



BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB, BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL

HYDROGRAPHIC BASIN OF THE UPPER PARNAÍBA RIVER COURSE - PB, BRAZIL AND ITS RAIN ANALYSIS

Raimundo Mainar de Medeiros¹, Manoel Vieira de França², Romildo Morant de Holanda³, Luciano Marcelo Falle Saboya⁴, Marcia Liana Freire Pereira⁵, Wagner Rodolfo de Araújo⁶

Submetido em: 02/07/2021

e26478

Aprovado em: 22/07/2021

<https://doi.org/10.47820/recima21.v2i6.478>

RESUMO

Oscilações pluviométricas refletem na dinâmica atmosférica da área estudada, marcada pela intensa variabilidade observada na atuação da Zona de Convergência Intertropical como principal fator meteorológico causador de chuvas e as formações de vórtices ciclônicos de ar superior no período chuvoso. A análise da precipitação na área da bacia hidrográfica é de extrema importância para o gerenciamento dos recursos hídricos, uma vez que se trata de áreas degradadas e com realização de desmatamento para implantação da agricultura de cerqueiro e da retirada da lenha. Muitas vezes, sem estruturação adequada, a área se encaixa perfeitamente no contexto. Efetuou-se análise de frequência das distribuições dos totais anuais das chuvas mediante a elaboração dos gráficos. Utilizou-se a escala proposta por Meis et al. (1981) e pelos núcleos de meteorologia e CPTEC/INPE, disponibilizados por Xavier e Dornelas (2005), definidos da seguinte forma: os valores anuais que mais se aproximaram do valor médio, foram caracterizados como intermediários, e os valores de precipitação anual que se afastaram da média, foram considerados como representativos para os anos secos e úmidos. Utilizou-se escala de variação de 25% em relação à média para os meses intermediários; valores acima da escala caracterizaram-se como anos muito chuvosos, e os abaixo dos 25% como anos secos, em conformidade com Xavier e Dornelas (2005). A aplicação do teste de significância estatística T de Student, destacou que os dados de precipitação de modo geral são 99% significativos. Os resultados almejados tornam visível a tendência de reduções dos índices pluviométricos, com oscilações das precipitações ao longo da série amostral, que compreendeu o período de 1962 a 2014; evidenciou-se a recorrência de valores máximos de precipitação anual no intervalo de 17, 13 e 9 anos. Sugere-se que sejam desenvolvidos estudos com séries maiores de anos, a fim de verificar as flutuações e as contribuições dos fenômenos El Niño(a) na área estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade. Caracterização climática. Agropecuária.

ABSTRACT

Oscillations rainfall reflect the atmospheric dynamics of the studied area, marked by intense variability in the performance of the Intertropical Convergence Zone as the main weather factor causing rain and the formations of cyclonic vortices upper air in rainy period. The analysis of rainfall in the catchment area is of

¹ Pós-doutorado pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

² Prof. MSc pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

³ Prof. do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) Instituição: Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

⁴ Prof. Dr. pela Universidade Federal de Campina Grande.

⁵ Doutoranda pela Universidade Federal de Campina Grande, Brasil. Possui graduação em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1995) e mestrado em Engenharia Química pela Universidade Federal da Paraíba (1998). Atualmente é assessora técnica da coordenação de programas e projetos da Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba.

⁶ Graduando em Geografia pela Universidade Estácio de Sá – Recife.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

utmost importance to the management of water resources, since it is degraded areas and conducting clearing for agriculture Cerqueiro deployments and removal of wood. Often without adequate structuring the area fits perfectly in context. Frequency analysis was executed distributions of the total annual rainfall by drawing graphics. Used to scale proposal by Meis et al. (1981) and the nuclei of meteorology and CPTEC/INPE and available by Xavier and Dornelas (2005), defined as follows: annual figures that came closer to the average, they were characterized as intermediaries, and annual precipitation values who have left the average were considered as representative for dry and wet years. 25% variation range is used compared to the average for intermediate months; above scale values were characterized as very wet years, and below 25%, as dry years in accordance with Xavier and Dornelas (2005). The application of statistical significance test T Student, noted that the general precipitation data are 99% significant. The desired results become visible trend of reductions in rainfall, with fluctuations in rainfall along the sample series, which included the period 1962-2014; showed to recurrent annual maximum values precipitation in the range of 17, 13 and 9 years old. It is suggested study with series of higher years to check fluctuations and contributions of El Niño (a) in the study area.

KEYWORDS: Sustainability. Climatic characterization. Agriculture.

INTRODUÇÃO

As informações climáticas de determinada região são necessárias para que se possa estabelecer estratégias que visem o manejo mais adequado dos recursos naturais, almejando a busca por desenvolvimento sustentável e a implementação das práticas agropecuárias viáveis e seguras para os diversos biomas da região, em conformidade com Sousa et al. (2010).

