

AVALIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA REGIÃO GEOGRÁFICA IMEDIATA DE MONTEIRO-PB

Maxsuel Bezerra do Nascimento

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil

E-mail: maxsuel10gba@hotmail.com

Resumo

Ao longo das últimas décadas o processo de degradação ambiental se intensificou pelas ações do homem, em diversas regiões do planeta, ocasionando o desmatamento, práticas desordenadas nos cultivos, queimadas, irrigação irregular e mudanças climáticas. Essas mudanças no decorrer do espaço, impactam diretamente vastas regiões do planeta, causando desde secas extremas, a precipitações arrasadoras, provocando agravos em determinados locais. Assim, o objetivo principal deste trabalho é avaliar a variabilidade pluviométrica da Região Geográfica Imediata de Monteiro-PB, por meio da análise espaço-temporal mensal e anual da sua precipitação, apontando assim os períodos secos e chuvosos da área estudada. Os dados pluviométricos disponibilizados foram da SUDENE, AESA e INMET, tendo as lacunas dos dados preenchidas com a utilização de métodos estatísticos. No desenvolvimento do estudo, foram utilizados softwares como Excel para o banco de dados e análises temporais, e o QGIS e Golden Software Surfer 16 para as análises espaciais. O conhecimento da distribuição da precipitação, ajudou a compreender seu comportamento no transcorrer dos meses e anos, além de auxiliar na gestão de projetos na REGIMO, a fim de promover um bom gerenciamento dos recursos hídricos, atividades locais e da biodiversidade vivente na região.

Palavras-chave: Períodos, Precipitação, Seca, Chuvoso, REGIMO.

SPATIO-TEMPORAL EVALUATION OF RAIN VARIABILITY IN THE IMMEDIATE GEOGRAPHIC REGION OF MONTEIRO-PB

Abstract

Over the last few decades, the process of environmental agriculture has intensified through deforestation regions, in various changes on the planet, causing deforestation, disorderly practices in crops, fires, irregular and climatic irrigation. These changes occur locally, directly impacting vast regions of the planet, impacting from extreme local dry areas, causing harm in certain areas. Thus, the main objective of this work is to evaluate the immediate rainfall variability of Monteiro-temporal-space, through the monthly analysis and the monthly region, thus directing the dry and rainy of the temporal area of the area. Available osmetrics were from SU, AESA and INMETE having as data gaps, with the use of statistical methods. In the development of the spatial study, database software, such as Excel and temporal evaluations, and QGIS and Golden Software Surfer 16 were used for the evaluations. The project to promote the management of local resources and the living REG, in order to promote good management of local and regional resources.

Keywords: Periods, Precipitation, Drought, Rainy, REGIMO.

EVALUACIÓN ESPACIO-TEMPORAL DE LA VARIABILIDAD DE LA LLUVIA EN LA REGIÓN GEOGRÁFICA INMEDIATA DE MONTEIRO-PB

Resumen

En las últimas décadas, el proceso de agricultura ambiental se ha intensificado a través de la deforestación de regiones, en diversos cambios en el planeta, provocando deforestación, prácticas desordenadas en los cultivos, incendios, riegos irregulares y climáticos. Estos cambios ocurren

localmente, impactando directamente en vastas regiones del planeta, impactando desde zonas extremas locales secas, causando daños en ciertas áreas. Así, el objetivo principal de este trabajo es evaluar la variabilidad inmediata de las precipitaciones de Monteiro-temporal-espacial, a través del análisis mensual y de la región mensual, orientando así la seca y la lluviosa del área temporal del área. Los osmétricos disponibles fueron de SU, AESA e INMETE teniendo como vacíos de datos, con el uso de métodos estadísticos. En el desarrollo del estudio espacial se utilizó software de base de datos, como Excel y evaluaciones temporales, QGIS y Golden Software Surfer 16 para las evaluaciones. El proyecto de fomento de la gestión de los recursos locales y la REG viva, con el fin de promover la buena gestión de los recursos locales y regionales.

Palabras clave: Períodos, Precipitación, Sequía, Lluvioso, REGIMO.

Introdução

Ao longo das últimas décadas o processo de degradação ambiental se intensificou pelas ações do homem, em diversas regiões do planeta, ocasionando o desmatamento, práticas desordenadas nos cultivos, queimadas, irrigação irregular e mudanças climáticas. Essas mudanças no decorrer do espaço, impactam diretamente vastas regiões do planeta, causando desde secas extremas, a precipitações arrasadoras, provocando agravos em determinados locais (NASCIMENTO, 2022).

Sob está conjuntura, o Estado da Paraíba, em maior parte, está localizado na região semiárida do Brasil, possuindo um número significativo de bacias hidrográficas com características hidrogeologicamente distintas, que propiciam dificuldades econômicas e sociais recorrentes (CORREIA *et al.* 2011; SUDENE, 2017). Além disso, essas mudanças nos cenários locais se destacam devido à grande variabilidade pluviométrica que ocorre na região, que vai desde períodos de seca a períodos chuvosos alarmantes dependendo da sua intensidade.

As regiões semiáridas são as mais susceptíveis às modificações climáticas, o acréscimo da temperatura e alteração na precipitação pluviométrica podem provocar o surgimento de terras áridas, ocasionando mudanças não só climáticas, como fitogeográficas, econômicas e sociais (NÓBREGA *et al.*, 2016).

Os eventos extremos de precipitação pluviométrica são investigados por parte da comunidade científica internacional devido aos prejuízos socioeconômicos causados pelo excesso ou escassez de chuvas em diversas regiões do mundo (FLATO *et al.*, 2017). Logo, esses prejuízos têm impacto na biodiversidade local, nas ações do homem por meio da agricultura e na pecuária, além das atividades realizadas em centros urbanos, como alagamentos em períodos chuvosos e aumento de temperaturas em períodos de seca.

Deste modo, o Nordeste Brasileiro (NEB) é uma das regiões mais problemáticas no que se refere à disponibilidade de água, destacando-se ainda, pelo seu clima quente e úmido

no litoral e seco na região semiárida (NASCIMENTO, *et al.* 2021). A região semiárida, que corresponde a 53% do território nordestino, no qual se destaca por suas chuvas irregulares no decorrer do ano (FERREIRA *et al.*, 2018).

Além disso, a precipitação no Estado da Paraíba depende de um conjunto de vários sistemas meteorológicos tais como: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), e os Distúrbios de Leste (PALHARINI e VILA, 2017).

