Revista Brasileira de Climatologia
Brazilian Journal of Climatology
OPEN ACCESS

DETERMINAÇÃO DE LIMIARES PARA A PRECIPITAÇÃO MENSAL DAS REGIÕES HOMOGÊNEAS DA PARAÍBA USANDO QUANTIS

Determination of thresholds for monthly precipitation in homogeneous regions of Paraiba using quantiles

Determinación de umbrales de precipitación mensual en regiones homogéneas de Paraíba utilizando cuantiles

Eduardo Almeida da Silva
Programa de Pós-Graduação em Ciências Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
eduardometeorologistaufrn@gmail.com

José Ivaldo Barbosa de Brito
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG
jivaldobrito@gmail.com

Carmem Terezinha Becker
Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA
carmembk@gmail.com

Enilson Palmeira Cavalcanti
Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
enilson.cavalcanti@ufcg.edu.br

Tiago Bentes Mandú
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE
tiagobentes1@gmail.com

Ingrid Paloma Carneiro de Lima
Programa de Pós-Graduação em Meteorologia, Universidade Federal de Campina Grande, UFCG
ingridpaloma.cl@hotmail.com

Resumo: O objetivo do presente trabalho foi construir réguas quantílicas para o monitoramento dos quatro meses mais chuvosos (quadra chuvosa) das regiões pluviometricamente homogêneas do estado da Paraíba (Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão). Foram utilizados dados mensais de precipitação da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) de 1994-2019 (26 anos). Os limiares se basearam nas categorias de classificação: muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso, de acordo com os quantis $Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ (mm/mês). Observou-se que o quadrimestre mais chuvoso nas regiões do Alto Sertão e Sertão é de janeiro a abril, o que difere da literatura que descreve, para estas regiões, quadra chuvosa de fevereiro a maio. Na região do Cariri/Curimataú o quadrimestre mais chuvoso foi de fevereiro a maio e nas regiões do Agreste, Brejo e Litoral de abril a julho, concordando com o que tem sido divulgado na literatura. Por outro lado. Finalmente, como evento teste, foi realizado o monitoramento da precipitação ocorrida no quadrimestre (fevereiro a maio) de 2019, pois é um ano e quadrimestre que dispõe de uma quantidade maior de informações, como, como por exemplo, imagens de satélites e campos de vento. Observou-se que as regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú apresentaram quadrimestre chuvoso, totais de precipitação entre os quantis $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$, enquanto, Agreste, Brejo e Litoral seguem um padrão de normalidade, com chuvas entre $Q_{0,35}$ e $Q_{0,65}$. Também se verificou que as precipitações ocorridas neste período foram decorrentes da atuação de Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis, Zona de Convergência Intertropical, Distúrbios Ondulatórios de Leste e Sistemas Frontais.
Palavras-chave: Réguas Quantílicas. Quadra Chuvosa. Técnica dos Quantis. Sistemas Meteorológicos. Paraíba.

Abstract: The objective of this work was to build quantile rulers for monitoring the four wettest months (wet block) in the homogeneously pluviometric regions of the state of Paraiba (Coast, The objective of this work was to build quantile rulers for monitoring the four wettest months (wet block) in the homogeneously pluviometric regions of the state of Paraiba (Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão). Monthly rainfall data from the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba (AESA) from 1994-2019 (26 years) were used. Thresholds were based on the classification categories: very dry, dry, normal, rainy and very rainy, according to the quantiles $Q_{0.15}$, $Q_{0.35}$, Q0.65 and $Q_{0.85}$ (mm/month). It was observed that the wettest four-month period in the Alto Sertão and Sertão regions is from January to April, which differs from the literature that describes, for these regions, the rainy season from February to May. In the Cariri/Curimataú region, the wettest quarter was from February to May and in the Agreste, Brejo and Litoral regions from April to July, in agreement with what has been published in the literature. Finally, as a test event, the monitoring of precipitation occurred in the four-month period (February to May) of 2019, as it is a year and four-month period that has a greater amount of information, such as satellite images and wind fields. It was observed that the regions of Alto Sertão, Sertão and Cariri/Curimataú presented a rainy quarter, total precipitation between the quantiles $Q_{0.65}$ and $Q_{0.85}$, while Agreste, Brejo and Litoral follow a normal pattern, with rainfall between $Q_{0\ .35}$ and $Q_{0.65.}$ It was also verified that the precipitations that occurred in this period resulted from the action of the High Level Cyclonic Vortexes, the Intertropical Convergence Zone, the Eastern Wave Disturbances and Frontal Systems.
Keywords: Quantile Rulers. Rainy Court. Quantile Technique. Meteorological Systems. Paraíba

Resumen: El objetivo del presente trabajo fue construir reglas cuantiles para el monitoreo de los cuatro meses más húmedos (estación de lluvias) de las regiones pluviométricamente homogéneas del estado de Paraíba (Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão y Alto Sertão). Se utilizaron los datos mensuales de precipitación de la Agencia Ejecutiva para la Gestión del Agua del Estado de Paraíba (AESA) de 1994 a 2019 (26 años). Los umbrales se basaron en las categorías de clasificación: muy seco, seco, normal, lluvioso y muy lluvioso, según los cuantiles Q0,15, Q0,35, Q0,65 y Q0,85 (mm/mes). Se observó que los cuatro meses más lluviosos en las regiones del Alto Sertão y del Sertão

son de enero a abril, lo que difiere de la literatura que describe, para estas regiones, una estación de lluvias de febrero a mayo. En la región de Cariri/Curimataú el cuatrimestre más lluvioso fue de febrero a mayo y en las regiones de Agreste, Brejo y Litoral de abril a julio, coincidiendo con lo publicado en la literatura. Por otro lado. Finalmente, como evento de prueba, se realizó el seguimiento de las precipitaciones ocurridas en el cuatrimestre (febrero a mayo) de 2019, por ser un año y cuatrimestre que cuenta con mayor cantidad de información, como por ejemplo, imágenes satelitales y campos de viento. Se observó que las regiones de Alto Sertão, Sertão y Cariri/Curimataú presentaron cuatro meses lluviosos, con totales de precipitación entre los cuantiles Q0,65 y Q0,85, mientras que, Agreste, Brejo y Litoral siguen un patrón de normalidad, con precipitaciones entre Q0,35 y Q0,65. También se verificó que las precipitaciones ocurridas en este periodo se debieron a la acción de los Vórtices Ciclónicos de Alto Nivel, la Zona de Convergencia Intertropical, las perturbaciones de la Onda del Este y los sistemas frontales.

Palabras clave: Huelgas de cuantiles. Temporada de lluvias. Técnica de los cuantiles. Sistemas meteorológicos. Paraíba.

