RGe ISSN: 2177-3246

CONSEQUÊNCIAS DA ESTIAGEM DE 2012-2016 NA REGIÃO GEOGRÁFICA INTERMEDIÁRIA DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRASIL

CONSEQUENCES OF THE 2012-2016 DROUGHT IN THE INTERMEDIATE GEOGRAPHIC REGION OF CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRAZIL

CONSECUENCIAS DE LA SEQUÍA DE 2012-2016 EN LA REGIÓN GEOGRÁFICA INTERMEDIA DE CAMPINA GRANDE, PARAÍBA, BRASIL

10.56238/revgeov17n5-113

Alice Roberto de Andrade Ribeiro
Mestranda em Desenvolvimento Regional
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
E-mail: alice.ribeiro@aluno.uepb.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0004-6773-9632
Lattes: http://lattes.cnpq.br/2501553032528656

Emerson Silva de Melo
Mestrando em Desenvolvimento Regional
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
E-mail:emerson.m@aluno.uepb.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0002-7620-4870
Lattes: http://lattes.cnpq.br/0839129855160487

Kedna Fernanda Oliveira dos Santos
Mestranda em Desenvolvimento Regional
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
E-mail: santos.kedna@aluno.uepb.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0006-8932-4790
Lattes: https://lattes.cnpq.br/0799347508563321

Diuary de Mélo Santos
Mestrando em Desenvolvimento Regional
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
E-mail: diuary.santos@aluno.uepb.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0002-3493-2933
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7251335637614063

Josiedna Góis dos Santos
Mestranda em Desenvolvimento Regional
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
E-mail: josiedna.santos@aluno.uepb.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0009-0006-3374-1229
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7536249967092867

RGe
ISSN: 2177-3246

Hermes Alves de Almeida
Pós-Doutor em Geografia Física
Instituição: Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)
E-mail: hermes@servidor.uepb.edu.br
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-5339-5120
Lattes: http://lattes.cnpq.br/7475805498748095

RESUMO
O Semiárido nordestino é um recorte geográfico caracterizado pela elevada variabilidade espacial e temporal no regime pluvial. Diante disto, procurou-se estabelecer os regimes temporais da chuva e da estação chuvosa da cidade de Campina Grande, Paraíba, por ser o polo da região geográfica intermediária, e averiguar as consequências socioambientais da estiagem de 2012 a 2016, sendo essas determinações os objetivos principais. Utilizando-se uma série climatológica de dados mensais e anuais de chuva, com mais de sessenta anos, cedida pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA). As análises foram feitas mediante critérios da estatística climatológica e estabelecidos os regimes temporais e os da estação chuvosa, com ênfase na referida estiagem. Os principais resultados indicaram que os modelos de regimes pluviais são assimétricos, irregulares, as dispersões temporais são inversamente proporcionais aos valores esperados e a estação chuvosa tem chance de ser seca. As oscilações temporais da chuva são indicativas de variabilidade natural e não há indícios de mudanças climáticas. A estiagem prolongada teve impacto significativo na referida região geográfica, com efeitos severos no abastecimento de água e nas principais atividades do setor primário.

Palavras-chave: Clima. Precipitação Pluvial. Variabilidade Climática.

ABSTRACT
The semi-arid Northeast of Brazil is a geographical area characterized by high spatial and temporal variability in rainfall patterns. Therefore, this study sought to establish the temporal regimes of rainfall and the rainy season in the city of Campina Grande, Paraiba, as it is the central hub of this intermediate geographical region, and to investigate the socio-environmental consequences of the drought from 2012 to 2016. These determinations were the main objectives. A climatological series of monthly and annual rainfall data, spanning more than sixty years, provided by the Executive Agency for Water Management of the State of Paraiba (AESA), was used. The analyses were performed using climatological statistical criteria, establishing temporal regimes and those of the rainy season, with emphasis on the aforementioned drought. The main results indicated that the rainfall regime models are asymmetrical and irregular, the temporal dispersions are inversely proportional to the expected values, and the rainy season has a chance of being dry. The temporal fluctuations in rainfall are indicative of natural variability, and there is no evidence of climate change. The prolonged drought had a significant impact on the aforementioned geographic region, with severe effects on water supply and key activities in the primary sector.

Keywords: Climate. Rainfall. Climate Variability.

RESUMEN
El noreste semiárido de Brasil es una zona geográfica caracterizada por una alta variabilidad espacial y temporal en los patrones de precipitación. Por lo tanto, este estudio buscó establecer los regímenes temporales de precipitación y la temporada de lluvias en la ciudad de Campina Grande, Paraíba, por ser el centro neurálgico de esta región geográfica intermedia, e investigar las consecuencias socio ambientales de la sequía ocurrida entre 2012 y 2016. Estas determinaciones fueron los objetivos principales. Se utilizó una serie climatológica de datos de precipitación mensuales y anuales, que abarca más de sesenta años, proporcionada por la Agencia Ejecutiva de Gestión del Agua del Estado de Paraíba (AESA). Los análisis se realizaron utilizando criterios estadísticos climatológicos, estableciendo regímenes temporales y los de la estación lluviosa, con especial énfasis en la sequía mencionada. Los principales resultados indicaron que los modelos de régimen de precipitación son

asimétricos e irregulares, las dispersiones temporales son inversamente proporcionales a los valores esperados y existe la posibilidad de que la estación lluviosa sea seca. Las fluctuaciones temporales en las precipitaciones son indicativas de variabilidad natural y no hay evidencia de cambio climático. La prolongada sequía tuvo un impacto significativo en la región geográfica mencionada, con graves consecuencias para el suministro de agua y las actividades clave del sector primario.

Palabras clave: Clima. Precipitaciones. Variabilidad Climática.

1 INTRODUÇÃO

As oscilações das condições meteorológicas e, em especial, as variabilidades temporais e espaciais da ocorrência de chuvas, são as principais responsáveis pela dinâmica ambiental, por exercerem influência direta nos processos físicos, biológicos e na sociedade em geral.

Neste contexto, a precipitação pluvial se destaca como um dos elementos do clima mais importante, não somente por apresentar maior variabilidade espaço-temporal, mas por ser a água essencial nas sobrevivências humana, vegetal e de inúmeras outras espécies.

No Nordeste brasileiro, a depender da localização, há vários regimes de chuvas e, portanto, a variabilidade interanual e espacial está intimamente associada às mudanças nas configurações de circulação geral da atmosfera, mas conectada à interação oceano-atmosfera, com o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), que é o principal indutor dessas variações do tempo global e, consequentemente, por influenciar o regime pluvial regional, a depender da intensidade (Molion e Bernardo, 2002).