Nascimento *et al.* (2019), afirmam que a precipitação ocorre em maior intensidade no litoral e agreste por conta do oceano Atlântico, já o sertão recebe uma boa quantidade devido a ZCIT que fornece chuva para essa localidade, no Cariri a precipitação é menor devido ao Planalto da Borborema que impede que as chuvas oriundas do oceano Atlântico cheguem com tanta intensidade nessa região.

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade pluviométrica da Região Geográfica Imediata de Monteiro-PB, por meio da análise espaço-temporal mensal e anual da sua precipitação, apontando assim os períodos secos e chuvosos da área estudada.

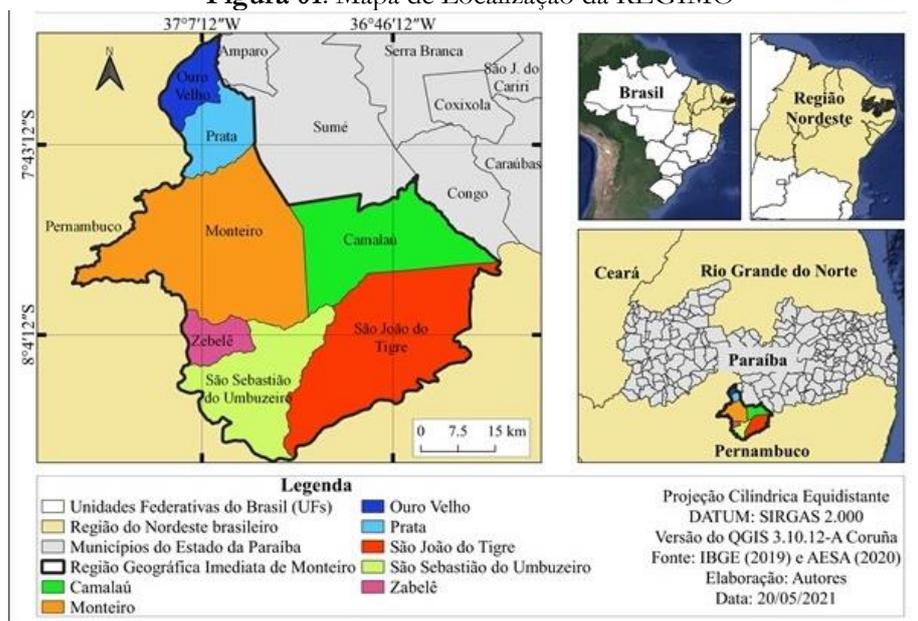
Material e métodos

Área de estudo

O estudo foi realizado na Região Geográfica Imediata de Monteiro (REGIMO) localizado no Estado da Paraíba (Figura 1), que compõem a Região Geográfica Intermediária de Campina Grande, no qual é composta por sete municípios (Camalaú, Monteiro, Ouro Velho, Prata, São João do Tigre, São Sebastião do Umbuzeiro e Zabelê), possuindo uma população estimada pelo IBGE no ano de 2017 em 56 699 habitantes e uma área total de 3 237,538 km².

Nessa região predomina o bioma Caatinga (mata branca), formado por uma vegetação do tipo de mata seca, caducifólia e espinhosa, com multiplicidades de solos, composição geológica, espécies da flora e fauna, biodiversidade, entre outras variáveis específicas (SANTOS, 2007; MORAES, 2018).

Figura 01. Mapa de Localização da REGIMO



Fonte: Autoria Própria (2022)

Banco de dados da Precipitação

Na elaboração deste artigo os dados pluviométricos mensais utilizados, foram disponibilizados pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESAs), para composição da variabilidade espaço-temporal da precipitação da REGIMO.

Primeiramente com os dados de precipitação disponibilizados no período de 1990 a 2020 foram gerados gráficos da variabilidade temporal da pluviometria, com auxílio do *software* Microsoft Excel 2019¹, visando ponderar a série em questão, assim por meio desses dados foi plausível perceber o desempenho da variável na REGIMO comprovando assim a dinâmica climática.

Em seguida, foram elaborados mapas da variabilidade espacial da precipitação na REGIMO. É admissível destacar que os dados pluviométricos adquiridos têm falhas em meses e de até anos em alguns postos pluviométricos, e que foram usados procedimentos estatísticos de ponderação regional, para o preenchimento de falhas para concluir as lacunas e progredir com a pesquisa. Desse modo, vale destacar que o número de pluviômetros utilizados para a pesquisa foi de 6 postos (Quadro 01).

¹ Propriedade da *Microsoft Corporation*.

Quadro 01. Distribuição das estações na área de estudo

ID	MUNICÍPIO	Lat	Long	% de Falhas dos Dados	Chuva Média	Período das Séries
1	Camalaú	-7.89	-36.82	3%	41.6	1990 – 2020
2	Monteiro/EMBRAPA	-7.88	-37.12	1%	638.3	1990 – 2020
3	Ouro Velho	-7.62	-37.15	5.5%	605.7	1990 – 2020
4	Prata	-7.69	-37.08	4%	613.0	1990 – 2020
5	São João do Tigre	-8.08	-36.84	0%	577.2	1990 – 2020
6	São Sebastião do Umbuzeiro	-8.15	-37.00	0%	476.6	1990 – 2020

Fonte: Autoria Própria (2022)

Neste sentido, foram utilizados os softwares *QGIS* (versão 3. 16. 0)² e do *Golden Software Surfer* (versão 16.0)³, ambos com características distintas, porém em conjunto demonstraram a capacidade técnica que os *softwares* possuem.

Portanto, no mapeamento foi usado o método de *Krigagem* ordinária que proporciona precisão local, no sentido da correlação dos valores estimados com os valores amostrais utilizados no processo de estimativa, para suscitar as figuras de espacialização da Precipitação. Deste modo, o semivariograma é a parte central dos estudos geoestatísticos, sendo adequado para descrever tanto os métodos qualitativos como quantitativos a variação espacial, além de ser o alvo principal na determinação do preditor geoestatístico–krigagem.

Métodos Estatísticos

O método estatístico de preenchimento de falhas empregado na pesquisa foi o da ponderação regional (Equação 1), para aferir os valores que carecem e de tal modo proporcionar objetividade aos resultados no estudo. Assim como Diaz *et al.* (2018); Amador e Silva (2020) que empregaram o método para seus respectivos estudos.

O desígnio dos postos pluviométricos a serem usados no procedimento da ponderação regional necessita levar em consideração no mínimo de 30 anos, e estar presente em uma região climatológica semelhante.

² QGIS é um software livre com código-fonte aberto, multiplataforma de sistema de informação geográfica que permite a visualização, edição e análise de dados georreferenciados.

