



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

SIDNEY ANDERSON TEIXEIRA DA COSTA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR
ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) NO SERTÃO DE PERNAMBUCO**

**SERRA TALHADA – PE
2019**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA**

SIDNEY ANDERSON TEIXEIRA DA COSTA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR
ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) NO SERTÃO DE PERNAMBUCO**

Monografia apresentada para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

Orientador: Profº MSc. Alan Cezar Bezerra

**SERRA TALHADA – PE
2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

C837a Costa, Sidney Anderson Teixeira da

Análise espaço-temporal da precipitação pluviométrica por Índice de Anomalia de Chuva (IAC) no Sertão de Pernambuco/ Sidney Anderson Teixeira da Costa. - 2019.

50 f. : il.

Orientador: Alan Cezar Bezerra.

Inclui referências.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Agronomia, Serra Talhada, 2019.

1. Climatologia. 2. Distribuição. 3. Pluviosidade. 4. Semiárido. I. Bezerra, Alan Cezar, orient. II. Título

CCD 630

SIDNEY ANDERSON TEIXEIRA DA COSTA

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA POR
ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) NO SERTÃO DE PERNAMBUCO**

Monografia apresentada para obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada.

APROVADA em ____ de _____ de _____

Msc. José Francisco da Cruz Neto
(UFRPE)

Prof.^a Dr.^a Luciana Sandra Bastos de Souza
(UFRPE - UAST)

Profº. Msc. Alan Cezar Bezerra
(UFRPE/UAST)

DEDICO...

A minha mãe, Leoneide Godê, exemplo de mulher batalhadora, em quem me espelho a ser forte nos momentos difíceis.

Ao meu tio, Adriano Teixeira da Silva e a minha avó Maria Auxiliadora (*In memoriam*) sinônimos de superação e resiliência.

“Sei que o meu trabalho é uma gota no oceano. Mas sem ele, o oceano seria menor”. (Madre Tereza de Calcutá).

“Quem passa por nós nunca vai só, nunca nos deixa só, deixa sempre um pouco de si, leva sempre um pouco de nós”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS por se fazer presente na minha vida, a ele devo todas as minhas superações e todos os preciosos ensinamentos das fases difíceis pelas quais passei.

Agradeço a minha mãe, Leoneide Godê da Costa por ter sido meu alicerce e por se esforçar tanto para me dar a formação necessária para chegar até aqui e poder dar este importante passo na minha vida.

Ao meu pai Sebastião Aldir Teixeira da Silva (*In memoriam*) que mesmo tendo partido cedo, o seu caráter sempre foi motivo de espelho pra mim.

Agradecimento mais que especial ao meu tio, Adriano Teixeira da Silva o qual tenho como um pai, por toda a minha vida serei grato pela força, acolhimento e tudo que o senhor fez por mim, tudo foi de grande importância para a realização do sonho de me tornar Engenheiro Agrônomo. Em seu nome agradeço a sua esposa Ana Lúcia por todo o apoio e aos meu primos-irmãos Arthur Vinicius, Ana Laura (*In memoriam*) e Maria Alice.

A minha namorada Luzia Victória pelo amor e paciência, pelo incentivo e orações dedicadas a mim nos momentos de lutas. Obrigado por sempre me ajudar nos momentos difíceis. Agradeço aos meus sogros a Sr^a Marlene e ao Sr^º Valdeci por todo apoio que me deram.

Às minhas irmãs Luana, Lícia e Airla, e irmãos André, Edson e Erick por sempre torceram pelo meu sucesso.

Um agradecimento especial ao meu orientador e amigo Alan Cezar Bezerra, a quem tanto admiro pela sua paciência, inteligência e simplicidade. Seus ensinamentos, conversas e lições durante os anos da graduação, foram de extrema importância para minha formação. Obrigado por tudo o que aprendi, pela colaboração, compreensão e proporcionar uma relação que vai além de professor-discente, mas sim de amizade. O meu muito obrigado.

Agradeço aos demais professores que me orientaram durante o curso, Prof^a Elma Machado Ataíde pela orientação durante o estágio, ao Professor Gibran da Silva Alves pelos trabalhos, pesquisa e ensinamentos enquanto fui seu orientado. Deixo um muito obrigado ao professor João Batista Barros Amorim, meu primeiro orientador, pela força num dos momentos mais difíceis do curso e pelos ensinamentos durante os projetos de Extensão Rural.

Aos amigos que cultivo a longa data, Athos Murilo por toda a força e mesmo de longe ajudar nos momentos solicitados, ao Claudevan Gonçalves, ao Lucas Barreto e ao Suelyson Cordeiro. Aos amigos que a Agronomia me deu, Carlos André, Elania Freire, José Victor e Rafael Mateus. Entre esses, deixo aqui um agradecimento especial a Elania Freire pela amizade e todas as ajudas durante o curso e ao Rafael Mateus pelo companheirismo, e por ter estado presente nos momentos de aprendizados, estudos e superações, o meu muito obrigado!

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE por possibilitar a realização desse sonho, a Pró-Reitoria de Gestão Estudantil – PROGEST, a Pró- Reitoria de Extensão pelos projetos de extensão que possibilitaram incrementar a minha formação. Agradeço aos demais colaboradores da UFRPE, que direta ou indiretamente contribuíram para chegar até aqui. A todos, o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
2. OBJETIVOS	11
2.1 GERAL.....	11
2.2 ESPECÍFICOS	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	11
3.1 O ESTADO DE PERNAMBUCO	11
3.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIÔMÉTRICA.....	13
3.3 REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO	14
3.4 ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC)	15
3.5 INTERPOLAÇÃO ESPACIAL	16
4. METODOLOGIA	17
4.1 ÁREA DE ESTUDO	17
4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS	18
4.3 PREENCHIMENTO DE FALHAS E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DOS DADOS	19
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5.1 REGIME ANUAL.....	22
5.2 REGIME INTERANUAL E INDICE DE ANOMÁLIA CHUVA.....	26
5.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO	37
6. CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS	44

RESUMO

Os eventos climáticos extremos assumem grande relevância social e econômica, principalmente nas regiões Semiáridas. A análise do regime pluviométrico de determinada região pode ser feita pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC), que permite compreender e classificar o regime pluviométrico quanto a severidade dos ciclos secos e chuvosos. O objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade espaço-temporal das precipitações no Sertão de Pernambuco, utilizando o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para a normal climatológica (1987-2017). Para isso, foram obtidos dados de precipitação pluviométrica dos municípios de Afogados da Ingazeira, Araripe, Arcoverde, Cedro, Flores, Inajá, Ipubi, Mirandiba, Serra Talhada, Serrita e Sertânia. Foram feitas análises das precipitações anuais e interanuais, determinação de anomalias negativas e positivas ao longo da normal climatológica e elaboração de mapas de distribuição espacial da precipitação nas diferentes classificações anuais com base no IAC. Os resultados revelam que em dez dos onze municípios estudados a quadra chuvosa corresponde aos meses de janeiro a abril. Constatou-se que os anos 1993, 1998 e 2012 foram os mais secos da série, enquanto 1988, 2004 e 2009 os mais chuvosos. A quantidade de anomalias negativas no período analisado foi de 54,8%, evidenciou-se assim maior números de anos secos que úmidos. Verificou-se também que a mesorregião do Sertão possui certo grau de homogeneidade em relação aos eventos extremos, ou seja, os anos chuvosos ou secos, quando ocorrem tendem a atingir a maior parte do território. Neste trabalho, mostrou-se que o IAC pode ser utilizado como uma ferramenta para auxiliar o acompanhamento climático e a variabilidade pluviométrica de uma determinada região.

PALAVRAS-CHAVE: Climatologia, Distribuição, Pluviosidade, Semiárido.

ABSTRACT

Extreme weather events assume great social and economic relevance, especially in the semi-arid regions. The analysis of the rainfall regime of a given region can be done by the Rain Anomaly Index (IAC), which allows understanding and classifying the rainfall regime as to the severity of dry and rainy cycles. The objective of this study was to study the spatio-temporal variability of precipitation in the Sertão de Pernambuco, using the Rain Anomaly Index (IAC) for the climatological normal (1987-2017). For this, rainfall data were obtained from the municipalities of Afogados da Ingazeira, Araripina, Arcoverde, Cedro, Flores, Inajá, Ipubi, Mirandiba, Serra Talhada, Serrita and Sertânia. Annual and interannual precipitation analyzes were performed, negative and positive anomalies were determined throughout the climatological normal and precipitation spatial distribution maps were elaborated in the different annual classifications based on the IAC. The results reveal that in ten of the eleven municipalities studied the rainy season corresponds to the months from January to April. It was found that the years 1993, 1998 and 2012 were the driest in the series, while 1988, 2004 and 2009 were the driest. The number of negative anomalies in the analyzed period was 54.8%, thus showing greater numbers of dry than wet years. It was also found that the Sertão mesoregion has a certain degree of homogeneity in relation to extreme events, i.e., rainy or dry years, when they occur, tend to affect most of the territory. In this work, it was shown that the IAC can be used as a tool to assist climate monitoring and rainfall variability of a given region.

KEY-WORDS: Climatology, Distribution, Rainfall, Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mesorregião do Sertão de Pernambuco.....	15
Figura 2. Distribuição de postos pluviométricos ao longo da mesorregião do Sertão de Pernambuco.....	17
Figura 3. Curva de dupla massa para análise de consistência dos dados pluviométricos da normal climatológica 1987-2017 de municípios do Sertão de Pernambuco. A) Afogados da Ingazeira, Serra Talhada e Flores; B) Arcoverde, Inajá, Sertânia; C) Cedro, Mirandiba e Serrita; D) Ipubi e Araripina.....	18
Figura 4. Precipitação média anual de 11 municípios localizados no Sertão de Pernambuco, normal climatológica 1987-2017.....	20
Figura 5. Precipitação mensal média de Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada, microrregião do Pajeú, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.....	21
Figura 6. Precipitação mensal média dos municípios de Arcoverde, Inajá e Sertânia microrregião do Moxotó, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.....	22
Figura 7. Precipitação mensal média dos municípios de Cedro, Mirandiba e Serrita, microrregião de Salgueiro, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.....	22
Figura 8. Precipitação mensal média dos municípios de Araripina e Ipubi, microrregião do Araripe, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.....	23
Figura 9. Distribuição da precipitação anual nos municípios de Afogados da Ingazeira (A), Flores (B) e Serra Talhada (C), localizados na microrregião do Pajeú, Sertão de Pernambuco.....	24
Figura 10. Distribuição da precipitação anual de 1987 a 2017 nos municípios de Arcoverde (A), Inajá (B) e Sertânia (C) localizados na microrregião do Moxotó, Sertão de Pernambuco.....	25
Figura 11. Distribuição da precipitação anual de 1987 a 2017 nos municípios de Cedro (A), Mirandiba (B) e Serrita (C) localizados na microrregião de Salgueiro, Sertão de Pernambuco.....	26
Figura 12. Distribuição da precipitação anual de 1987 a 2017 nos municípios de Araripina (A) e Ipubi (B) localizados na microrregião do Araripe, Sertão de Pernambuco.....	27
Figura 13. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) de 1987 a 2017 para Afogados da Ingazeira (A), Flores (B) e Serra Talhada (C), localizados na microrregião do Pajeú, Sertão de Pernambuco.....	29
Figura 14. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) de 1987 a 2017 para Arcoverde (A), Inajá (B) e Sertânia (C) localizados na microrregião do Moxotó, Sertão de Pernambuco.....	30

Figura 15. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para Cedro (A), Mirandiba (B) e Serrita (C) estado de Pernambuco para o período de 1987-2017.....	31
Figura 16. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para Araripina e Ipubi estado de Pernambuco para o período de 1987-2017.....	32
Figura 17. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para a mesorregião do Sertão nos anos de 1987 a 2017.....	34
Figura 18. Anos classificados como muito secos, pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.....	35
Figura 19. Anos classificados como secos pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.....	36
Figura 20. Anos classificados como úmidos pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.....	37
Figura 21. Anos classificados como muito úmidos pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.....	38

1. INTRODUÇÃO

O clima é o sistema da natureza que mais recebe impactos das mudanças por intervenções humanas (ALVES, 2016). Além disso é um dos mais complexos e dinâmicos sistemas de se estudar, diagnosticar e interpretar suas alterações em função da complexidade dos limites atmosféricos, geográficos e meteorológicos envolvidos (BERTONI & TUCCI, 2013, p. 176).

Nesse contexto, a precipitação caracteriza-se por toda água em estado líquido ou sólido, proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre, essa água tem um aspecto quantitativo para cada local do planeta, entretanto, sua distribuição anual é irregular e depende de diversos fatores ambientais e geográficos (GARCEZ & ALVAREZ, 1988). Por se tratar de uma variável que apresenta uma grande variabilidade espaço-temporal, influenciada diretamente por diversos fatores e elementos, é fundamental o desenvolvimento de estudos integrados e contextualizados para melhor interpretação do seu comportamento em determinadas regiões (DINIZ, 2013).

Vários estudos têm demonstrado que o aumento da temperatura média do planeta causa alterações no ciclo hidrológico e consequentemente nos regimes das chuvas, como o aumento da ocorrência de eventos hidrológicos extremos, alterando fortemente a quantidade e qualidade dos recursos hídricos, agravando problemas sociais, além de afetar ecossistemas terrestres e aquáticos (LIMA et al., 2016; SILVA et al., 2017). Corroborando com Marengo (2002), outras consequências ocasionadas pela alteração do clima, associadas ao aquecimento global, podem estar relacionadas aos eventos extremos de chuva, seja na sua intensidade, frequência ou duração. Estes extremos, seja em excesso ou déficit, têm sido uma das mudanças do clima mais sentida em diversas partes do Brasil, seja pela ocorrência de desastres naturais, secas, inundações, deslizamentos, etc.

Desde décadas passadas, a ocorrência de secas extremas como consequência das mudanças climáticas, em várias regiões do planeta, mostra a fragilidade do homem frente a essas alterações, demonstrando a necessidade de uma melhor compreensão recente acerca do clima para auxiliar no planejamento de medidas mitigatórias (CURY et al., 2018).

Nesse contexto, o regime pluviométrico afeta diretamente a economia de um local, por sua vez atrelada às questões sociais, já que tanto as chuvas em excesso como os períodos de estiagem, trazem prejuízos para setores como agricultura, pecuária, abastecimento e indústria (NORONHA et al., 2016).

Nesse aspecto, as regiões de clima Semiárido estão entre as mais impactadas social e

economicamente aos eventos extremos. Um exemplo disso é o Semiárido brasileiro, onde os baixos índices pluviométricos, a má distribuição espacial da chuva e a ocorrência de extremos climáticos caracteriza-se como os principais fatores que dificultam o avanço da agricultura na região, uma vez que as atividades agropecuárias são altamente dependentes de uma boa distribuição das chuvas (SILVA et al., 2017).

Diante disso, analisar as características pluviométricas possibilita contribuir no entendimento do clima e suas possíveis alterações recentes, para servir de base para tomadas de decisões de projetos agrícolas, bem como possibilitar compreender a dinâmica das recargas de bacias hidrográficas e auxiliar no planejamento contra enchentes ou secas intensas.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Estudar a variabilidade espaço-temporal da precipitação pluviométrica dos anos 1987 a 2017 no Sertão de Pernambuco, através do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e interpolação espacial.

2.2 ESPECÍFICOS

- Investigar o regime pluviométrico para a normal climatológica de 31 anos (1987-2017) de 12 municípios pertencentes às microrregiões inseridas no Sertão de Pernambuco.
- Analisar a variabilidade espaço-temporal das precipitações anuais para a normal climatológica estudada.
- Caracterizar períodos secos e chuvosos nos municípios estudados.
- Gerar mapas de distribuição espacial e variação da chuva dos municípios estudados através de geoprocessamento em ambiente SIG.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 O ESTADO DE PERNAMBUCO

O Nordeste é a segunda região mais populosa do Brasil, possui nove estados e em território é a terceira maior do país, atrás das regiões Norte e Centro-Oeste. Entre os estados mais importantes dessa região, destaca-se Pernambuco, localizado entre as coordenadas geográficas 7°15' e 9° 27' latitude Sul e 34° e 48° 19' longitude Oeste, possui 98.068 km² e uma população de 9.496.294 habitantes distribuída em 185 municípios (IBGE, 2018).

Na sua configuração espacial, Pernambuco apresenta estreitamento no sentido Norte-Sul, e alonga-se no sentido Leste-Oeste, chegando a 784 Km de extensão. De acordo com o critério de regionalização adotado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o estado é divido em 5 mesorregiões: Sertão, Sertão do São Francisco, Agreste, Zona da Mata e Região Metropolitana.

Ainda de acordo com o IBGE (2018), Pernambuco é divido em dezenove microrregiões: Alto Capibaribe, Araripina, Brejo Pernambucano, Fernando de Noronha, Garanhuns, Itamaracá, Itaparica, Mata Meridional Pernambucana, Mata Setentrional Pernambucana, Médio Capibaribe, Pajeú, Petrolina, Recife, Salgueiro, Moxotó, Suape, Vale do Ipanema, Vale do Ipojuca e Vitória de Santo Antão.

O relevo do estado caracteriza-se por planícies costeiras, de origem sedimentar, com praias e manguezais e planalto no restante do estado, chegando a apresentar pontos com mais de 1100 metros de altitude como é o caso da Serra do Ponto com 1.195 metros em Brejo da Madre de Deus no Agreste do estado e do Pico do Papagaio com 1.260 metros no município de Triunfo no Sertão do estado (IBGE, 2018). A caatinga é o bioma predominante, ocupando mais o interior do estado, enquanto a Região Metropolitana e Zona da Mata apresentam uma vegetação litorânea e floresta tropical, respectivamente.