Destaca-se, ainda, que os principais mecanismos dinâmicos indutores de chuvas no Nordeste brasileiro e, em especial, no recorte geográfico paraibano resultam de acoplamentos de vários sistemas atmosféricos, com predominância para os da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que influencia o regime pluvial na parte setentrional no Nordeste (Uvo, 1989; Nobre e Cavalcante, 2000).

Essas variabilidades temporais e espaciais dos regimes pluviais são características marcantes no Semiárido nordestino, não somente nos totais mensais ou anuais, mas na quantidade, distribuição, duração da estação chuvosa (Almeida e Farias, 2015).

Neste contexto, procurou-se estabelecer as principais características do regime pluvial, na região geográfica intermediária de Campina Grande, PB, e averiguar as consequências socioambientais da estiagem de 2012 a 2017, considerada uma das mais severa e duradoura. Essas determinações são os objetivos principais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A temática “água” passa a ocupar papel preponderante na arena de debate dos problemas globais na segunda metade dos anos 1990, chegando a ser apontada, inclusive, como possível motivo para guerras futuras.

Anteriormente, esse tema era tratado de forma “tímida”, visto que, seus impactos estavam adstritos à parcela significativa da população pobre, ou, em “perspectiva de instrumentalização da miséria alheia”. No caso da realidade nordestina, a “indústria da seca”, intensifica, em certa medida, as discrepâncias socioeconômicas locais nas quais a seca se manifesta (Bursztyn, 2008).

No Nordeste brasileiro, os principais mecanismos dinâmicos indutores de chuvas são oriundos de sistemas atmosféricos, tais como: a Zona de Convergência Intertropical (UVO, 1989), os Vórtices

Ciclônicos de Ar Superior (Kousky e Gan, 1981), os Sistemas Frontais (Kousky, 1979) e os Distúrbios de Leste (Espinoza, 1996), por influenciarem tanto na escala espacial quanto na escala temporal, embora de forma diferenciada (Nobre e Cavalcante, 2000; Molion e Bernardo, 2002).

A dinâmica da ZCIT é o principal sistema indutor de chuvas na porção norte do Nordeste (semiárido) entre março e abril. Já, nos anos de seca, a ITCZ é bloqueada ou permanece mais ao norte de sua posição normal. Essa condição inibe a formação de nuvens sobre a região, coincidindo, portanto, com a estação das chuvas (Reboita et al., 2010).

Os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis ocorrem na atmosfera superior, sendo perceptíveis nas cartas sinóticas de 200 hPa e que favorecem a ocorrência de chuvas em várias regiões brasileiras e, em particular, no Nordeste. O VCAN se forma, preferencialmente, sobre o Oceano Atlântico Tropical Sul, tem uma circulação ciclônica fechada e se desloca para Oeste na primavera, outono e verão (Gan e Kousky, 1986), sendo, portanto, o principal indutor de ocorrência de chuvas (Repinaldo et al., 2020) e por sua maior frequência ocorrer no mês de janeiro (Reis et al., 2021).

Além da ZCIT e do VCAN, o regime pluvial no leste do Nordeste recebe uma contribuição significativa de chuva, nos meses de maio a julho, advindos dos distúrbios ondulatórios de leste, também denominado de Onda de Leste (OL), que se propagam do Oceano Atlântico em direção ao continente, durante o outono/inverno (Chan, 1990; Kouadio et al., 2012). Esse sistema pode provocar eventos extremos de chuva, com alagamentos e deslizamentos de encostas (Machado et al., 2012).

Analisar as oscilações de séries pluviais, combinadas ou não com outros elementos do clima, permite detectar periodicidades que são fundamentais para planejar inúmeras atividades agrícolas, econômicas, sociais, dentre outras (Silva et al., 2005).

As cidades, em geral, despertam mais atenção aos eventos extremos de precipitação pluvial, especialmente, porque são espaços onde se concentram áreas mais suscetíveis aos impactos mais severos, tais como: enchentes, deslizamentos de terra e perdas de vida.

As estiagens e/ou secas são fenômenos meteorológicos extremos e complexos, afetam drasticamente uma região, por provocar danos ambientais, econômicos e sociais graves, frequentemente, agravados pelas ações antrópicas.

Essas variabilidades no regime pluvial são características temporárias do Tempo/Clima, definidas, a priori, quando os totais de chuva são inferiores aos valores referenciais, na sua maioria, à média climatológica. Portanto, não deve ser confundida com aridez, que é uma característica permanente do clima e não existe uma definição universal (Almeida, 2017).

A identificação de eventos extremos de seca e chuva vêm sendo estudados, utilizando-se diferentes técnicas estatísticas, com destaque para os trabalhos desenvolvidos por McKee et al. (1993), Coelho et al. (2015) e outros.

O maior problema do Semiárido, no que se refere ao clima, ou aquele que chama mais atenção

é a falta de água (Urbano e Duque, 2007). Não é que não chova, mas sim pelo fato de o regime pluvial ser irregular, tanto em quantidade quanto em distribuição. Para Almeida (2017), há anos em que a chuva se concentra em um a dois meses e em outros chove torrencialmente, embora de forma irregular espacial e temporal.

Atribui-se ser a precipitação pluvial o principal elemento do clima a contribuir no processo de degradação ambiental. No Semiárido paraibano, a quantidade, a distribuição e duração do período chuvoso são irregulares, condições essas que corroboram para agravar o processo de degradação ambiental (Almeida e Brito, 2020).

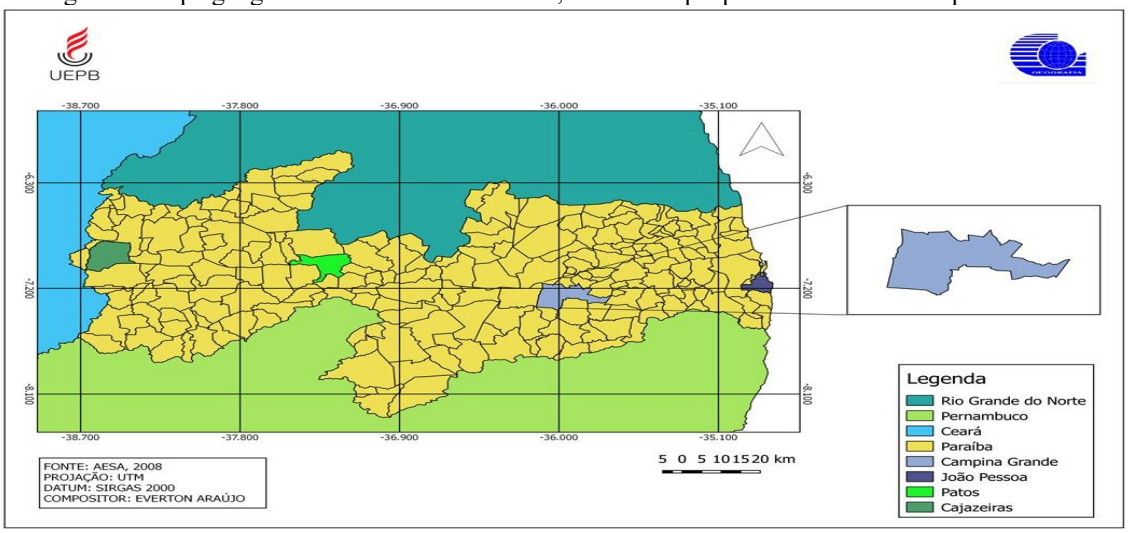
Destaca-se, ainda, que os modelos mensais ou anuais de distribuição de chuva no Nordeste brasileiro são assimétricos. Essas assimetrias indicam que não se devem usar a média, mesmo sendo a medida de tendência central mais usada, por não ser o valor mais provável de ocorrer (Almeida e Farias, 2015). Assim sendo, o modelo de distribuição temporal é caracterizado pela ocorrência de chuva torrencial num local e de não chover na área circunvizinha (Almeida e Galvani, 2021).