³ Gold Software Surf 16 pertence a empresa GoldenSoftware especializada no desenvolvimento de software que transforma dados simples e complexos em ferramentas visuais compreensíveis, como mapas, gráficos e modelos.

$$PX = \frac{1}{n-1} * \left(\frac{PA}{PAm} + \frac{PB}{PBm} + \frac{PC}{PCm} + n \right) * \quad (Eq.1)$$

PXm

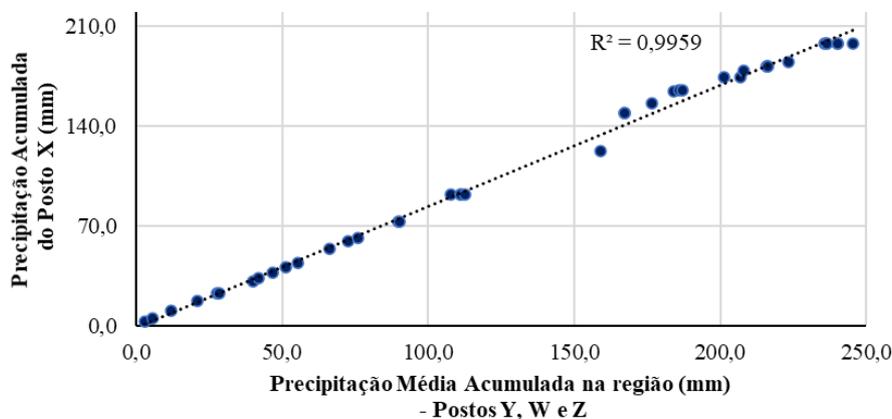
Onde, PXm, PAm, PBm e PCm são as precipitações médias nos postos X, A, B e C, simultaneamente de acordo com a série de dados disponibilizadas; PX, é a precipitação no posto X a originar; PA, PB e PC são as precipitações nos postos A, B e C existentes, ao mesmo tempo, no intervalo de tempo referente àquele da precipitação no posto X a determinar.

Assim, a metodologia consiste em estimar a pluviosidade ocorrida no posto pluviométrico com falta de dados, é necessário no mínimo três postos vizinhos do que está com ausência de dados, e necessitam estar localizados em regiões climáticas semelhante ao posto com falha.

Em seguida foi utilizado o método da Dupla Massa (Figura 2), desenvolvido pelo *United States Geological Survey (USGS)* (Searcy e Hardyson, 1960), a principal finalidade é identificar se aconteceram alterações da precipitação ao longo do tempo, ou ainda no local de observação para confirmar que os dados ficam acompanhando o exemplo estatístico previsto de forma linear. Deste modo, tal método foi empregado em outros estudos que utilizaram o método de dupla massa para verificar a consistência das estações analisadas (CARVALHO e RUIZ, 2016; JARDIM e SILVA, 2017).

Assim, se os pontos de um gráfico se alinharem em uma reta aproximada, isso adverte uma proporção entre os dados dos postos em questão. Portanto, o simples acontecimento de se ver o R2 próximo a 1, não é satisfatório para considerar o erro, todavia já gera que o coeficiente de regressão se aproxime do resultado previsto.

Figura 02. Exemplo do modelo Análise de Dupla Massa



Fonte: Autoria Própria (2022)

Resultados e discussão

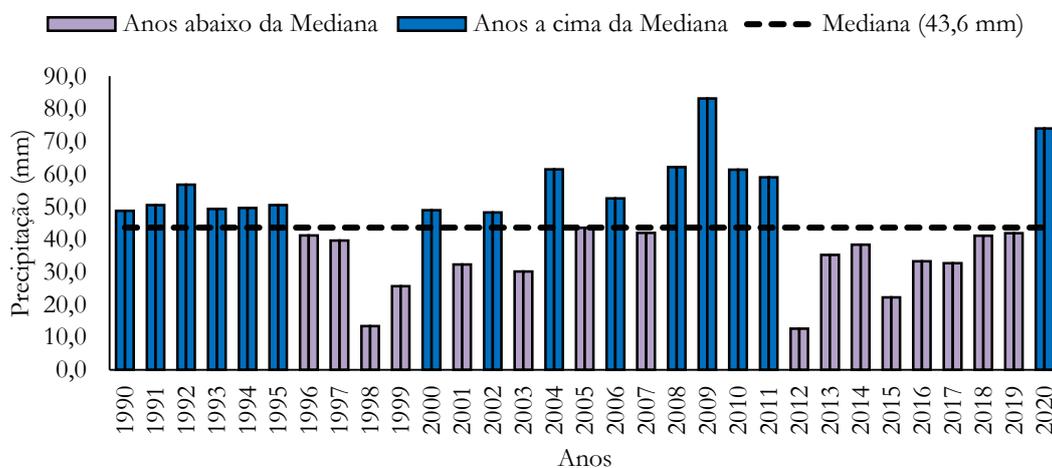
Precipitação Pluviométrica Temporal Anual

O Pluviograma Anual (Figura 3) da REGIMO, se apresenta da seguinte maneira, caracterizado com 16 anos abaixo da mediana do período analisado que foi de 43,6 mm, sendo o ano de 2012 considerado o menor em valores de precipitação atingindo 12,6 mm.

Além disso a REGIMO apresentou 15 anos acima da mediana da pluviosidade possuindo o ano de 2009 como o pico máximo, atingindo 83,1 mm. Assim sendo, por meio dessa decorrência nota-se uma alternância na série histórica, ressaltando que em séries como essa, é formidável a variação entre essas estações, no meio de pouca intensidade de precipitações e uma alta concentração que mantém o equilíbrio.

Segundo Muthoni *et al.*, (2018), a anotação dos padrões espaço-temporais da variabilidade pluviométrica é o passo fundamental para criação de novos projetos, visando estratégias adaptativas adequadas para uma determinada localidade.