Submetido em: 01/06/2021
Aceito para publicação em: 20/01/2022
Publicado em: 16/02/2022

1. INTRODUÇÃO

A precipitação pluvial é um parâmetro meteorológico variável no tempo e no espaço. Neste contexto, Menezes (2006) demostra que na região do Nordeste do Brasil (NEB), a irregularidade da distribuição de precipitação tem uma característica marcante com relação ao restante do país. Há regiões do NEB que apresentam precipitação acumulada inferior a 350 mm/ano e regiões como a da região do Litoral paraibana, que apresentam precipitações superiores a 1700 mm/ano. Além dessa variabilidade espacial, os totais anuais de precipitação sobre a Paraíba também apresentam uma variabilidade temporal, que de acordo com Silva *et al*. (2003) está associada aos sistemas atmosféricos que atuam no setor Leste da região do NEB.

A Paraíba situa-se entre 6° e 8° de latitude Sul, e entre 34° e 39° de longitude Oeste, em uma área territorial de 56.340,9 Km², dividida por quatro mesorregiões e 223 municípios (RODRIGUEZ, 2002). A distribuição das chuvas no estado é dada por dois regimes, um de fevereiro a maio, nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú e outro, de abril a julho, no Agreste, Brejo e Litoral (FRANCISCO e SANTOS, 2017).

A variabilidade da precipitação no estado da Paraíba, também está associada aos padrões da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), sobre os oceanos tropicais, os quais afetam a posição e intensidade da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) sobre o Oceano Atlântico, contribuindo na ocorrência ou inibição de precipitação no setor norte do NEB. Outros sistemas meteorológicos provedores de precipitação são: Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Sistemas Ondulatórios de Leste (DOL), entre outros (MACEDO *et al.,* 2010), que também são afetados pelos padrões da TSM nos oceanos tropicais.

No entanto, a ZCIT, os VCANs e os DOLs são sistemas geradores de precipitação não apenas na Paraíba, mas em todo NEB, como pode ser verificando em Molion e Bernardo (2002). A ZCIT é o principal sistema meteorológico provedor de precipitação no setor norte do NEB, sendo responsável pelos altos registros pluviométricos. Em imagens de satélite, a ZCIT pode ser detectada por uma banda extensa de nebulosidade que contorna o equador terrestre. Normalmente sua migração se dá mais ao norte, aproximadamente 14° N, durante agosto-setembro e 2°S, durante março-abril (MELO *et al.,* 2009). Os VCANs que atingem a costa leste do NEB são sistemas que se formam no Oceano Atlântico, entre os meses de outubro a março. A sua nebulosidade é caracterizada em formato de padrão S, com ausência

de nuvens no seu centro e presença na periferia. De modo geral, sua trajetória é de leste para oeste, com maior atividade entre janeiro e fevereiro (KOUSKY e GAN, 1981). Os DOLs são sistemas que se propagam nas áreas tropicais dos oceanos, atuando desde o norte do estado do Rio Grande do Norte até o sul da Bahia, de maio a agosto (FRANCISCO e SANTOS, 2017). Esses distúrbios se formam no campo de pressão atmosférica, na área de confluência dos ventos alísios do globo terrestre, e se deslocam de oeste para leste, ou seja, desde a costa da África até o litoral leste do NEB.

Outro sistema de suma importância na geração de precipitação sobre o NEB são as frentes frias Ferreira e Mello (2005) e Kousky (1979). Entre os meses de novembro a janeiro, sua penetração ocorre até o estado da Bahia e é responsável pelas chuvas no setor sul do NEB, enquanto, nos meses de maio a julho, esses sistemas podem gerar precipitação nas áreas do litoral leste do NEB (KOUSKY, 1979), inclusive no estado da Paraíba.

A dinâmica atmosférica pode ser interpretada através das escalas climáticas, que variam em tempo e espaço, em função da associação com os fenômenos que operam em escala global, tais como as Células de Circulação Meridional, El Niño Oscilação-Sul (ENOS), Dipolo do Atlântico, e fenômenos que atuam regionalmente, como as massas de ar e dos sistemas atmosféricos secundários, que poderão alterar o funcionamento habitual da circulação geral da atmosfera (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Evidencia-se que os estudos sobre o comportamento dos principais sistemas meteorológicos atuantes no NEB, como, por exemplo, VCANs, ZCIT, DOLs e sistemas frontais estão, em geral, relacionados à dinâmica da variabilidade da precipitação pluvial nas escalas intrasazonal a interanual. Um dos métodos propostos para quantificar estas variabilidades foi idealizado por Pinkayan (1966), que introduziu o conceito de régua quantílica. Na América do Sul, o estudo pioneiro usando a metodologia de Pinkayan (1966) foi realizado por Xavier e Xavier (1999), que construíram réguas quantílicas, e a partir delas caracterizaram anos secos ou excessivamente chuvosos de oito regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Ceará, no período de 1964 a 1998. Destaca-se que, no Brasil, após esse trabalho precursor sucederam muitas pesquisas fazendo uso dessa técnica, para o monitoramento da precipitação ou quantificação de intensidade de secas em todas as regiões do país. É oportuno mencionar que, originalmente o método foi desenvolvido para análise da precipitação em grandes áreas. Contudo, ao longo do tempo, foram realizadas

pesquisas tanto para escala local como estadual e regional. Ressalta-se que antes de descrever sobre artigos científicos desenvolvidos utilizando o método dos quantis, é oportuno expor o conceito de réguas quantílicas desenvolvido por Farias (2012), que definiu como sendo uma barra horizontal, divididas em intervalos de cores, nos quais é possível observar os quantis, e sua respectiva classificação. A régua quantílica apresenta através de gráfico uma aplicação do monitoramento de variáveis meteorológicas, a exemplo como objeto de estudo da presente pesquisa, a precipitação pluvial, com classificações de muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso. A seguir é apresentada uma descrição de alguns artigos que em seus desenvolvimentos utilizaram a técnica do quantis.

Estudo em escala estadual foi desenvolvido por Mello e Leite (2017), que caracterizaram a precipitação mensal, sazonal e anual para o estado do Paraná em períodos secos, normais e chuvosos para os anos de 1977 a 2006. Esses autores verificaram que os anos muito chuvosos (1983, 1990, 1997 e 1998), em geral, estão associados a anos de evento El Niño, e os anos muito secos (1978, 1985, 1988 e 2006) de La Niña.

Em escala regional pode ser citado o trabalho de Pereira *et al.* (2020), que investigaram a variabilidade da pluviométrica interanual da Zona da Mata Nordestina e a caracterização de anos padrões. Diagnosticaram que a técnica dos quantis mostrou-se satisfatória para a classificação da precipitação interanual na Zona da Mata do Nordeste do Brasil, favorecendo assim, a escolha de anos padrão, que se mostraram ser bastante representativos das anomalias de precipitação regional.