A respeito das atividades econômicas do estado de Pernambuco, o setor de serviços é o que mais possui representatividade comparado aos demais setores como a agropecuária e o industrial. Entretanto, mesmo o setor agropecuário não tendo mais a mesma importância que outrora teve na economia do estado, ainda é um setor importante no cenário local com participação de 4,3% no Produto Interno Bruto-PIB de Pernambuco (PERNAMBUCO, 2016) e 8,18% do PIB da mesorregião do Sertão do estado (LIMA & GATTO, 2013). Ao longo das últimas três décadas do século passado, novos segmentos da economia pernambucana surgem no estado, tais como a fruticultura irrigada na região do submédio vale do São Francisco, o polo gesseiro na região do Araripe e os polos de confecções no Agreste do estado (GALVÃO, 2015).

Conforme a classificação de Köppen, o clima de Pernambuco se enquadra nas classes: BSh e As“, ou seja, semiárido e tropical úmido, respectivamente. O estado tem 70% do seu território localizado no semiárido, no “Polígono das Secas”, caracterizado por ter chuvas irregulares e mal distribuídas geograficamente (GALVÍNCIO & MOURA, 2005). De acordo com Andrade (2007), as distinções climáticas nesse estado se dão principalmente em função da quantidade e da distribuição das chuvas, uma vez que as variações térmicas não possuem tanta influência.

Corroborando com Kayano & Andreoli (2009), o Nordeste do Brasil como um todo é uma das regiões da América do Sul em que é mais acentuada a variabilidade interanual, particularmente em relação a precipitação e a disponibilidade dos recursos hídricos, com anos extremamente secos e outros chuvosos.

Sabe-se que o regime pluviométrico e a disponibilidade de recursos hídricos de um local, são imprescindíveis para o sucesso de atividades como a agropecuária, que historicamente é um dos setores mais prejudicado mediante a ocorrência de eventos climáticos extremos. Nesse sentido, a realização de estudos climáticos nesse estado, principalmente no que se diz respeito aos valores pluviométricos, torna-se algo necessário para contribuir em projetos futuros, seja no setor agrícola, abastecimento hídrico, industrial, turístico e habitação (MENDONÇA, 2016).

A irregularidade das chuvas no estado, consiste em um grande desafio para o desenvolvimento do setor agrícola da região, principalmente no Sertão do estado, onde predomina a agricultura de sequeiro que é regulada pelo regime de chuvas. Desse modo a região depende de uma boa distribuição temporal e espacial da precipitação para o sucesso do setor agropecuário, principalmente das culturas agrícolas de ciclo rápido como milho e feijão que são conduzidas durante os meses mais chuvosos (quadra chuvosa) da região.

3.2 PRECIPITAÇÃO PLUVIÔMÉTRICA

A precipitação nada mais é que a água proveniente do vapor de água da atmosfera depositada na superfície terrestre sob forma de chuva, granizo, neblina, neve, orvalho ou geada (TUCCI, 2009). As precipitações constituem o mais importante componente do ciclo hidrológico, formando uma ligação entre a água da atmosfera e a água do solo.

A precipitação na forma de chuva configura o principal meio de retorno da água da atmosfera para a superfície terrestre. Segundo Miranda et al., (2010) a chuva são águas oriundas do vapor atmosférico que se precipitam em estado líquido sobre a superfície terrestre. Para formação da chuva é necessário a umidade atmosférica, mecanismo de resfriamento do ar, presença de núcleos higroscópios e mecanismo de crescimento das gotas (BERTONI & TUCCI, 2013).

As chuvas podem ser classificadas em diversos tipos, tais como a precipitações ciclônicas que estão relacionadas com o movimento de massas de ar de regiões de alta pressão para regiões de baixa pressão atmosférica; as chuvas convectivas que ocorrem pelo aquecimento de massas de ar relativamente pequenas, que estão em contato direto com a superfície quente dos continentes e oceanos e grandes bacias hidrográficas; por fim as chuvas

orográficas que ocorrem principalmente em regiões onde o relevo impede a passagem de ventos quentes e úmidos.

Nesse contexto, diversos fatores estão relacionados a distribuição e variação espaço-temporal da precipitação, como a latitude, distância dos oceanos ou de outras fontes de água, altitude, cobertura e temperatura das superfícies (ALMEIDA, 2016). O conhecimento destas variações e dos fatores relacionados, é de grande importância para o planejamento dos recursos hídricos como no estudo de chuvas prováveis, projetos de irrigação, controle de erosão do solo, estudo de chuvas intensas, secas, previsão de enchentes, dimensionamento de barragens, previsão de veranicos para escalonamento de plantio das culturas agrícolas, etc.

3.3 REGIME PLUVIOMÉTRICO NO SEMIÁRIDO DO NORDESTE BRASILEIRO

As regiões Semiáridas são caracterizadas pela expressiva variabilidade climática, além da ocorrência de longos períodos de seca e apresentarem evapotranspiração potencial superior a precipitação (MARENGO et al., 2011). Além do Semiárido Brasileiro, outras regiões Semiáridas estão presentes em diversas partes do planeta como a área que abrange o centro norte da Argentina, noroeste do Paraguai e sudeste da Bolívia; centro da América Central numa faixa que abrange as zonas baixas da vertente do Pacífico e grande parte da região central de pré-montanha de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicarágua e parte da Costa Rica; grande parte da região Norte da África e uma extensa área na Oceania.

No Brasil, O Semiárido ocupa uma área de 1.128.697 km², abrange os estados do Ceará, a maior parte da Paraíba e Pernambuco, Rio Grande do Norte, Sudeste do Piauí, Oeste de Alagoas e Sergipe, região central da Bahia e uma faixa que se estende em Minas Gerais, seguindo o Rio São Francisco, com uma população de 27,87 milhões de habitantes distribuída em 1.262 municípios (SUDENE, 2017).

Os mecanismos climáticos responsáveis pelas precipitações pluviométricas do Nordeste brasileiro são extremamente complexos de se estudar, uma vez que estão relacionados à influência de vários sistemas de circulação atmosférica, que agem separadamente nas diferentes partes desta região (ALVES, 2016). A esses mecanismos, que dependem diretamente da circulação atmosférica geral, superpõem-se outros fatores como a orografia ou localização em relação ao mar.

Apesar da região Nordeste está na zona equatorial, esta é submetida a altas pressões subtropicais associadas ao anticiclone do Atlântico Sul (FERREIRA et al., 1998). Segundo

Bastos & Ferreira (2000), as precipitações na região apenas ocorrem por ocasião da chegada de perturbações que destroem a estabilidade climática ligada às altas pressões.

Os volumes de precipitação anual acumulado do Semiárido brasileiro ficam em torno de 600 mm/ano (MARENGO et al., 2011). A região é caracterizada ainda pela má distribuição temporal no seu regime pluviométrico, apresentando dentro do ano, um período chuvoso que na parte oeste da região ocorre entre os meses de janeiro a maio, e no setor leste de abril a agosto (LACERDA, 2016).

Como bem abordam Marengo et al., (2011), vários são os fatores que contribuem para a variabilidade da precipitação sobre o Semiárido do Brasil, tais como os fenômenos La Niña e El Niño, as circulações atmosféricas e oceânicas do Atlântico Tropical e do Oceano Pacífico relacionadas a alterações na temperatura da superfície oceânica.

Nessa perspectiva, Kane (1989) em estudos associando os eventos de seca à ocorrência do fenômeno El Niño, indicou, que para o Nordeste, em 29 anos de ocorrência desse fenômeno, durante 137 anos (1849 a 1985), em apenas 12 anos o El Niño esteve associado às secas na região.

Historicamente a região é bastante afetada por chuvas intensas e secas severas. Um exemplo disso, reside no episódio de seca plurianual recente que ocorreu a partir de 2012, causando sérios prejuízos sociais e econômicos na região do Nordeste (MARTINS & MAGALHÃES, 2015). Nesse contexto, a região é acometida por anos que chovem bem acima da média, entre anos mais chuvosos na região, tem-se: 1985, 1974, 1964, 1967, 1986, 2009, 1989, 1988, 2004 e 1994, destaque para o ano de 2004, que apenas no mês de janeiro choveu mais de 1000 mm em vários pontos da região Semiárida (MARENGO et al., 2011).

3.4 ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC)

O *Rainfall Anomaly Index (RAI)* ou Índice de Anomalia de Chuva (IAC) é uma variável idealizada por Rooy & Van (1965), que permite compreender e classificar o regime pluviométrico quanto severidade dos ciclos secos e chuvosos. Consiste ainda em um parâmetro para monitorar períodos de seca e chuva excessiva, sendo possível realizar comparações do regime pluviométrico a partir de uma série de dados históricos de chuvas (SANTOS & AQUINO, 2017).

Os valores do IAC variam de negativo a positivo, dessa forma, os valores positivos indicam anomalia positiva da precipitação, podendo ainda ser classificado na classe de intensidade de acordo com aumento deste índice, como chuvoso, muito chuvoso ou

extremamente chuvoso. Por outro lado, valores negativos representam os anos secos, com classificação de seco, muito seco ou extremamente seco, conforme os valores forem mais negativos (ARAUJU et al., 2009).

Oladipo (1985), ao comparar índices de seca, constatou que são insignificantes as diferenças entre o Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e os mais complicados índices como o de Palmer (1968), o de Bhalme-Mooley (1980) e o Índice de Seca Efetiva (*Effective Drought Index – EDI*) de Byun e Wilhite (1999). Em função disso, e por sua simplicidade para execução, predomina o uso do IAC em relação a outros métodos mais complexos em estudos que buscam analisar anomalias de precipitação em diversas partes do mundo.

Diante disso, muitos trabalhos têm sido desenvolvidos no sentido de determinar anomalias de chuva em diferentes regiões, tais como o estudo de Gross & Cassol (2015) que conseguiram constatar índices de anomalia negativo para o estado do Rio Grande do Sul, o de Noronha et al., (2016) que utilizaram o IAC para determinar as intensidades de anomalias da precipitação anual em uma microbacia no estado do Rio de Janeiro e Sena et al (2017) que estudaram eventos extremos e a variação espaço-temporal da precipitação no Sertão da Paraíba dos anos de 1979 a 2013.

3.5 INTERPOLAÇÃO ESPACIAL

O procedimento de interpolação é uma técnica muito utilizada em estudos que necessitam espacializar variáveis meteorológicas, como a precipitação, uma vez que nem sempre alguns locais específicos em que se deseja realizar os estudos possuem disponibilidade de dados meteorológicos. Portanto, a interpolação nada mais é que a estimativa do valor de uma variável contínua, em um ponto ou instante intermediário àqueles amostrados (LANDIM, 2006).

A técnica da interpolação é muito utilizada para estimar valores desconhecidos de uma função a partir de valores conhecidos da mesma função (SANTOS et al., 2016). Existem diversos métodos de interpolação, os mais empregados para mapeamento da variabilidade espacial da precipitação são: Vizinho Mais Próximo, Média Local, Inverso da Distância Ponderada (IDW) e Krigagem.

Em diversos estudos em que se aplica a interpolação de uma variável meteorológica, os métodos do Inverso da Distância Ponderada - Inverse of the Distance's Weight (IDW) e Krigagem são os mais utilizados. Conforme aborda Farias et al., (2017), o método do Inverso da Distância Ponderada (IDW) mostra-se como um dos mais eficientes na interpolação espacial

de dados pluviométricos comparado a outros métodos mais complexos, como o da curvatura mínima e da Krigagem.

Na interpolação pelo IDW, a área de influência de cada amostra diminui à medida que ocorre o aumento da distância em relação a outra amostra (MAZZINI & SCHETTINI, 2009). Nesse caso, os pesos das amostras durante a técnica de interpolação são inversamente proporcionais à distância do nó da malha (SANTOS et al., 2014).

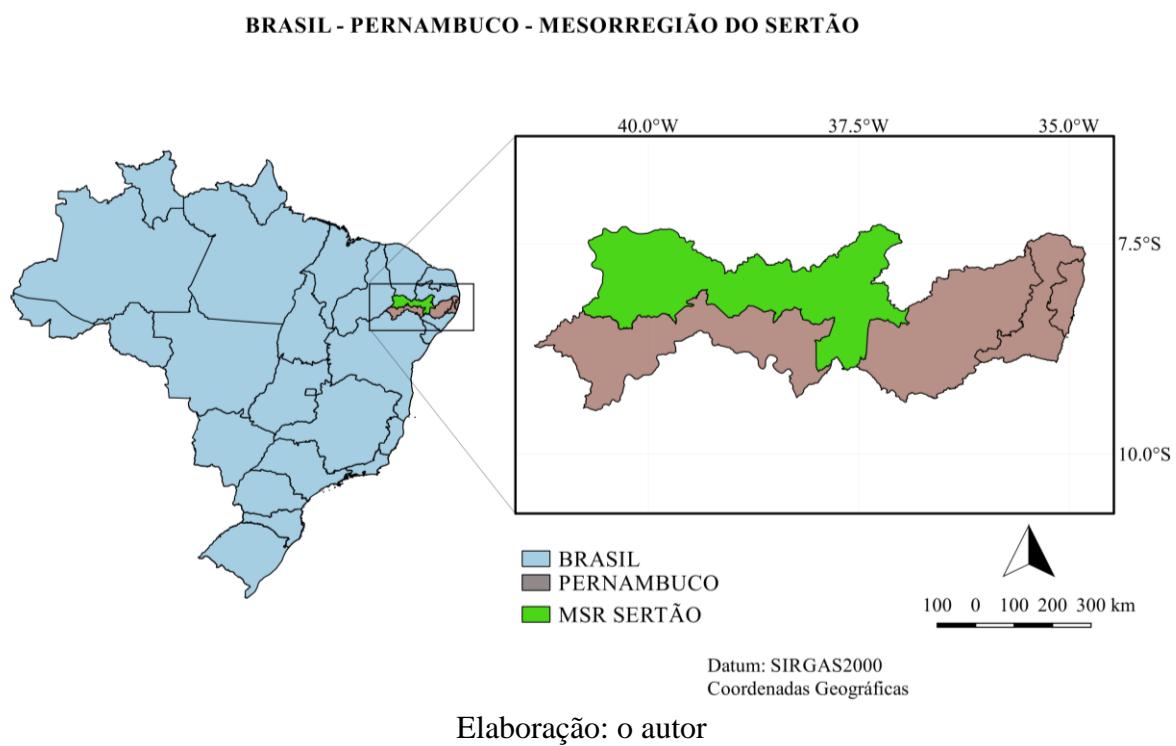
Nesse contexto, Soares et al., (2014) tiveram êxito em aplicar a interpolação por IDW em seus estudos na distribuição espacial e temporal da precipitação na região hidrográfica da Baía da Ilha Grande no estado do Rio de Janeiro. Por sua vez, Santos et al., (2014) usaram o IDW para estudar a variabilidade espacial e temporal das precipitações para a microrregião de Pau dos Ferros, Rio Grande do Norte.

4. METODOLOGIA

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Este trabalho teve como foco de estudo municípios inseridos na mesorregião do Sertão de Pernambuco, inserido na porção semiárida do Nordeste brasileiro (Figura 1).

Figura 1. Mesorregião do Sertão de Pernambuco.



A mesorregião do Sertão do estado de Pernambuco está localizada entre as coordenadas geográficas 7,35° e 9,02° sul; 40,795° e 36,90° oeste, fazendo divisa ao norte com o estado do Ceará e Paraíba, e a oeste com o Piauí. Essa mesorregião possui uma área de 32.450 km², abrange aproximadamente 33,0% da área do estado, é subdividida em quatro microrregiões, sendo elas: microrregião do Moxotó, microrregião do Pajeú, microrregião de Salgueiro e microrregião do Araripe (IBGE, 2018).

4.2 DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Para a realização do estudo foram obtidos dados de precipitação mensais junto ao Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWEB) da Agência Nacional das Águas (ANA, 2019) e na plataforma digital da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC, 2019). Dessa forma, adotou-se nesse estudo os postos inseridos nos municípios de Araripina e Ipubi (MCR de Araripina); Cedro, Serrita e Mirandiba (MCR de Salgueiro); Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada (MCR do Pajeú) e Arcoverde, Inajá e Sertânia (MCR do Moxotó).

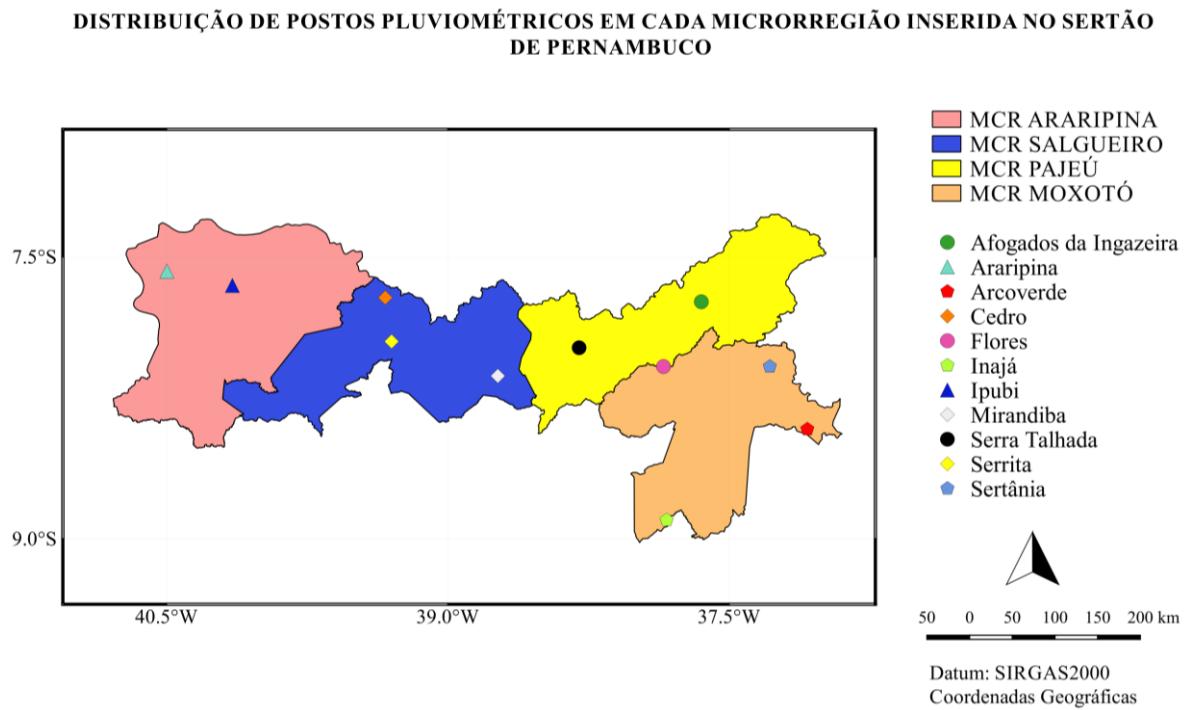
Tabela 1. Detalhamento dos postos utilizados na mesorregião do Sertão de Pernambuco para obtenção de dados pluviométricos dos anos 1987 a 2017.

