se enquadrou na categoria Seco), e 2013, ano de GRADM positivo (5 registros de estações, exceto Garanhuns/PE e Palmeira dos Índios/AL, ambas as estações na categoria Seco). Os anos 2012 e 2015 não apresentaram nenhuma ocorrência de estações na categoria Normal.

O caso do biênio 2009-2010 torna-se didático no que diz respeito aos impactos nos quantitativos de chuva na região em detrimento das condições térmicas nos oceanos que banham o continente americano. Neste período, embora se tenha registro de El Niño Forte, o GRADM do Atlântico foi negativo em 2009 e positivo em 2010, o que pode ter possibilitado as diferenças nos padrões de chuva em tal período: em 2009, a maioria das estações enquadraram-se na categoria MC, número que diminuiu em 2010, agravando-se com a condição da estação de Areia/PB, com registro de chuva abaixo de 25% da média histórica. Desta forma, nota-se que, provavelmente, pela proximidade à região, as condições térmicas do Oceano Atlântico podem possuir potencialidades mais determinantes para o regime pluviométrico e para a circulação atmosférica.

Analisando a sequência das características pluviométricas anuais presentes no Quadro 8, percebe-se que o período entre os anos 2005 e 2011 apresentou domínio das categorias que representam desvio positivo de chuvas: dos 14 registros de MC possíveis, 13 ocorreram neste período (92,8% do total); já nas categorias de desvio negativo, houve apenas um registro de MS (na estação de Areia/PB, em 2010). Em contrapartida, a característica do período entre os

anos 2012 e 2017 se inverte: nele, ocorre apenas um registro de MC (na estação de Garanhuns/PE, em 2017), enquanto que 13 dos 14 registros de MS ocorrem entre esses anos.

Precedentemente ao início da análise da síntese que engloba os quadrimestres chuvosos das estações, é importante que tais períodos sejam discriminados. Portanto, o Quadro 6 mostra os quatro meses mais chuvosos para as estações analisadas, com destaque também para o percentual de chuva do período em comparação com o total médio anual.

Quadro 6 – Período chuvoso de cada estação do Agreste da Borborema e percentual de chuva em comparação com a total médio anual.

| Estado | Estação | Quadra Chuvosa | Percentual |
|--------|---------------------|----------------|------------|
| RN | Santa Cruz | março-junho | 61,40% |
| PB | Areia | abril-julho | 58,10% |
| | Campina Grande | abril-julho | 60,00% |
| PE | Surubim | abril-julho | 59,50% |
| | Caruaru | abril-julho | 58,50% |
| | Garanhuns | maio-agosto | 59,50% |
| AL | Palmeira dos Índios | abril-julho | 64,20% |

Fontes: EMPARN (2018), AESA (2018), APAC (2018) e INMET (2018).

Elaboração: Gabriel de Paiva Cavalcante (2018).

Cinco das sete estações apresentam os quatro maiores registros médios mensais de chuva entre os meses de abril a julho, período de maior atuação das Ondas de Leste. Santa Cruz/RN e Garanhuns/PE trazem mudanças quanto ao período de ocorrência da quadra chuvosa. Em Santa Cruz/RN, o período chuvoso ocorre mais cedo em comparação às demais estações, fato provavelmente vinculado a atuação da Zona de Convergência Intertropical, que atua na região de fevereiro a maio; já na estação de Garanhuns, ocorre retardamento do período chuvoso, estendendo-se até agosto. Tais diferenças serão analisadas na próxima fase da pesquisa, que consiste na Análise Rítmica, quando fatores como ocorrência, temporalidade e abrangência dos sistemas atmosféricos atuantes nas estações estudadas serão detectados.

Na análise da síntese da variação pluviométrica do quadrimestre chuvoso das estações, o ano 2011 registrou o maior quantitativo na categoria MC (quatro estações, no total de 57,1%), seguido dos anos 2005, 2009 e 2017, cada um com três estações na categoria MC e de 2008, com uma estação (Santa Cruz/RN). Na categoria MS, destacam-se os anos 2012 e 2016, com cinco estações cada (Santa Cruz/RN, Surubim/PE, Garanhuns/PE e Palmeira dos Índios/AL tiveram os dois registros da categoria MC nesses anos). Houve duas estações nesta categoria no ano 2014, e uma estação nos anos 2007 e 2010.

A distribuição nos quadrimestres chuvosos das categorias MC e MS entre as estações se mostra menos concentrada do que na síntese anual. Entre os anos 2005 e 2011 há 11 ocorrências de estações na categoria MC (75,6% das ocorrências), e duas ocorrências de

estações na categoria MS. Já no período entre os anos 2012 e 2017, foram observadas três ocorrências de estações na categoria MC e 12 ocorrências de estações na categoria MS (85,7% das ocorrências). Desta forma, embora os percentuais sejam menos expressivos se comparados à síntese anual, os números ainda revelam que o primeiro período (2005-2011) é expressivamente mais chuvoso do que o segundo período (2012-2017).

Na categoria Normal, os quadrimestres chuvosos com maiores registros de estações são os de 2013 (6 registros de estações, exceto Garanhuns/PE, que se enquadrou na categoria Seco), e os anos 2006 e 2008 (5 registros de estações para ambos os anos, exceto Areia/PB [Seco] e Campina Grande/PB [Chuvoso] em 2006, e Santa Cruz/RN [Muito Chuvoso] e Palmeira dos Índios/AL [Chuvoso] em 2008).