A assimetria no modelo de distribuição de chuvas manteve-se, inclusive, na curta estação chuvosa, que além de ser de curta duração é irregular em quantidade, duração e distribuição, quando se compara um local com outro no mesmo ano, até mesmo em áreas contíguas e com chance de ser seca (Almeida e Medeiros, 2017).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho, escolheu-se a região geográfica intermediária (RGI) de Campina Grande, Paraíba, composta por 47 municípios, área de quase 13 mil km², com população superior a um milhão de habitantes, e a sede é a cidade de Campina Grande (Figura 1).

Figura 1. Mapa geográfico do Estado da Paraíba, com destaque para a cidade de Campina Grande.



Fonte: AESA, 2008

O clima da sede da região geográfica intermediária de Campina Grande, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (A), megatérmico, com temperatura média do mês mais frio maior que 18ºC e média anual de precipitação pluvial superior a 700 mm e estação chuvosa entre outono e inverno.

As séries de dados mensais e anuais de chuvas da cidade de Campina Grande foram extraídas dos arquivos da SUDENE e/ou cedidas pela Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA), correspondentes ao período: 01.01.1960 a 31.12.2020, e agrupadas cronologicamente.

Os modelos da climatologia das chuvas foram elaborados utilizando-se os critérios e métodos da estatística descritiva, determinando-se as medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (desvio padrão) e os parâmetros da distribuição de frequência (histogramas e polígonos de frequência).

Na comparação algébrica e gráfica, constatou-se que as médias mensais de chuva diferiram das medianas e, por isso, os modelos de distribuição são assimétricos e, portanto, utilizou-se a mediana e não a média, em conformidade com o critério proposto por Almeida e Farias (2015).

Em virtude da assimetria, a estação chuvosa foi determinada pela sequência cronológica de meses com os maiores valores medianos, mediante o critério de Almeida e Galvani (2021).

Para descrever o clima e analisar a variabilidade natural, utilizou-se a média climatológica da série (MC) e o respectivo desvio padrão da MC (DP), mediante a expressão:

$$C\lim a = MC\ (mm) \pm DP\,(mm)$$

As oscilações dos totais de chuva: mensais, anuais e os da estação chuvosa foram determinadas pelas diferenças entre os respectivos valores observados, em cada escala temporal, e a mediana esperada da série (MC), denominando-as por anomalias da chuva (AC) e calculadas pela expressão:

$$AC\,(mm) = O\,valor\ da\,chuva\ observada\ \ (no\,mês\,ou\,ano) - mediana\ \ da\,série$$

Para comprovar os principais efeitos da seca de 2012 a 2017 no recorte territorial da região intermediária de Campina Grande, escolheu-se o município de Sumé, PB, utilizando-se dados publicados e disponibilizados no site do IBGE/Cidades (https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados) e do nível de água armazenado no açude Epitácio Pessoa, localizado no município de Boqueirão, que é o responsável pelo abastecimento de água no referido recorte territorial, para quase 900 mil pessoas.

Os dados de monitoramento de volumes de água do referido açude estão disponibilizados no site da AESA (http://www.aesa.pb.gov.br/monitoramento), que tem capacidade de armazenamento de 460 milhões de m^3, sendo contabilizados os percentuais de água armazenados nos meses de janeiro e dezembro de cada um dos anos, do período entre janeiro de 2012 a dezembro de 2017.

Com os dados de pesquisa dos principais setores da pecuária e da produção agrícola do município de Sumé, PB (disponibilizados no site), foram selecionadas algumas atividades da pecuária.

As oscilações nos quantitativos do rebanho de bovinos, caprinos e ovinos foram calculadas tomando-se como referência os existentes em 2011, subtraindo-se dos valores existentes em cada um dos anos.

Os cálculos, as análises estatísticas, distribuição e histogramas de frequências, bem como, a confecção dos gráficos foram feitos, utilizando-se uma planilha Excel.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O planejamento dos recursos hídricos é uma ação estratégica e um instrumento de gestão fundamental estabelecida pela Política Nacional de Recursos Hídricos, que deve balizar as decisões e a gestão do uso da água.

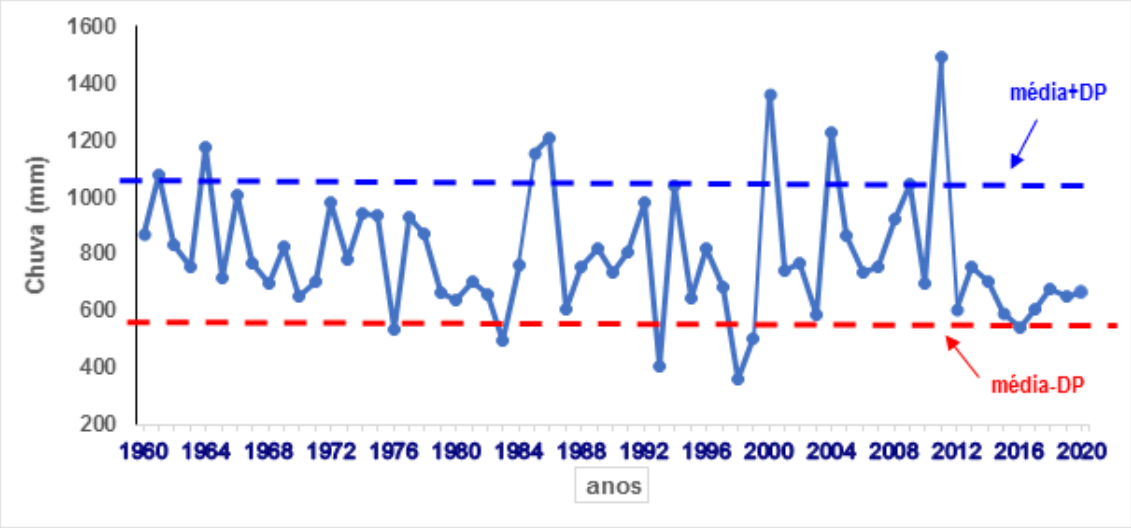
Como a fonte de água deste planeta provém da precipitação pluvial, há necessidade de se estabelecer as principais características do modelo do regime pluvial, incluindo o da estação chuvosa. Neste contexto, a climatologia da chuva é de importância fundamental para entender os padrões de precipitação de um recorte geográfico, o que permite o planejamento ambiental; urbano e rural; a gestão de recursos hídricos e a mitigação de desastres.