Código da estação	Fonte	Município	Latitude	Longitude
737023	ANA	Afogados da Ingazeira-PE	-7,52	-37,65
3	APAC	Araripina-PE	-7,46	-40,42
16	APAC	Arcoverde-PE	-7,93	-38,29
82	APAC	Cedro-PE	-7,72	-39,24
737027	ANA	Flores-PE	-7,87	-37,97
837038	ANA	Inajá-PE	-8,92	-37,83
84	APAC	Ipubi-PE	-7,65	-40,15
54	APAC	Mirandiba-PE	-8,12	-38,73
12	APAC	Serra Talhada-PE	-7,93	-38,29
180	APAC	Serrita-PE	-7,95	-39,29
243	APAC	Sertânia-PE	-8,30	-37,58

Fonte: ANA (2019) e APAC (2019)

Como critérios para escolha dos postos, adotou-se a disponibilidade de dados para a normal climatológica estudada (1987-2017) e simultaneamente apresentassem menor números de falhas em relações aos demais municípios daquela microrregião. Por tanto, foram escolhidos onze (postos) distribuídos nas quatro microrregiões (MCR) inseridas no Sertão de Pernambuco: MCR de Araripina, MCR de Salgueiro, MCR do Pajeú e MCR do Moxotó (Figura 2).

Figura 2. Distribuição de postos pluviométricos ao longo da mesorregião do Sertão de Pernambuco.



4.3 PREENCHIMENTO DE FALHAS E ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA DOS DADOS

Após a obtenção dos dados, procedeu-se com o preenchimento das falhas dos dados pluviométricos utilizando o método do Vetor Regional. Trata-se de um método desenvolvido por Hiez (1977) e aprimorado por Brunet-Monet (1979), que se baseia em uma série cronológica de índices pluviométricos, que tem origem em uma extração por meio do método estatístico de máxima verossimilhança das informações dos dados dos postos estudados.

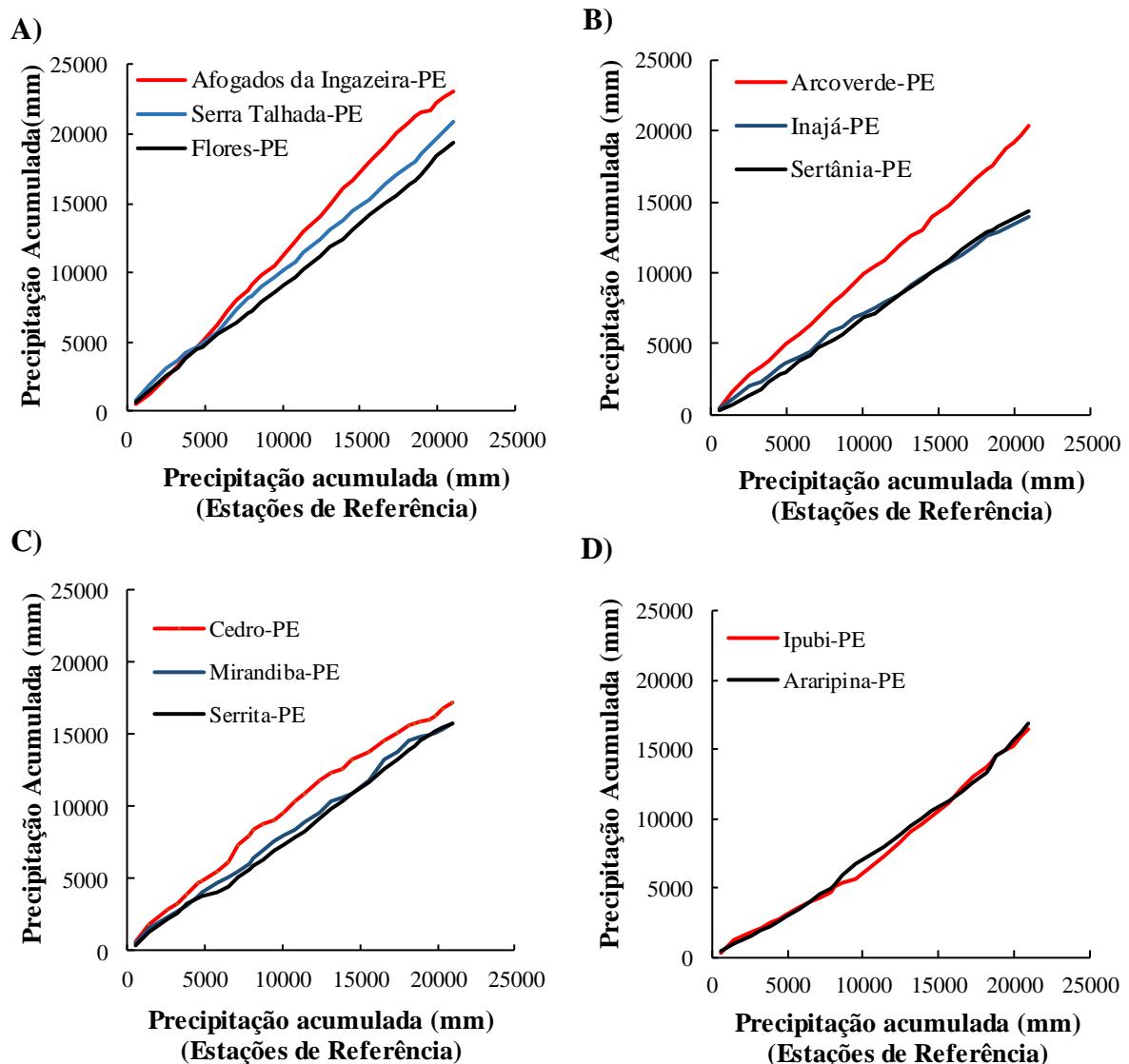
Conforme descreve Tucci (2009), o método do Vetor Regional consiste em determinar dois vetores ótimos (L e C), cujo produto resulta em uma matriz de precipitação distribuída espacialmente e temporalmente. O vetor L é um vetor coluna denominado vetor regional, ele contém índices únicos para toda a região e variam temporalmente. Já o vetor C , é um vetor linha que representa as características de cada estação. A estimativa da altura precipitada (P) no ano i e posto j é dado pela equação 1.

$$\text{Eq. (1)} \quad P_{ij} = L_i * C_j$$

Após os preenchimentos das falhas, foi verificada a consistência dos dados. Para isso, foi usado o Método da Dupla Massa, desenvolvido pelo Geological Survey (USA). Seu

princípio consiste em selecionar os dados de postos de uma região e acumular para cada um deles os valores anuais, em seguida, plotar no gráfico cartesiano os valores acumulados correspondentes a consistir no eixo Y e de um outro posto confiável adotado para comparação no eixo X (BERTONI & TUCCI, 2013). Por esse método, a inconsistência por ser identificada por mudança na declividade ou desvio brusco na reta (OLIVEIRA, 2010). Dessa maneira, adotou-se como referência (eixo das abscissas) a média acumulada das estações que tiveram menor valor médio do erro acumulado ao longo do preenchimento de falhas dos dados pelo método do Vetor Regional (Figura 3).

Figura 3. Curva de dupla massa para análise de consistência dos dados pluviométricos da normal climatológica 1987-2017 de municípios do Sertão de Pernambuco. A) Afogados da Ingazeira, Serra Talhada e Flores; B) Arcoverde, Inajá, Sertânia; C) Cedro, Mirandiba e Serrita; D) Ipubi e Araripina.



Elaboração: o autor

4.4 ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVA (IAC) E INTERPOLAÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO

De posse dos dados preenchidos e consistidos, procedeu-se com o cálculo do IAC anual, que consistiu na aplicação das equações 2 e 3, desenvolvidas por Rooy & Van (1965) e adaptadas por Freitas (2005).

$$\text{Eq. (2)} \quad IAC = 3 \left[\frac{n-N}{M-N} \right] \text{ Para anomalias positivas.}$$

$$\text{Eq. (3)} \quad IAC = -3 \left[\frac{n-N}{X-N} \right] \text{ Para anomalias negativas.}$$

Onde:

n: precipitação (mm) observada atual (do ano que será calculado o IAC);

N: precipitação média da série histórica (mm);

M: média dos dez valores anuais mais altos;

X: média dos dez valores anuais mais baixos.

Os valores do índice foram ordenados em um esquema de classificação em seis categorias variando de extremamente úmido a extremamente seco conforme a tabela 2. Realizou-se uma classificação da intensidade das anomalias de precipitação por posto para compreender a variabilidade temporal no período estudado. Após isso, calculou-se uma média aritmética envolvendo os IACs dos municípios para cada ano, gerando assim um IAC anual médio para a região do Sertão e realizou-se a classificação, conforme a tabela 2.

Tabela 2. Classificação das intensidades das anomalias de precipitação anual de acordo com o Índice de Anomalia de Chuva (IAC).

IAC	Classificação
$\geq 4,00$	Extremamente Úmido
2,00 a 3,99	Muito Úmido
0,00 a 1,99	Úmido
-2,00 a -0,01	Seco
-4,00 a -1,99	Muito Seco
$\leq -4,00$	Extremamente Seco

Fonte: Adaptado de Araújo (2009)

A partir da classificação de intensidade da anomalia na mesorregião do Sertão Pernambucano, verificou-se os anos de mesma classificação para compreender as variabilidades espaciais da precipitação na região. Nesse sentido, a estatística espacial foi uma ferramenta para confecção de mapas de variabilidade espacial da precipitação, na qual a

interpolação espacial utilizada foi o método do Inverso da Distância Ponderada (IDW) que consiste em um método interpolador determinístico univariado de médias ponderadas (SILVA et al., 2008), dado pela equação 4.

$$\text{Eq. (4)} \quad x_p = \frac{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} * x_i \right)}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{d_i^2} \right)}$$

Onde:

x_p : atributo interpolado;

x_i : valor do atributo do i-ésimo ponto de amostragem;

d_i : distância euclidiana entre o i-ésimo ponto de vizinhança e o ponto amostrado;

n: número de amostras.

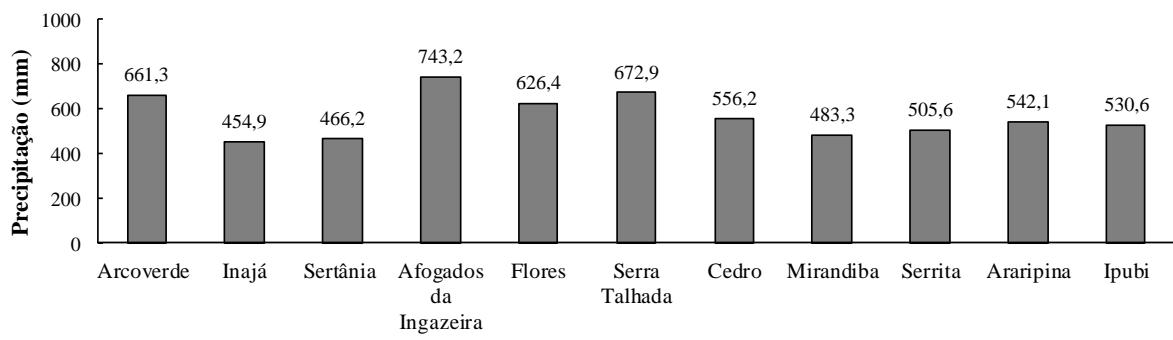
Para elaboração dos mapas de distribuição espacial da precipitação em diferentes anos, foi utilizado o software QuantumGis – QGIS - Versão 2.18 (2016), com o plug-in de interpolação de dados raster. Para tanto, utilizou-se os valores de precipitação anual em cada posto no respectivo ano de análise e foram preparados mapas temáticos por classes de intensidade das anomalias de precipitação anual.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 REGIME ANUAL

Os municípios estudados apresentaram variação nas médias de precipitação pluviométrica anuais (Figura 4).

Figura 4. Precipitação média anual de 11 municípios localizados no Sertão de Pernambuco, normal climatológica 1987-2017.



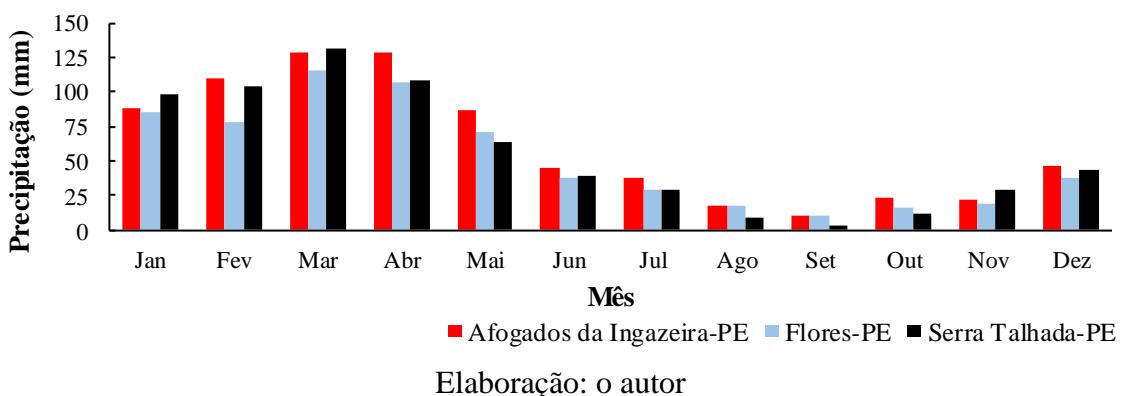
Elaboração: o autor

Comparando os dados de cada município, observou-se uma semelhança entre as médias anuais de precipitação, porém Afogados da Ingazeira, Serra Talhada, Arcosverde e Flores apresentaram médias ligeiramente superior das demais localidades (Figura 4) ($> 600 \text{ mm.ano}^{-1}$). Enquanto Inajá, Sertânia e Mirandiba a média anual ficou abaixo dos 500 mm. Entre as causas desse comportamento na região, se dar devido a variação espaço-temporal das chuvas dessa região, que ocorrem em virtude da dinâmica atmosférica, sistemas meteorológicos e em alguns pontos a posição geográfica que proporciona a ocorrência de fatores topoclimáticos (THORNTHWAITE, 1953; MARRA & MORIN, 2018; SILVA et al., 2018).

Sabe-se que uma das peculiaridades do clima Semiárido consiste na irregular distribuição espaço-temporal da precipitação (CLEMENTE et al., 2017). Nesse contexto, entre as características dos municípios inseridos nesse clima, diz a respeito ao regime pluviométrico anual que apresenta quatro meses mais úmidos denominado de “quadra chuvosa”, e os demais meses do ano com baixos valores de precipitação.

Nesse aspecto, analisando a distribuição anual média da precipitação dos municípios de Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada (Figura 5) situados na microrregião do Pajeú, percebe-se que grande parte do volume anual precipitado se concentra entre os meses de dezembro e maio, no entanto para esses três municípios, esse estudo demonstrou que a “quadra chuvosa” estende-se de janeiro a abril.

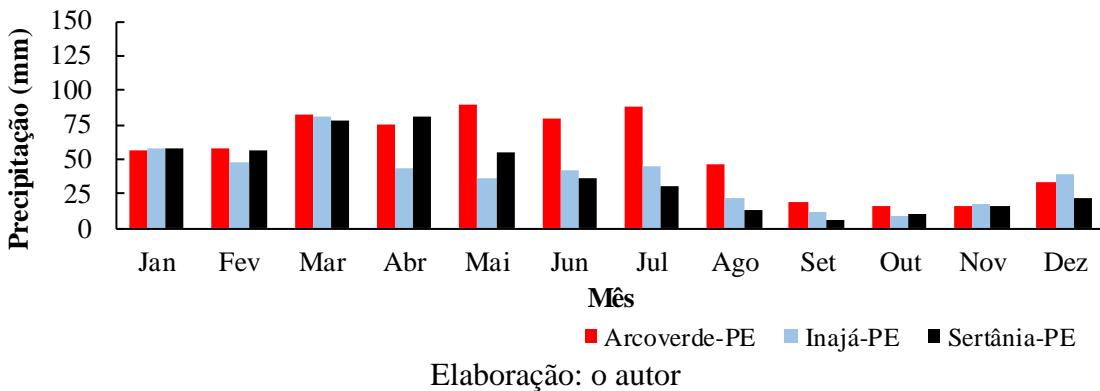
Figura 5. Precipitação mensal média de Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada, microrregião do Pajeú, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.



Percebeu-se na figura 5 um alto grau de irregularidade na distribuição pluviometria ao longo do ano, onde os meses de janeiro a abril contribuem com 61,2%; 61,5% e 66% do total anual médio de Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada, respectivamente. Ainda na figura 5, constatou-se também que os meses de agosto, setembro e outubro foram os de menores valores de precipitação, representando menos de 5% da média anual desses.

Já na figura 6, observa-se os dados a distribuição da precipitação ao longo para os municípios da microrregião do Moxotó (Figura 6).

Figura 6. Precipitação mensal média dos municípios de Arcoverde, Inajá e Sertânia microrregião do Moxotó, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.