A análise de tendências em séries históricas de precipitações é importante para verificar a variabilidade climática interanual e decenal para que assim sejam identificados como as mudanças climáticas podem modular estes padrões temporais de variabilidade.

Investigações sobre variabilidade e mudança do clima consideram as variações de precipitação pluvial como um índice de detecção de mudanças climáticas por ter um registro observacional razoavelmente longo e de fácil estimativa. É de grande relevância a análise do comportamento das chuvas na Região Nordeste do Brasil (NEB), devido, principalmente, à sua irregularidade, uma vez que as variáveis climáticas são muito importantes não só sob o enfoque climático, mas também pelas consequências de ordem social e econômica. Segundo Zanella (2006), vários fenômenos ligados às novas condições climáticas nas cidades, nessas últimas décadas, tais como o aumento da temperatura, a poluição atmosférica, as chuvas mais intensas, entre outros, passam a fazer parte do cotidiano da população, tornando-a vulnerável a inúmeros problemas deles decorrentes.

A região do NEB é uma das mais afetada pelas ações do homem. Os baixos índices pluviométricos registrados no Nordeste, particularmente no semiárido, têm prejudicado sensivelmente a economia local. Apesar de chover tanto quanto em muitas outras regiões do mundo, o semiárido nordestino é periodicamente afetado pela ocorrência de secas, com perdas parciais ou totais na agropecuária e prejuízos socioeconômicos, comprometendo o abastecimento de água à população devido principalmente à irregularidade da estação chuvosa na região, com predominância de chuvas intensas e de curta duração, de acordo com Silva (1998).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

O clima semiárido permanente é intensificado, provocando secas em alguns anos, pelas variações que ocorrem na circulação de grande escala e, possivelmente, por mecanismos externos ao sistema terra/oceano/atmosfera. É aceito, de maneira geral, que eventos El Niño - Oscilação Sul (ENOS) afetam o tempo e o clima globalmente, principalmente nos trópicos, onde as chuvas no Nordeste são igualmente afetadas pelo fenômeno. Nobre e Molion (1988) sugeriram que, na fase quente dos eventos ENSO (El Niño), o ramo ascendente da Circulação geral de Walker, usualmente sobre a Amazônia, seria deslocado para as águas anormalmente quentes do Pacífico Este ou Central, produzindo centros ciclônicos nos altos níveis sobre o norte/nordeste da América do Sul e uma forte subsidência sobre essa região e sobre o Atlântico tropical. Essa subsidência enfraquece a Zona de Convergência no Atlântico Sul (ZCAS) e a convecção sobre o Nordeste, diminuindo as chuvas.

Distintos autores avaliaram a tendência na precipitação observada no NEB durante o século XX. Por exemplo, Haylock et al. (2006) fizeram análise da precipitação sobre a América do Sul, e observaram tendência de aumento do total anual de chuva sobre o NEB. O estudo realizado por Santos e Brito (2007), utilizando índices de extremos climáticos e correlacionando-os com as anomalias de temperatura da superfície do mar (TSM), também mostrou tendência de aumento da precipitação total anual nos Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Santos e Brito (2009) mostraram tendências de aumento de precipitação para o Estado do Ceará.

Segundo Marengo (2012), a região NEB caracteriza-se naturalmente com alto potencial para evaporação da água em função da grande disponibilidade de energia solar e altas temperaturas. Aumentos de temperatura associados à mudança de clima decorrente do aquecimento global, independente do que possa vir a ocorrer com as chuvas, já seriam suficientes para causar maior evaporação dos lagos, açudes e reservatórios e maior demanda evaporativa das plantas. Isto é, a menos que haja aumento de chuvas, a água se tornará um bem mais escasso, com sérias consequências para a sustentabilidade do desenvolvimento regional.

Sivakumar et al. (2005) afirmaram que as flutuações climáticas são a principal causa das oscilações na produção global de alimentos nas regiões áridas e semiáridas dos países tropicais em desenvolvimento, segundo ainda o autor, as variações de aquecimento e resfriamento, secas, inundações e outras formas de ocorrências climáticas vem causando estragos na agropecuária e forte impacto econômico e organizacional da população.

Tendo o objetivo de analisar as mudanças climáticas sobre o NEB e visando a importância de conceituar os processos que influenciam o padrão das distribuições pluviométricas, tanto espacial e temporal, observou-se que o fator relevante a ser destacado é a irregularidade das distribuições dos índices pluviométricos, associado à alta variabilidade interanual da precipitação na região tropical, com anos secos e chuvosos. Diferentes fatores contribuem para explicar a variabilidade da precipitação sobre o NEB, dentre os quais podem ser citados a flutuação nos valores da TSM's do Oceano Pacífico Tropical Sul e do Atlântico Sul. No geral, os valores das anomalias das TSM's, do Pacífico Tropical e Atlântico, estão associados à mudanças no padrão da circulação geral da atmosfera e consequentes variações na precipitação do NEB conforme Araújo (2009).



