

Painel têmporo-espacial e box-plot para a análise da pluviosidade na região do Cariri Paraibano

Temporal-space panel and box-plot for analysis of rainfall in the region of Cariri Paraibano

Resumo:

A região semiárida apresenta alta irregularidade de chuvas, falta de acesso   água, longos períodos de estiagens e secas recorrentes, afetando diretamente toda a popula o e a economia da região. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho   conhecer um pouco sobre a variabilidade, anomalia e verifica o de anos padrões (seco, habitual e úmido) do regime pluviométrico através do painel têmporo-espacial e do gráfico do *box-plot* para a microrregião do Cariri Paraibano. Estes métodos são bastante simples e permitem gr ficamente a análise exploratória dos dados e identifica o de eventos padrão. O range utilizado para classifica o dos anos super seco e super úmido foi de 5% a 95%, respectivamente. Os resultados confirmam que a região apresenta uma acentuada distribui o pluviométrica tanto temporal como espacial. A partir do cálculo utilizando o *box-plot* para o período interanual, foram identificados dois eventos extremos, que destacam-se do restante da série de dados, o ano de 1993, ano extremamente seco com 145,27 mm e o ano de 1985 (com 1103,78 mm), com um aumento de 90% em rela o a média da região. Para o período mensal observou-se valores discrepantes em todos os meses. Os anos que melhor expressam o regime seco, habitual e úmido são 1998 com uma redu o de 75%, 2003 com 83% na categoria habitual e 2009 com 67% na categoria  mido. Dentre os anos em estudo observa-se que a condi o que mais se repete s o anos enquadrados na categoria habitual (padrão) com 24 anos.

Abstract:

The semi-arid region presents high rainfall irregularities, lack of access to water, long periods of drought and recurrent droughts, directly affecting the whole population and the region's economy. In view of the above, the objective of this work is to know a little about the variability, anomaly and verification of standard years (dry, usual and humid) of the pluviometric regime through the temporomandibular panel and the box-plot graph for the Cariri microregion Paraibano. These methods are quite simple and graphically allow the exploratory analysis of data and identification of standard events. The range used for classification of the super dry and super humid years was 5% to 95%, respectively. The results confirm that the region presents a pronounced temporal and spatial pluviometric distribution. From the calculation using the box-plot for the interannual period, two extreme events were identified, which stand out from the rest of the data series, the year 1993, extremely dry year with 145.27 mm and the year 1985 (with 1103.78 mm), with an increase of 90% in relation to the average of the region. For the monthly period discrepant values were observed in all months. The years that best express the dry, usual and humid regime are 1998 with a reduction of 75%, 2003 with 83% in the usual category and 2009 with 67% in the humid category. Among the years under study it is observed that the condition that repeats the most is years in the usual category (standard) at 24 years.



Jaric lia Patrícia de Oliveira Sena¹, João Miguel de Moraes Neto², Daisy Beserra Lucena³

¹Engenheira de Biosistemas, Doutoranda do Programa de Pós-Gradua o em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB. E-mail: jariceliasena@hotmail.com (autor correspondente)

²Dr. em Recursos Naturais, Prof. Titular UFCG, Campina Grande-PB, moraes@deag.ufcg.edu.br

³Dra. em Meteorologia, Profa. Adjunta DGEOC/CCEN/UEPB/João Pessoa-PB, daisy lucena@yahoo.com.br

Contato principal

Jaric lia Patrícia de Oliveira Sena¹



Palavras chave: variabilidade da precipita o, eventos extremos, anos padrão

keywords: precipitation variability, extreme events, standard years



INTRODUÇÃO

Sobre as mudanças climáticas, a Política Nacional sobre Mudanças do Clima, instituída pela Lei 12.187 de 29 de dezembro de 2009 (BRASIL, 2009), define-a como sendo “direta ou indiretamente atribuída à atividade humana que altere a composição da atmosfera mundial e que se some àquela provocada pela variabilidade climática natural observada ao longo de períodos comparáveis” e a região semiárida do Nordeste Brasileiro é uma região foco de risco a essas mudanças (MARENGO, 2008; SIMÕES et al., 2010).