A Figura 2 exemplifica o modelo de distribuição anual de chuva (climatologia da chuva) da cidade de Campina Grande, associando o valor da chuva observado à média climatológica da série (MC) ± o desvio padrão (DP).

Assim, a análise fundamentada na relação entre a (MC) e (DP) é essencial para distinguir as flutuações típicas do clima das anomalias severas. No contexto do Semiárido paraibano, a elevada variabilidade interanual demonstra que a média, embora seja um referencial normativo, raramente representa o volume real precipitado em anos individuais. Essa dispersão dos dados indica que o regime pluvial da região é marcado por eventos extremos, onde anos de seca plurianual, como o observado entre 2012 e 2016, desafiam a resiliência dos sistemas de armazenamento.

Desse modo, ao observar o comportamento da curva de distribuição em relação ao desvio padrão permite identificar o grau de previsibilidade — ou a falta dela — no aporte hídrico, dado que variações muito acima ou abaixo dessa faixa (MC ± DP) sinalizam desequilíbrios que impactam diretamente a recarga dos mananciais e a segurança hídrica da RGI de Campina Grande.

Figura 2. Relação entre os valores anuais da chuva observada, em Campina Grande, e a média climatológica associada ao ± o desvio padrão (DP).



Fonte: Dados de chuva disponibilizados pela Aesa e elaborado pelos autores

O modelo anual de distribuição da chuva (Figura 2), mostra que a maioria dos anos, os totais de chuvas observados foram maiores que as médias menos o desvio padrão (MC-DP) e menores que as médias mais o DP (MC+DP), com percentuais equivalentes a 85,2 % dos anos. Os 14,8 % restantes foram de eventos de chuva com valores acima ou abaixo (positivo e negativo).

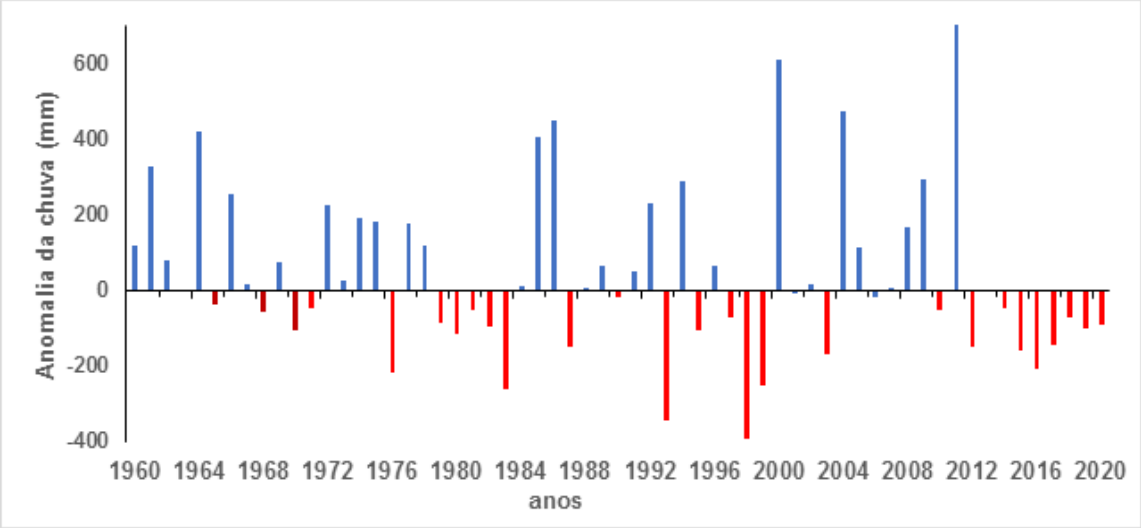
Embora as condições de tempo e/ou de clima sejam variáveis com o tempo cronológico, as dispersões anuais foram, na sua maioria, dentro da faixa da MC ± DP, condições essas que indicam variabilidade natural no regime pluvial e sem indicio de mudança na climatologia da chuva, o que concorda com Almeida e Galvani (2021).

Para complementar a análise anterior, a Figura 3 sumariza as anomalias anuais da chuva observada (AC), em mm, calculadas em relação à média climatológica da série. As diferenças entre si resultam em valores positivo e negativo (acima e abaixo do esperado).

Essa análise das anomalias acumuladas é crucial, pois permite identificar não apenas anos isolados de seca, mas a persistência de déficits hídricos ao longo do tempo. Quando os valores negativos predominam de forma consecutiva, como observado no quinquênio de 2012-2016, ocorre um efeito de memória hidrológica negativa, onde o solo permanece desidratado e os reservatórios não conseguem atingir o nível de escoamento superficial necessário para a recarga plena.

As AC demonstram a gravidade do estresse hídrico na RGI, indicando que o planejamento deve considerar a recorrência desses desvios em vez da média histórica, que mascara a realidade das secas prolongadas.

Figura 3. Anomalia dos totais de chuvas observados menos a mediana da série climatológica, para a localidade de Campina Grande, PB.