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

As constantes mudanças no clima estão provocando aumento nas ocorrências de eventos climáticos extremos no mundo inteiro. No Brasil, esses eventos ocorrem, principalmente, como enchentes, alagamentos, inundações e secas prolongadas de acordo com Marengo et al. (2010). No NEB os impactos são maiores devido à grande variabilidade na ocorrência de precipitação dessa região. Os principais sistemas responsáveis pela ocorrência de precipitação no NEB são: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), Linha de Instabilidade (LI), Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), Brisas (Marítima e Terrestres) e as Perturbações Ondulatórias nos ventos Alísios (POAS). Em conformidade com Molion e Bernardo (2002), o El Niño – Oscilação Sul (ENOS) é outro modo de variabilidade climática que influencia na ocorrência de precipitação da área.

Nos dias atuais é perceptível a importância das pesquisas que envolvem o estudo do clima na busca da construção de novos parâmetros de conhecimento e consequente aplicação nas diversas atividades humanas (agricultura, represamento de água, agropecuário, economia, comércio, lazer, irrigação, hidrologia entre outras ciências) que dependem dos dados e informações cada vez mais concisos sobre chuvas, secas, temporais e eventos extremos, enfim, informações de médio e longo prazo geradas com um alto grau de acerto segundo Viana, (2010).

A precipitação é um elemento climático com maior variabilidade espaço temporal. Por essa razão, o estudo de eventos extremos de precipitação diária máxima anual relaciona-se com danos severos as atividades humanas em todas as regiões do mundo, devidas o seu potencial em causar saturação hídrica do solo, escoamento superficial e erosão em conformidade com IPCC (2007); Tammets et al., (2013).

A precipitação é fundamental para a caracterização climática segundo Ferreira da Costa (1998), e o seu monitoramento tem fundamental importância para a gestão e manutenção dos recursos hídricos, pois fornece dados que contribuem nos planejamentos públicos e nos estudos que buscam o uso sustentável da água. Os dados pluviométricos, por exemplo, são essenciais para estudos como os de D'Almeida et al (2006), Costa (2007), Sampaio et al (2007) e Coe et al (2009), que concluíram que o desmatamento da floresta Amazônica está influenciando diretamente no desequilíbrio do meio ambiente, principalmente no ciclo hidrológico, onde em simulações mostraram um decréscimo significativo na evapotranspiração e precipitação.

O monitoramento do regime pluviométrico da região nos últimos anos tem mostrado que a escassez de recursos hídricos acentua os problemas socioeconômicos, em particular ao final de cada ano, com os totais pluviométricos em torno ou abaixo da média da região, conforme Marengo e Silva Dias (2006).

O planejamento hídrico é a base para se dimensionar qualquer forma de manejo integrado dos recursos hídricos, assim, o balanço hídrico permite o conhecimento da necessidade e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. O balanço hídrico como unidade de gerenciamento, permite classificar o clima de uma região, realizar o zoneamento agroclimático e ambiental, o período de disponibilidade e necessidade hídrica no solo, além de favorecer ao gerenciamento integrado dos recursos hídricos conforme Lima (2009). O clima exerce grande influência sobre o ambiente operante como fator de interações entre componentes (a)bióticos. O clima situado nas diversas latitudes do globo, não se



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

apresenta com as mesmas características em cada ano, segundo Soriano (1997). Em região de clima de áreas contrastantes (lado chuvoso e semiárido) como o NEB e em especial o estado da Paraíba, o monitoramento da precipitação, principalmente, durante o período chuvoso é importante para tomada de decisões que tragam benefício à população. Um bom monitoramento da precipitação pluviométrica é ferramenta indispensável na mitigação de secas, cheias, enchentes, inundações, alagamentos, desmoronamentos e transbordamentos, conforme Paula et al. (2010). Dentre os elementos do clima de áreas tropicais, a precipitação pluviométrica é o que influencia na produtividade agropecuária, de acordo com Ortolani et al. (1987), principalmente nas regiões semiáridas, onde o regime de chuvas é caracterizado por eventos de curta duração e alta intensidade, segundo o autor Santana et al. (2007), em função disto a sazonalidade da precipitação concentra quase todo o seu volume durante os cinco a seis meses no período chuvoso, conforme Silva (2004).

O conhecimento das condições climáticas de determinada região ou local é necessário para que se possa estabelecer estratégias que visem o manejo mais adequado dos recursos naturais, almejando, dessa forma, a busca por um desenvolvimento sustentável e a implementação das práticas agropecuárias, socioeconômicas e hidrológicas viáveis e seguras para os diversos biomas da região de acordo com Sousa et al. (2010).