A região semiárida brasileira abrange cerca de 89,5% do território nordestino, ocupando uma área de mais de 980 mil Km², com 1.133 municípios localizados a maioria nos estados nordestinos, com exceção do Maranhão e também do Estado de Minas Gerais (região sudeste), onde reside uma população de aproximadamente 22,5 milhões de habitantes (MARENGO, 2008; OBERMAIER e ROSA, 2013; IBGE, 2016). Essa região apresenta alta irregularidade de chuvas, falta de acesso à água, longos períodos de estiagens e secas recorrentes, afetando diretamente toda a população e a economia da região. Sendo assim, a região é considerada uma das mais vulneráveis dentro do Brasil, do ponto de vista social às mudanças atuais e mais ainda às que se projetam para o futuro (MARENGO et al., 2011).

Marengo et al. (2011) ressaltam que, com as projeções de redução da precipitação e aumento da temperatura na região semiárida, ocorre uma ameaça de intensificar as dificuldades de acesso à água o que pode levar a uma crise potencialmente catastrófica, sendo os mais vulneráveis os agricultores pobres e sendo provável que aumente o deslocamento da população para outras regiões.

Dessa forma, pesquisas que visem analisar os impactos, vulnerabilidades, além de proporem medidas de adaptação e mitigação no que tange aos futuros impactos previstos pelas mudanças do clima são consideradas relevantes para a região semiárida. O interesse por esse tipo de investigações não se restringe apenas aos pesquisadores, mas atinge um círculo mais amplo, já que as mudanças climáticas preocupa também os tomadores de decisão e a população em geral, pois nos últimos anos a seca, vem provocando imensos problemas, principalmente no tocante aos recursos hídricos e, sendo esse, um fator crucial para a região (TUCCI et al., 2000; GEO BRASIL, 2007).

Na região semiárida está localizada a microrregião do Cariri Paraibano, onde se concentra uma das áreas mais secas do estado, as variáveis meteorológicas e a disposição orográfica, em associação, determinam o clima semiárido acentuado, exibindo a fragilidade da população local aos eventos extremos de precipitação (WANDERLEY et al., 2012).

Diversos elementos colaboram para modular a variabilidade na precipitação pluviométrica tanto temporal como espacial, como por exemplo, os fenômenos atmosféricos decorrentes da influência do oceano na

atmosfera, as oscilações da Temperatura da Superfície do Mar - TSM sobre os Oceanos Tropicais (El Niño - Oscilação Sul – ENOS no Pacífico e o Gradiente Inter-hemisférico – GRADM no Atlântico) (SOARES e BRITO, 2006; MARENGO, 2011). Outro fenômeno que se pode destacar é a oscilação de baixa frequência, como a variabilidade interdecadal, na qual insere-se a Oscilação Decadal do Pacífico - ODP (SILVA et al., 2012).

Segundo Wainer (2010), estudando as influências do oceano Atlântico na variabilidade climática do Brasil, confirma que a TSM na região tropical deste oceano desempenha um papel importante sobre a precipitação no Nordeste Brasileiro. Já Nóbrega et al. (2000), ao considerarem os fenômenos El Niño, La Niña e o Gradiente Inter-hemisférico – GRADM do Atlântico Tropical, constataram que eles ocasionam mudanças na circulação de grande escala, e que as irregularidades da TSM do Pacífico equatorial atingem a pluviometria da região do Ceará; sendo que o fator primordial sobre o índice pluviométrico na estação chuvosa é o Gradiente Inter-hemisférico – GRADM do Atlântico Tropical.

Neste contexto de mudanças climáticas, região de risco e região semiárida, esse trabalho apresenta-se de extrema importância com o intuito de conhecer um pouco mais sobre a variabilidade, anomalia e verificação dos anos padrão (seco, habitual e úmido) do regime pluviométrico através do painel têmporo-espacial e do gráfico *Box-plot* para a microrregião do Cariri Paraibano.