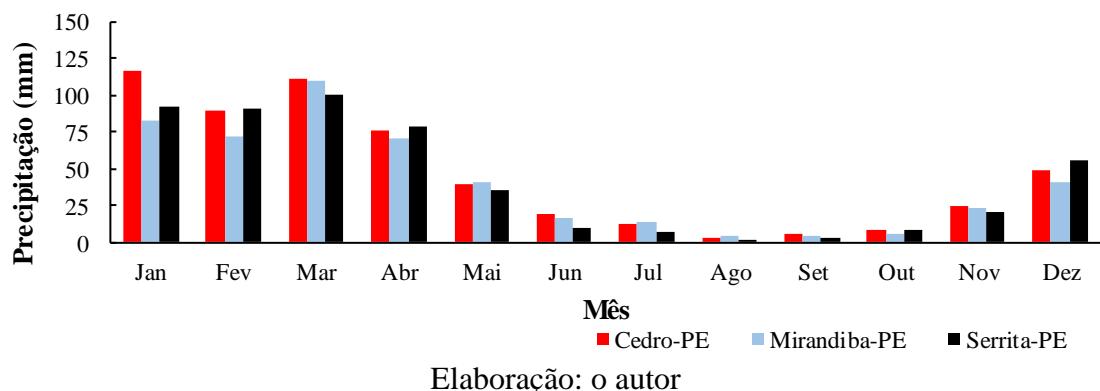


Elaboração: o autor

Observou-se que o regime pluviométrico anual de Arcoverde difere dos regimes de Sertânia e Inajá. A distribuição da precipitação anual em Arcoverde apresentou-se menos irregular ao longo do ano, onde percebeu-se um período chuvoso abrangendo sete meses (janeiro a julho), contudo os meses de maior volume para o município compreende março a julho, que representa 63,8% no total anual (Figura 6). Já para Sertânia e Inajá a quadra chuvosa compreende os meses de janeiro a abril, com contribuição 58,85% e 50,73% no total anual, respectivamente.

Na figura 7 foi possível analisar a distribuição anual da precipitação pluviométrica nos municípios de Cedro, Mirandiba e Serrita, inseridos na MCR de Salgueiro.

Figura 7. Precipitação mensal média dos municípios de Cedro, Mirandiba e Serrita, microrregião de Salgueiro, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.

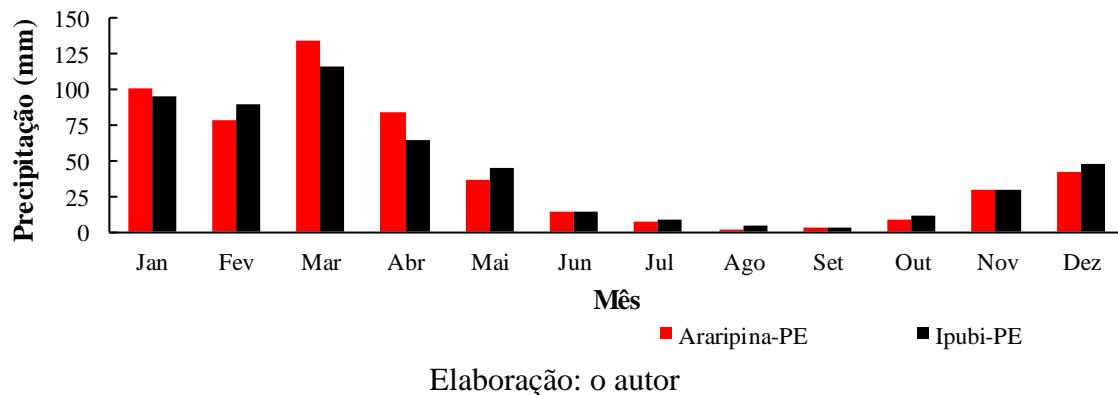


Elaboração: o autor

Observou-se que os mesmos apresentaram quadra chuvosa de janeiro a abril, com contribuição de 70,9%; 69,1%; 71,6% no regime anual, respectivamente. Contatou-se assim, que esses municípios uma maior contribuição da quadra chuvosa no regime anual comparado aos demais postos estudados na MSR do Sertão, o que sugere maior irregularidade anual na distribuição da chuva.

Os municípios de Araripina e Ipubi na MCR do Araripe (Figura 8) apresentaram semelhança na distribuição anual da precipitação em comparação com os postos nas demais microrregiões. Assim como os demais postos, a quadra chuvosa é de janeiro a abril e representa, aproximadamente, 70% do regime pluviométrico anual. O período anual que apresentou menores volumes pluviométricos nos dois municípios compreende os meses de julho a outubro que representaram menos 3,5% no total anual médio.

Figura 8. Precipitação mensal média dos municípios de Araripina e Ipubi, microrregião do Araripe, Sertão de Pernambuco para o período de 1987 a 2017.



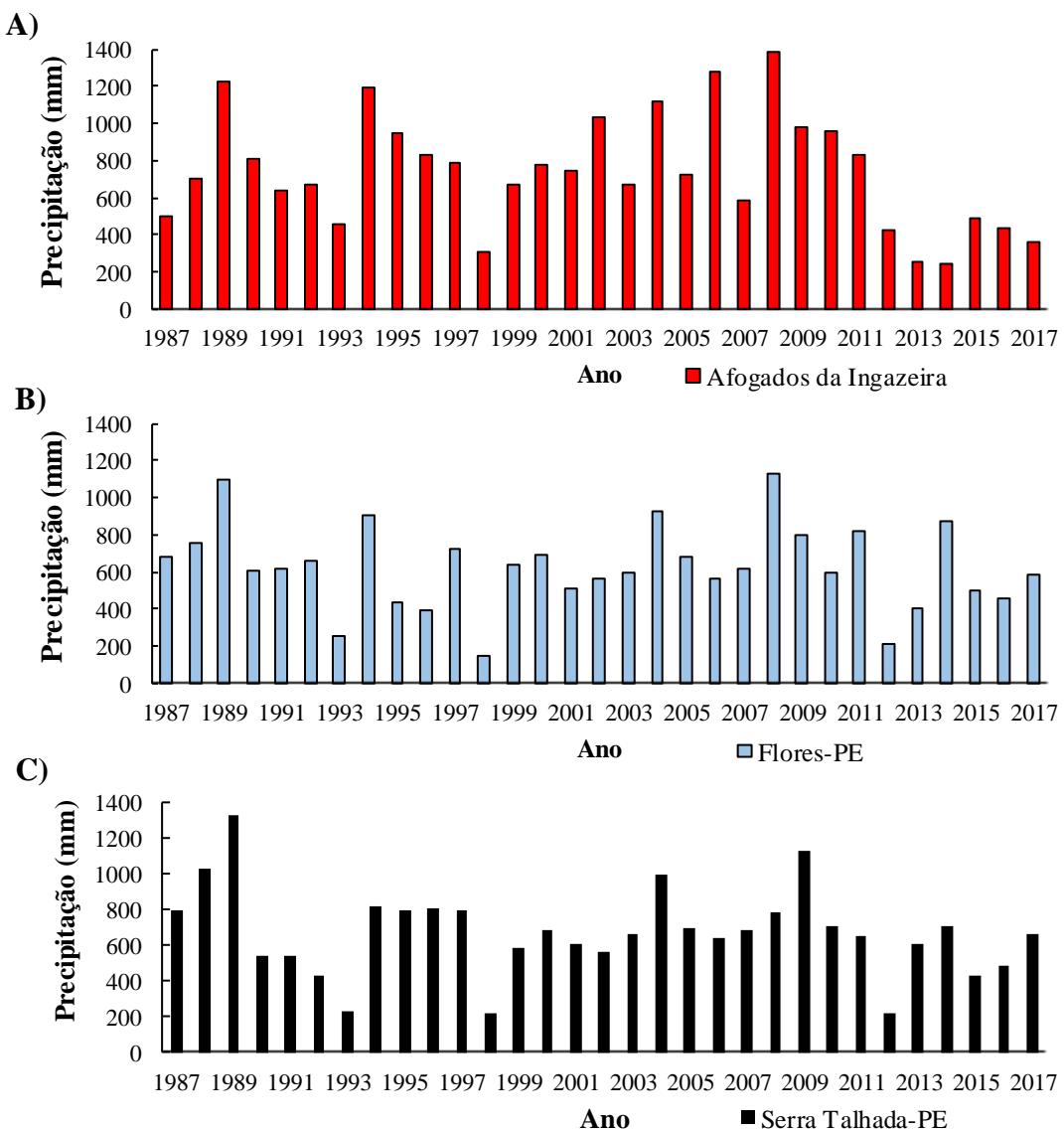
Diante disso, constatou-se que a quadra chuvosa de dez dos onze municípios estudados na mesorregião do Sertão de Pernambuco, compreende os meses de janeiro a abril. Esse resultado se assemelha aos encontrados por Nóbrega et al., (2015) que estudaram a variabilidade temporal e espacial da precipitação em Pernambuco através de índices de extremos climáticos no período de 1979 a 2010, verificaram que em vários pontos do Sertão do estado, o período chuvoso anual compreende os meses de dezembro a abril. Por sua vez, Correia et al., (2011) e Reboita et al., (2016) destacaram em seus estudos acerca das causas da Semiaridez no Nordeste, que nessa região, o verão é a estação do ano mais chuvosa, compreendendo os meses de janeiro fevereiro e março, com alguns valores de precipitação já em dezembro. Corroborando com Schmidt (2014), o ciclo anual da região Semiárida é influenciado por sistemas meteorológicos, entre os principais sistemas moduladores desse ciclo,

tem-se a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que atua em meados de janeiro a maio, linhas de instabilidades e chuvas orográficas.

5.2 REGIME INTERANUAL E INDICE DE ANOMÁLIA CHUVA

Na figura 9 é possível conferir os totais anuais de precipitações pluviométricas dos anos de 1987 a 2017 nos municípios de Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada.

Figura 9. Distribuição da precipitação anual nos municípios de Afogados da Ingazeira (A), Flores (B) e Serra Talhada (C), localizados na microrregião do Pajeú, Sertão de Pernambuco.



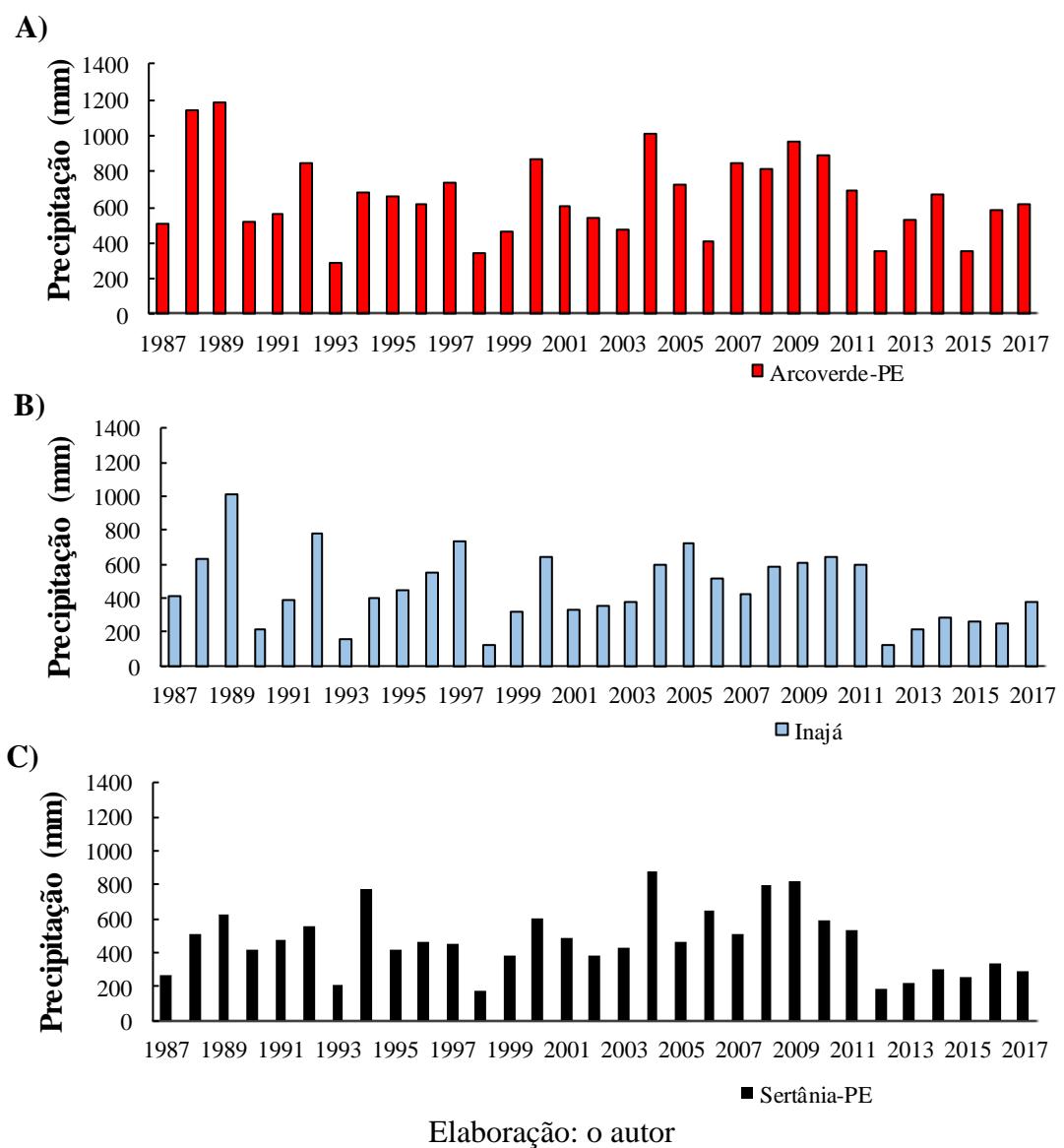
Elaboração: o autor

Os gráficos constatam a diferença entre os valores de precipitação máximo e mínimo de Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada ao longo da normal climatológica. Afogados da

Ingazeira apresentou precipitação de 246,4 mm em 2014 e 1383,4 em 2008. Já o posto de Flores, contabilizou apenas 145 mm no ano de 1998 e 1127,9 em 2008. Serra Talhada por sua vez, seu menor valor registrado foi 221,8 mm no ano de 2012, enquanto o maior volume ocorreu no ano de 1989 com 1331,2 mm.

Na figura 10 estão expostos os totais anuais de precipitação entre os anos 1987 e 2017 dos municípios inseridos na MCR do Moxotó.

Figura 10. Distribuição da precipitação anual de 1987 a 2017 nos municípios de Arcoverde (A), Inajá (B) e Sertânia (C) localizados na microrregião do Moxotó, Sertão de Pernambuco.



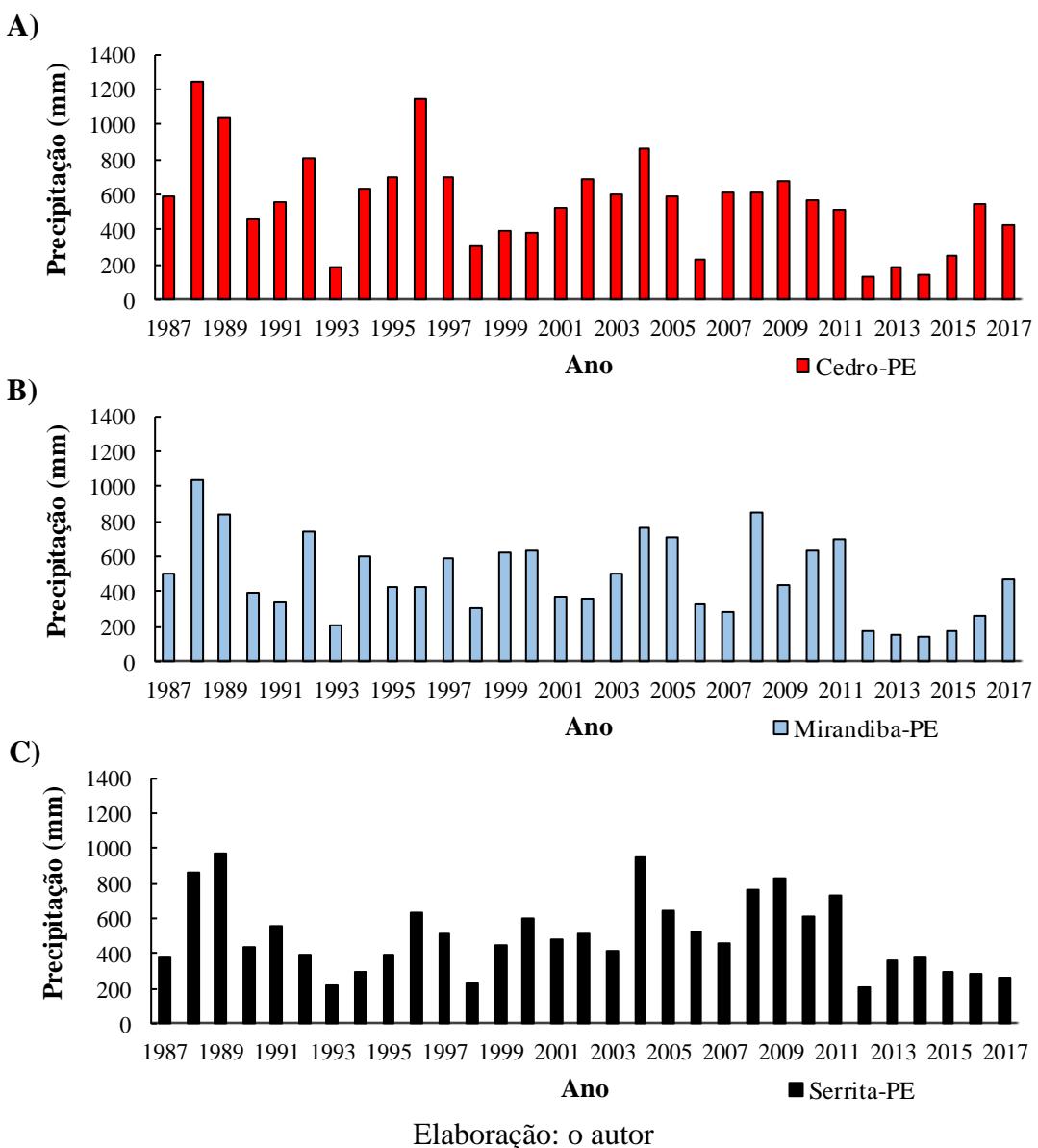
Elaboração: o autor

Nos valores anuais de Arcoverde, Inajá e Sertânia também foi possível observar uma grande amplitude entre o máximo e mínimo de precipitação registrado ao longo da normal climatológica. Verificou-se que Arcoverde apresentou precipitação de 290,8 mm em 1993 e

1182,7 em 1989. O ano de 1989, também foi mais chuvoso para Inajá que acumulou 1000,7 mm, enquanto para Sertânia o ano 2004 foi o de maior acumulado pluviométrico com 873,1 mm. O ano de menor acumulado de precipitação para Sertânia foi 171,2 em 1998 enquanto que para Inajá em 2012 o acumulado anual foi apenas 128,1 mm.