A variabilidade climática de determinada região exerce importante influência nas diversas atividades socioeconômicas, agropecuária e hidrológica. Sendo o clima constituído de um conjunto de elementos integrados, determinante para sobrevivência humana, este adquire relevância, visto que sua configuração pode facilitar ou dificultar a fixação do homem e o desenvolvimento de suas atividades nas diversas regiões do planeta. Dentre os elementos climáticos, a precipitação tem papel preponderante no desenvolvimento das atividades humanas, produzindo resultados na economia, de acordo com Sleiman (2008).

Sant'anna Neto (2008) estudou o clima e seus impactos, numa perspectiva geográfica, devendo atingir dois níveis: o da dimensão socioeconômica e o da ambiental. A dimensão socioeconômica compreende a influência dos fenômenos atmosféricos e dos padrões climáticos na estruturação do território e no cotidiano da sociedade, território esse que pode ser modificado em função da variabilidade decorrente das alterações climáticas.

De acordo com Tucci (2002), as definições utilizadas na literatura sobre alterações climáticas se diferenciam de acordo com a inclusão dos efeitos antrópicos na identificação da variabilidade. O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, 2001) define mudança climática como as mudanças temporais do clima devido à variabilidade natural e/ou resultados de atividades humanas. Outros autores, como Ferola (2003), Ichikawa (2004) e Sturm et al. (2005) adotam, para o mesmo termo, a definição de mudanças associadas (in) direta às atividades humanas que alterem a variabilidade climática natural observada em um período.

A distribuição da precipitação pluvial no nordeste brasileiro é bastante irregular no tempo e no espaço, além disso, a estação chuvosa ocorre de forma diferenciada, em quantidade, duração e distribuição. Tem-se como objetivo de estudo a bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba - PB, Brasil



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

e sua análise da oscilação pluviométrica no período de 1962 a 2014. Este estudo é relevante, uma vez que a área estudada se caracteriza por possuir uma variabilidade dos índices pluviométricos e uma diversidade nos padrões de ocupação do solo, onde os impactos das precipitações têm grande influência na área estudada, eventos extremos prejudicam a questão socioeconômica, agropecuária e o represamento de água.

MATERIAIS e MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Alto curso do rio Parnaíba (BHACRP), com área de 20.071,83 km², compreendida entre as latitudes 6°51'31" e 8°26'21" Sul e as longitudes 34°48'35"; e 37°2'15"; Oeste de Greenwich, é a segunda maior do Estado da Paraíba, pois abrange 38% do seu território, abrigando 1.828.178 habitantes que correspondem a 52% da sua população total. Considerada uma das bacias mais importante do semiárido nordestino, ela é composta pela Sub-bacia do rio Taperoá e Regiões do alto Curso do rio Paraíba, Médio Curso do rio Paraíba e Baixo Curso do rio Paraíba. Além da grande densidade demográfica, na bacia estão incluídas as cidades de João Pessoa, capital do Estado e Campina Grande, seu segundo maior centro urbano (Figura 1).



Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Alto Curso do rio Parnaíba.
Fonte: Medeiros, (2018).

A bacia é formada de regiões afligidas por eventos sinóticos locais, regionais e de larga escala, provocadores de chuvas como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as contribuições dos sistemas de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) quando em atividade sobre o NEB, além dos efeitos decorrentes dos ventos alísios de nordeste em conjunto com os efeitos de brisa marítima, auxiliados pela formação dos vórtices Ciclônicos do Atlântico Sul (VCAS) e das formações das linhas de instabilidade (LI), o Padrão do Dipolo (PD) no Oceano Atlântico Tropical e as perturbações ondulatórias no campo dos ventos alísios, proporcionando eventos de secas, enchentes, inundações, alagamentos, transbordamento de rios, açudes, barreiros, lagoas, lagos e córregos; na sua maioria, o escoamento dos rios nas cabeceiras é temporários devido à má distribuição pluviométrica. Na região paraibana o período chuvoso com os aumentos das suas cotas pluviométricas provoca aumento significativo no escoamento em que a maioria



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

é represada em grandes e médias barragens e seu excesso, após os represamentos, escoar lentamente para o oceano em virtude do relevo e de seus cursos básicos das águas.

As enchentes, alagamentos e inundações já provocaram prejuízos e remoções de diversos povoados e vilas; historicamente as maiores cheias ocorreram entre os trechos do médio, baixo e alto Parnaíba, a ocorrência de enchentes é quase que periódica (dependendo da qualidade e quantidade do período chuvoso); sabe-se que nesta área não existem sistemas de contenção de enchentes e suas vazões são aleatórias, auxiliadas pelo relevo (SUDENE, 1999).

A área da unidade em estudo é recortada por rios perenes, porém de pequena vazão e o potencial de água subterrânea é baixo. Os elementos climatológicos e hidrológicos integrados ao ajustamento do relevo regional e local, com declives para vertente atlântica, dão procedência a uma rede hidrográfica na qual são recorrentes os cursos com nascentes intermitentes, cuja descarga ocorre apenas durante restritos períodos de chuva torrencial.