Figura 03. Pluviograma de precipitação anual da REGIMO de 1990 a 2020



Fonte: Autoria Própria (2022)

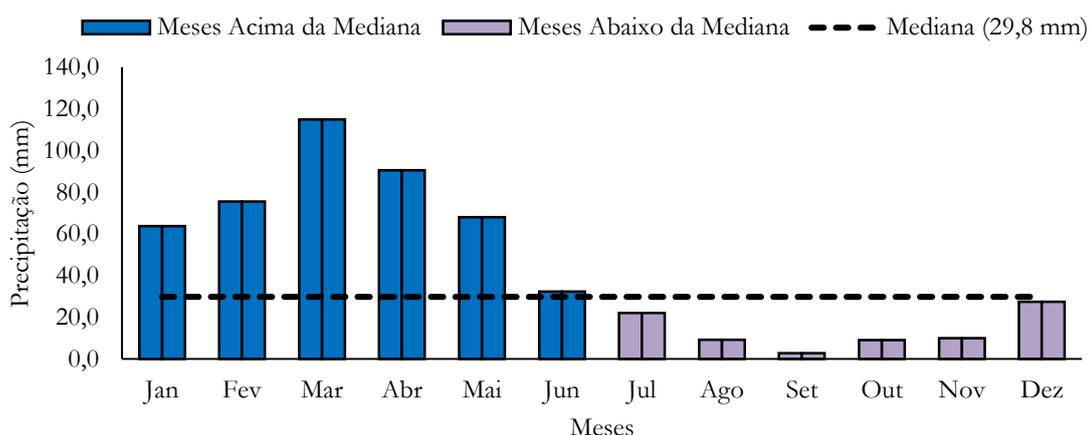
Precipitação Pluviométrica Temporal Mensal

De acordo com a série histórica, foi possível evidenciar dois períodos distintos, com seis meses para ambos na REGIMO (Figura 4). Assim, um deles é caracterizado como chuvoso, que vai de janeiro a junho, sendo março o mês de maior quantidade de chuvas, atingindo 114,9 mm, ou seja, 85,1 mm ou 90 % maior que a mediana histórica.

Logo, o período seco que tem início em julho e se estende até dezembro, com destaque para o mês de setembro que atingem no máximo 2,6 mm, ou seja, 27,2 mm ou 85 % menor que a média histórica. Nesses meses secos é que se atentam a importância de uma boa administração dos recursos hídricos para a região, visto que por padecerem com a estiagem, solicita uma cautela maior.

Desse modo, a precipitação pluviométrica em distintos volumes proporciona um impacto positivo ou negativo para sociedade, já que a ampla maioria das atividades econômicas, especialmente a agrícola, são afetadas a extenso prazo por tal transformação, induzindo a um acréscimo expressivo de eventos extremos de secas e chuvosos (SIQUEIRA; NERY, 2017).

Figura 04. Pluviograma de precipitação mensal da REGIMO de 1990 a 2020



Fonte: Autoria Própria (2022)

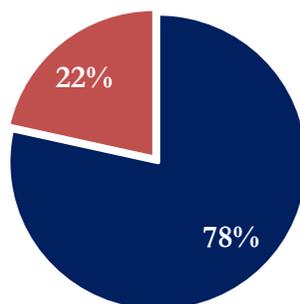
Além disso, a distribuição da precipitação mediana da REGIMO (Figura 5), é concebida por 78% da precipitação presente no período chuvoso, este acontecimento é importante, já que o conhecimento destes elementos, pode originar planos para preparação de táticas e obras que visem o crescimento da região.

Por conseguinte, os 22 % restantes da pluviosidade se encontram no período seco, ou seja, seis meses no qual a disponibilidade hídrica na região é carente, sobretudo nas áreas a oeste. Através destes elementos, os gestores públicos, podem desenvolver medidas no desígnio de requerer a prevenção da água nesta localidade, acautelando de tal modo que o nível de insuficiência perante os anos não seja intenso.

Logo, Souza *et al.*, (2017) afirmam a importância de se aprofundar o conhecimento em relação à variabilidade interanual e sazonal da precipitação no NEB, para que sejam definidas políticas públicas voltadas para manutenção e preservação dos recursos hídricos.

Figura 05. Percentual da precipitação da REGIMO nas estações seca e chuvosa.

■ Período Chuvoso ■ Período Seco



Fonte: Autoria Própria (2022)

Precipitação Pluviométrica Espacial Anual

Nas Isoietas acumuladas anuais da REGIMO (Figura 6) foram ilustradas a precipitação de 1990 a 2004 do acumulado anual, no qual os anos de 1990 a 1995 foram considerados acima da mediana anual (Figura 3), sendo assim os primeiros anos úmidos na REGIMO.

Compreender o clima é necessário, já que afeta a qualidade de vida da sociedade, ocorrendo modificações no vento, aumento da temperatura e precipitações irregulares vem sendo modificado em função do planejamento inadequado dos municípios (FERREIRA *et al.*, 2019). Assim, a precipitação pluviométrica se destaca como uma das variáveis que determina o clima local, além da temperatura do ar, uso do solo, o relevo e etc.

Em 1990, os valores de precipitação variaram entre 154 mm, sendo os menores valores ao norte e sul da parte, e os maiores chegando a 1201 mm nas partes oeste e leste. No ano de 1991 registrou-se de 295 mm a sul e a oeste/leste chegando a 846 mm. Já 1992 variou entre 537 mm e 1113 mm, com destaque para a parte leste com os maiores valores. No ano de 1993, variou entre 99 mm e 718 mm, sendo a parte sul com os menores valores precipitados, e a parte leste e oeste com as de maior intensidade.

O ano de 1994 teve uma estabilidade média em torno da precipitação, ficando entre 408 mm e 686 mm, com destaque para regiões mais úmidas a oeste e mais seca a norte. O último da primeira sequência de anos chuvosos, em 95 assim como o de 1994, teve uma variação de 200 mm em torno da REGIMO, ficando entre 519 mm e 714 mm.

Entre os anos de 1996 e 1999 foi um período abaixo da mediana, e assim no período histórico analisado foram os primeiros anos com sequência de anos secos, logo os anos de 1996 e 1997 sua precipitação foram entre 388 mm a 610 mm, nota-se que neste ano a precipitação diminui no sentido de oeste para leste. Assim, os anos de 1998 e 1999 foram pouco chuvosos, principalmente 1998 que dentro da série histórica foi o segundo ano com menor valor pluviométrico, com o máximo de 470 mm na parte oeste.

Deste modo, a caracterização da seca elevada nestes anos não foi exclusiva apenas da região, e sim de todo o NEB, decorrente da atuação de um El Niño muito forte nesse ano. O impacto causado pelo fenômeno El Niño e La Niña, dependendo da sua intensidade pode resultar em secas (enchentes) severas, interferindo de forma significativa nas atividades econômicas nas regiões Norte e NEB (SOUSA *et al.*, 2015).