Na figura 11 é possível conferir os totais anuais de precipitação dos anos de 1987 a 2017 dos postos de Cedro, Mirandiba e Serrita (Figura 11).

Figura 11. Distribuição da precipitação anual de 1987 a 2017 nos municípios de Cedro (A), Mirandiba (B) e Serrita (C) localizados na microrregião de Salgueiro, Sertão de Pernambuco.

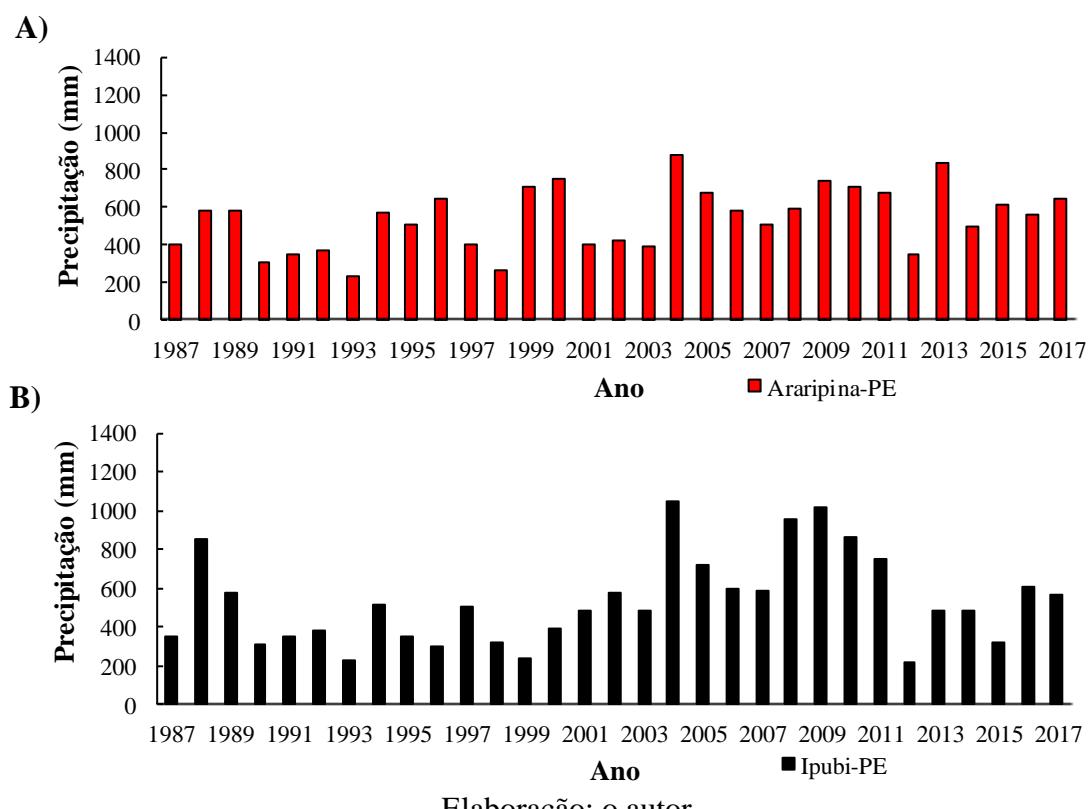


Observou-se que para Cedro e Mirandiba o ano 1988 foi o mais chuvoso da série com 1250,2 mm e 1039,0 mm, respectivamente. Para Serrita o maior acumulado de chuva foi em 1989 com 974,8 mm. Já os menores valores, foram registrados no ano 2012, para Cedro e

Serrita, com 128,2 mm e 211,4 mm, respectivamente, já em Mirandiba em 2014 precipitou apenas 142,2 mm.

Na figura 12 estão expostos os totais anuais de precipitações pluviométricas dos anos de 1987 a 2017 nos municípios de Araipina e Ipobi. Constatou-se que o ano de 2004 foi o mais chuvoso para os dois municípios, sendo 877,9 mm para Araripina e 1049,7 mm para Ipobi. Em contra partida, 1993 foi o ano menos chuvoso da normal climatológica nos dois municípios, com valor de precipitação de 137,3 mm para Araripina e 212,9 mm para Ipobi.

Figura 12. Distribuição da precipitação anual de 1987 a 2017 nos municípios de Araripina (A) e Ipobi (B) localizados na microrregião do Araripe, Sertão de Pernambuco.



Elaboração: o autor

Diante do exposto nas figuras 9, 10, 11 e 12 foi possível verificar uma certa semelhança entre anos chuvosos e secos nos municípios estudados. Os anos mais chuvosos compreenderam os anos de 1987 a 1989 e 1994 a 1998 para todos os municípios, observou-se também em alguns municípios, ao menos 4 anos com chuva acima da média entre 2004 e 2009, intercalado por alguns anos secos como 2005 ou 2006 na maioria dos postos. Além disso, constatou-se que em anos que compreenderam os períodos de 1990 a 1993, 1998 a 2003 e de 2012 a 2017, ocorreram a maioria dos anos com precipitação abaixo da média na maioria dos postos estudados.

Nesse contexto, percebeu-se uma forte similaridade na distribuição pluviométrica ao longo dos anos nos municípios do Sertão, sugerindo uma semelhança na climatologia da precipitação e nos fatores e fenômenos meteorológicos atuantes nessa microrregião.

Nessa perspectiva, diversos são os fatores que podem estar relacionados com a alta variabilidade pluviométrica sobre o Nordeste brasileiro, tais como a flutuação da temperatura da superfície do mar do Oceano Pacífico Tropical e do Atlântico que afetam a posição e a intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (HASTENRATH, 1984; NOBRE & MELO, 2001; LACERDA, 2016). Um outro fator que assume importância no Semiárido brasileiro é o relevo, um forte exemplo reside no planalto da Borborema que apresenta uma extensão aproximada de 400 Km e abrangendo os estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte com altitudes superiores a 1200 metros, caracterizado como uma barreira física que interfere no movimento de massas de ar (REBOITA et al., 2016).

Os resultados desse estudo indicam também uma possível tendência de diminuição nos valores de precipitação anual na mesorregião do Sertão, uma vez que quando se comparou a média de precipitação (592,9 mm) dos primeiros dez anos da normal climatológica estudada nos onze municípios, verificou-se redução de 3,4% na precipitação média anual na década seguinte (1997 a 2006), enquanto que dos anos 2007 a 2017 a média de precipitação foi 10,3% menor em comparação com os dados da primeira década. No entanto, ressalta-se que nesse trabalho não houve foco na investigação de tendências climáticas, por isso não se realizou teste de significância para modelos matemáticos que evidenciassem mudança no regime pluviométrico dos municípios para o período estudado.

Nesse sentido alguns estudos corroboram para essa possível tendência, como Assis (2012), que analisou as possíveis tendências em bacias hidrográficas do Sertão de Pernambuco, evidenciou tendência de diminuição da precipitação total anual em todos os postos pluviométricos, de 19 municípios estudados, durante os anos de 1964 a 2004. Silva et al., (2017) também detectaram tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica de municípios inseridos em bacias hidrográficas do Sertão pernambucano, onde constatou em diversos postos uma tendência negativa na precipitação anual total entre os anos de 1962 e 2011, incluindo municípios adotado nesse estudo como Serra Talhada, Cedro, Serrita e Sertânia.

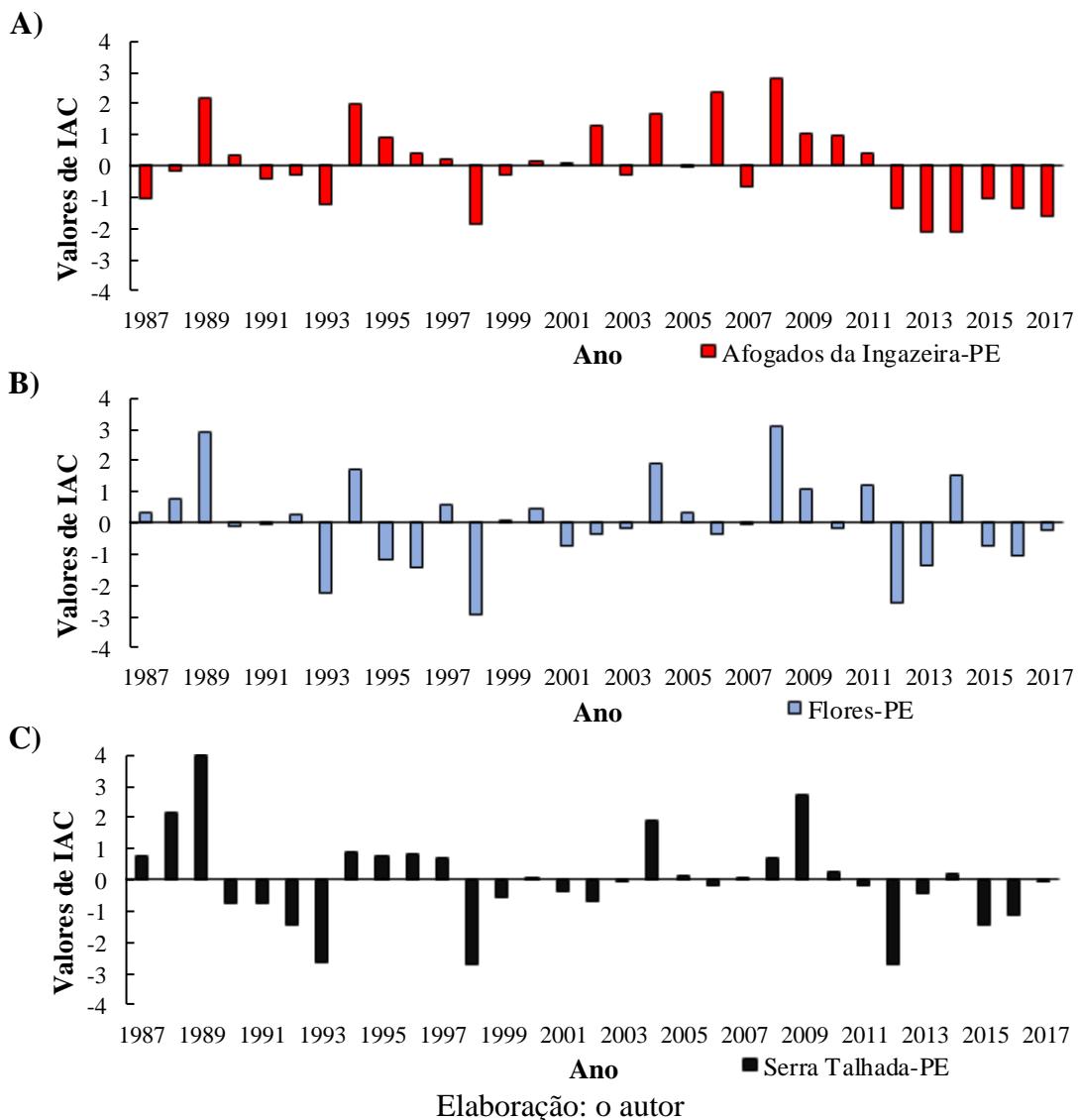
Por sua vez Santos et al., (2010) observaram também um aumento na má distribuição temporal da precipitação no Sertão de Pernambuco. Esses autores constataram valores decrescente na pluviosidade anual e uma tendência crescente na intensidade das chuvas, ou seja, um maior volume de precipitação em menor intervalo de tempo. Nesse contexto, alguns

trabalhos sugerem que essas alterações na climatologia da precipitação podem ser consequência dos efeitos das mudanças climáticas. Ferreira e Alves (2015) ao investigarem possíveis mudanças climáticas no Semiárido do Nordeste do Brasil detectaram tendências no padrão das temperaturas máximas e mínimas e da precipitação pluviométrica, no período de 1974 a 2011, em Arcoverde-PE.

Alguns estudos em regiões Semiáridas de outras partes do mundo evidenciaram tendências de alterações climáticas da precipitação, tais como o trabalho de Chargui et al., (2018), que ao analisarem mais de 50 anos de dados, verificaram uma acentuada alteração no acumulando de chuvas de postos ao longo da bacia hidrográfica de Merguellil, no Semiárido da Tunísia. Nesse aspecto, Ramarao et al., (2018) usaram uma razão adimensional de precipitação anual e evapotranspiração potencial e evidenciaram mudanças na aridez das regiões semiáridas da Índia no período de 1951 a 2005.

Com base no Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) foi possível determinar a intensidade das anomalias ao longo dos anos 1987 a 2017. Na figura 13, observa-se os Índices de Anomalia de Chuva (IAC) para Afogados da Ingazeira, Flores e Serra Talhada de 1987 a 2017.

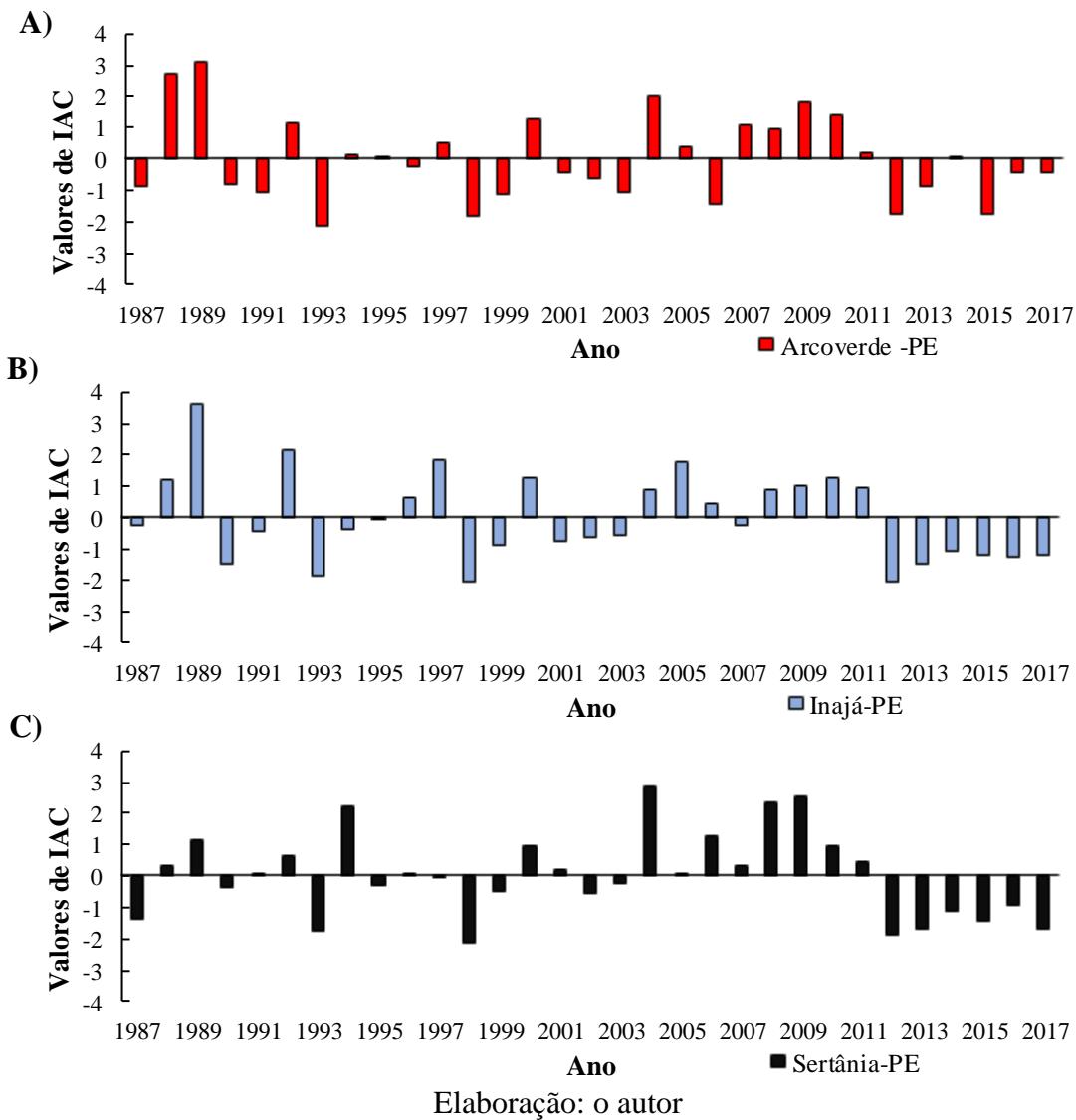
Figura 13. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) de 1987 a 2017 para Afogados da Ingazeira (A), Flores (B) e Serra Talhada (C), localizados na microrregião do Pajeú, Sertão de Pernambuco.



Na MCR do Pajeú, entre os três postos estudados, o maior valor de IAC (3,95) foi no ano de 1989 no município de Serra Talhada, em contrapartida o menor valor de IAC calculado foi para Flores no 1993 com IAC de -2,97. De modo geral os anos muito úmido ($IAC > 2,00$) foram 1988, 1989, 2004 e 2009. Constatou-se também que entre os anos de 1990 e 2003 não houve a ocorrência de anos muito úmido entre os três municípios estudados nessa microrregião, nesse mesmo período houve a ocorrência de dois anos (1993 e 1998) classificados como muito secos. Entre 2004 e 2011 houve ao menos 6 anos classificados como úmidos ou muito úmidos. Em contrapartida, nos seis anos (2012 a 2017) seguinte predominaram anos secos.

Na figura 13, observa-se os Índices de Anomalia de Chuva (IAC) para Arcoverde, Inajá e Sertânia nos anos de 1987 a 2017.