O relevo apresenta-se de forma geral bastante diversificado, constituindo-se por formas de relevo diferentemente trabalhadas e por diferentes processos, atuando sob climas distintos e sobre rochas pouco ou muito diferenciadas. No tocante à geomorfologia, existem três grupos formados pelos tipos climáticos mais significativos: úmido, subúmido e semiárido. O uso atual e a cobertura vegetal caracterizam-se por formações florestais definidas como caatinga arbustiva arbórea aberta, caatinga arbustiva arbórea fechada, caatinga arbórea fechada, tabuleiro costeiro, mangues, mata-úmida, mata semidecidual, mata atlântica e restinga.

Ressalta-se, que nas bacias hidrográficas e nos mananciais os impactos e a degradação pela poluição, através das redes de esgoto e dos lixões próximos às suas margens e/ou mesmo jogados pelas populações ribeirinhas ou transportados pelas correntes das águas após fortes eventos de precipitações, as intensas quantidades de agrotóxicos que vem sendo utilizados de forma impróprios no setor agrícola. Nota-se que os excedentes estão chegando diretamente nas áreas da bacia como: reservatórios, lagoa, lago, riachos e córregos e nas águas de subsolo, contaminando-os e atingindo diretamente o ser humano, animal e vegetal, de conformidade com Maruyama et al. (2005).

A utilização de planilhas eletrônicas para elaboração de gráficos com a variabilidade anual das precipitações, das anomalias pluviométricas, precipitação histórica e desvio percentual.

Conforme Meis et al. (1981), podem-se analisar as precipitações no decorrer do tempo de diferentes maneiras, possibilitando o reconhecimento do seu comportamento geral, dos seus padrões habituais e extremos.

Efetou-se a análise de frequência das distribuições dos totais anuais das chuvas mediante a elaboração dos gráficos. Utilizou-se a escala proposta por Meis et al. (1981), disponibilizada por Xavier e Dornelas (2005), definida da seguinte forma: os valores anuais que mais se aproximaram do valor médio foram caracterizados como intermediários, e os valores de precipitação anual que se afastaram da média foram considerados como representativos para os anos mais secos e mais úmidos. Utilizou-se escala de variação de 25% em relação à média para os meses intermediários; valores acima da escala



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

caracterizaram-se como anos muito chuvosos, e os abaixo dos 25%, anos secos em conformidade com Xavier e Dornelas (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As oscilações da chuva se estabelecem em características principais do regime pluviométricos na área da bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba. Tratando-se de uma área onde se distinguem dois tipos climáticos o As e o Bsh. Tendo uma pluviosidade irregular, com sua magnitude alterando-se intermunicípios. Na Figura 2, apresenta-se a distribuição da precipitação anual entre os anos de 1962 a 2014, em que a média anual histórica foi de 495,3mm. Os índices de precipitação oscilam entre 664,3 a 336,4 mm ocorreram entre os doze municípios estudados. Os locais que apresentaram os maiores índices pluviométricos foram: Camalaú, Monteiro, Prata São José dos Tigre e São Sebastião do Umbuzeiro.

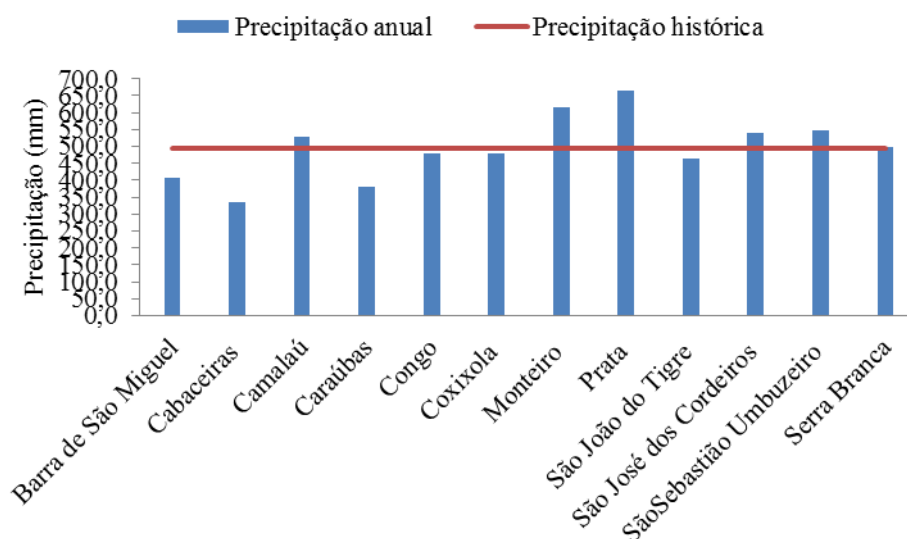


Figura 2. Distribuição temporal da precipitação anual e da média histórica na área da bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba.