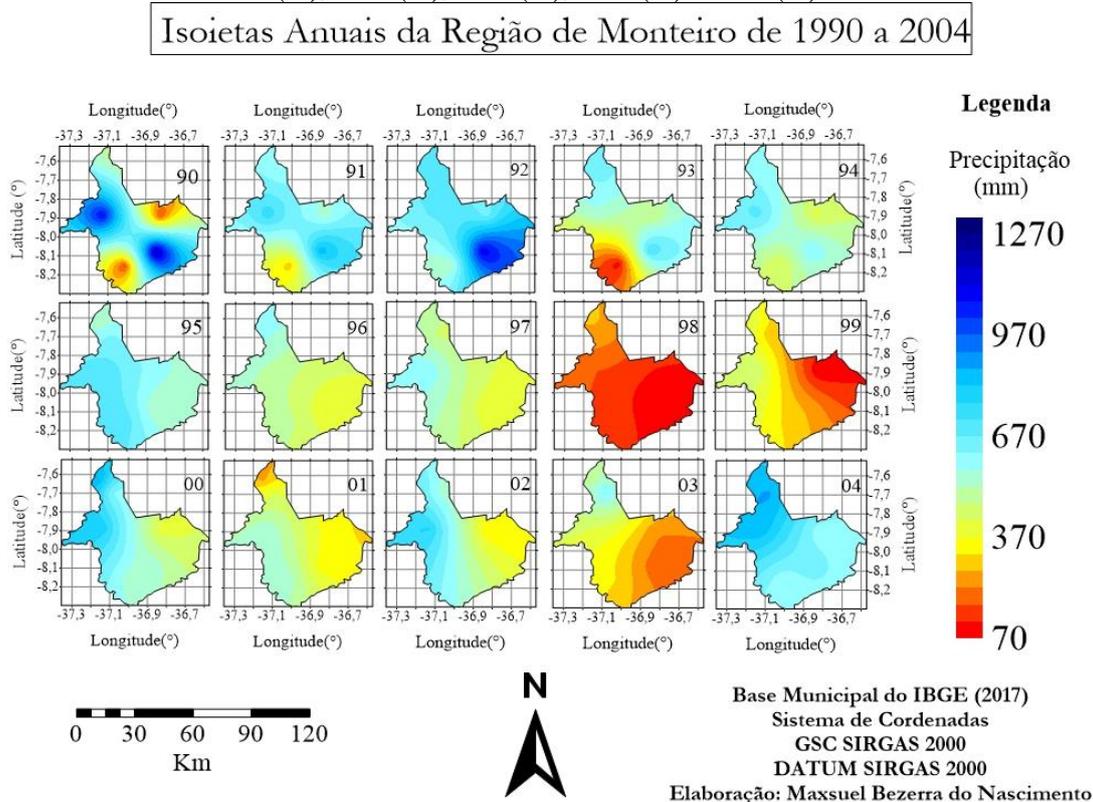
Deste modo, após esse período com alternância entre períodos secos e úmidos, os anos de 2000 e 2004 variou entre chuvoso e seco. Assim, o ano de 2000 variou entre 397 mm e 871 mm, destacando-se assim o leste com menores valores e o oeste e norte de maiores valores.

Já o ano de 2001 abaixo da mediana, variou entre 256 mm com a parte noroeste e leste com menores valores, e a parte sudoeste chegando a 560 mm. Logo o ano de 2002, obteve um aumento na sua precipitação atingindo valores de 772 mm da metade da parte central a oeste, e os menores valores foram da parte seguinte chegando a obter 330 mm a leste.

Todavia, o ano de 2003 teve poucas chuvas na parte leste durante todo o ano, atingindo apenas 194 mm, e o seu maior volume foi na parte noroeste da área de estudo com 691 mm concentrado em uma pequena área. Posteriormente, em 2004 foi possível notar que a parte obteve uma boa quantidade de precipitações no decorrer de todos os municípios, a pluviosidade foi entre 580 mm e 880 mm.

De acordo com Oliveira *et al.* (2020) um dos grandes desafios é compreender a dinâmica das chuvas sobre uma determinada área, assim como os modos de variabilidades que influenciam as precipitações torna-se um fator a ser considerado nas tomadas de decisões que envolvem essas áreas.

Figura 06. Isoietas médias anuais da Precipitação Pluviométrica da REGIMO de 1990 (90), 1991 (91), 1992 (92), 1993 (93), 1994 (94), 1995 (95), 1996 (96), 1997 (97), 1998 (98), 1999 (99), 2000 (00), 2001 (01), 2002 (02), 2003 (03) e 2004 (04).



Nas Isoietas acumuladas anuais da REGIMO (Figura 7 2005 (05) a 7 2020 (20)) foram ilustradas a variabilidade da precipitação de 2005 a 2020, no qual os anos de 2005 a 2007 variaram entre acima e abaixo da mediana da REGIMO (Figura 3). Já, o ano de 2005 precipitou no ano entre 421 mm a leste, e a 723 mm a oeste.

De tal modo, o ano de 2006 se apresentou de 467 mm a 730 mm, sendo uma parte a nordeste da REGIMO com os menores valores de precipitação e a oeste os maiores. Já em 2007, considerado um ano abaixo da mediana, os seus valores variaram entre 360 e 662 mm, com destaque para a maioria da REGIMO estar em torno dos 500 mm.

Posteriormente a esses anos mencionados, surge a segunda sequência histórica do período chuvoso da REGIMO, com menor quantidade de anos que vai entre os anos de 2008 e 2011, porém com uma intensidade de chuvas bem maior. Logo, o ano de 2008 se configurou em níveis pluviométricos entre 463 mm em uma pequena parte a leste e chegando a 1102 mm a noroeste.

Em seguida, no ano de 2009 na série estudada, foi o maior em níveis pluviométricos, no qual nesse período obteve as maiores chuvas registradas nos últimos anos, onde os menores valores encontrados foram de 867 mm e o pico máximo atingindo 1147 mm a noroeste. Portanto, nessa fase o volume precipitado, obteve impacto positivo, abastecendo os reservatórios na REGIMO, ocasionando uma maior produtividade na agricultura da região, por outro lado, impactou em algumas enchentes em alguns pontos.

Os anos seguintes 2010 e 2011 apresentaram características similares, precipitando entre 533 mm e 940 mm, o que ocasionou assim na região uma boa produtividade na agricultura da REGIMO, e uma grande quantidade hídrica para os moradores locais.

Posteriormente aos anos considerados chuvosos, vem uma sequência de anos secos, que vão de 2012 a 2019. Assim, o ano de 2012 é o mais seco da série em questão, visto que os valores chegam a 194 mm, deste modo demonstra que depois de anos com bastante chuvas, ocorreu anos com secas, o que não causou danos, devido aos anos que antecederam.

Os anos de 2013 e 2014 apresentam semelhanças na parte leste se destacando como a mais seca com valores de 315 mm e a área oeste no ano de 2013 e a noroeste no de 2014, chegando a 615 mm.

Em seguida, teve uma diminuição significativa no período de 2015 a 2017 deixando a parte leste e central da parte bem seca, e assim agravando em impactos na REGIMO, devido a quantidade de anos com pouca precipitação, principalmente nesta localidade que só precipitou nesta parte entre 140 mm e 223 mm. Já a área leste atingiu valores até 483 em 2016 e em 2017 600 mm.