MATERIAIS EMÉTODOS

Área de Estudo

O Cariri Paraibano é dividido politicamente em Cariri Oriental e Cariri Ocidental formado por 12 e 17 municípios, respectivamente, somando um total de 29 municípios, são eles: Alcantil, Barra de Santana, Barra de São Miguel, Boqueirão, Cabaceiras, Caraúbas, Caturité, Gurjão, Riacho de Santo Antônio, Santo André, São Domingos do Cariri, São João do Cariri, Amparo, Assunção, Camalaú, Congo, Coxixola, Livramento, Monteiro, Ouro Velho, Parari, Prata, São João do Tigre, São José dos Cordeiros, São Sebastião do Umbuzeiro, Serra Branca, Sumé, Taperoá e Zabelê, vide Figura 1.

A região como um todo possui uma população de 185.235 habitantes e uma densidade demográfica de 17,3 habitantes por Km² (IBGE, 2010). O desenvolvimento da atividade agrícola nesses municípios é baixo, por causa do déficit hídrico, prevalecendo à pecuária caprina e a extração de lenha (MOREIRA e TARGINO, 1997).

Essa região apresenta os menores índices pluviométricos de todo o Estado, no Cariri Oriental as médias pluviométricas são menores que a parte Ocidental, em torno de 400 a 500 mm/ano, apresenta relevo com topografia suave ondulada a ondulada, predomina a economia pastoril, em que se destaca a criação de caprinos (SOUZA, 2007).

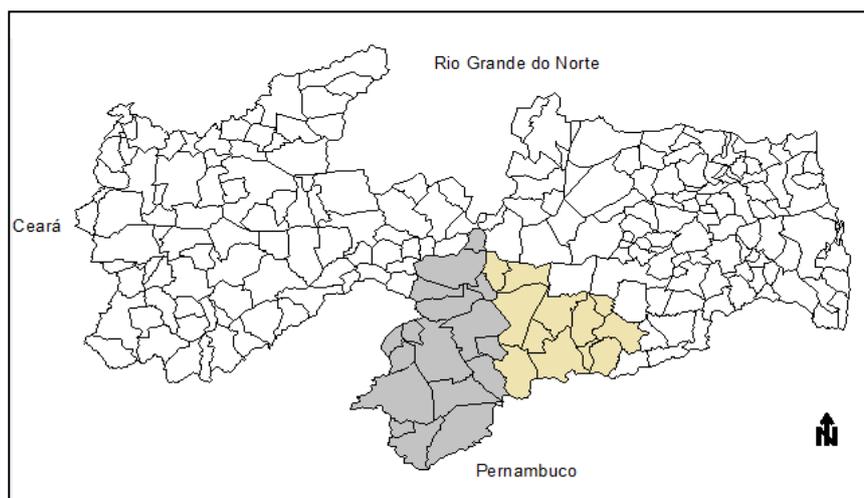


Figura 1. Divisão Político-administrativa da região do Cariri Paraibano (Cariri Oriental e Ocidental).

Essa região apresenta os menores índices pluviométricos de todo o Estado, no Cariri Oriental as médias pluviométricas são menores que a parte Ocidental, em torno de 400 a 500 mm/ano, apresenta relevo com topografia suave ondulada a ondulada, predomina a economia pastoril, em que se destaca a criação de caprinos (SOUZA, 2007).

Logo no Cariri Ocidental as médias pluviométricas são um pouco maiores, 500 a 600 mm/ano, com um relevo com uma declividade mais intensa e uma economia mais diversificada, tanto na pecuária como na agricultura (SOUZA, 2008). Essa variação das médias pluviométricas também foi observada por Sena et al. (2014) onde foi verificada a variação leste-oeste.

Os maiores índices de precipitação pluviométricos ocorrem nos meses de fevereiro a maio, mas mesmo assim sua distribuição não é homogênea, a chuva esperada para um mês pode ocorrer em poucos dias ou mesmo horas, ao mesmo tempo em que a próxima chuva só venha ocorrer muitas semanas à frente, caracteriza-se a região por uma elevada heterogeneidade. Um mesmo município pode receber uma descarga pluvial esperada ou acima da média estimada, em outras áreas o total recebido pode ficar muito abaixo da média estimada (SOUZA, 2008; SENA et al., 2012).