Ressalta-se que o uso da técnica dos quantis não ficou restrito ao continente americano. A propósito, no oriente médio, Ásia, Ali *et al.* (2010) seguiram os caminhos trilhados por Shin e Salas (2000) e quantificaram o grau de severidade da seca para todas as áreas do Iran. Na Austrália, Dayal *et al.* (2018), desenvolveram um mapeamento de risco de seca espaço-temporal aplicado à região propensa a secas do sudeste Queensland na Austrália e determinaram o percentual de áreas sujeitas as secas severas e moderadas e áreas com chuvas intensas e moderadas. Por outro lado, Kalisa *et al.* (2021) quantificaram a variabilidade espaço-temporal de condições secas e úmidas na África Oriental de 1982 a 2015, usando modelo de regressão quantílica. A propósito, eles não elaboraram uma régua quantlílica clássica, conforme sugestão de Pinkayan (1966) e Xavier e Xavier (1999). No entanto, o princípio básico de classificar as precipitações ocorridas em forma de quantis foi semelhante.

Ademais, a técnica dos quantis tem sido utilizada para estudo de outras variáveis meteorológicas, além da precipitação. Santos *et al.* (2016) classificaram eventos climáticos extremos de descargas atmosféricas sobre o estado de São Paulo em intervalos quantílicos. Valentim *et al.* (2018) fizeram uso da técnica dos quantis para analisar as flutuações de salinidade ao longo do estuário do Mojuim, situado na região tropical úmida entre a foz do Rio Pará e o Oceano Atlântico.

Diante do exposto, percebe-se que a técnica dos quantis tem sido bastante utilizada e tem se tornado uma ferramenta estatística importante para estudos meteorológicos. Portanto, o objetivo geral neste trabalho é determinar os limiares dos quantis da precipitação pluvial mensal, das regiões homogêneas do estado da Paraíba, aplicando a técnica dos quantis, e dessa maneira, delimitar os valores que determinam as condições de muito seco, seco, normal, chuvoso e muito chuvoso dos quatro meses mais chuvosos e aplicá-los sobre as réguas quantilícas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Como o objetivo geral deste trabalho é estimar os limiares dos Quantis da precipitação de cada uma das seis regiões homogêneas do estado da Paraíba, torna-se conveniente mostrar as posições geográficas destas regiões, as quais são denominadas de Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão (Figura 1).

Figura 1. Localização geográfica das regiões pluviometricamente homogêneas do estado Paraíba



Fonte: Becker et al., (2011).

A partir do Banco de Dados de Precipitação da Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESA) foram selecionadas 200 localidades, com a seguinte distribuição, entre as regiões homogêneas: 40 no Alto Sertão, 40 no Sertão, 54 no Cariri/Curimataú, 33 no Agreste, 23 no Brejo e 10 no Litoral. De todas as localidades da AESA com dados de precipitação foram escolhidas aquelas que apresentaram o menor número de falhas, as que tinham mais de 20% de dados faltosos foram desconsideradas. A partir destas localidades foram construídas as séries mensais, sazonais (quadra chuvosa), semestrais e anuais de precipitação de cada uma das seis regiões. Por isso foi realizada, apenas quatro localidades tinham dados para os anos de 1994 e 1995. Portanto, para o Litoral foi realizado uma análise estatística dos valores mensais de precipitação de janeiro de 1996 a dezembro de 2019, verificando que as variabilidades com quatro localidades versus com as dez localidades para o Litoral foram às mesmas, ou seja, não se alterou a sequência da ordem quantílica. Assim, foram estabelecidas séries mensais de precipitação de janeiro de 1994 a dezembro de 2019, para todas as regiões.

Uma vez construídas as séries de precipitação calcularam-se as médias climatológicas mensais e anuais. A partir das médias, determinou-se a quadra chuvosa, o semestre mais chuvoso e o ano hidrológico de cada região homogênea.

O passo seguinte foi à estimativa dos quantis mensais, sazonais e anuais para as seis regiões. Uma explicação detalhada sobre o cálculo e o significado de quantis pode ser obtida em Xavier (2001). Entretanto, em linhas gerais, pode-se afirmar que o quantil Q_p é um valor tal que em p% dos anos, o total de precipitação Y não ultrapasse o valor de Q_p, enquanto, para (100-p)% dos anos tal valor será excedido. Supondo que em uma determinada localidade o valor de $Q_{0,20}$ é igual a 351,7 mm/ano, isto significa que em 20% dos anos a precipitação anual desta localidade é inferior a 351,7 mm. Uma maneira de estimar o valor de um quantil Q_p é apresentado na equação (1):

$$Q_p = Y_j + \left\{\frac{[p - p_j]}{p_{j+1} - p_j}\right\} * [Y_{j+1} - Y_j] \qquad (1)$$

Onde: p é a probabilidade do quantil; p_j é a probabilidade da ordem quantílica j; p_{j+1} é a probabilidade da ordem quantílica j+1; Y_j é a precipitação da ordem quantílica j e Y_{j+1} é a precipitação da ordem quantílica j+1.

Neste trabalho, as delimitações das faixas quantílicas seguiram a proposta de Pinkayan (1966) e de Xavier e Xavier (1999) e estimou-se $Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$. Portanto, foram definidas cinco categorias (Tabela 1) para classificar o total Y de precipitação observado em uma dada região homogênea e em um determinado período.

Tabela 1. Classificação da categoria do total de precipitação observado (Y) de acordo com ordem quantílica.

Categorias	**Classificação da Precipitação Y**
Muito Seco	$Y \leq Q_{0,15}$
Seco	$Q_{0,15} < Y \leq Q_{0,35}$
Normal	$Q_{0,35} < Y \leq Q_{0,65}$
Chuvoso	$Q_{0,65} < Y \leq Q_{0,85}$
Muito Chuvoso	$Y > Q_{0,85}$

Fonte: Adaptado de Xavier e Xavier, 1999.

Finalmente, foram construídas as réguas quantílicas da quadra chuvosa, nas quais foram marcados os valores $Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ para cada período de tempo e em todas as seis regiões pluviometricamente do Estado da Paraíba.

Nos meses, do período chuvoso, que foram muito secos ou muito chuvosos verificou-se o comportamento dos sistemas meteorológicos VCAN, ZCIT, DOL e Sistemas Frontais e das anomalias de TSM no Pacífico Equatorial e Atlântico Tropical. Para tanto, usou-se informações dos campos de vento (850 e 200 hPa), divergência (200 hPa), função de corrente (200 hPa), radiação de ondas longas emitida para o espaço, pressão ao nível médio do mar e anomalias de TSM do Climate Diagnostics Bulletin do CPC/NOAA[1] e informações sobre atuação de sistemas frontais, ZCIT, VCAN e DOL do Boletim Climanálise do CPTEC/INPE[2]. Para o ano de 2019 também foram utilizada imagens de satélite do banco de dados de imagens do CPTEC/INPE.

As metodologias com os sistemas frontais, ZCIT, VCAN e DOL atuam sobre os processos de precipitação no NEB são obtidas em Kousky (1979), Hastenrath e Heller (1977), Kousky e Gan (1981) e Yamazaki e Rao (1977), respectivamente.