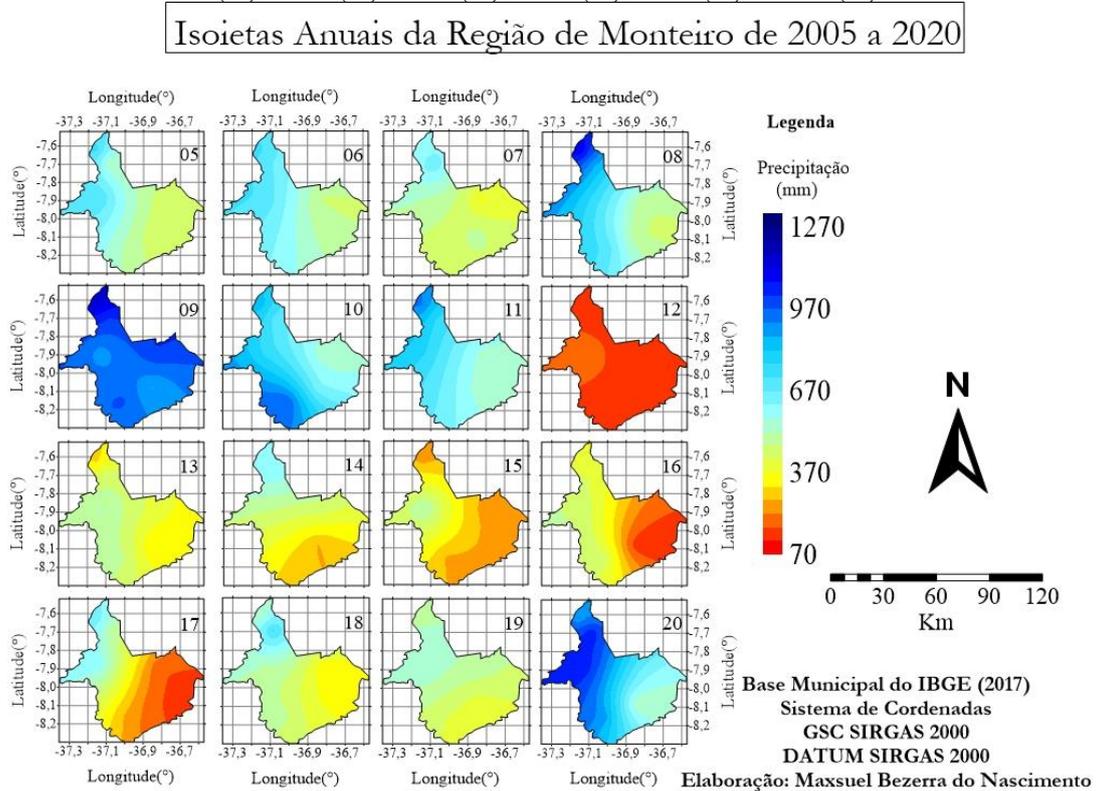
Logo, Andrade e Pereira (2019), descrevem que por meio da investigação sobre a variabilidade climática centralizada em seus extremos, no caso suas anomalias, são fundamentais para se perceber a dinâmica socioambiental do território. Portanto, nesses anos os impactos da falta de chuvas, impactaram diretamente os recursos hídricos da região, a biodiversidade local e as produtividades existentes, agravando ainda no aumento da temperatura.

Assim Medeiros *et al.* (2020), afirma que o esforço para minimizar as decorrências das secas na região do Semiárido solicita uma abordagem multifatorial que submerge desde a implantação de políticas públicas para o uso, reuso e gestão dos recursos hídricos, até uma informação mais profunda do regime pluviométrico e das circulações atmosféricas que o condicionam.

O período dos anos de 2018 e 2019 nota-se um aumento na precipitação na REGIMO, porém não o suficiente para aumentar o volume hídrico dos reservatórios e para uma boa produtividade na agricultura, caracterizando esses anos como abaixo da mediana (Figura 3), assim os menores valores foram de 347 mm a 728 com a parte noroeste com o máximo desse valor, e a parte central e leste com os menores.

Por fim, o último ano da série em questão, acarretou uma quantidade de chuvas consideradas excelentes para a REGIMO de modo geral, visto que precipitou acima dos 530 mm na parte leste e chegando a 1060 a oeste, o que desse modo, deu um conforto em valores precipitados aos inúmeros anos de seca presente na área estudada.

Figura 07. Isoietas médias anuais da Precipitação Pluviométrica da REGIMO de 2005 (05), 2006 (06), 2007 (07), 2008 (08), 2009 (09), 2010 (10), 2011 (11), 2012 (12), 2013 (13), 2014 (14), 2015 (15), 2016 (16), 2017 (17), 2018 (18), 2019 (19) e 2020 (20).



Fonte: Autoria Própria (2022)

Precipitação Pluviométrica Espacial Mensal

Utilizando a mesma abordagem da análise anual das isoietas (Figuras 6 e 7), nas Isoietas medianas mensais da REGIMO, (Figura 8A a 8L) foi ilustrada a variabilidade da precipitação pluviométrica mensal, no período de 1990 a 2020, no qual é possível evidenciar o período chuvoso (Figura 8A a 8F) e o seco (Figura 8G a 8L) que variam até 134 mm.

O mês de janeiro (Figura 8A) é o início do período chuvoso da REGIMO, no qual os valores variam de 40 mm a leste e 84 mm a oeste. Já o mês de fevereiro (Figura 8B), o volume precipitado na região foi entre 62 mm sendo a parte leste o menor e a parte noroeste chegando a 91 mm.

Já o mês de março (Figura 8C), se destaca por ser o mês de maior volume precipitado na região, no qual aumenta o volume dos mananciais de maneira pontual, por uma quantidade de tempo curto, ajuda na biodiversidade da região, aumentando a presença de culturas na agricultura e no acréscimo de animais. Neste sentido, os valores apresentados variam de 99 mm a 134 mm durante esses meses, destacando ainda a importância desse mês no desenvolvimento e planejamento municipal e regional, de se compreender o mês de maior importância hídrica da região.

Imediatamente, nesses meses contém uma abundância de água distribuída por toda a REGIMO devido ao volume precipitado, o que favorece a flora e a fauna local, assim como as atividades humanas, auxilia no mantimento e no acréscimo da vazão dos reservatórios para o fornecimento público. De tal modo que sugere na alteração de temperatura em partes da região e beneficia a fertilidade na agricultura.