Fonte: Medeiros, (2018).

O Diagnóstico da variabilidade dos índices pluviométricos na área estudada indica leve tendência de decréscimo desses totais anuais ao longo dos 52 anos, com um decréscimo de $0,2 \text{ mm.ano}^{-1}$, totalizando 75 mm em toda a série. Contudo, não é possível afirmar que se trata de alguma mudança climática, pois, como já se mencionou, a variabilidade pluviométrica pode alterar essa tendência nos anos vindouros.

A expressiva variabilidade pluviométrica que ocorre na área em estudo resulta em observáveis desvios anuais. Como se observa na Figura 3, durante os 52 anos, o que apresentou o maior índice anual foram os referidos locais: Camalaú, Monteiro, Prata, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro e Serra Branca resultando em variação positiva em relação à normal superior aos 35%. Os secos



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

registrados em toda a série foram: Barra de São Miguel, Cabaceiras, Caraúbas, Congo, Coxixola e São José do Tigre. O fenômeno El Niño influencia na redução considerável das chuvas, uma vez que, em anos de El Niño, se observa redução dos totais pluviométricos na região Nordeste e em especial na região de estudo, provocando, em alguns municípios, secas severas.

Oliveira (2001) mostrou que as intensidades dos eventos variam bastante de caso a caso, sendo o El Niño mais intenso, desde as observações de TSM, os de 1982/1983, 1993 e 1997/ 1998.

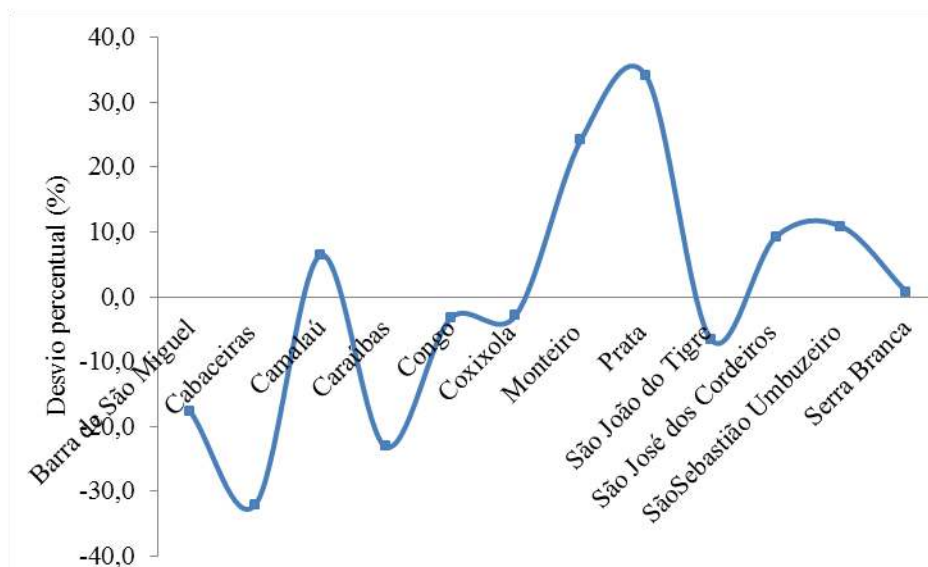


Figura 3. Desvio percentual anual da precipitação em relação à média histórica para a área da bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba.

Fonte: Medeiros, (2018).

Na Tabela 1, Critérios de classificação utilizados para classificar os municípios, conforme classes do desvio percentual mensal e anual para a área da bacia hidrográfica do alto Parnaíba, Na Tabela 2 encontram-se os nomes dos municípios, valores da precipitação anual, médias históricas, desvio percentual, anomalia da precipitação e suas respectivas classificações para o período de 1962 a 2014. A variabilidade também foi expressa na caracterização do ano normal, seco, chuvoso, muito seco, muito chuvoso, extremamente seco e extremamente chuvoso, de acordo com o desvio em relação à média, como observado na Tabela 2. No total dos 12 municípios observados, tem-se que 10 locais foram classificados com chuvas normais, um como seco e chuvoso. A análise da distribuição das chuvas na área em estudo demonstrou ligeira tendência de redução desses totais anuais ao longo dos 52 anos estudados, de acordo com a Tabela 2.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

Tabela 1. Critérios de classificação utilizados para classificar os municípios conforme classes do desvio percentual mensal e anual para a área da bacia hidrográfica do alto Parnaíba.

Desvio Percentual	Critério de classificação	
	Classificação	
± 0,0 A 25,0%	Normal	
±25,1 A 45,0%	Seco/Chuvoso	
± 45,1 A 70,0%	Muito Seco/Muito Chuvoso	
± 70,1 > 100,0%	Extremamente Seco/Extremamente Chuvoso	

Fonte: CPTEC/INPE/núcleos de meteorologia (2010).