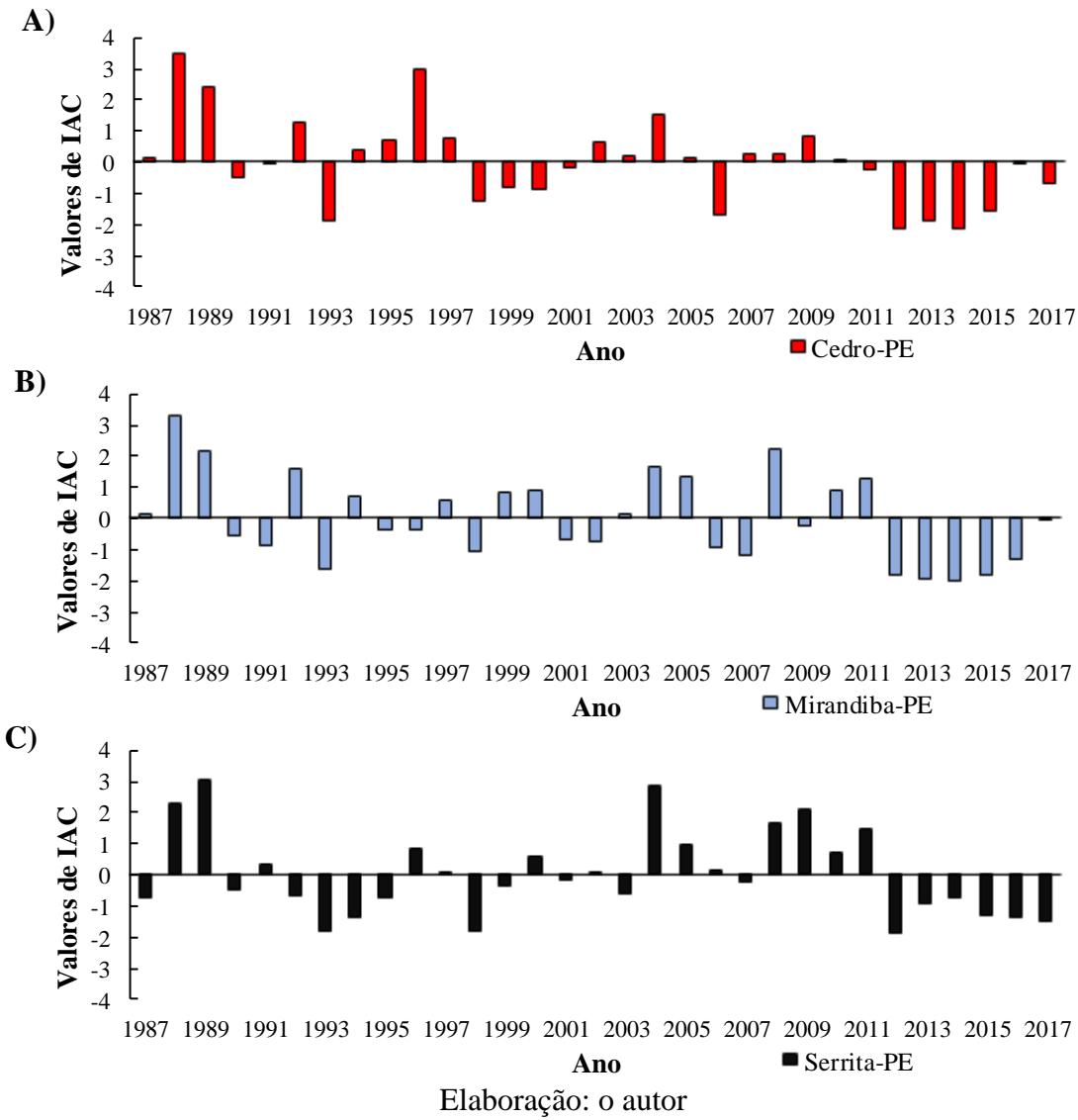
Figura 14. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) de 1987 a 2017 para Arcoverde (A), Inajá (B) e Sertânia (C) localizados na microrregião do Moxotó, Sertão de Pernambuco.



Nos postos inseridos na MCR do Moxotó, nos três municípios os anos 1988 e 1989 classificaram-se como úmidos ou muito úmidos. No ano 1988 também ocorreu o maior valor de anomalia positiva (IAC 3,1) do período analisado (1987-2017) para o município de Arcoverde e Inajá. Para Sertânia, o maior valor de IAC foi 2,9 no ano 2004, ano este classificado como muito úmido. Entre 1990 e 1998, verificou-se a predominância de anos secos ou muito secos em Arcoverde, Inajá e Sertânia. Nesse período, constatou-se no posto de Sertânia, 8 anos com anomalias negativas, enquanto Arcoverde e Inajá houveram 9 anos secos ou muito secos. Já entre 2004 e 2011 houveram ao menos 7 anos com anomalias positivas nos municípios de Arcoverde e Inajá, enquanto em Sertânia 5 anos úmidos e 3 muito úmidos. Em contrapartida, de 2012 a 2017 anomalias negativas nos três postos.

Na figura 15, observa-se os IACs de Cedro, Mirandiba e Serrita dos anos 1987 a 2017.

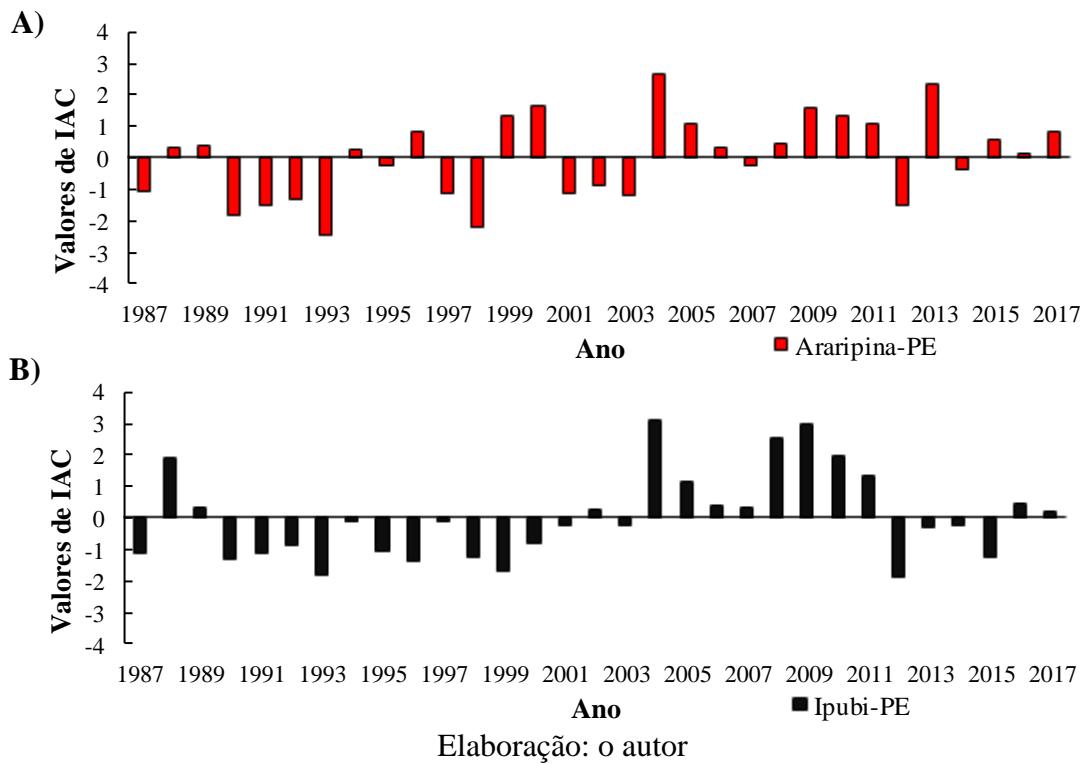
Figura 15. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para Cedro (A), Mirandiba (B) e Serrita (C) estado de Pernambuco para o período de 1987-2017.



Na MCR de Salgueiro, também verificou semelhança na distribuição dos IAC de Cedro, Mirandiba e Serrita. Os anos 1988 e 1989 foram classificados como muito úmido para os três municípios. Entre 1990 e 2003 ocorreu 64% de anos com anomalias negativas em Mirandiba e Serrita, em Cedro 6 anos dessa série foram úmidos, e 1 muito úmido apresentando seu maior valor de IAC (2,99) no ano de 1996. Entre 2006 e 2011, houve 5 anos úmidos em Serrita, 4 em Cedro e 3 Mirandiba e 3. Entre 2012 e 2017 aconteceu apenas anos secos intercalado por anos muito seco, como o de 2012 que foi muito seco para Cedro e 2014 muito seco para Cedro e Mirandiba, enquanto em Serrita predominou anos secos nesse período analisado.

Na figura 16, observa-se os Índices de Anomalia de Chuva (IAC) para Araripina e Ipubi anos de 1987 a 2017.

Figura 16. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para Araripina e Ipubi estado de Pernambuco para o período de 1987-2017.



Os ciclos secos compreenderam os anos de 1990 a 1993; 1998 a 2001 e de 2012 a 2017, sendo este último o mais severo da normal climatológica estudada.

Os anos de 1988 e 1989 classificaram-se como úmido para Araripina e Ipubi. No período entre 1990 e 2003, verificou-se que em Ipubi, 13 desses 14 anos classificaram como seco, sendo apenas 2002 úmido. Para Araripina nesse período, ocorreram 2 anos muito seco (1993 e 1998), 8 anos seco (1990 a 1992; 1995; 1997 e 2001 a 2003) e 4 úmido (1994; 1996; 1999 e 2000). No período que compreendeu os anos de 2004 a 2011, em Araripina 3 anos (2004; 2008 e 2009) foram classificados como muito úmido e 5 anos úmido (2005 a 2007; 2010 e 2011), enquanto que em Ipubi houve 1 ano muito (2004) úmido, 6 anos úmido (2005; 2006 e 2008 a 2011). No período de 2012 a 2017, classificou-se 4 anos (2012 a 2015) seco e 2 úmido (2016 e 2017), enquanto que em Araripina, 1 muito úmido (2013), 3 úmido (2015 a 2017) e 2 anos (2012 e 2014) seco.

A tabela 3 apresenta a quantidade de anos em cada classificação com base no IAC por município. Os anos variaram entre anos muito úmidos (MU) e muito secos (MS), com uma

concentração de anos considerados secos (S) e úmidos (U). Contudo, os resultados apresentam uma quantidade maior de anos de anomalia negativa, secos, do que anos de anomalia positiva, úmidos.

Tabela 3. Quantidade de anos em cada classificação com base na intensidade do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para municípios do Sertão de Pernambuco na normal climatológica 1987-2017.

Microrregião	Município	Quantidade de anos por classificação					
		EU	MU	U	S	MS	ES
Pajeú	Afogado da Ingazeira	0	3	12	14	2	0
	Flores	0	2	12	14	3	0
	Serra Talhada	0	3	12	13	3	0
Moxotó	Inajá	0	3	12	14	2	0
	Arcoverde	0	3	12	15	1	0
	Sertânia	0	4	12	14	1	0
Salgueiro	Cedro	0	3	13	13	2	0
	Mirandiba	0	3	11	16	1	0
	Serrita	0	4	10	17	0	0
Araripina	Arariipa	0	2	15	12	2	0
	Ipubi	0	3	10	18	0	0

EU: extremamente úmido. MU: muito úmido. U: úmido. S: seco. MS: muito seco. ES: extremamente seco.

Fonte: O autor

Na MCR do Pajéu, os postos de Afogados da Ingazeira e Flores apresentaram 14 anos classificados como secos (45,1%) e 12 anos úmidos (38,7%), Serra Talhada por sua vez, apresentou 13 anos secos (41,9%) e 12 (38,7%) úmidos. Para esses municípios a quantidade de anos muito seco e muito úmido, não ultrapassou 3 anos (10%) em cada uma dessas classificações.

Na MCR do Moxóto, os municípios de Inajá e Sertânia, entre o período de 1987 a 2017, houve 14 anos classificados como secos (45,1%) e 12 anos úmidos (38,7%). Em Arcoverde, 48,4% dos anos foram seco. Já a quantidade de anos muito seco e muito úmido, não ultrapassou 4 anos (12,9%).

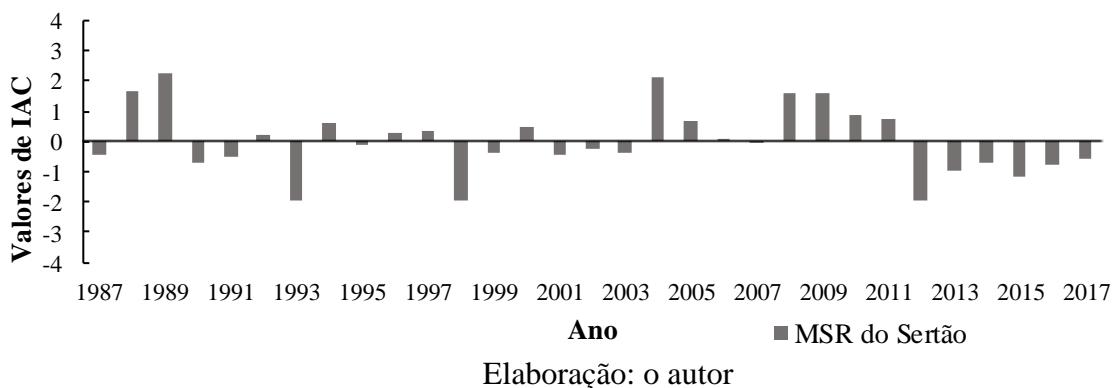
Na MCR de Salgueiro, Cedro apresentou 13 anos secos e 13 anos (41,9%) úmido; Mirandiba 16 seco (51,6%) e 11 (35,4%) úmido e Serrita 17 (54,8%) secos e 10 anos úmidos, respectivamente. Durante a normal climatológica 1987-2017, no posto de Serrita não houve nenhum ano classificado como muito seco, enquanto em Mirandiba houve 1 ano e em Cedro 2.

Entre todos os municípios estudos, Ipubi (MCR de Araripina) foi o que apresentou maior quantidade de anos secos (58%;18 anos) e nenhum ano muito úmido. Araripina foi o que ocorreu maior quantidade de anos muito úmido.

Diante disso, a tabela 2 demonstra, que no período estudado nenhum dos municípios apresentaram extremos úmidos ou secos. Mutti et al., (2019), em estudos para caracterização de bacias semiáridas, também não constataram a ocorrência de anos extremamente úmidos ou secos entre 1962 e 2015 na bacia hidrográfica de Piranhas-Açu nos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba. Por sua vez, Assis et al., (2013) utilizando dados de pluviométricos de 53 anos (1960-2012) de 9 postos pluviométricos espalhados na bacia hidrográfica do Pajeú, estado de Pernambuco, verificaram ao menos 3 anos (1993, 1998 e 2012) de extremos secos e 2 anos (1974 e 1984) extremamente úmido.

Com objetivo de compreender o comportamento médio das anomalias secas e chuvosas na mesorregião do Sertão, tirou-se uma média dos IACs anuais dos postos considerado nesse estudo. Na figura 17, observa-se os Índices de Anomalia de Chuva (IAC) para a mesorregião do Sertão de 1987 a 2017.

Figura 17. Valores de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para a mesorregião do Sertão nos anos de 1987 a 2017.



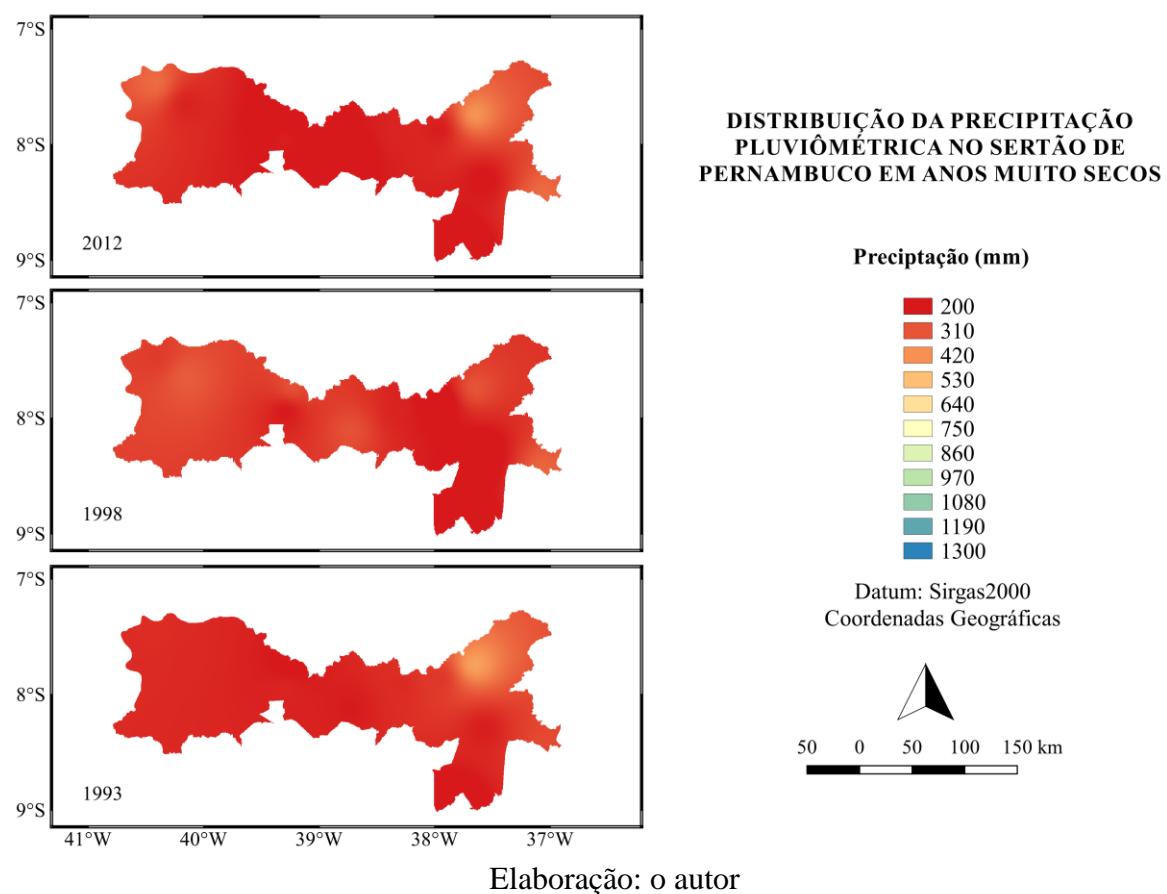
Na figura 17 é possível observar para a mesorregião que os anos mais úmidos foram 1989, 2004 e 2009 enquanto os anos mais secos foram 1993, 1998 e 2012. Foi possível observar também uma seca plurianual mais evidente caracterizada pelas anomalias negativas entre os anos de 2012 e 2017.