[1] CPC/NOAA – Climate Prediction Center/ National Oceanic and Atmospheric Administration.

[2] Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A climatologia mensal da precipitação (mm/mês) de cada região homogênea do estado da Paraíba para o período de 1994 a 2019 (26 anos) é apresentada na Tabela 2, com destaque para os meses da quadra chuvosa, isto é, os meses com os maiores totais médios mensais de precipitação de cada região.

Tabela 2. Climatologia mensal regional por regiões pluviometricamente homogêneas (1994-2019) (mm/mês).

	Regiões homogêneas					
Mês	Alto Sertão	Sertão	Cariri/ Curimataú	Agreste	Brejo	Litoral
Janeiro	**136,0**	**97,7**	54,3	54,7	78,8	88,3
Fevereiro	**146,2**	**115,7**	**60,3**	63,5	87,4	106,9
Março	**199,8**	**171,2**	**92,0**	82,7	116,6	152,0
Abril	**148,1**	**148,5**	**79,4**	**94,7**	**127,4**	**193,8**
Maio	84,4	85,3	**57,3**	**96,9**	**131,1**	**216,5**
Junho	29,8	31,5	40,3	**128,5**	**172,5**	**295,4**
Julho	16,4	18,7	29,8	**110,3**	**153,3**	**212,8**
Agosto	4,8	6,1	14,1	56,9	77,6	111,2
Setembro	1,9	1,9	5,1	26,5	40,2	62,8
Outubro	13,0	7,3	6,0	10,1	14,0	24,1
Novembro	15,2	9,6	5,2	9,7	14,1	18,4
Dezembro	44,7	29,5	17,3	21,3	32,0	39,0

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Ressalta-se na Tabela 2, que quando é observada a quadra chuvosa, em geral, denominada de estação chuvosa, no Alto Sertão e Sertão se estende de janeiro a abril, este resultado defere da literatura, que descreve a quadra chuvosa destas regiões como sendo de fevereiro a maio (ALVES, 2002; XAVIER *et al*., 2003; ARAÚJO *et al*., 2009). Contudo, esta configuração temporal que apresenta quadra chuvosa de janeiro a abril para as regiões homogêneas do Sertão e Alto Sertão também foi observada por Becker *et al.* (2011). Contudo, observa-se que para as regiões do Alto Sertão e Sertão não se tem um período chuvoso de quatro meses, mas de cinco que se estende de janeiro a maio.

Para a região do Cariri/Curimataú verifica-se quadra chuvosa de fevereiro a maio. Para esta região, Becker *et al.* (2011) obtiveram um quadrimestre mais chuvoso de janeiro a abril, porém estes pesquisadores usaram um período de dados de 1996 a 2010. Ressalta-se que, no presente trabalho, ao utilizar um período de 1994 a 2010 também foi observado quadra chuvosa de janeiro a abril, mas quando o período foi estendido até 2019 verificou-se quadra chuvosa de fevereiro a maio. Isto é decorrente de uma atuação menos intensa de

VCAN no mês de janeiro no período de 2012 a 2019, quando comparado com outros períodos de oito anos entre 1994 e 2011. Para as regiões do Agreste, Brejo e Litoral a quadra chuvosa estende-se de abril a julho, mesmo período encontrado por Becker *et al.* (2011) quando utiliza dados da AESA ou do antigo banco de dados da SUDENE.

Na Tabela 3 que estão listados os valores médios climatológicos da quadra chuvosa (mm/4meses), semestre mais chuvoso (mm/semestre) e anos civil e hidrológico (mm/ano) para as seis regiões homogêneas. Com exceção do ano civil, que é o período de janeiro a dezembro para todas as regiões, sendo o mesmo, nos demais, os períodos são variáveis, como pode ser observada na Tabela 4. Isto é fruto dos sistemas meteorológicos produtores de precipitação que atuam em cada região, por exemplo, a ZCIT atua sobre todo Estado, mas os VCANs têm atuação mais intensa nas regiões do Cariri/Curimatú, Sertão e Alto Sertão, enquanto, os DOLs atuam praticamente no Agreste, Brejo e Litoral.

Tabela 3. Climatologia dos totais de precipitação da quadra chuvosa (mm/4meses), semestre mais chuvoso (mm/semestre) e anos civil e hidrológico (mm/ano) das regiões homogêneas de precipitação no estado da Paraíba.

Períodos	**Regiões**					
	Alto Sertão	Sertão	Cariri/Curimataú	Agreste	Brejo	Litoral
Quadra Chuvosa	630,1	533,0	289,0	430,4	584,3	918,5
Semestre Chuv.	759,2	649,9	383,7	576,6	788,3	1181,7
Ano Civil	840,3	722,8	461,2	755,2	1045,0	1521,1
Ano Hidrológico	829,8	688,0	458,8	716,0	1029,6	1484,1

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Tabela 4. Períodos em meses da quadra chuvosa, quinteto mais chuvoso, semestre mais chuvoso e ano hidrológico das regiões homogêneas de precipitação.

Regiões	**Períodos**		**Ano Hidrológico**
	Quadra Chuvosa	**Semestre Chuvoso**	
Alto Sertão	janeiro a abril	dezembro a maio	outubro a setembro
Sertão	janeiro a abril	janeiro a junho	outubro a setembro
Cariri/Curimataú	fevereiro a maio	janeiro a junho	outubro a setembro
Agreste	abril a julho	janeiro a junho	dezembro a novembro
Brejo	abril a julho	janeiro a junho	novembro a outubro
Litoral	abril a julho	fevereiro a agosto	dezembro a novembro

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Por um lado, observa-se (Tabela 4) que nas regiões do Sertão e Alto Sertão a quadra chuvosa é de janeiro a abril. Isto ocorre porque nestas regiões, os principais sistemas produtores de precipitação são os VCANs (janeiro e fevereiro) e ZCIT (fevereiro a maio). Estes sistemas também são os principais responsáveis pelas chuvas do Cariri/Curimataú, que apresenta quinteto mais chuvoso de janeiro a maio e quadra chuvosa de fevereiro a maio. Nas regiões do Agreste, Brejo e Litoral a quadra chuvosa é de abril a julho e o quinteto é de março a julho. Isto porque nestas regiões os principais sistemas produtores de chuvas são ZCIT (fevereiro a maio) e DOLs (maio a agosto).

Observa-se (Tabela 3) que a precipitação do semestre mais chuvoso das regiões Sertão e Alto Sertão representam aproximadamente 90% do total anual, para o Cariri/Curimataú (~85%), Litoral (~80%), Brejo (75%) e Agreste (~75%). Isto ocorre porque o Agreste e o Brejo encontram-se entre as regiões com precipitação, em geral, oriundas dos VCAN's e da ZCIT e a região com precipitação principalmente do DOL, sistemas frontais e ZCIT. A quadra mais chuvosa do Agreste e Brejo é de abril a julho, ou seja, precipitação principalmente de DOL. Contudo, por estar em uma área de transição entre o Litoral e o Cariri/Curimataú, Sertão-Alto Sertão, o Agreste-Brejo também recebem chuvas do VCANs e da ZCIT.