Tabela 2. Municípios, precipitação anual; precipitação histórica; desvio percentual, anomalia da precipitação e classificação anual do período (1962 – 2014), segundo método proposto por Meis et al. (1981) e CPTEC/INPE/núcleos de meteorologia (2010). Para a área da bacia hidrográfica do curso do alto rio Parnaíba.

Municípios	Precipitação Anual (mm)	Precipitação Histórica (mm)	Desvio Percentual (mm)	Anomalia Precipitação (mm)	Classificação
Barra São Miguel	407,6	495,3	-17,7	-87,6	Normal
Cabaceiras	336,4	495,3	-32,1	-158,9	Seco
Camalaú	527,1	495,3	6,4	31,8	Normal
Caraúbas	380,7	495,3	-23,1	-114,6	Normal
Congo	478,8	495,3	-3,3	-16,4	Normal
Coxixola	481,0	495,3	-2,9	-14,3	Normal
Monteiro	615,0	495,3	24,2	119,7	Normal
Prata	664,3	495,3	34,1	169,1	Chuvoso
São João Tigre	462,7	495,3	-6,6	-32,6	Normal
São José Cordeiros	541,3	495,3	9,3	46,0	Normal
S. Sebastião Umbuzeiro	549,2	495,3	10,9	53,9	Normal
Serra Branca	499,2	495,3	0,8	3,9	Normal

Fonte: Medeiros (2018).

Sendo a série amostral um período de dados com grande significância, possuindo um período de 52 anos, é necessário que seja ampliada a série dos dados durante a segunda década do século XXI, para uma avaliação futura mais precisa; com isso, sugere-se uma continuidade dessas análises nos anos subsequentes.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

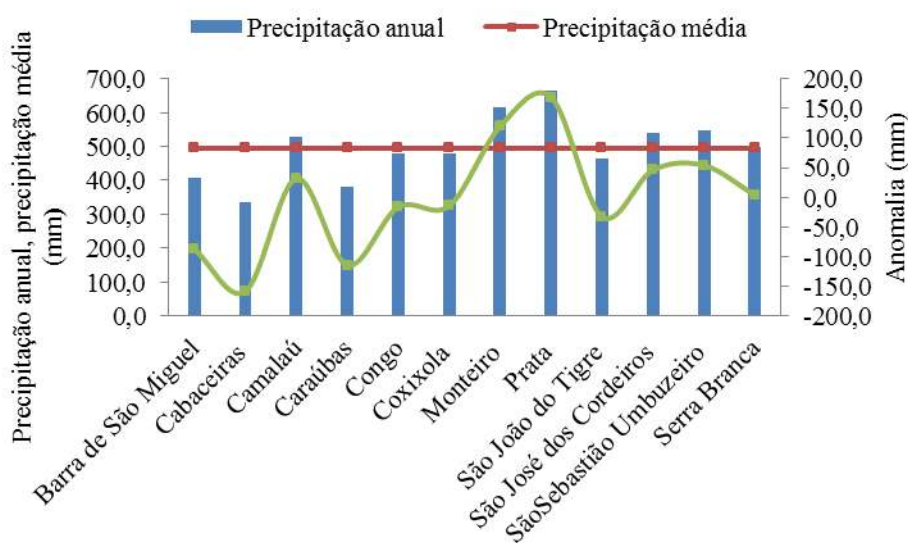


Figura 4. Precipitação anual e média, anomalia da precipitação para a área da bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba.

Fonte: Medeiros, (2018).

Em relação às anomalias, encontrou-se predominância de anomalias negativas em relação à normal. As anomalias negativas, no período, foram encontradas em seis municípios, e as anomalias positivas, em cinco municípios e a presença de um município neutro. Quanto à análise realizada, estas permitem identificar os municípios chuvosos, secos e neutros, apresentando, também, os locais mais variáveis e, por isso, difíceis quanto à previsão bem como a Figura 3. Desvio percentual anual da precipitação em relação à média histórica para a área da bacia hidrográfica do alto curso do rio Parnaíba.

CONCLUSÕES

A aplicação do teste de significância estatística T de Student, destacou que os dados de precipitação, de modo geral, são 99% significativos;

Os resultados almejados tornam visível a tendência de reduções dos índices pluviométricos, com oscilações das precipitações ao longo da série amostral, que compreendeu de 1962 a 2014; evidenciou-se a recorrência de valores máximos de precipitação anual dentro de um intervalo de 17, 13 e 9 anos.

Sugere-se um estudo com uma série de anos maiores para que verifique as flutuações e as contribuições dos fenômenos El Niño(a) na área estuda.