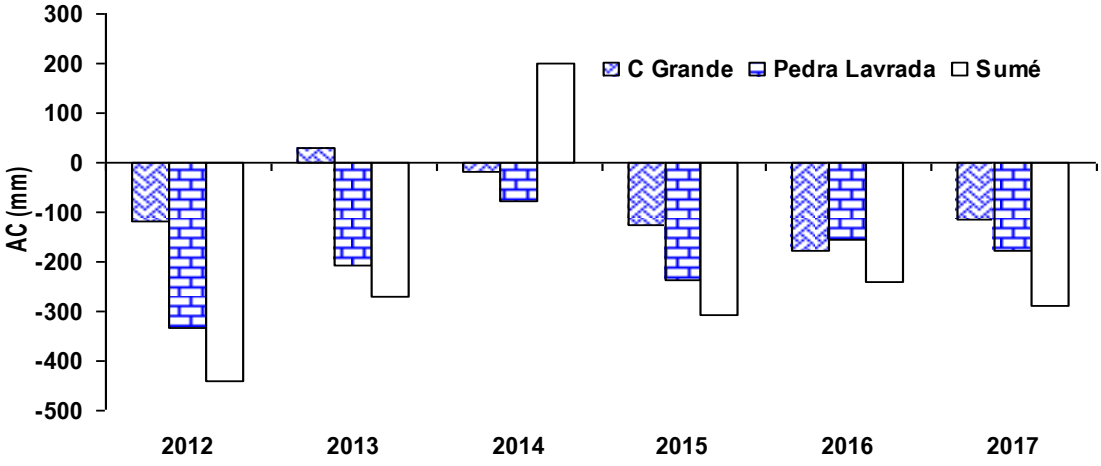


Fonte: Dados de chuva disponibilizados pela Aesa e elaborado pelos autores

Nota-se, que o percentual acumulado de AC positiva foi de 50,8% contra 49,2% de negativas. Isso comprova, portanto, que a variabilidade anual no modelo de chuva é natural, ou seja, inerente à dispersão dos próprios dados e não há indícios de mudança climática.

Fazendo análise semelhante da anomalia da chuva, para o período de estiagens (2012 a 2017), para as três localidades da região geográfica intermediária de Campina Grande, observa-se (Figura 4), que as frequências de ACs negativas, ou seja, com anos com totais de chuvas observados abaixo do esperado. Na sede, que é o local mais chuvoso, deixou de chover um valor equivalente ao de um ano.

Figura 4. Anomalia dos totais anuais de chuvas observados menos a mediana da série climatológica, para a região geográfica intermediária de Campina Grande, PB.

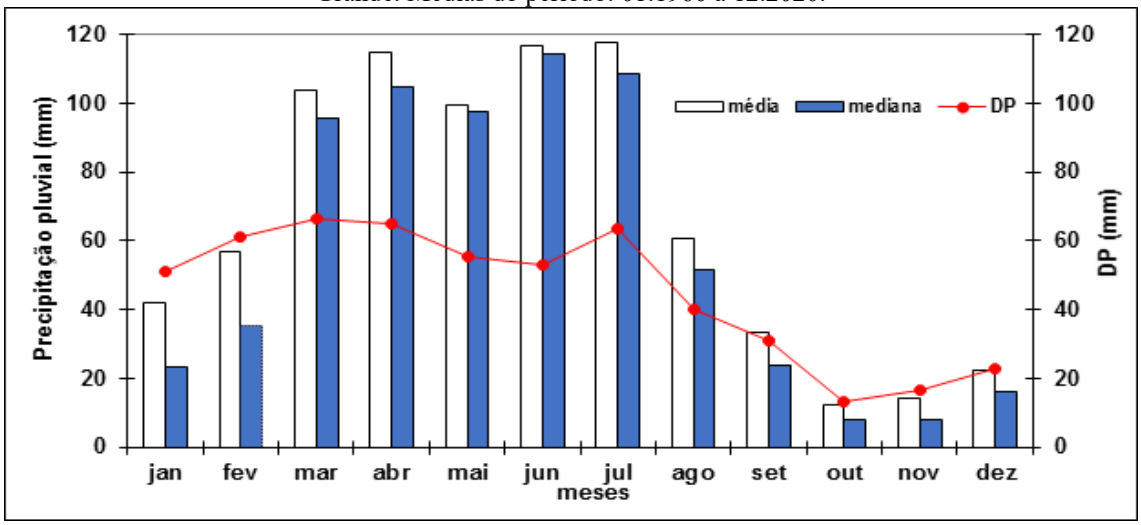


Fonte: Dados de chuva disponibilizados pela Aesa e elaborado pelos autores

O modelo mensal de distribuição de chuva local resulta de critério estatístico que possibilita estabelecer as principais características do referido regime, mediante os indicadores das medidas de tendência central (média e mediana) e de dispersão (desvio padrão) e da comparação entre si.

A Figura 5 sumariza os principais atributos do regime pluvial mensal da localidade de Campina Grande, que permitem compreender a climatologia do regime mensal de chuva.

Figura 5. Médias mensais das médias, medianas e desvio padrão da precipitação pluvial da localidade de Campina Grande. Médias do período: 01.1960 a 12.2020.



Fonte: Dados de chuva disponibilizados pela Aesa e elaborado pelos autores.

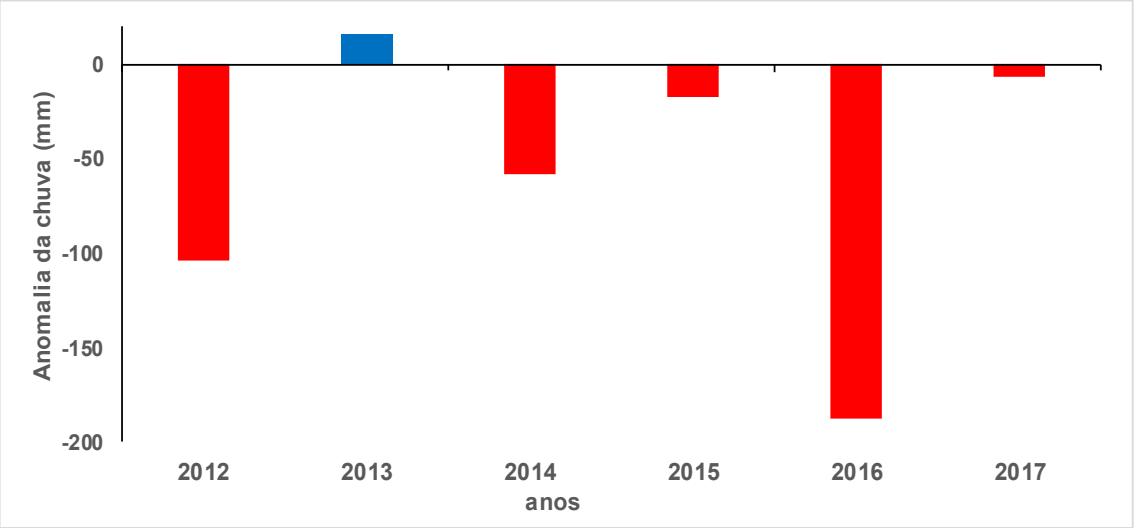
Os valores das médias mensais da precipitação pluvial são extremamente irregulares ao longo do ano (Figura 5), cujos desvios padrão superam as médias aritméticas em, pelo menos, cinco meses do ano (de setembro a fevereiro).