Considerando os totais médios anuais e dos quadrimestres chuvosos, o maior quantitativo é da estação de Areia/PB (média de 1.296,6 mm/ano e de 753,9 mm na quadra chuvosa). O total da quadra chuvosa registrado em Areia/PB supera até os registros anuais de três das demais estações (Caruaru/PE: 576,1 mm/ano e 337,0 mm na quadra chuvosa; Surubim/PE: 557,7 mm/ano e 332,9 mm na quadra chuvosa; e Santa Cruz/RN, estação com os menores totais: 478,3 mm/ano e 293,7 mm na quadra chuvosa). O segundo maior quantitativo de chuvas é registrado pela estação de Palmeira dos Índios (918,4 mm/ano e 590,0 mm na quadra chuvosa), seguida pelas estações de Garanhuns/PE (888,9 mm/ano e 528,7 mm na quadra chuvosa) e de Campina Grande/PB (786,5 mm/ano e 471,7 mm na quadra chuvosa).

Nota-se que as três estações com os maiores registros de pluviosidade localizam-se nas regiões de barlavento da Borborema, estas que primeiro recebem a influência dos sistemas atmosféricos que provocam chuva. O caso de Areia/PB, localizada na escarpa oriental do Planalto da Borborema na Paraíba, é o mais significativo: os 1296,6 mm anuais destoam dos registros nas demais estações, sendo 378,2 mm acima do registrado em Palmeira dos Índios (situada no extremo sul da Borborema), segundo maior registro e 407,7 mm acima do registrado em Garanhuns (um brejo de altitude mais elevado que Areia/PB, porém localizado mais ao interior, o que minimiza a influência dos sistemas atmosféricos).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos maiores desafios da Climatologia Geográfica brasileira é a compreensão da dinâmica climática, especialmente quando se trata dos estudos regionais, estes que não se apresentam com frequência nas pesquisas, provavelmente devido às dificuldades de

referências atuais e da carência de dados consistentes que contemplem uma escala espacial e temporal compatível com as proporções de uma região.

Este trabalho, porém, apresenta uma proposta inicial para a compreensão da dinâmica climática da região Agreste do Nordeste do Brasil por meio da análise interanual da precipitação e da classificação em anos-padrão.

Verificou-se que as estações estudadas apresentam períodos chuvosos similares com variação na intensidade dos dados de chuva. Tal variação pode estar relacionada à localização dessas estações, estas que se distribuem em diferentes patamares hipsométricos, o que afeta diretamente as características do clima mais sensíveis a estas diversidades naturais, especialmente pluviosidade e temperatura. Com relação à variabilidade interanual das chuvas, verificou-se que o período entre 2005 e 2011 apresentou maior proporção de períodos categorizados como Chuvoso e Muito Chuvoso, enquanto que o período entre 2012 e 2017 apresentou maior quantidade de períodos categorizados como Seco e Muito Seco.

O ano mais chuvoso foi 2011 (85,7% das estações enquadradas na categoria Muito Chuvoso), enquanto que o ano mais seco foi 2012 (85,7% das estações enquadradas na categoria Muito Seco). O ano que mais se aproximou da normalidade pluviométrica foi 2013 (71,4% das estações enquadradas na categoria Normal). Tem-se, portanto, os três anos-padrão que podem subsidiar estudos baseados na análise contínua e simultânea dos tipos de tempo, e, assim, se possa entender a dinâmica climática na região Agreste do Nordeste brasileiro, uma vez que as sete estações estudadas estão distribuídas por todo o recorte regional.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de Mestrado ao primeiro autor.

Trabalho enviado em março de 2019

Trabalho aceito em agosto de 2019

REFERÊNCIAS

AESA. Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. **Meteorologia – Chuvas**. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/>>. Acesso em: 24/05/2017.

ANDRADE, M. C. **A terra e o homem no Nordeste**: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. 5ª edição, São Paulo: Atlas, 1986.

APAC – **Agência Pernambucana de Águas e Clima**. Disponível em: <http://www.apac.pe.gov.br/>. Acesso em: 24/05/2017.

CORREA, A. C. B. et. al. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010. Disponível em: http://www.igeologico.sp.gov.br/downloads/revista_ig/31_3.pdf. Acesso em: 06/06/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Regionalização do Brasil. **Meso e Microrregiões dos Estados**. Brasília: 1990. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 20/05/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Regionalização do Brasil. Meso e **Microrregiões dos Estados**. Brasília: 1992. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em 20/05/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15/11/2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **IBGE Cidades**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 15/11/2017.

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

MONTEIRO, C. A. F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Série Climatologia**, n.1. São Paulo: Instituto de Geografia/USP, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. A Climatologia Geográfica no Brasil e a Proposta de um Novo Paradigma. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. A.; ZAVATTINI, J. A.; SANT'ANNA NETO, J. L. A. (Orgs.) **Construção da Climatologia Geográfica no Brasil**. Campinas: Alínea, 2015, 194p.

SEMARH. Governo de Alagoas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.semarh.al.gov.br/>. Acesso em: 24/05/2017.

SEMARH. Governo do Estado do Rio Grande do Norte. Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. Disponível em: <http://www.semarh.rn.gov.br/>. Acesso em: 24/05/2017.

SENA, J. P. O. **Análise da precipitação pluviométrica em anos extremos no Cariri Paraibano e suas consequências na agricultura e cobertura vegetal**. (Dissertação de Mestrado) – Campina Grande/PB, 2017, 97 p.

TABARELLI, M; SANTOS, A. M. M. Uma Breve Descrição Sobre a História Natural dos Brejos Nordestinos p. 17-24. In: PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. (orgs.) **Brejos de altitude em Pernambuco e Paraíba: história natural, ecologia e conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004. 324p.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. Recife: Conselho do Desenvolvimento de Pernambuco, 1971, 442p.