REFERÊNCIAS

COE, M. T.; COSTA, M. H.; SOARES FILHO, B. S. The influence of historical and potential future deforestation on the stream flow of the Amazon River – Land surface processes and atmospheric feedbacks. **Journal of Hydrology**, v. 369, p.165-174, 2009.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

D'ALMEIDA, C.; VÖRÖSMARTY, C. J.; MARENGO, J. A.; HURTT, G. C.; DINGMAN, S. L.; KEIM, B. D. A. Water Balance Model to Study the Hydrological Response to Different Scenarios of Deforestation in Amazonia. **Journal of Hydrology**, v. 331, p. 125-136, 2006.

FEROLA, T. T. **Mudanças climáticas globais**: passado, presente e futuro. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

ICHIKAWA, A. **Global Warming – The Challenges**: a report of japan's global warming initiative. USA: Springer, 2004.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. “**Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**”. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. KLIMATE DER ERDE. **Gotha**: Verlag Justus Perthes. 1928. Wall-map 150cmx200cm.

LIMA, F. B.; SANTOS, G. O. **Balanço hídrico-espacial da cultura para o uso e ocupação atual da bacia hidrográfica do Ribeirão Santa Rita, Noroeste do Estado de São Paulo**. 2009. 89 f. Monografia. Fundação Educacional de Fernandópolis, Fernandópolis - SP, 2009.

MARENGO, J.; SILVA DIAS, P. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. *In*. Eds. REBOUÇAS, A.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. **Águas Doces do Brasil**: Capital Ecológico, Uso e Conservação. São Paulo: Editoras Escrituras, 2006. p.63-109. Capítulo 3.

MEIS, M. R. M.; COELHO NETTO, A. L.; OLIVEIRA, P. T. T. M. Ritmo e variabilidade das precipitações no vale do rio Paraíba do Sul: o caso de Resende. **Revista de Hidrologia e Recursos Hídricos**, v. 3, 1981.

NOBRE, C. A.; MOLION, L. C. B. The Climatology of drought and drought prediction. **The Impact of Variations on Agriculture**, v. 2, p. 305-323, 1988.

ORTOLANI, A. A.; CAMARGO, M. B. P. **Influência dos fatores climáticos na produção**: Ecofisiologia da Produção Agrícola. Piracicaba: Potafos, 1987. 249 p.

PAULA, R. K.; BRITO, J. I. B.; BRAGA, C. C. Utilização da análise de componentes principais para verificação da variabilidade de chuvas em Pernambuco. *In*: **Anais... XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**. Belém do Pará, PA. 2010, CD Rom.

SAMPAIO, G. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**, v. 34, p. 1-7, 2007.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica à geografia do Clima: Gênese, paradigmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. **Anpege**, v. 4, 2008.

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

SILVA, A. P. L. M. **Mudanças climáticas urbanas**. 1998. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Ciências Atmosféricas - DCA - CMM TD, n.3. UFPB, Campina Grande, 1998.

SILVA, V. P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. **Journal of Arid Environments**, n. 58, p.575-596, 2004.

SIVAKUMAR, M. V. K.; DAS, H. P.; BRUNINI, O. Impacts of present and future climate variability and change on agriculture and forestry in the arid and semi-arid tropics. **Climatic Change**, v. 70, p. 31-72, 2005.



RECIMA21 - REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINAR
ISSN 2675-6218

BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO CURSO DO RIO PARNAÍBA - PB,
 BRASIL E SUA ANÁLISE PLUVIAL
 Raimundo Mainar de Medeiros, Manoel Vieira de França, Romildo Morant de Holanda,
 Luciano Marcelo Falle Saboya, Marcia Liana Freire Pereira, Wagner Rodolfo de Araújo

SORIANO, B. M. A. **Caracterização climática de Corumbá - MS**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 25 p. (EMBRAPA-CPAP. Boletim de Pesquisa, 11).

SOUSA, E. S. de; LIMA, F. W. B.; MACIEL, G. F.; SOUSA, J. P.; PIKANÇO, A. P. Balanço hídrico e classificação climática de Thornthwaite para a cidade de Palmas-TO. **Anais on line... XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Belém-PA, 2010.

SLEIMAN, J.; SILVA, M. E. S. **A Climatologia de Precipitação e a Ocorrência de Veranicos na Porção Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul**. Rio Claro: SIMPGEO/SP, 2008.

STURM, M.; PEROVICH, K. E SERREZA, M. C. O Acelerado Derretimento do Norte. **Scientific American Brasil**, n. 12, p. 34-41, 2005.

SUDENE. Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Dados pluviométricos mensais do nordeste – Série pluviometria 5**. Recife, Estado da Paraíba: Sudene, 1990. 239 p.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e dos usos do solo nos recursos hídricos**. Brasília: ANA, 2002. p.150. Relatório Técnico.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas. **Revista de Geografia**, v. 14, n. 2, 2005.

ZANELLA, M. E. **Inundações Urbanas em Curitiba/PR**: Impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru. 2006. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Programa de Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, 2006.