Comparando-se o regime de distribuição temporal da chuva, constata-se que as médias aritméticas mensais da série climatológica, além de serem diferentes, são maiores que as respectivas medianas. Isso mostra, entretanto, que o referido "modelo" de distribuição da chuva é assimétrico e que o coeficiente de assimetria é positivo.

Mesmo sendo a média aritmética, a medida de tendência central mais usada, ela não é o valor mais provável de ocorrer, neste tipo de distribuição. Isso indica, portanto, o uso da mediana, em vez da média, o que concorda com os resultados encontrados em outros locais do Semiárido nordestino por Oliveira, Nóbrega e Almeida (2012) e Almeida e Farias (2015).

Em virtude das assimetrias mensais do regime pluvial (Figura 5), a estação chuvosa foi estabelecida pela mediana, em vez da média, e equivale à sequência cronológica dos maiores valores medianos (de março a julho). As anomalias da chuva na estação chuvosa (AC, em mm), ocorridas nas estiagens do período (2012 a 2017), são apresentadas na Figura 6.

Figura 6. Anomalias da chuva observadas, na estação chuvosa, durante os anos de estiagens (2012 a 2017) na localidade de Campina Grande, PB.



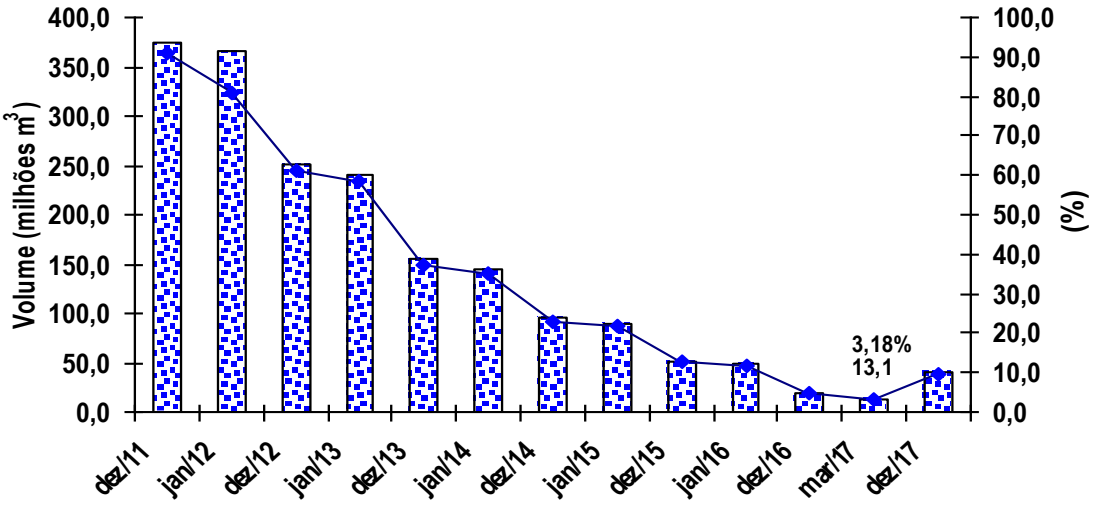
Fonte: Dados de chuva disponibilizados pela Aesa e elaborado pelos autores

Observa-se (Figura 6) que os acumulados da chuva nos meses de março a julho (estação chuvosa), nos referidos anos, foram sempre menores que os das medianas climatológicas (esperados), razão pela qual são negativos.

É importante destacar que a estação chuvosa na região intermediária de Campina Grande, estabelecida pela mediana da chuva, em vez da média, virtude da assimetria do modelo de distribuição, para os meses especificados, concentra o equivalente a cerca de 70% da mediana anual. Por essa razão, essa "quadra chuvosa" é o período crucial para a recarga de reservatórios e para a agropecuária de sequeiro e por representar o pilar do setor primário da economia.

A evolução da estiagem é apresentada pela involução temporal do nível de água armazenada no açude Epitácio Pessoa (Figura 7), tomando-se como referência 2011, por ter sido o ano que o reservatório verteu por mais de 200 dias.

Figura 7. Relação entre o volume de água armazenada no açude Epitácio Pessoa, Boqueirão, PB e o respectivo percentual



Fonte: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website elaborado pelos autores

O açude Epitácio Pessoa é o segundo maior reservatório de água do Estado da Paraíba, com capacidade para armazenar cerca de 400 milhões de m^3 e o responsável pelo abastecimento de água para cerca 800 mil pessoas, de vinte municípios da região intermediária de Campina Grande.

A consequência de seis anos seguidos de estiagens, pode ser sintetizada, primeiramente, pela ausência do aporte de água no açude Epitácio Pessoa, o segundo maior reservatório do Estado da Paraíba, com capacidade para armazenar mais de 400 milhões de m^3 e o responsável pelo abastecimento de água para cerca 800 mil pessoas.

A curva descendente do armazenamento de água anualmente (Figura 7), mostra de forma muita clara a redução na quantidade de chuva (aporte), provenientes dos desvios negativos da precipitação pluvial, comprovados pelas anomalias negativas nos totais anuais de chuvas (Figura 4) e nos da estação chuvosa (Figura 6).

Como mostra a Figura 7, o Açude Epitácio Pessoa tinha em dezembro de 2011, um volume superior a 370 milhões de m^3, o correspondente a 90,8 % do volume máximo. Desprezando-se alguns pequenos aportes pluviais, a taxa média anual de decréscimo do armazenamento de água foi da ordem de 8,0%, atingido um mínimo de água armazenada inferior a 12 milhões de m^3, que equivale a 1,13% da capacidade máxima do reservatório, ou seja, muito abaixo do volume morto.

Para evitar um colapso no abastecimento de água, na região intermediária de Campina Grande, a Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA), instituiu o racionamento gradual e severo no fornecimento de água, dividindo a cidade em duas zonas, com sistema de rodízio de três dias sem água (segunda a quarta), e em nenhum local recebia água nos finais de semana.