A propósito, Silva *et al.* (2011) descreveram que o Agreste é uma zona de transição entre a Zona da Mata úmida e o Sertão seco. Entretanto, com relação aos totais anuais de precipitação (Tabela 3), nota-se que os valores do Agreste são semelhantes aos do Sertão e um pouco inferiores aos do Alto Sertão. Ressalta-se que o Agreste está ao lado do Cariri/Curimataú, região cujo total anual de precipitação é 61% da do Agreste. Isto leva a aceitar que o Agreste separa a Zona da Mata úmida e o Sertão seco, porém, o total anual de precipitação do Agreste é até inferior ao de áreas do Sertão.

3.1. Determinação dos Quantis e Construção das Réguas Quantílicas

A Tabela 5 mostra os valores dos quantis mensais $Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ (mm/mês) para as regiões homogêneas de precipitação no estado da Paraíba, em destaque, os quatro meses mais chuvosos. Observa-se que no período chuvoso, a maior variabilidade (maior razão) entre $Q_{0,85}$ e $Q_{0,15}$ é para o mês de janeiro. Isto é decorrente da atuação de VCAN's, que em alguns anos produz chuvas abundantes (como no ano de 2004), como pode ser

verificado em Lyra e Arraut (2020), e em outros inibe a precipitação (no ano de 2015), é oportuno mencionar que em janeiro de 2015, devido a sua posição o VCAN, produziu fortes chuvas no Maranhão, Piauí e Bahia e secas nos estados do leste, incluindo a Paraíba, como pode ser observado em Pinho (2015). Enquanto, a menor razão ocorre em março, mês de atuação da ZCIT.

Tabela 5. Valores dos quantis mensais $Q_{0,15}$, $Q_{0,35}$, $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ (mm/mês) das regiões homogêneas de precipitação no estado da Paraíba entre o período de 1994 a 2019.

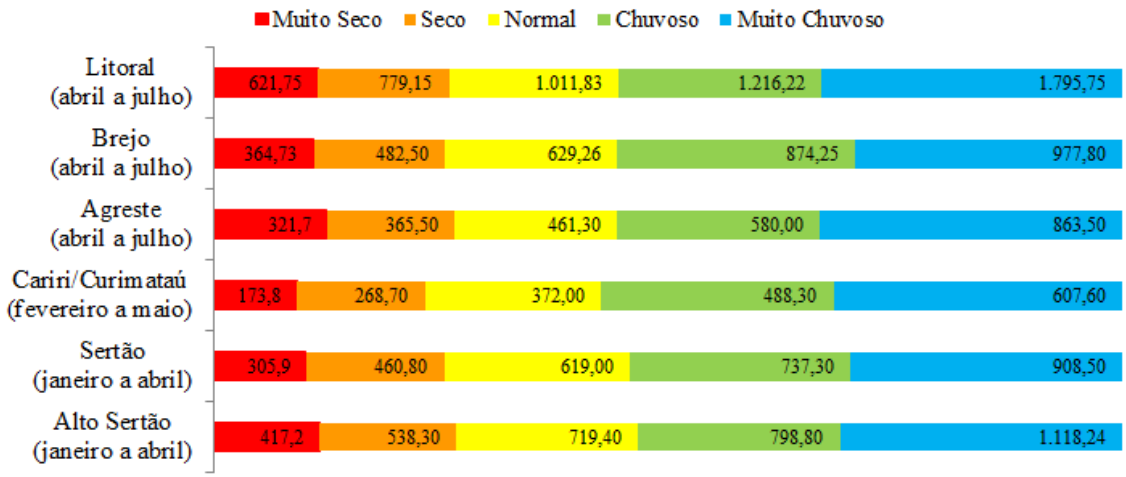
QUANTIS	Janeiro (mm/mês)				Fevereiro (mm/mês)				Março (mm/mês)			
Região	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}
Alto Sertão	**46,3**	**81,5**	**136,0**	**243,2**	**66,2**	**93,0**	**179,0**	**249,4**	**103,7**	**164,9**	**221,8**	**275,1**
Sertão	**17,1**	**47,9**	**113,7**	**174,9**	**42,6**	**87,1**	**145,3**	**179,4**	**78,8**	**148,6**	**190,5**	**219,0**
Cariri/Curimataú	43,4	61,7	89,1	141,9	**18,5**	**36,6**	**75,0**	**111,5**	**37,6**	**68,0**	**113,5**	**128,1**
Agreste	14,6	26,1	52,1	92,4	25,0	34,4	73,5	113,1	45,4	67,8	95,0	114,1
Brejo	22,7	39,6	85,5	135,7	33,2	49,5	93,0	155,3	55,9	95,0	139,2	185,6
Litoral	20,6	47,7	118,3	151,7	45,1	72,1	124,7	189,6	60,7	118,9	191,9	224,0
QUANTIS	Abril (mm/mês)				Maio (mm/mês)				Junho (mm/mês)			
Região	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}
Alto Sertão	**61,5**	**109,6**	**152,3**	**247,1**	31,5	44,9	109,3	131,9	6,7	17,9	29,8	62,2
Sertão	**59,0**	**112,7**	**160,8**	**248,4**	20,1	40,7	101,6	177,0	7,5	16,3	28,8	66,2
Cariri/Curimataú	**34,2**	**53,2**	**80,8**	**138,8**	**11,9**	**32,8**	**68,4**	**84,6**	11,3	24,1	45,7	73,0
Agreste	**27,2**	**82,0**	**116,5**	**158,7**	**48,5**	**71,3**	**106,3**	**148,6**	**49,0**	**100,0**	**146,1**	**180,9**
Brejo	**44,4**	**115,1**	**152,6**	**204,2**	**71,3**	**87,8**	**155,5**	**223,0**	**80,0**	**125,8**	**196,4**	**289,3**
Litoral	**74,9**	**162,6**	**232,6**	**290,0**	**114,1**	**152,8**	**250,5**	**341,1**	**165,1**	**219,9**	**338,7**	**444,7**
QUANTIS	Julho (mm/mês)				Agosto (mm/mês)				Setembro (mm/mês)			
Região	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}
Alto Sertão	4,0	10,5	22,3	27,0	0,3	1,1	4,5	8,7	0,2	0,5	1,1	2,8
Sertão	2,4	10,9	24,6	40,2	0,4	1,0	3,9	8,5	0,0	0,2	1,4	3,0
Cariri/Curimataú	11,2	16,7	36,2	50,1	2,4	7,6	15,7	22,9	0,6	2,1	5,4	11,2
Agreste	**57,3**	**78,5**	**137,2**	**168,9**	17,2	41,3	66,4	100,7	3,8	11,8	27,2	45,2
Brejo	**63,5**	**96,5**	**189,2**	**281,6**	27,9	52,7	92,5	124,2	7,4	20,3	40,1	68,9
Litoral	**106,8**	**137,2**	**297,5**	**323,3**	42,9	72,4	144,6	178,2	20,1	35,3	51,4	91,2
QUANTIS	Outubro (mm/mês)				Novembro (mm/mês)				Dezembro (mm/mês)			
Região	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}	Q_{15}	Q_{35}	Q_{65}	Q_{85}
Alto Sertão	0,2	1,4	7,5	25,0	0,5	1,8	13,5	43,3	12,6	23,0	58,0	95,2
Sertão	0,0	0,1	1,7	11,3	0,1	0,9	7,2	26,6	5,4	12,4	31,3	73,9
Cariri/Curimataú	0,2	0,8	2,7	9,6	0,3	1,2	4,0	14,3	1,7	4,0	17,8	47,4
Agreste	2,9	5,0	11,5	19,3	0,7	2,6	11,2	18,6	5,1	9,1	26,9	41,7
Brejo	4,5	7,3	17,3	26,7	1,5	3,2	18,4	37,4	6,2	14,8	35,3	66,9
Litoral	6,8	18,4	29,8	41,2	4,1	8,1	23,0	38,8	9,9	23,0	41,7	76,4