5.3 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PRECIPITAÇÃO

No intuito de estabelecer a variabilidade espacial e temporal da precipitação em anos classificados como muito seco, seco, úmido e muito úmido, por meio da interpolação gerou-se

mapas da mesorregião do Sertão de Pernambuco. A Figura 18 mostra os anos muito seco (1993, 1998 e 2012) em que obteve maior quantidade de IAC negativos (menor que -2) para os postos utilizados nesse estudo.

Figura 18. Anos classificados como muito secos, pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.



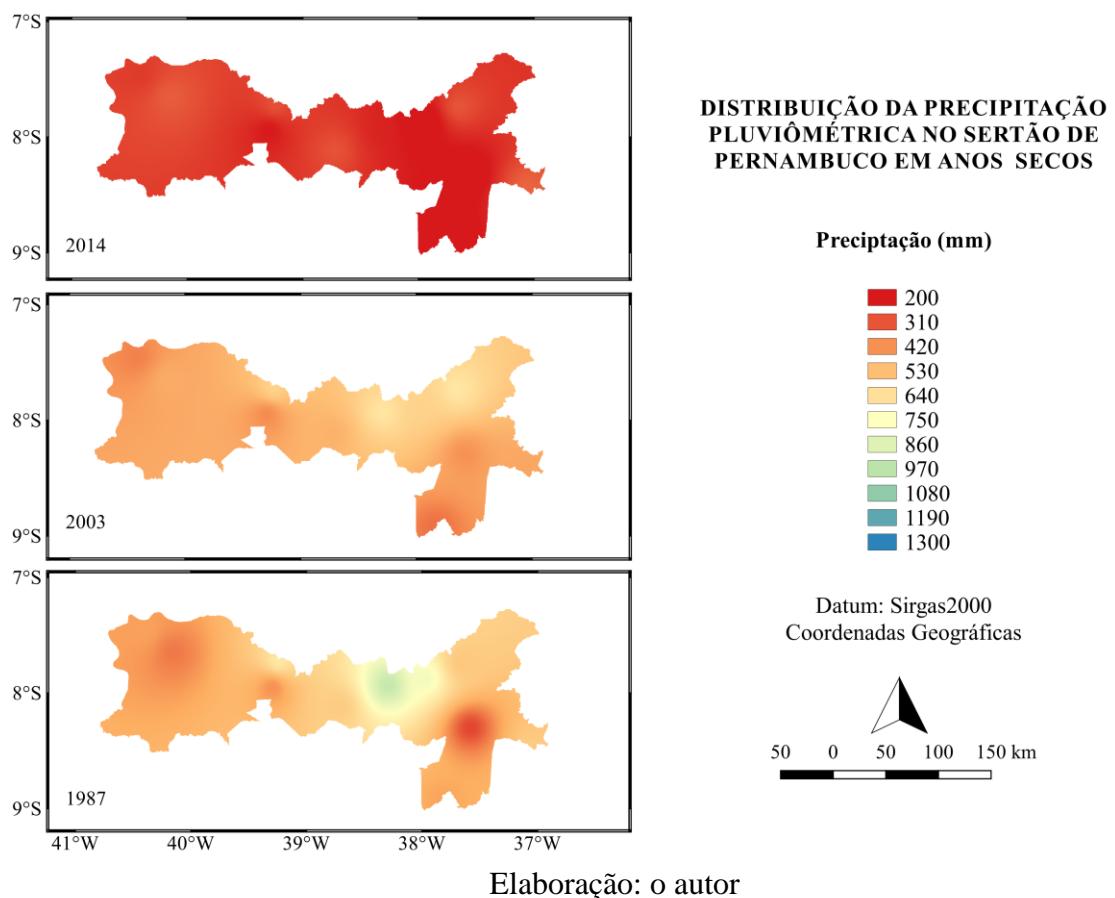
Analizando a figura 18, referente a anos muito secos (1993, 1998 e 2012) no Sertão pernambucano, cujas médias anuais de precipitação foram, 250,8 mm; 245,3 mm e 248,1 mm, respectivamente. Observou-se uma homeogeneidade na distribuição espacial da precipitação em quase toda a região, entretanto verifica-se na parte a nordeste da mesorregião, que nos três anos classificados como muito seco, apresentou valores de precipitação próximo a faixa de 530 mm, enquanto a parte central e oeste da mesorregião valores entre 200 e 310 mm. Porém de acordo com o IAC, o ano 2012 foi o ano mais seco, da normal climatológica estudada.

Segundo Xavier et al., (2000); Alencar et al., (2007) & Silva (2017) nos anos de 1993, 1998 e 2012 ocorreram o fenômeno El Niño na categoria forte. No caso especial de 1998, este fenômeno foi o mais forte do século passado, se iniciou em 1997 e perdurou até o ano seguinte. Segundo Aragão (1998), as chuvas naquele ano foram reduzidas em torno de 70% no

estado de Pernambuco, causando prejuízos e perdas na agricultura, pecuária, nos ecossistemas aquáticos e abastecimento humano e animal.

A Figura 19 mostra a distribuição espacial pluviométrica em os anos secos (1987, 2003 e 2014) nos quais predominou de IACs entre 0 e -2 para os postos utilizados nesse estudo.

Figura 19. Anos classificados como secos pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.



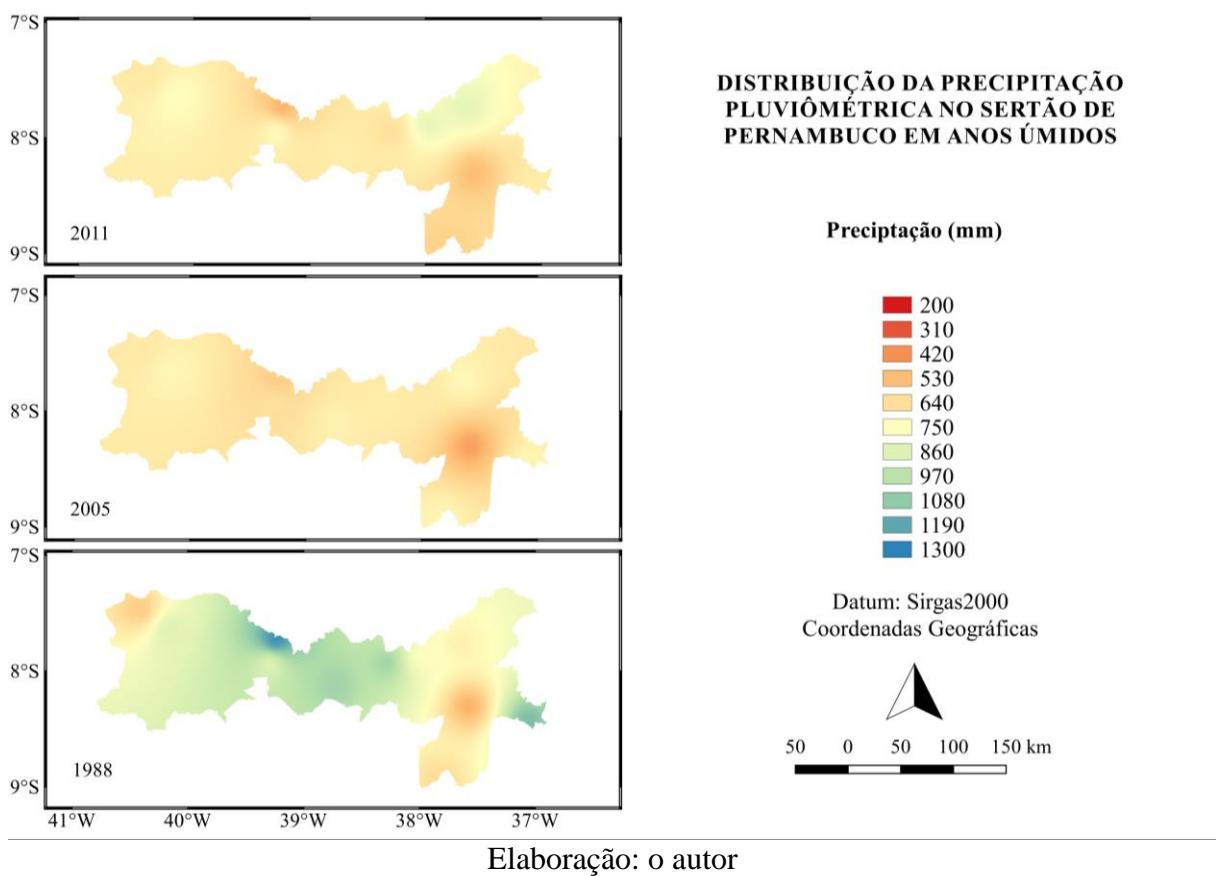
Nos anos 1987, 2003 e 2014, observou-se uma diferença da distribuição espacial da precipitação entre esses anos de mesma classificação. No ano de 1987 o IAC foi de -0,41 e média de precipitação 527,9 mm, percebeu-se uma zona úmida no centro-norte do Sertão, onde as precipitações foram superiores ao restante da mesorregião. Essa zona de maior precipitação refere-se aos municípios da microrregião do Pajeú, que apesar do Sertão ter predominando a classificação seco, Serra Talhada e Flores no ano 1987 tiveram acumulado de 801,6 mm e 680,2 mm e IAC de 0,77 e 0,32, respectivamente.

Ainda na figura 19, observa-se para os anos de 2003 e 2014 uma distribuição mais homogênea. Entretanto, apesar de ambos os anos terem se enquadrado na classificação seco, verificou-se no ano 2014 um grau de severidade de seca maior que em 2003, cujo o primeiro

apresentou IAC igual a -1,1 e o segundo IAC igual a -0,46. Isso pode ser explicado pelo fato de que mesmo o ano de 2003 ter predominado a classificação seca na maioria dos postos, a média de precipitação anual (518,9 mm) foi superior à 2014 (426,5 mm). Ressalta-se que nesses dois anos havia influência de El Niño, sendo caracterizado como moderado em 2003 e fraco em 2014 (RODRIGUES et al., 2017).

A Figura 20 mostra a distribuição da pluviosidade em anos úmidos (1988, 2005 e 2011) em que se obteve maior quantidade de IACs positivos (entre 0 e 2) para os postos utilizados nesse estudo.

Figura 20. Anos classificados como úmidos pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.

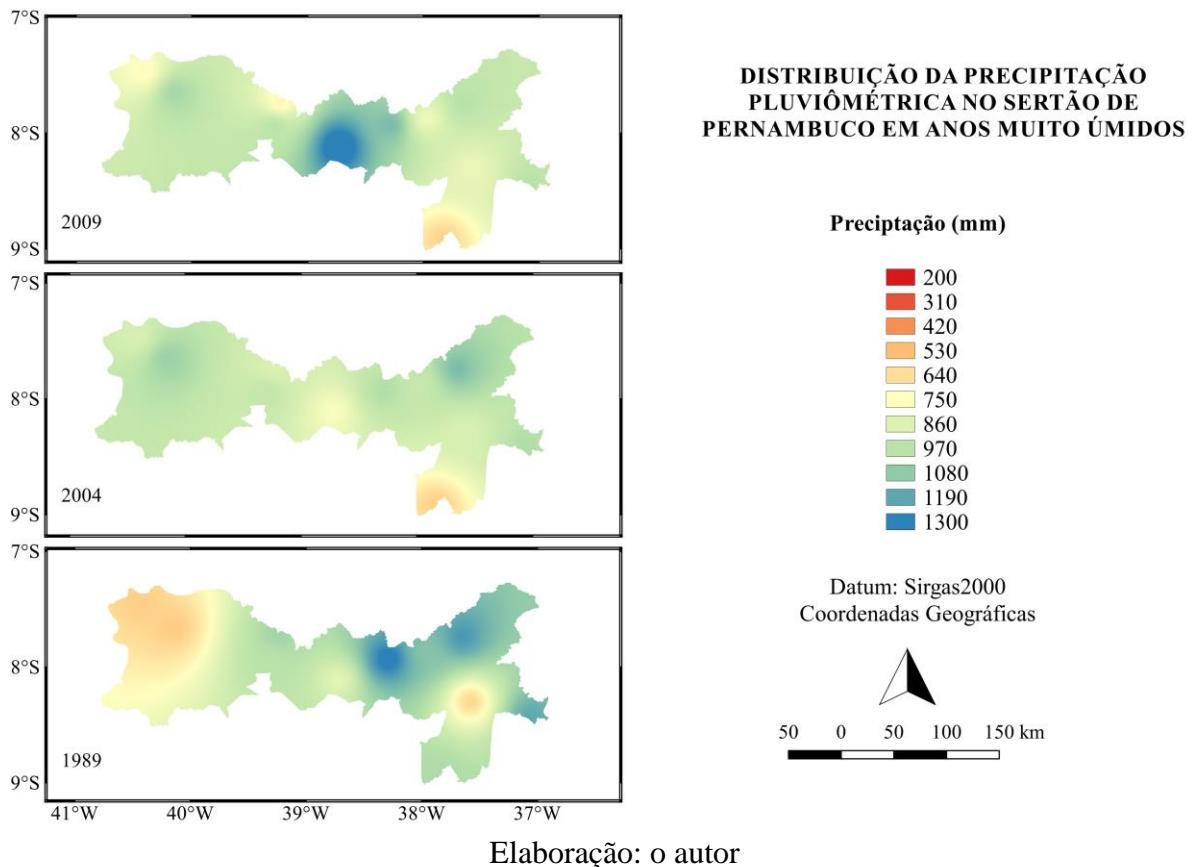


No ano de 1988 o IAC médio para a mesorregião foi de 1,98, enquanto que para 2005 foi 0,51 e em 2009 foi de 0,68. Ao analisar a figura 20, observou-se também uma diferença da distribuição espacial das chuvas no Sertão em anos classificados como úmidos. No ano 1988 percebeu-se que os maiores valores de precipitação foram da parte central para oeste da mesorregião, abrangendo as MCRs de Salgueiro e Araripe, além de pequena porção no inserida na MCR do Moxotó (leste da MSR), cujos valores de precipitação variaram entre 860

mm e 1190 mm. Ao analisar os mapas de 2005 e 2011, verificou-se uma semelhança entre a distribuição da precipitação no Sertão, onde predominaram precipitações próximas a 530 mm e 640 mm, respectivamente. Entretanto, constatou-se na parte nordeste da mesorregião uma zona com precipitações entre 750 e 860 mm no ano de 2011, justificado pelos altos índices pluviométricos registrados para Afogados da Ingazeira (831,2 mm) Flores (820,4 mm) e Serra Talhada (647,2 mm) naquele ano. Vale ressaltar que no ano 1988 houve a influência do fenômeno La Niña classificado como forte; em 2005 La Niña fraca e em 2011 La Niña Moderado (XAVIER et al., 2000; RODRIGUES et al., 2017).

A figura 21 mostra a distribuição pluviométrica em anos muito úmidos (1989, 2004 e 2009) nos quais se obteve a maior quantidade de IACs positivos (entre 2 e 4) para os postos utilizados nesse estudo.

Figura 21. Anos classificados como muito úmidos pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC) para o Sertão de Pernambuco.



O ano 1989 foi o que apresentou maior valores de IAC (2,78) da série estudada, sendo este, o ano o mais úmido da série analisada. Verificou-se (figura 21) uma acentuada irregularidade da precipitação, tendo em alguns pontos da região zonas muito úmidas (azul

escuro), e outros pontos apenas úmidos como o setor leste da mesorregião e o centro-leste referente a MCR do Moxotó. No ano de 2004, que por sua vez, apresentou IAC 2,29 e média de precipitação de 923,6 mm, verificou certa regularidade na distribuição espacial, tendo a maior parte da mesorregião precipitações entre a faixa de 860 a 970 mm, com exceção da parte sul da MCR do Moxotó cujos valores se aproximaram de 640 mm. Já para o ano 2009, cuja pluviosidade média foi 956,1 mm e IAC 2,51, notou-se uma zona úmida no centro da mesorregião com acumulado superando 1190 mm, e as demais áreas com valores próximos a 860 mm. Cabe destacar que em 1989 estava sob influência fenômeno La Niña classificado como forte; em 2004 El Niño fraco e em 2009 La Niña fraco.

Nesse sentido, embora em muitos trabalhos sejam identificadas relações entre a ocorrência de secas no Nordeste e o fenômeno El Niño (fases positivas do Pacífico), Andreoli et al., (2004) destacam que os eventos de El Niño não são capazes, isoladamente, de explicar os extremos negativos de precipitação no Semiárido. Assim como o fenômeno La Niña não justifica sozinho a ocorrência de eventos úmidos. Essa tese é reforçada a partir do trabalho de Kane (1997) que mostrou entre 1849 a 1992 a ocorrência de 46 eventos de El Niños de moderados a fortes. Destes, aproximadamente 45% coincidiram com períodos em que a cidade Fortaleza, por exemplo, foi acometida por secas de intensidade variada. Entretanto, Rodrigues et al., (2017) observaram que entre 1963 e 2016 ocorreram 20 eventos de El Niño com intensidades variadas, destes 55% corresponderam a anos secos no Agreste de Pernambuco, o autor ressaltou também que dos eventos El Niño classificados como muito forte período analisado, 100% influenciaram em chuvas abaixo da média, com os maiores déficits hídricos do período analisado.