Os meses de abril e maio (Figura 8D e 8E), se caracterizam de maneiras similares no decorrer do espaço, logo o mês de abril se destaca com um volume maior precipitado, assim nesses meses os valores são de 57 mm a 120 mm, sendo as partes leste e oeste os extremos respectivamente.

O final do período chuvoso ocorre no mês de junho (Figura 8F), no qual é possível observar uma diminuição da precipitação, por ser um mês de transição para a estação seca, no qual os valores ficam em torno de 40 mm em uma pequena parte da REGIMO, e os menores com 25 mm em parte da área central e leste. Logo, julho (Figura 8G) é o mês que inicia o período seco, no qual seus valores são representados com 36 mm na área oeste, e os menores volumes precipitados ocorre a leste com apenas 14 mm.

Os meses de agosto e setembro (Figura 8H e 8I) se destacam por serem os meses com menor valor de precipitação na região chegando a 11 mm em agosto (Figura 8H) e 7 mm em setembro (Figura 8I). Por meio dessa análise mensal, foi possível evidenciar que nesses meses, o aumento da temperatura se estabelece devido a pouca precipitação ou também se associa com a alteração dos sistemas atmosféricos atuantes, circulação de ventos, dentre outros, ocorrendo secas nestes meses.

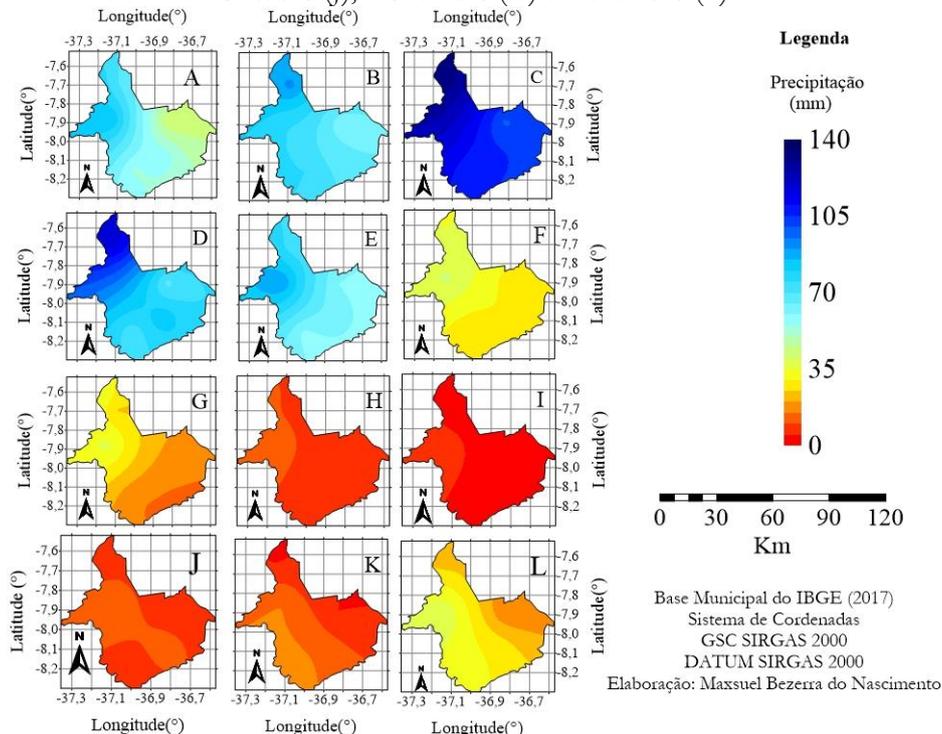
Portanto, nesses meses de poucas chuvas os gestores municipais e estadual, unido com os proprietários locais dos quais dependam das chuvas para suas plantações e criações de animais, e a população permaneçam precavidos dessas informações na REGIMO. De tal modo, requer uma maior atenção dos administradores locais que se encontram na parte leste da REGIMO, devido que o uso d'água precisa ser consciente e apropriado, por serem as áreas com menores valores precipitados, para um bom equilíbrio hídrico.

Todavia, a gestão dos recursos hídricos, necessita ser concretizada mirando a sua oferta para todos os indivíduos, ponderando a sua influência mútua com distintos elementos do meio e dinâmicas antrópicas relacionadas (CALADO *et al.*, 2020).

Os meses de outubro e novembro (Figura 8J e 8K), suas análises espaciais são similares variando em pequenas áreas, neste sentido os valores observados foram de 3 mm a 16 nesses meses, o que consequentemente com os meses anteriores, impactam diretamente no ambiente, por isso a necessidade de um planejamento dos recursos hídricos, para suprir esses meses de escassez na região.

Por fim, no mês de dezembro (Figura 8L) último mês do período seco, nota-se uma similaridade no volume precipitado com o de junho (Figura 8F), que também é um mês de transição, dessa forma os valores foram de 15 mm a 38 mm no decorrer da REGIMO.

Figura 08. Isoietas médias mensais de Precipitação Pluviométrica da REGIMO de Janeiro (A), Fevereiro (B), Março (C), Abril (D), Maio (E), Junho (F), Julho (G), Agosto (H), Setembro (I), Outubro (J), Novembro (K) e Dezembro (L).



Fonte: Autoria Própria (2022)

Conclusões

De acordo com os resultados obtidos pode-se destacar que no período de 1990 a 2020 a precipitação pluviométrica temporal anual apresentou 16 anos abaixo da mediana, destacando o ano de 2012 como o pico mínimo de 12,6 mm e 15 mm acima da mediana, sendo 2009 apresentando o valor máximo de 83,1 mm.

Em relação a análise mensal, foi possível caracterizar dois períodos distintos na REGIMO, um período chuvoso, que compreende os meses de janeiro a junho, com março possuindo o maior valor precipitado e o período seco que tem início em julho e se estende até dezembro, com setembro se destacando, atingindo o máximo de 2,6 mm.

Na análise espacial da precipitação mensal e anual, as isoietas demonstram como as chuvas estão especializadas no decorrer da REGIMO, destacando a parte leste como a região de menores chuvas e a região oeste apresenta as maiores intensidade de chuvas.

Por fim, mediante os resultados observados e com o conhecimento da distribuição da precipitação pluviométrica, tem-se o auxílio na compreensão de como ela ocorre no decorrer dos meses e anos, bem como a possibilidade de auxiliar na gestão de projetos na

REGIMO, a fim de promover um bom gerenciamento dos recursos hídricos, atividades locais e da biodiversidade vivente na região.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pelo fomento e a apoio financeiro à pesquisa.