O clima da região é do tipo Bsh (semiárido quente) caracterizado por temperaturas elevadas (médias anuais em torno de 26°), baixas amplitudes térmicas e chuvas escassas, concentrada no tempo e irregulares (AESA, 2006; NASCIMENTO e ALVES, 2008; FRANCISCO, 2010).

A vegetação predominante na região é a caatinga, com características hiperxerófilas, floresta caducifólia e subcaducifólia, que são altamente dependentes do regime pluviométrico. Segundo Ab'Saber (2003), as espécies predominantes nessas regiões, são espécies de metabolismos resistentes como a hiperxerófitas, com múltiplos espinhos protetores, caducifólias, que perdem

suas folhas durante a estação seca, ambas tem uma característica marcante, quando chegam às primeiras chuvas, tudo enverdece, pois a existência da água na superfície dos solos, em combinação com a forte luminosidade, restaura a funcionalidade da fotossíntese.

Apesar das dificuldades hídricas que a região enfrenta, o Cariri dispõem de belezas naturais distintas como vales, serras, plantas e animais que precisam ser preservados, além de explorar suas potencialidades para o desenvolvimento da região.

Dados Utilizados

São utilizados dados mensais de precipitação para o período de 1979 a 2015, provenientes do CPC (*Climate Prediction Center*), centro pertencente ao NCEP (*National Centers for Environmental Prediction*), para os 29 municípios. Esse conjunto de dados de precipitação, em ponto de grade, possui uma resolução espacial de 0,5° para todo o globo, são dados diários e estão disponíveis de 1979 até o presente momento (CHEN et al., 2008). A validação destes dados de precipitação para a região em estudo foi realizado por Sena et al. (2012), os quais verificaram que os dados do CPC conseguem reproduzir bem a precipitação anual e para o período chuvoso da região, principalmente para o trimestre chuvoso que concentra-se nos meses de fevereiro a abril, correspondendo a 49 % da precipitação anual.

Metodologia

O painel tempo-espacial representa concomitantemente a variação temporal dos fenômenos climáticos num eixo espacial, tornando possível a visualização de diferentes feições da pluviosidade contribuindo para a análise sistêmica do espaço geográfico (SANT'ANNA NETO, 2008).

O método *box-plot* (gráfico de caixa) foi utilizado por ser uma ferramenta gráfica simples para análise exploratória possibilitando o resumo de uma série temporal de observações.

Segundo Triola (2005) pode-se descrever as características mais proeminentes de um conjunto de dados, como por exemplo, média, mediana, dispersão e a extensão e a natureza de qualquer desvio em relação à simetria, além de possibilitar visualizar valores atípicos (*outliers* - valores extremos).

Por fim, o *box-plot*, pode ser utilizado na análise de valores extremos de precipitação e também como ferramenta diagnóstica para monitorar a variabilidade mensal, sazonal e anual da chuva observada em uma determinada localidade.

Galvani e Luchiari (2005), Ramos et al. (2012), Schneider e Silva (2014); utilizaram essa técnica para identificar

anos padrões, ou seja, anos habituais (normais), secos, úmidos (chuvosos) e com precipitações extremas.

Os eventos extremos de chuva podem ser definidos como sendo um fenômeno de ocorrência rara, que se distancia da média, variando em intensidade e magnitude, conforme Sarewitz e Pielke (2001).

Para a construção do gráfico *box-plot* (Figura 2), de forma simplificada, é necessária a determinação do menor (mínimo) e maior valor (máximo) da série, do primeiro (Q1) e terceiro (Q3) quartis, a mediana e o valor da média. Os quartis delimitam respectivamente, o valor que representa os 25%, menores observações, e o valor que deixa 75% abaixo desse valor. A mediana descreve o centro da distribuição.

Neste estudo, o *box-plot* foi elaborado adotando-se uma faixa de percentis de 5% a 95%, ou seja, todas as observações fora deste intervalo foram consideradas fora do padrão ou pontos de dados que são atípicos dos valores restantes (*outliers*).