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

3.2. Monitoramento da precipitação pluvial através das réguas quantílicas

As réguas quantílicas para o monitoramento da quadra chuvosa das seis regiões homogêneas de precipitação do estado da Paraíba são mostradas na Figura 2. Pontua-se que a razão $Q_{0,85}/Q_{0,15}$ é inferior a 2 (dois) nas regiões do Litoral, Brejo e Alto Sertão, justamente as regiões com os maiores totais estacionais de precipitação. Percebe-se que existem diferentes sistemas de precipitação atuando em diferentes épocas do ano nas regiões em análise.

Figura 2. Réguas quantílicas para o monitoramento da precipitação referente a quadra chuvosa de todas as cada mesorregiões da Paraíba, com os quantis $Q_{0,15}$; $Q_{0,35}$; $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ para anos de 1994 a 2019.

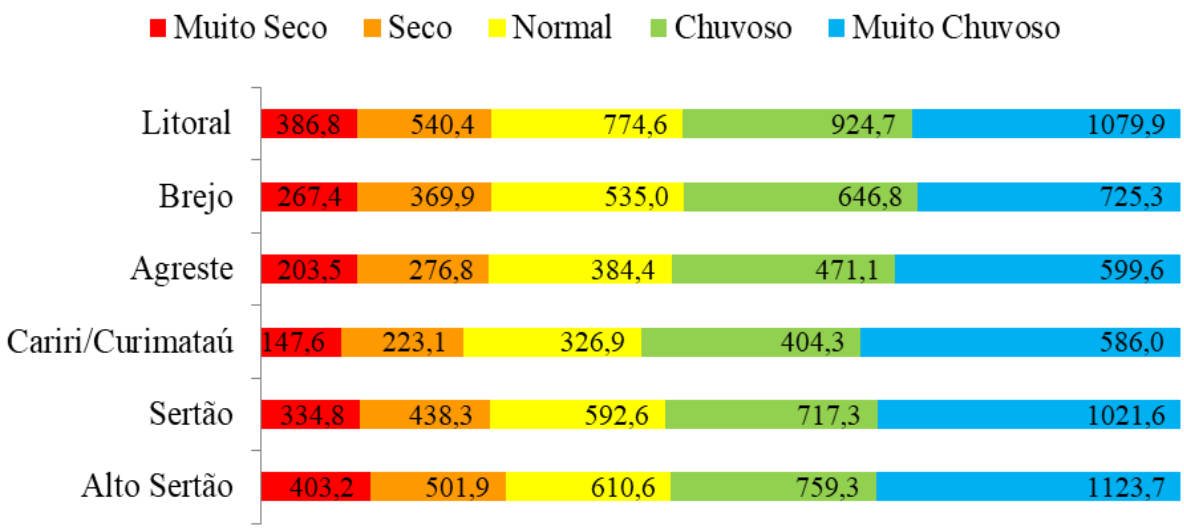


Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir da Figura 3, observam-se as réguas quantílicas para o monitoramento da precipitação dos meses de fevereiro a maio, este período coincide com o período da quadra chuvosa do Cariri/Curimataú. A propósito, o menor total de precipitação da quadra chuvosa na região do Cariri/Curimataú ocorreu no ano de 1998 com registro mensal de 70,4 mm valor inferior ao $Q_{0,15}$ = 147,6 mm/mês, portanto recebeu a classificação de período muito seco. Na região do Alto Sertão ocorreu o maior registro pluviométrico no ano de 2008 com registro de 1123,7 mm, valor superior ao $Q_{0,85}$ = 759,3 mm/mês. Analisando os dados de anomalia de TSM do Pacífico Equatorial do CPC/NOAA é possível afirmar que entre os meses de fevereiro a maio de 1998, a configuração favorável do El Niño contribuiu na escassez de

precipitação pluvial sobre a região do cariri paraibano, em contrapartida no ano de 2008, uma configuração favorável do La Niña possivelmente contribuiu no aumento da pluviosidade desse período.

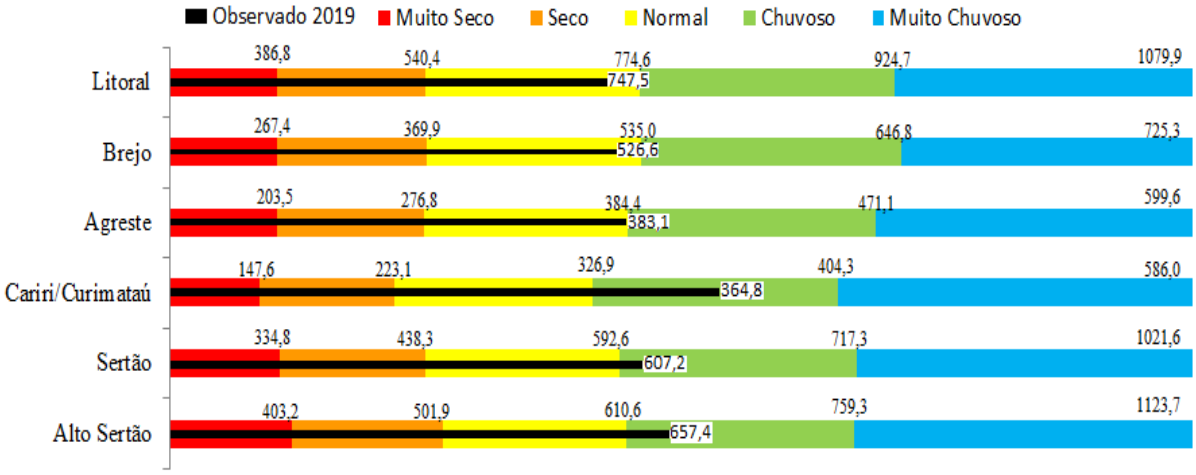
Figura 3. Réguas quantílicas para o monitoramento da precipitação referente aos meses de fevereiro a maio de cada mesorregião da Paraíba, com os quantis $Q_{0,15}$; $Q_{0,35}$; $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ para anos de 1994 a 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Na Figura 4 observa-se um exemplo do monitoramento da precipitação do quadrimestre fevereiro a maio de 2019. Ressalta-se que este ano foi escolhido porque para a análise dos sistemas meteorológicos, tais com ZCIT, VCAN e DOL, tinham imagens de satélite, proveniente do banco de dados de imagens do CPTEC/INPE e os campos meteorológicos do Climate Diagnostics Bulletin do CPC/NOAA. Detectou-se que as regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú apresentaram quadrimestre chuvoso. Agreste, Brejo e Litoral apresentaram quadrimestre normal. As chuvas observadas em todas as regiões foram decorrentes da atuação da ZCIT, especialmente nos meses de fevereiro e maio. Deve ser destacada a atuação de um VCAN, no mês de janeiro, que contribuiu para ocorrência de precipitação, sobretudo, nas regiões do Sertão e Alto Sertão.