Referências

- AMADOR, M. C.; SILVA, C. A. DA. O Preenchimento de Falhas de Séries Históricas de Precipitação. **Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros**, v. 1, n. 31, p. 178-202, 2020.
- ANDRADE, A. R.; PEREIRA, A. A. Dinâmica Temporo-Espacial da Precipitação na Região Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 4, p. 1399-1414, 2019. DOI:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.4.p1399-1414>.
- CALADO, T. O.; E. A. T. MARQUES, E. A. T.; SOBRAL, M. C. Planos diretores na articulação da gestão de recursos hídricos com o uso do solo no entorno de reservatórios. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 3, p. 958-972, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.3.p958-972>
- Carvalho, H. P.; Ruiz, M. V. S. Avaliação da Consistência de Séries Históricas de Chuva da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari, em Minas Gerais. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista**, v. 12, n. 6, p. 76-84. 2016. <https://doi.org/10.17271/1980082712620161480>
- CORREIA, R. C.; KIILL, L.H.P.; MOURA, M.S.B.; CUNHA, T. J. F.; JESUS JÚNIOR, L. A.; ARAÚJO, J. L. P. A região semiárida brasileira: In: VOLTOLINI, T.V. (Ed). Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. **Petrolina. Embrapa Semiárido**, 2011.
- DIAZ, C. C. F.; PEREIRA, J. A. S.; NOBREGA, R. S. Comparação de dados estimados pelo método da ponderação regional (PR) e dados estimados pelo trmm para o preenchimento de falhas de precipitação na bacia hidrográfica do rio pajeú. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, p. 324-339, 2018.
- FLATO, M.; MUTTARAK, R.; PELSER, A. Women, Weather, and Woes: The Triangular Dynamics of Female-Headed Households, Economic Vulnerability, and Climate Variability in South Africa. **World Development**, v. 90, n. 17, p. 41–62, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.08.015>
- FERREIRA, P.S.; SOUZA, W. M.; SILVA, J. F. Variabilidade Espaço-Temporal das Tendências de Precipitação na Mesorregião Sul Cearense e sua Relação com as Anomalias de TSM. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 33 n. 1 p. 141-152, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-7786331006>

FERREIRA, C. C.; PIMENTEL, F. O.; VIANNA, Y. C. G. Proposta Metodológica Aplicada ao Estudo de Clima Urbano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 6, p. 2023-2040, 2019. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.6.p2023-2040>

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R.M; SANTOS, D; MATOS, R. M. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física** v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5935/1984-2295.20150049>

JARDIM, C. H.; SILVA, A. A. F. Aplicação de técnicas de preenchimento de falhas de dados de pluviosidade mensal e anual para o noroeste do estado de Minas Gerais - Brasil. **Revista Geografias**, v. 25, n. 2, p. 83-106. 2017. <https://doi.org/10.35699/2237-549X.2017.16058>

MEDEIROS, S. A.; NÓBREGA, R. A.; MORAES NETO, J. M.; BARRETO, A. B.; VASCONCELOS, G. N.; DINIZ, R. R. S. Investigação da Influência do El Niño e da La Niña Sobre a Variabilidade da Precipitação na Cidade de Patos, Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 1, p. 336-349, 2020. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p336-349>

MORAES, V. L. A. **Indicadores de sustentabilidade em agroecossistemas familiares, inseridos em comunidades de Fundo de Pasto**. 2018. Juazeiro, Dissertação (Mestrado em Extensão Rural) – UNIVASF.

MUTHONI, F. K.; ODONGO, V. O.; OCHIENG, J.; MUGALAVAI, E. M.; MOURICE, S. K.; ZELEDON, I. H.; MWILA, M.; BEKUNDA, M. Long-term spatial-temporal trends and variability of rainfall over Eastern and Southern Africa. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 137, n. 3-4, p. 1869-1882, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00704-018-2712-1>

NASCIMENTO, M. B. DO; BANDEIRA, M. M.; ARAÚJO, L. E. DE. Variabilidade climática da precipitação do município de Areia/Paraíba, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 13, n. 3, p. 24-37, 2019. DOI: <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2019v13n3.41925>

NASCIMENTO, M. B.; SANTOS, G. F.; SILVA, T. J. R. D.; SILVA, L. F.; MEDEIROS, L. S.; ARAÚJO, L. E. Estudo da variabilidade pluviométrica espaço-temporal na microrregião de Sousa, Paraíba. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 9, n. 1, p. 69-82, 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.9771/gesta.v9i1.38522>

NASCIMENTO, M. B. Relação da variabilidade climática e os índices de seca com a qualidade da água em reservatórios de abastecimento público na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. 2022. 110f. Dissertação (**Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA**) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2022. <http://tede.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/tede/4222>

NÓBREGA, R. S.; SANTIAGO, G. A. C. F.; SOARES, D. B. Tendências do controle climático Oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, n. 12, p. 276-292, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v18i0.43657>

OLIVEIRA, R. M. M., SANTOS, E. V. DOS, LIMA, K. C. Avaliação da qualidade da água do riacho São Caetano, de Balsas (MA), com base em parâmetros físicos, químicos e microbiológicos. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 523-530, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1413-41522017154657>.

PALHARINI, R. S. A.; VILA, A. D. Climatological Behavior Precipitating Clouds in the Northeast Regions of Brazil. **Advances in Meteorology**, p. 1-12, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/5916150>

SANTOS, C. A. F. **Zoneamento Agroecológico do Nordeste e Mapas de Vegetação como ferramentas para prospecção e conservação de Recursos Genéticos Vegetais**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Embrapa, 73, 2007.

SEARCY, J.K.; HARDYSON H.C. **Double-mass curves – Manual of Hydrology: Part 1**. General surface-water techniques.USGS, Washington, 1960.

SIQUEIRA, B.; NERY, J. T. Análise do Índice Padronizado de Precipitação para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 6, p. 1775-1783, 2017. doi:<https://doi.org/10.26848/rbgf.v10.6.p1775-1783>.

SOUSA, A. M. L.; ROCHA, E. J. P.; VITORINO, M. I.; SOUZA, P. J. O. P.; BOTELHO, M. N. Variabilidade espaço-temporal da precipitação na Amazônia durante eventos ENOS. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 1, p. 13-24, 2015. DOI: <https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.1.p013-024>

SOUZA, C. L. O.; NOGUEIRA, V. F. B.; NOGUEIRA, V. S. Variabilidade interanual da precipitação em cidades do semiárido brasileiro entre os anos de 1984 e 2015. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 740-747, 2017. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i4.5626>

SUDENE, Resolução CONDEL n° 107, de 27/07/2017 e n° 115, de 23/11/2017

Submetido em agosto de 2021
Aceito em agosto de 2022