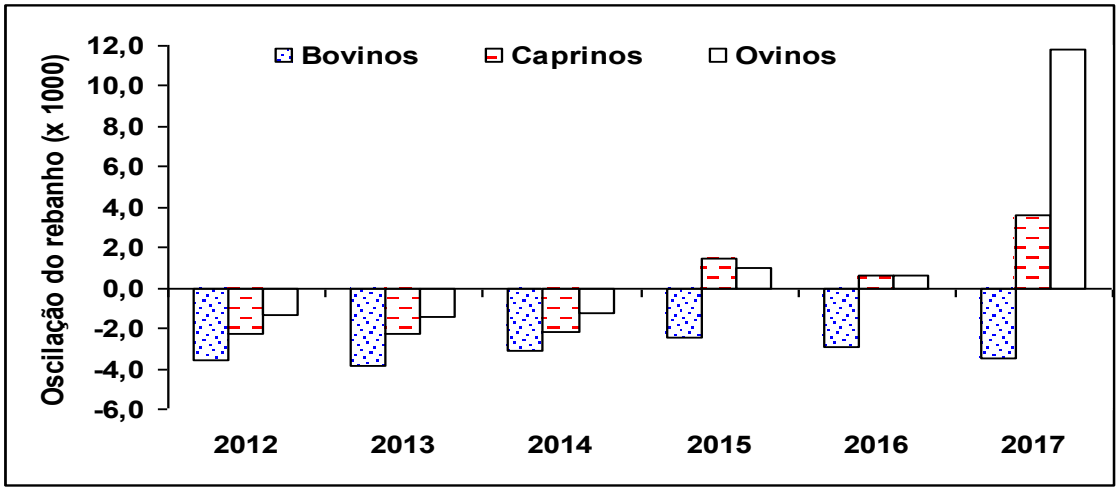
No Semiárido paraibano a principal atividade econômica do setor rural é a pecuária extensiva, que foi drasticamente reduzida, como mostra as oscilações nos quantitativos do rebanho (bovinos, caprinos e ovinos) no município de Sumé (Figura 8), tomando-se como referência o quantitativo existente no ano anterior ao início da seca (2012).

Este cenário de exaustão hídrica do Açude Epitácio Pessoa não apenas expôs a vulnerabilidade do sistema de abastecimento da RGI de Campina Grande, mas também evidenciou a dependência crítica de um único manancial para a segurança hídrica regional.

O racionamento severo, embora necessário para evitar o colapso total, gerou impactos profundos na dinâmica urbana e nas atividades econômicas, forçando a população e o poder público a buscarem alternativas emergenciais, como o uso de carros-pipa e a população “tentando resolver” com a perfuração de poços tubulares, num subsolo cristalino.

Assim, o período de 2011 a 2017 serve como um marco pedagógico para o planejamento de recursos hídricos no Semiárido, demonstrando que a gestão de crises deve ser substituída por uma cultura de resiliência e diversificação da matriz hídrica, capaz de mitigar os efeitos de anomalias climáticas severas que, como comprovado pelos dados, são recorrentes na região.

Figura 8. Oscilações do rebanho de bovinos, ovinos e caprinos no recorte geográfico do município de Sumé, PB.



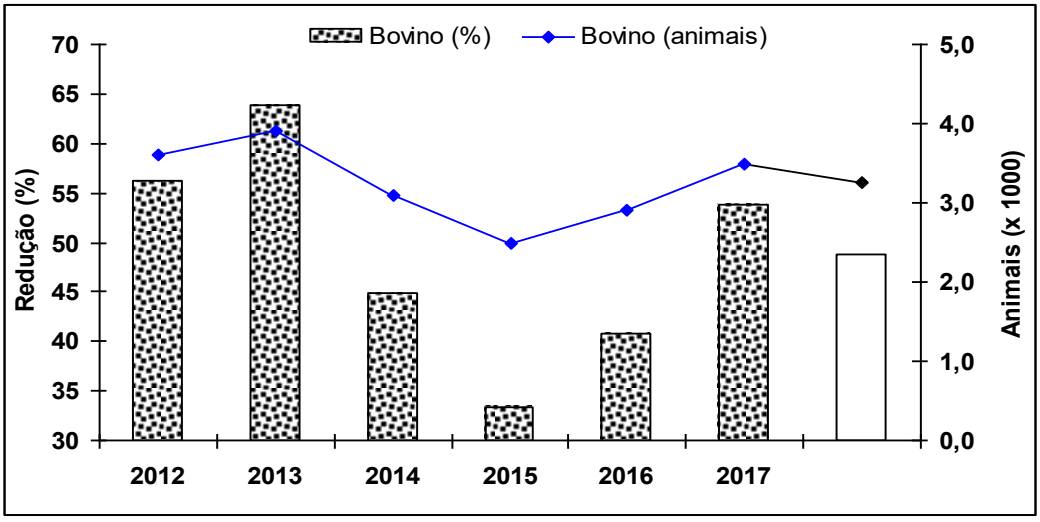
Fonte: Ramos (2020)

No primeiro ano da seca (2012), a redução de rebanho superior a sete mil cabeças de animais, sendo de 3,6 de bovinos, 2,3 de caprinos e 1,6 ovinos.

Constata-se que a partir de 2015 houve uma opção para a criação de pequenos animais (caprinos e ovinos), com um aumento médio de 1900 e 4500 cabeças, respectivamente. Já o decréscimo médio no número de bovinos foi da ordem de 3200 animais.

Como a principal atividade de pecuária no município de Sumé é a leiteira, a Figura 9 mostra a relação entre as reduções percentuais e os quantitativos de bovinos, tomando-se como referência o quantitativo existente no ano anterior ao início da seca (2012).

Figura 9. Relação entre as reduções percentuais e os quantitativos de bovinos no município de Sumé, PB



Fonte: Ramos (2020)

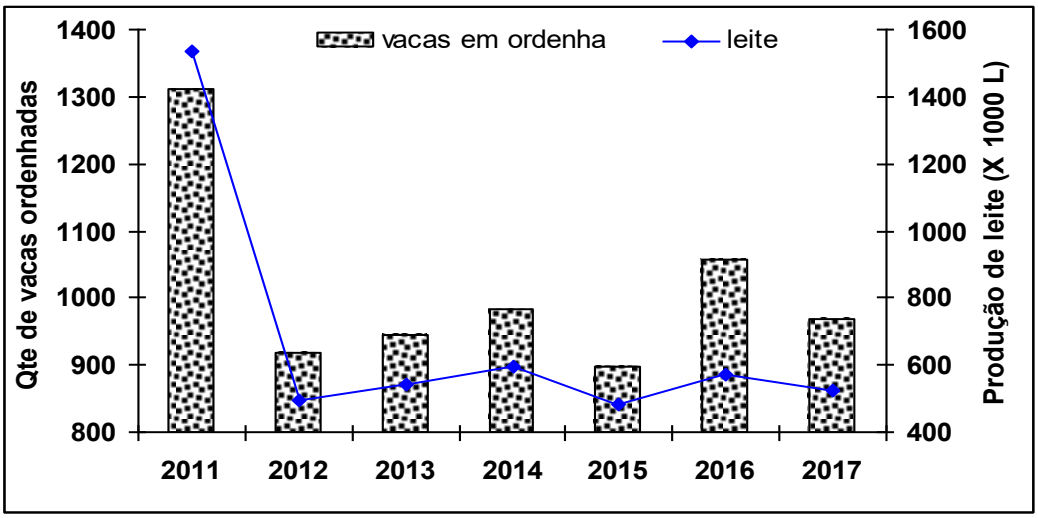
Verifica-se (Figura 9) que a maior redução percentual de bovinos ocorreu no ano de 2013, certamente, em virtude da sequência do segundo ano de seca e o menor em 2015. A pecuária leiteira e pequena agricultura de sequeiro possuem grande expressividade socioeconômica para o Cariri

paraibano, embora sejam atividades sensíveis às variações no regime de chuva, especialmente, na sustentabilidade das propriedades rurais.