Figura 4. Monitoramento da precipitação (mm/mês) de fevereiro a maio de 2019 de cada mesorregião da Paraíba, com base na régua quantílica utilizando os quantis $Q_{0,15}$; $Q_{0,35}$; $Q_{0,65}$ e $Q_{0,85}$ para anos de 1994 a 2019.



Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

4. CONCLUSÕES

A partir da aplicação da Técnica dos Quantis nas séries pluviométricas das regiões homogêneas do estado da Paraíba, pode-se afirmar que partindo da climatologia para detectar o semestre mais chuvoso e ano hidrológico, observou-se que o menor registro pluviométrico se deu para região do Cariri/Curimataú e o maior registro para região do Litoral.

Diante das réguas quantílicas para uso no monitoramento da precipitação nas regiões homogêneas da Paraíba, entre os meses de janeiro a maio, observou-se o mês de janeiros apresentou a maior variabilidade interanual, quantificada pela razão $Q_{0,85}/Q_{0,15}$, que, para o mês de janeiro, é superior a 18,5 no Cariri/Curimataú e 5,2 no Alto Sertão. Ressalta-se que a partir de uma análise sinótica concluiu-se que esta grande variabilidade de precipitação, no referido mês, é decorrente da variabilidade do posicionamento do VCAN, que em alguns anos posiciona-se favorável à ocorrência de precipitação muito intensa, exemplo 2004, e em outros anos sua posição inibe a precipitação, como ocorreu em 2006.

No mês de fevereiro, a região do Cariri/Curimataú e do Brejo foram classificadas como a região mais seca e mais chuvosa, respectivamente. Uma análise sinótica apontou o VCAN como o sistema atmosférico causador da pluviosidade para esse mês.

Em março, assim como em abril, pode-se afirmar, que a ZCIT foi o sistema que mais contribuiu na ocorrência de precipitação pluvial, portanto, sua atuação é de suma

importância para diagnosticar a qualidade da estação chuvosa na Paraíba, principalmente sobre as regiões do Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão.

No mês de maio observou-se que a razão $Q_{0,85}/Q_{0,15}$ apresenta o menor valor mensal em cinco das seis regiões, exceção é o litoral. As regiões com os maiores registros pluviométricas foram o Sertão e o Alto Sertão devido, principalmente, à atuação favorável da ZCIT, o maior sistema meteorológico provedor de precipitação em grande parte do estado da Paraíba.

No mês de maio, as regiões de maiores destaques foram o Sertão e o Alto Sertão, tendo a ZCIT como o sistema responsável pela alta demanda de índices pluviométricos nesse referido mês.

A régua dos meses junho e julho apontou que o DOL pode induzir chuvas nas áreas da Paraíba, principalmente sobre as regiões do Litoral e Brejo. Ressalta-se que o posicionamento da alta pressão subtropical do Atlântico Sul é importante para qualidade da estação chuvosa das regiões Agreste, Brejo e Litoral da Paraíba.

Observou-se na régua da quadra chuvosa que a razão $Q_{0,85}/Q_{0,15}$ é inferior a 2 (dois) nas regiões do Litoral, Brejo e Alto Sertão, justamente as regiões com os maiores totais estacionais de precipitação.

Na régua dos meses de fevereiro a maio observou-se o menor total de precipitação da quadra chuvosa na região do Cariri/Curimataú, o qual ocorreu no ano de 1998. Na região do Alto Sertão ocorreu o maior registro pluviométrico no ano de 2008. Associado ao menor e maior valor registrado pode-se afirmar que o El Niño e a La Niña com sua configuração favorável contribuíram para a diminuição e o aumento da pluviosidade, respectivamente.

Na régua do quadrimestre fevereiro a maio de 2019, detectou-se que as regiões do Alto sertão, Sertão e Cariri/Curimataú apresentaram quadrimestre chuvoso, enquanto Agreste, Brejo e Litoral, quadrimestre normal. As chuvas observadas em todas as regiões foram decorrentes da atuação da ZCIT. Deve ser destacada a atuação de um VCAN, no mês de janeiro, que também contribuiu para ocorrência de precipitação com maior relevância para as regiões do Sertão e Alto Sertão.

Finalmente é possível concluir que a técnica dos quantis detectou com sucesso a dinâmica da precipitação pluvial ocorridas no estado da Paraíba no ano de 2019. Portanto, trata-se de uma ferramenta fundamental para o monitoramento da precipitação mensal,

sazonal e anual do estado da Paraíba e deve ser utilizada pelo órgão de gestão das águas do Estado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, Saremi; SOLGHAR, A. A. Arab.; SEDGHI, H; KAVEH, F. Use of the Spatial Analysis Neural Network Algorithm for Regional Drought Analysis in Iran (Sann). **Ovidius University Annals Series: Civil Engineering**, v. 1, n. 12, p. 91-100, 2010.

ALVES, José Maria Brabo. Reanálise de índices de temperatura da superfície do mar no Atlântico e Pacífico tropicais potenciais indicadores da qualidade da estação chuvosa do setor norte do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 179-187, 2002.

ARAÚJO, Lincoln Eloi de; MORAES NETO, João Miguel de; SOUSA, Francisco de Assis Salviano de. Classificação da precipitação anual e da quadra chuvosa da bacia do rio Paraíba utilizando índice de Anomalia de Chuva (IAC). **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science**, v. 4, n.3, p. 93-110, 2009.

BECKER, Carmem Terezinha; MELO, Maria Monalisa Mayara Silva; COSTA, Milla Nóbrega de Menezes; RIBEIRO, Roberta Everllyn Pereira. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba**. Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 1, p. 286-299, 2011.