Como bem abordam Andreoli & Kaiano (2007), a interação desses fenômenos com os sistemas meteorológicos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) e o Dipolo do Atlântico é que são determinantes no regime de chuvas do Nordeste do Brasil.

6. CONCLUSÕES

Neste trabalho, mostrou-se que o IAC pode ser utilizado como uma ferramenta para auxiliar o acompanhamento climático e a variabilidade pluviométrica de uma determinada área. Com sua utilização foi possível também observar a intensidade dos períodos secos e chuvosos dos municípios estudados.

Em escala anual, observou-se que ao Sertão apresenta um período chuvoso que abrange os meses de janeiro a abril com precipitação média acumulada de 356,0 mm, e ocorre após este período a diminuição da precipitação mensal, sendo os meses com menores valores de pluviosidade entre agosto e setembro. Apesar da quadra chuvosa da região apresentar baixa média de precipitação, estudos futuros precisam ser realizados a fim de verificar a distribuição das chuvas nos quatro meses chuvosos, atrelada a uma contextualização da implantação de culturas agrícolas adaptadas ao regime hídrico da região.

Percebeu-se que entre as microrregiões estudadas, a de Salgueiro foi que apresentou maior concentração da precipitação anual na quadra chuvosa. Os municípios inseridos microrregiões do Pajeú apresentaram as maiores médias de precipitação anual. Constatou-se entre 1987 a 2017, 54,8% de anos com anomalias negativas na mesorregião estudada.

Em escala interanual verificou-se que a mesorregião do Sertão estudada é bastante homogênea em relação aos eventos extremos, ou seja, os anos chuvosos ou secos, quando ocorrem tendem a atingir a maior parte do território. Porém evidenciou-se que apesar desse grau de homogeneidade na distribuição espacial da precipitação, em alguns anos podem ocorrer classificações anuais diferentes entre os municípios do Sertão de Pernambuco.

REFERÊNCIAS BIBIOGRÁFICAS

- ALENCAR, M. L. S. de; BARBOSA, M. P.; SOUSA, R. F. de. Efeitos do El Niño de 1997/1998 na produção agropecuária na bacia do Rio Sucuru - Cariri Paraibano. **Revista Caminhos de Geografia**, Uberlândia v.8, n.24, p.15-21, 2007.
- ALMEIDA, H. A. Climatologia aplicada à Geografia. Campina Grande, Editora da Universidade Estadual da Paraíba, 2016, 331p.
- ALVES, J. K.; PEREIRA, P. C.; QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; FERREIRA, J. M. S.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N. Índice de Anomalia de Chuva para diferentes mesorregiões do estado de Pernambuco. **Pensar Acadêmico**, Manhuaçu, v.14, n. 1, p. 37-47, 2016.
- ALVES, K. M. A. S. Variabilidade pluvial no semiárido brasileiro: Impactos e vulnerabilidades na paisagem da bacia hidrográfica do rio Moxotó. 2016. 164 f.. **Tese (Doutorado em Geografia)**-Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Séries Históricas**. Sistema de informações hidrológicas. Disponível em:< <http://www.snhrh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>> Acesso em: 19 set. de 2019.
- ANDRADE, M. C. O. Pernambuco e o trópico. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, n.45, p.11-20, 2007.
- ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T.; GUEDES, R. L.; OYAMA, M. D.; ALVES, M. A. S. A influência da temperatura da superfície do mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico na variabilidade de precipitação em Fortaleza. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.19, n.2, p.113-122, 2004.
- ANDREOLI, R. V., KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico tropical sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.22, n.1, p.63-74, 2007.
- APAC, AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA. **Monitoramento Pluviométrico**. Disponível em:< <http://www.apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>>. Acesso em: 19 set. de 2019.
- ARAÚJO, L. E.; MORAES, J. M.; SOUZA, F. A. S. Análise climática da bacia do rio Paraíba – Índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista de Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.508-523, 2009.
- ARAGÃO, J. O. R., LACERDA, F. F.; MOURA, G. B. A.; SOUZA, I. A.; RODRIGUES, R.S. Boletim de Informações Climáticas, **INFOCLIMA**, v.4, n.02, 1998.
- ASSIS, J. M. O. (2012). Análise de Tendências de Mudanças Climáticas no Semiárido de Pernambuco. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. 166 f., Recife-PE.

ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C. M.; MELO, G. L; ALEXANDRE IRMÃO, R. Índice de anomalia de chuva (IAC) como indicador para análise da variabilidade climática na bacia hidrográfica do rio Pajeú-PE. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013, Bento Gonçalves – RS. **Anais...** Bento Gonçalves – RS: novembro de 2013. p. 1-8.

BHALME, H. N.; MOOLEY, D. A. Large-Scale Drought/Floods and Monsoon Circulation, **Monthly Weather Review**, v.108, p.1197-1211, 1980.

BASTOS, C. C.; FERREIRA, N. J. Análise climatológica da Alta Subtropical do Atlântico do Sul. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11 ,2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: 2000. p. 612-619.

BERTONI, J. C.; TUCCI, C. E. M. Precipitação. In: TUCCI, C. E. M. (Org.). **Hidrologia: Ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do sul, 2013. p.176.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Censo demográfico**, 2018. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/.html?>>. Acesso em: 29 ago. 2019.

BRASIL, Ministério da Integração Nacional - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE). **Nova delimitação do Semiárido brasileiro**. Brasília, DF, 2017, 63 p.

BRUNET-MORET, Y. Homogénéisation des précipitations. Cah. Orstom, **série Hydrologie**, n.3, v.4, p.147-170, 1979.

BYUN, H. R.; WILHITE, D. A. Objective quantification of drought severity and duration. **Journal of Climate**, Boston, v. 12, n. 9, p. 2747-2756, 1999.

CHARGUI, S.; JABERI, A.; CUDENNEC, C.; LACHAAL, F.; CALVEZ, R.; SLIMANI, M. Statistical detection and no-detection of rainfall change trends and breaks in semiarid Tunisia—50 years over the Merguellil agro-hydro-climatic reference basin. **Arabian Journal of Geosciences**, v.134, p.675-689, 2018

CLEMENTE, C. M. S.; PEREIRA, D. M.; LEAL, T. L. M. C.; REIS, M. F. T. Análise espacial da precipitação pluviométrica na microbacia do Rio Carnaíba de dentro e seu entorno no semiárido baiano entre 2009 a 2014. **Caderno de Geografia**, v.27 n.2, p.353-367, 2017.

CORREIA, R. C.; KIILL, L. H. P.; MOURA, M. S. B.; CUNHA, T. J. F.; JESUS-JÚNIOR, L.; ARAÚJO, J. L. P. **A região semiárida brasileira**. In: VOLTOLINI, T. V. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011. p.21– 48. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf>>. 2011. Acesso em: 20 de nov. de 2019.

CURY, M. D.; PEZENTE, D. P.; GONÇALVES, F. N.; SUTIL, T.; MENEGASSO, J. D. Análise do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) aplicado à bacia hidrográfica do rio Urussanga/SC. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, v.24, p. 71-80, 2018.

DINIZ, J. M. T., Variabilidade da precipitação e do número de dias com chuvas de duas cidades distintas da Paraíba, **Holos**, v.3, p. 171-180, 2013.

DIRKS, K. N.; HAY, J. E.; STOW, C.D.; HARRIS, D. Highresolution studies of rainfall on Norfolk Island Part II: Interpolation of rainfall data. **J. Hydrol.**, v.208, p.187-193, 1998.

FARIAS, O. G.; FRANCISCO, C. N.; SENNA, M. C. A. Avaliação de métodos de interpolação espacial aplicados à pluviosidade em região montanhosa no litoral Sul do estado Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.21, n.2, 2017.

FERREIRA, N. J.; PEREIRA, V. M.; FLORESTA, V. G. S. Considerações sobre a circulação atmosférica da alta troposfera durante o verão da América do Sul. In: CONGRESSO DE METEOROLOGIA, 10., 1998, Brasília. **Anais...** Brasília, 1998.

Ferreira, F. f.; Alves, j. m. b. Avaliação de mudanças climáticas no Semi-árido do Nordeste do Brasil. **Revista de Engenharia Ambiental**, v.12, n.01, p.53 -72, 2015.

FREITAS, M. A. S. Um sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em regiões semiáridas. **Revista Tecnologia**, v.suplem, p.84-95, 2005.

GALVÃO, O. J. A. A economia de Pernambuco: da longa estagnação a um novo ciclo de crescimento sustentado. **Revista Econômica do Nordeste**, v.46, n.3, p. 131-154, 2015.

GALVÍNCIO, J. D.; MOURA, M. S. B. Aspectos climáticos da captação de água de chuva no estado de Pernambuco. **Revista de Geografia**, v.22, n.2, p.96-113, 2005.

GARCEZ, L. N.; ALVAREZ, G. A. **Hidrologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 304 p. 1988.

GROSS, J. A.; CASSOL, R. Ocorrências de Índices de Anomalia de Chuva negativos no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Geográfica Acadêmica**, v.9, n.2, p.21-33, 2015.

HASTENRATH, S. Interannual variability and annual cycle: mechanisms of circulation and climate in the tropical Atlantic. **Monthly Weather Review**, n.112, p.1097-1107, 1984.

HIEZ, G. L'homogénéité des données pluviométriques. Cahiers ORSTOM. **Série Hydrologie**. Paris, v.14, n.2, p.129-172, 1977.

KANE, R. P. Relationship between the southern oscillation/El Niño and rainfall in some tropical and midlatitude regions. **Proceedings of Indian Academy of Science (Earth Planet Science)**, v.98, n.3, p. 223-235, 1989.

KANE, R. P. Prediction of droughts in north-east Brazil: Role of ENSO and use of periodicities. **International Journal of Climatology**, v.17, n.6, p.655–665, 1997.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. **Variabilidade decenal e multidecenal**, In: CAVANCANTI, I.; FERREIRA, N.; SILVA, M. G. J.; DIAS, M. A. F. S. (ed.). **Tempo e Clima no Brasil**, Oficina de Textos, São Paulo, 2009. p. 375-383.

LACERDA, F. F. Tendências de temperatura e precipitação e cenários de mudanças climáticas de longo prazo no Nordeste do Brasil e em ilhas oceânicas. 2016. 110 f. **Tese** (Doutorado em

Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Pernambuco, Brasil, 2016.

LANDIM, P. M. B. Sobre Geoestatística e mapas. **Terrae Didatica**, v.2, n.1, p. 19-33, 2006.

LIMA, J. P. R.; GATTO, M. F. A economia do Semiárido de Pernambuco: Ainda “sem produção”? **Economia e Desenvolvimento**, Recife-PE, v.12, n.2, 2013.

LIMA, J. S. S; SILVA, S. DE A.; BERNARDES, P. M.; FONSECA, A. S.; PEREIRA, J. M. S. Variabilidade espacial dos percentis 75 da precipitação pluvial mensal no estado do espírito santo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 24, p. 393-405, 2016.

MARENGO, J. A. Mudanças climáticas globais e regionais: Avaliação do clima atual do Brasil e projeções de cenários climáticos do futuro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.16, p. 1-18, 2002.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA, F. F. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande, p.410-449, 2011.

MARRA, F.; MORIN, E. Autocorrelation structure of convective rainfall in semiarid-arid climate derived from high-resolution X-Band radar estimates. **Atmospheric Research**, v.200, p.126- 138, 2018.

MAZZINI, P. L. F.; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase-sinóticos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v.13, n.1, p.53-64, 2009.

MENDONÇA, E. A. Análise da precipitação nas mesorregiões do Estado de Pernambuco. 2016. 106 f. **Tese** (Doutorado em Meteorologia) – Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2016.

MIRANDA, R. A. C.; OLIVEIRA, M. V. S.; SILVA, D. F. Ciclo hidrológico planetário: abordagens e conceitos. **Geo UERJ**, v.12, n.1, p.109-119, 2010.

MUTTI, P. R.; ABREU, L. P.; ANDRADE, L. M. B.; SPYRIDES, M. H. C.; LIMA. C. K.; OLIVEIRA, C. P.; DUBREUIL, V.; BEZERRA, B. G. Uma estrutura detalhada para a caracterização da climatologia das chuvas em bacias semiáridas. **Theor Appl Climatol**, v.137, 2019. Disponível em:<<https://doi-org.ez19.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s00704-019-02963-0>>. Acesso em: 12 nov. 2019.

NOBRE, P.; MELO, A. B. C. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. **Revista Climanálise**, v.1, n.1, p.1-10, 2001. Disponível em:<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/artigo_variabilidade_dez01.pdf>. Acesso em: 15 out. 2019

NÓBREGA, R. S.; FARIAS, R. F. L.; SANTOS, C. A. C. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.30, n.2, p.171-180, 2015.

NORONHA, G. C.; HORA. M. A G. M.; SILVA, L. P. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microrregião de Santa Maria/Cambiocó, RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, n.1, p.74-81, 2016.

OLADIPO, E. O. A comparative performance analysis of three meteorological drought indices. **Journal of Climatology**, Chichester, v. 5, n. 6, p.655–664, .1985.

OLIVEIRA, L. F. C.; FIOREZE, A. P.; MEDEIROS, A. M. M.; SILVA, M. A. S. Comparação de metodologias de preenchimento de falhas de séries históricas de precipitação pluvial anual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, n.11, p.1186–1192, 2010.

PALMER, W. C. Keeping track of crop moisture conditions, nationwide: the new Crop Moisture Index. **Weatherwise**, Washington, v.21, p.156–161, 1968.

PERNAMBUCO, Agência estadual de planejamento e pesquisas. Composição do valor adicionado bruto, por atividade econômica de Pernambuco. **Base de dados do estado (BDE)**, 2016. Disponível em: <http://www.bde.pe.gov.br/visualizacao/Visualizacao_formato2.aspx?codFormatacao=1569&CodInformacao=1300&Cod=3>. Acesso em: 29 out. 2019.

QGIS Development Team (2016). **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em:<<http://www.qgis.org/>>.

RAMARAO, M. S. V.; SANJAY, J.; KRISHNAN, R.; MUJUMDAR, M.; BAZAZ, A.; REVI, A. On observed aridity changes over the semiarid regions of India in a warming climate. **Theor Appl Climatol**, v.136, p.693-702, 2018.

REBOITA, M. S.; RODRIGUES, M.; ARMANDO, R. P.; FREITAS, C.; MARTINS, D.; MILLER, G. Causas da semi-aridez do Sertão nordestino. **Revista Brasileira de Climatologia**, V. 19 n.2, p.254-277, 2016.

RODRIGUES, L. O.; SOUZA, W. M.; OLIVEIRA COSTA, V. S.; PEREIRA, M. L. T. Influência dos eventos de El Niño e La Niña no regime de precipitação do Agreste de Pernambuco. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.10, n.6, p.1995-2009, 2017.

ROOY, M. P.; VAN. A. Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, **Notes**, v. 14, p.1-43, 1965.

SANTOS, W. O.; SILVA, K. B.; COELHO, D. C. L.; SILVA, K. M. P.; SOBRINHO, J. E.; SILVA, P. C. M.; BATISTA, R. O. Variabilidade espacial e temporal das precipitações para a Microrregião de Pau dos Ferros-RN. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.7, n.3, p.434-441, 2014.

SANTOS, F. A; AQUINO, C. M. S. Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil. **Geousp – Espaço e Tempo**, v.21, n.2, p.619-633, 2017.

SANTOS, H. S.; CUNHA, G. N.; CASTRO, J. R. Avaliação Qualitativa das Técnicas de Interpolação de Mínima Curvatura, Krigagem e Bidirecional na Formação de Imagens. **Revista**

de Engenharias da Faculdade Salesiana. **Revista de Engenharias da Faculdade Salesiana**, v.4, p.2-16, 2016.

SANTOS, L. A.; BRITO, J. I. B.; LACERDA, F. F. Análise de tendências climáticas nas bacias hidrográficas do interior de Pernambuco, In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 16, 2010. Belém-PA. **Anais...** Belém:2010.

SCHIMIDT, D. M. Dinâmica das configurações de formação e inibição de chuvas no Rio Grande do Norte: caracterização hidroclimática do estado. 2014. 136 f. **Tese** (Doutorado em Ciências Climáticas) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil, 2014.

SENA, J. P. O.; LUCENA, D. B.; RIBEIRO, G. N. Eventos extremos de precipitação no Sertão paraibano: Variação espaço-temporal. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, V.12, n.4, p.748-755, 2017.

SILVA, J. M. O. Utilização de anos-padrão no estudo da variabilidade pluviométrica no município do Crato-Ceará. In: Congresso Nacional de Geografia Física, 1, 2017, Campinas-SP. **Anais...** Campinas: Instituto de Geociências, 2017.

SILVA, M. J.; QUEIROZ, M. G.; FERRAZ JARDIM, A. M. R.; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SILVA, T. G. F. Gradientes pluviométricos do estado de Pernambuco: uma análise do litoral ao Semiárido. **Revista Engenharia na Agricultura**, v.26, n.03, p.240-249, 2018

SILVA, R. O. B.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SOUZA, W. M. Tendências de mudanças climáticas na precipitação pluviométrica nas bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v.22, n.3, p.579-589, 2017.

SILVA, S. A.; LIMA, J. S. S.; SOUZA, G. S.; OLIVEIRA, R. B. Avaliação de interpoladores estatísticos e determinísticos na estimativa de atributos do Solo em agricultura de precisão. **Idesia**, v.26, n.2, p.75-81, 2008.

SOARES, F. S.; FRANCISCO, C. N.; SENNA, M. C. A. Distribuição espaço-temporal da precipitação na Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande-RJ. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v.29, n.1, p.125-138, 2014.

THORNTHWAITE, C.W. **Topoclimatology**. Proc. Toronto Meteorological Conference, Royal Meteorological Society, p.227-232., 1953.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 4.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2009. 943p

XAVIER, A. F. S.; XAVIER, T. M. B. S.; Alves, J. M. B. Uma análise da cronologia de eventos Enos (El Niño e La Niña): 1900-2000. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11, 2000, Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 2000.