Neste contexto, a Figura 10 mostra os quantitativos de vacas ordenhadas e a produção de leite, iniciando no ano chuvoso e comparando-se com os demais anos de secas.

A média de ordenha, 2012, era 1300 com uma produção de 1,56 milhões de litros de leite. No primeiro ano de seca (2012), houve uma redução de 42,9% de vacas ordenhadas e de 210,0% de litros de leite. Essas condições perduraram ao longo dos demais anos secos, cujas médias das reduções foram, respectivamente, de 36,6 e 188,9%.

Figura 10. Quantidades de vacas ordenhadas e produção de leite no município de Sumé, PB



Fonte: Ramos (2020)

É importante relatar que, a seca não é determinada somente pela falta e/ou irregularidade no modelo de distribuição de chuva, mas também, pelo aumento da temperatura do ar, redução do teor de umidade atmosférica, de alimentos, dentre outros.

Os bovinos, especialmente, são sensíveis às temperaturas elevadas e ao calor, que favorecem o estresse para os animais e podem gerar impactos na produção de leite.

Isso demonstra, portanto, os efeitos diretos dessa estiagem/seca na redução do nível de água armazenada nos açudes e, em particular no Epitácio Pessoa, no quantitativo do rebanho (bovinos, caprinos e ovinos).

Nesse contexto, há necessidade de adoção de sistemas de captação de água da chuva para fins de consumo e produção, por ser a água indispensável à vida humana e animal, além de proporcionar benefícios econômicos, sociais e ambientais, ou seja, a própria convivência nessas condições. A escassez de água, particularmente na zona rural do Semiárido nordestino, contribuiu para estimular o êxodo rural e, consequentemente, a desestruturação da economia local.

ISSN: 2177-3246

5 CONCLUSÃO

O critério da climatologia estatística permitiu estabelecer o regime pluvial mensal, a estação chuvosa e as anomalias da chuva, bem como a magnitude das estiagens por unidade de tempo.

Os indicadores negativos, mensais e os da estação chuvosa, no período de 2012 a 2017, comprovaram a existência de uma seca do tipo socioeconômica, resultante dos três tipos de secas: meteorológica, agrícola e hidrológica.

As reduções drásticas no nível de água do Açude Epitácio Pessoa e os indicadores das atividades da pecuária comprovaram os efeitos severos e duradouros das estiagens.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, H. A. de; FARIAS, M. P. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraiba, Brazil. International Journal of Research in Geography (IJRG), v. 1, n. 2, p. 32-37, 2015.

ALMEIDA, H. A. de. Índices de secas e a influência do fenômeno El Niño na estação chuvosa de Ipiaú, BA. Agrotrópica, v. 29, n. 1, p. 51-62, 2017.

ALMEIDA, H. A. de; MEDEIROS, E. A. Variabilidade no regime pluvial em duas mesorregiões da Paraíba e sua relação com o fenômeno El Niño Oscilação Sul. Journal of Environmental Analysis and Progress, v. 2, n. 3, p. 177-185, 2017.

ALMEIDA, H. A. de; MOURA, M. S. B.; FARIAS, M. P. Social Water Technologies: Brazilian Experience of Coexistence and Development in the Semi-Arid Region of Paraiba. International Journal of Research in Geography (IJRG), v. 3, n. 2, p. 1-11, 2017.

ALMEIDA, H. A. de; RAMOS, D. B. Alternative of living in the geographical outline of Cariri Paraibano, Brazil. International Journal of Development Research, v. 10, n. 5, p. 35820-35824, 2020.

BURSZTYN, M. O poder dos donos: planejamento e clientelismo no Nordeste. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. p. 99-141.

CHAN, S. C. Análise de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul. 1990. 89 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1990.

COELHO, C. A. S.; DENIS, H. F. C.; MÁRI, A. F. F. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. Theoretical and Applied Climatology, v. 125, p. 1-16, 2015.

ESPINOZA, E. S. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico tropical. 1996. 149 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1996.

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

KOUADIO, Y. K. et al. Heavy Rainfall Episodes in the Eastern Northeast Brazil Linked to Large-Scale Ocean-Atmosphere Conditions in the Tropical Atlantic. Advances in Meteorology, v. 2012, 16 p., 2012.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. Monthly Weather Review, n. 107, p. 140-1153, 1979.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices in the tropical South Atlantic. Tellus, v. 33, p. 538-551, 1981.

MACHADO, C. C. C.; NÓBREGA, R. S.; OLIVEIRA, T. H. A.; ALVES, K. M. S. Distúrbio Ondulatório de Leste como Condicionante a Eventos Extremos de Precipitação em Pernambuco. Revista Brasileira de Climatologia, v. 11, n. 8, 2012.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anaheim. Proceedings [...]. Boston: American Meteorological Society, 1993. p. 179-184.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 17, n. 1, p. 1-10, 2002.

NOBRE, P.; CAVALCANTI, I. F. A. The prediction of drought in the Brazilian northeast: progress and prospects for the future. In: WILHITE, D. (ed.). Drought: a global assessment. London: Routledge, 2000. v. 1, p. 68-82.

OLIVEIRA, G. C. S.; NÓBREGA, R. S.; ALMEIDA, H. A. de. Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em Catolé de Casinhas, PE. Revista de Geografia (UFPE), v. 29, n. 1, p. 75-90, 2012.

RAMOS, D. B. Tecnologias hídricas sociais como estratégias de convivência com a seca no recorte geográfico de Sumé, PB. 2020. 101 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2020.

REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REIS, J. S.; GONÇALVES, W. A.; MENDES, D. Climatology of the dynamic and thermodynamic features of upper tropospheric cyclonic vortices in Northeast Brazil. Climate Dynamics, v. 57, p. 3413-3431, 2021.

REPINALDO, H. F. B. et al. Tropospheric Cyclonic Vortex and Brazilian Northeast Jet Stream over Alagoas State: Circulation Patterns and Rainfall. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 35, p. 745-754, 2020.

SILVA, A.; SANTO, F.; PIRES, V. A Seca em Portugal: prevenção, monitorização e mitigação. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2005. 128 p.

URBANO, I.; DUQUE, C. Técnicas de captação e uso da água no semi-árido brasileiro. Campina Grande: [s. n.], 2007. v. 1. CD-ROM.