DAYAL, Kavina S.; DEO, Ravinesh C.; APAN, Armando A. Spatio-temporal drought risk mapping approach and its application in the drought-prone region of south-east Queensland, Australia. **Natural Hazards**, n. 93, p. 823-847, 2018. (https://doi.org/10.1007/s11069-018-3326-8).

FARIAS, Célio da Silva. **Uso da Técnica dos Quantis no Monitoramento da Precipitação e da Temperatura do Ar na Região Sul do Brasil.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, 81p., 2012.

FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais Sistemas Atmosféricos Atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a Influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no Clima da Região. **Revista Brasileira de Climatologia,** v. 1, p. 15-26, 2005.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; SANTOS, Djail. **Climatologia do Estado da Paraíba**. 1. ed. Campina Grande: EDUFCG. v. 1, 75p., 2017.

HASTENRATH, Stefan; HLLER, Leon. Dynamics of climatic hazards in Northeast Brazil. **Quaternary Journal Royal Meteorological Society**, v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.

KALISA, Wilson; IGBAWUA, Tertsea; UJOH, Fanan; AONDOAKAA, Igbalumun S ; NAMUGIZE, Jean Nepomuscene; ZHANG, Jahua. Spatio-temporal variability of dry and wet conditions over East Africa from 1982 to 2015 using quantile regression model. **Natural Hazards**, v. 106, p. 2047-2076, 2021. (https://doi.org/10.1007/s11069-021-04530-1).

KOUSKY, Vernon E. Frontal influences on Northeast Brazil**. Monthly Weather Review**, v. 107, p. 1140-1153, 1979

KOUSKY, Vernon E.; GAN, Manoel Alonso. Upper Tropospheric Cyclone Vortices in the Tropical South Atlantic. **Tellus**, v.33, p.538–550, 1981.

LYRA, Matheus José Arruda; ARRAUT, Josefina Moraes. Análise Termodinâmica de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis sobre o Nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências,** v. 43, n. 4, 2020.

MACEDO, Maria José Herculano; GUEDES, Roni Valter de Souza; SOUSA, Francisco de Assis Salviano; DANTAS, Fabiane Regina da Cunha. Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Revista Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science,** v. 5, n. 1, p. 204-214, 2010.

MELLO, Yara Rúbia de; LEITE, Mariana Bini. Caracterização da precipitação mensal, sazonal e anual para o estado do Paraná em períodos secos, normais e chuvosos (1977-2006). IN: PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. (ORG.). **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**. Instituto de Geociências, Universidade de Campinas, UNICAMP, Campinas, v. 1, p. 2127-2137, 2017. (https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2429).

MELO, Anna Bárbara C.; CAVALCANTI, Iracema F. de A.; SOUZA, Paula Pereira. Zona de Convergência Intertropical do Atlântico. In: Cavalcanti, Iracema F. de A.; Ferreira, Nelson de Jesus; Dias, Maria Assunção Faus da Silva; Silva, Maria Gertrudes Aalvarez Justi da (Org.). **Tempo e Clima no Brasil**. 01 ed. São Paulo: Oficina de Textos, v. 1, p. 25-41, 2009.

MENEZES, Hudson Ellen Alencar. **Influência da Temperatura da Superfície dos Oceanos Tropicais na Ocorrência de Veranicos no Estado da Paraíba**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, 2006.

MOLION, Luiz Carlos Baldicero; BERNARDO, S. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 17, p.1-10, 2002.

PEREIRA, Michaell Douglas Barbosa; MOURA, Marcelo de Oliveira; LUCENA, Daisy Beserra. Análise da variabilidade pluviométrica interanual da Zona da Mata nordestina e a identificação de anos padrão. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 26, p. 30-50, 2020.

PINHO, Vinicius Nunes. **Relatório anual das condições meteorológicas e evolução da seca no estado de Alagoas.** Governo do Estado de Alagoas. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas, 2015, 33p. (Disponível em https://dados.al.gov.br/catalogo/hr/dataset/relatorio-anual-do-2015-das-condicoes-meteorologicas-e-evolucao-da-seca-no-estado-de-alagoas/resource/99961d24-6ded-4a39-9b2f-d5706eaafb12). Acessado 14 de dezembro de 2021.

PINKAYAN, Subin. Conditional Probabilities of Occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area. **Hydrology Papers, Colorado State University, Fort Collins, Colorado**, n. 12, 53p., 1966.

RODRIGUEZ, Janete Lins. **Atlas Escolar da Paraíba**, 3. ed. João Pessoa: Grafset, 112p.,2002.

SANTOS, Ana Paula Paes dos; PINTO JÚNIOR, Osmar; SOUZA, Everaldo Barreiros de; AZAMBUJA, Rodrigo; LIMA, Francisco José Lopes de; SANTOS, Sérgio Rodrigo Quadro dos. Eventos climáticos extremos de descargas atmosféricas sobre o estado de São Paulo. Parte I: Aspectos anuais e sazonais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.9, n.5, p. 1346-1356, 2016.

SHIN, Hyun-Suk; SALAS, Jose D. Regional drought analysis based on neural networks. **Journal of Hydrologic Engineering,** v. 5, n. 2, p. 145-155, 2000.

SILVA, Vicente de P. R. da; CAVALCANTI, Enilson P.; NASCIMENTO, Marília G.; CAMPOS, João Hugo B. da C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n.2, p. 269-274, 2003.

SILVA, Vicente P. R. da; PEREIRA, Emerson R. R.; AZEVEDO, Pedro V. de; SOUSA, Francisco de A. S. de. SOUSA, Inajá F. de. Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.131–138, 2011.

VALENTIM, Micaela; MONTEIRO, Sury; ROLLNIC, Marcelo. The Influence of seasonality on haline zones in an Amazonian Estuary. **Journal of Coastal Research**, n. 85, p. 76-80, 2018.

VAREJÃO-SILVA, Mario Adelmo. **Meteorologia e Climatologia**. Recife: INMET, 2006.

YAMAZAKI, Yoshihiro; RAO, Vadlamudi Brahmananda. Tropical cloudiness over South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan**, v. 55, n. 22, p. 205-207, 1977.

XAVIER, Terezinha de Maria Bezerra Sampaio. **Tempo de chuva: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional**. Fortaleza: ABC Editora, 478p., 2001.

XAVIER, T. M. B. S.; XAVIER, Airton Fontenele Sampaio. Caracterização de Períodos Secos e ou Excessivamente Chuvosos no Estado do Ceará Através da Técnica dos Quantis: 1964-1998. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 14, n. 2, p. 63-78, 1999.

XAVIER, Terezinha de Maria Bezerra Sampaio; XAVIER, Airton Fontenele Sampaio; DIAS, Maria Assunção Faus da Silva; DIAS, Pedro Leite da Silva. Interrelações entre eventos ENOS (ENSO), a ZCIT (ITCZ) no Atlântico e a chuva nas bacias hidrográficas do Ceará**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.8, n.2, p.111-126, 2003.