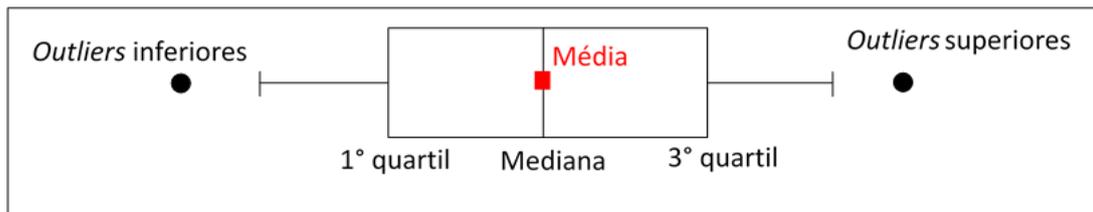


Figura 2. Esquema de interpretação do gráfico tipo *box-plot*.

De acordo com Galvani e Luchiari (2005), o *box-plot* elaborado para identificação de período secos e úmidos os *outliers* serão aqueles em que o total de chuva for considerado super úmido ou super secos, correspondendo aos valores que ficarem fora do range de 1% a 99%; de 5% a 95% e até de 10% a 90% da série. Neste estudo utilizou-se um range de 5% a 95%. A classificação dos anos em relação a secos, normais e úmidos foi realizada com base na Tabela 1.

Tabela 1. Classificação da precipitação

Precipitação (mm)	Classificação
5% menores da série	Super Seco
Entre $V_{mín}$ e 1º quartil	Seco
Entre o 1º quartil e 3º quartil	Habitual (normal)
Entre 3º quartil e V_{max}	Úmido
5% maiores da série	Super úmido

Fonte: Adaptada de Galvani e Luchiari (2005)

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise espaço-temporal da precipitação em escala mensal e interanual foram realizadas através de gráficos têmporo-espaciais, onde se pode verificar como a variável se comporta no tempo e espaço concomitantemente.

Na Figura 3, temos a variabilidade espaço-temporal da precipitação mensal para as 29 cidades do Cariri paraibano no período de 1979 a 2015. Observa-se que a precipitação pluviométrica concentra-se basicamente nos seis primeiros meses do ano (janeiro a junho), com os maiores índices pluviométricos no trimestre de fevereiro a abril, trimestre mais chuvoso da região.

Nota-se ainda na Figura 3 que no segundo semestre (julho a dezembro) os valores de precipitação são bem baixos, não ultrapassando 35 mm, em todos os municípios.

Este padrão de chuvas na região é uma característica inerente à região, e percebida também por outros autores, tais como, Silva (2007); Macedo et al. (2010); Becker et al. (2011) e Sena et al. (2012) em que observaram que de fevereiro a maio ocorre os picos de maior precipitação, vindo a decrescer significativamente nos meses seguintes.

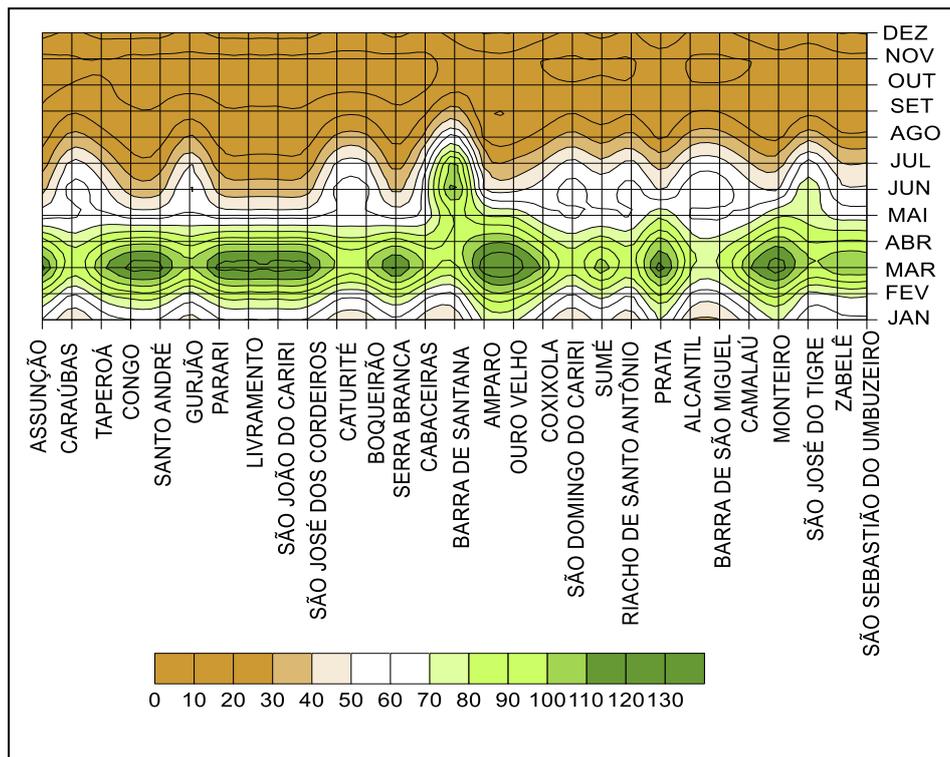


Figura 3. Variabilidade espaço-temporal da precipitação mensal para as 29 cidades da região do Cariri Paraibano, no período de 1979 – 2015.

Destacando-se a cidade de Barra de Santana, com maiores índices pluviométricos no período anual até o mês de agosto, diminuindo nos meses considerados secos (setembro, outubro e novembro), o que necessitaria de uma investigação mais profunda para explicar o porquê, se esse comportamento está atrelado a interpolação.

A variação em escala interanual apresenta uma acentuada variabilidade com oscilações de períodos com excessos ou déficit de chuva (Figura 4).

No período em estudo, o ano de 1985 destacou-se com precipitações intensas em todos os municípios do Cariri. Esse ano coincide com atuação da fase fria do fenômeno ENOS – El Niño/Oscilação Sul, ou seja, ano de La Niña moderada e sobre o Oceano Atlântico a presença do gradiente inter-hemisférico negativo (SENA, 2015), isso significa que, as condições sobre os dois oceanos favorecem de forma significativa o aumento da precipitação na região, conforme Marengo et al. (2011) e Sena e Lucena (2013).

Também nota-se um aumento da quantidade de chuvas anuais durante o período de 2004 a 2011, em que há o predomínio do evento La Niña sobre o Pacífico, e no oceano Atlântico as condições do GRADM negativo e neutro.

Anos com precipitações mais baixas na série são os anos de 1979 a 1983, seguidos por 1989 com precipitações que diminuiram até o ano de 1993 e o ano de

1998. E um período de estiagem bem recente de 2012 a 2015.

No ano de 1998 conforme Marengo et al. (2011), ocorreu o El Niño mais intenso nos últimos 150 anos. De acordo com os estudos da Fundação Joaquim Nabuco (Fundaj) em uma pesquisa realizada em 15 municípios de cinco estados afetados, o ano de 1998 resultou em um queda de 72% na produção de feijão, milho, arroz, algodão e mandioca.

Segundo Sena (2015), esses anos de precipitações abaixo da média é observado o predomínio do evento El Niño na categoria forte, e no oceano Atlântico as condições de GRADM neutro, exceção ocorreu nos anos de 1989 e 2012, em que configurava no Pacífico o evento La Niña leve e moderado e sobre o Atlântico o GRADM neutro e positivo, respectivamente.

Com relação aos anos de eventos secos, observa-se ainda na figura 4, que os anos que apresentaram maiores reduções pluviométricas são 1993, 1998 e 2012. Para os anos de 1993 e 1998 há predominância de El Niño forte e GRADM neutro, em 2012 a presença de La Niña moderado e GRADM positivo, contribuindo para os baixos volumes de precipitação como mostra vários estudos, como por exemplo, Moura e Shukla, 1981; Hastenrath e Heller, 1997 e Lucena et al., 2011.

Sendo assim, pode ser verificado que, apesar da região sofrer com períodos de secas, precipitação abaixo da média, também se tem períodos (anos) consecutivos de chuvas, e isto leva a todos - gestores, pesquisadores e

população - a refletir sobre a questão das políticas públicas, no desenvolvimento de mecanismos e ações que visem orientar toda a sociedade residente nessas localidades para saber lidar com o período de estiagem e ter consciência que é possível unirem-se a formas de desenvolvimento da região mesmo nos períodos mais críticos, valendo-se de práticas sustentáveis e planejamento.

É notório em todas as Figuras que o município de Barra de Santana vem se destacando, apresentando precipitação mensal e interanual maior do que os outros municípios. Na Figura 4, observa-se que o município de Barra de Santana apresentou uma precipitação variando de 314 mm a 1148 mm, sendo necessárias análises quanto a localização, relevo da região, como comentado anteriormente.

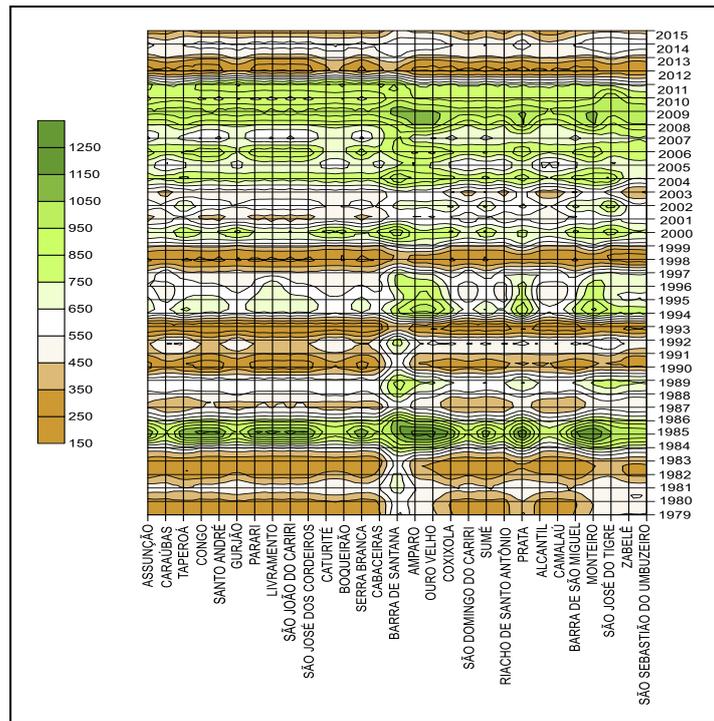


Figura 4. Variabilidade espaço temporal da precipitação mensal para as 29 cidades da região do Cariri Paraibano, no período de 1979 – 2015.

Com a finalidade de estudar as variabilidades apontadas na Figura 4, aplicou-se o método do *box-plot* na classificação de regimes pluviométricos em escala interanual e mensal. Técnica aplicada com o objetivo de classificar os anos em relação a quantidade de chuva de acordo com a Tabela 1, e também identificar os anos de eventos extremos, em se tratando da variabilidade para a região.

A partir do cálculo utilizando o *box-plot*, percebe-se na Figura 5a dois eventos extremos identificados, que sobressaem do restante da série de dados, o ano de 1993, ano extremamente seco com 145,27 mm e o ano de 1985, o ano mais chuvoso do período como observado na Figura 4, que apresentou um volume pluviométrico de 1103,78 mm.

Na Figura 5a pode-se obter o valor da precipitação média para a região no período em análise, que foi de 573,24

mm. A distribuição apresentou simetria, chegando a este resultado pela comparação da média com a mediana que teve praticamente o mesmo valor (mediana = 573,35 mm), o que também pode ser visualizado no gráfico *box-plot*. O valor do 1º quartil foi de 424,82 mm e do 3º quartil 749,77 mm.

O gráfico *box-plot* mensal (Figura 5b) corrobora com a variabilidade anual para a região e ressalta a grande variação apresentando em todos os meses valores discrepantes, ou podemos dizer, precipitações extremas. Observa-se também que a média difere bastante do valor da mediana, principalmente no primeiro semestre do ano, isto porque essa medida estatística é sensível a valores extremos e, como existem valores atípicos, elevam esses valores, talvez a mediana represente melhor a característica real da precipitação mensal média (Figura 5 b).

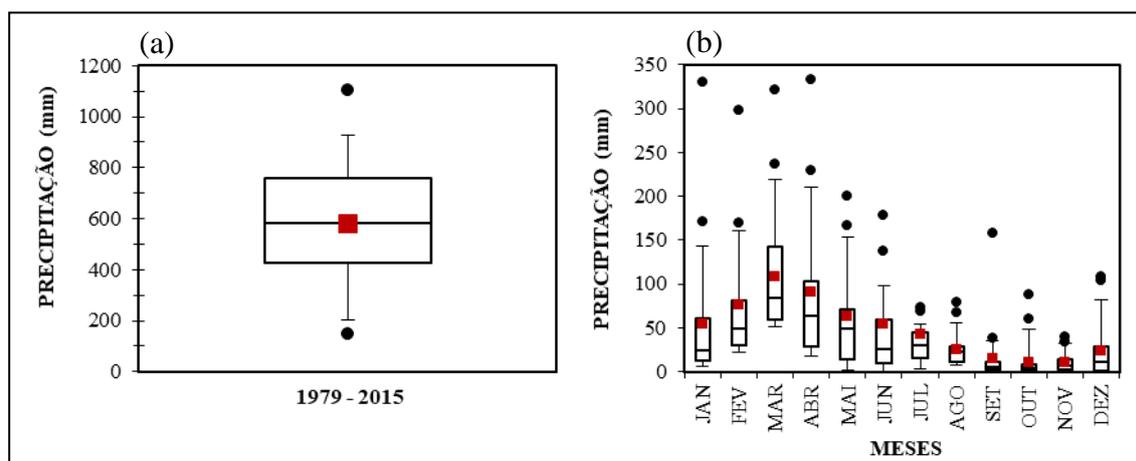


Figura 5. *Box-plot*, elaborado a partir dos dados pluviométricos da série estudada de 1979-2015 para o Cariri paraibano, no período interanual (a) e anual (b).

A partir da elaboração do *box-plot*, foram definidas classes e cores correspondentes, cada uma de acordo com cada característica pluvial (Tabela 2). Dessa forma o ano de 1985 (1103,78 mm) se destacou como super úmido e

1993 (145, 27 mm) super seco. Estes anos também foram identificados como extremos quando aplicado a técnica dos quantis por Sena et al. (2014).

Tabela 2. Características pluviais obtidas por meio da técnica do *box-plot*.

CARACTERÍSTICAS PLUVIAIS	CLASSES (MM)	CORES
Super Seco	$p < 221,12$	
Seco	$221,12 < p < 413,98$	
Habitual	$413,98 < p < 749,77$	
Úmido	$749,77 < p < 917,87$	
Super Úmido	$p > 917,87$	

Identificados esses eventos extremos, super seco e super úmido, apresenta-se a seguir os mapas espaciais para eles, com o intuito de verificar como se comporta a precipitação nos municípios da região nestes anos de precipitação extremas e opostas, um extremamente seco e outro extremamente úmido.

Para o ano de 1985 (Figura 6a), ano chuvoso, observa-se que toda a região está entre as características pluviais: úmido e super úmido. Durante todo o ano de 1985 a distribuição da precipitação na região em estudo foi bem acima da média climatológica, mais precisamente 90%. Como já mencionado, os dois oceanos estavam em condições que favoreceram a precipitação na região.

Para o ano de 1993, super seco (Figura 6b) nota-se que as chuvas ocorreram abaixo da média em toda a região. A cidade de Barra de Santana e parte de Alcantil chamam atenção por apresentarem precipitação variando de 200 mm a 300 mm.

Nesse ano temos a predominância do fenômeno El Niño no Oceano Pacífico que se configurou com intensidade forte, não havendo influência do gradiente inter-hemisférico que estava em condições neutras.

Segundo a SUDEME (1994), o ano de 1993, apresentou uma seca que atingiu 70% da região Nordeste. De acordo com os relatos de agricultores, essa se configura como a pior seca que já passaram, alguns tiveram que sair de suas casas e migrar para outra localidade por não ter condição de sobreviver (CABRAL, 2012).

É notório que ocorre uma irregularidade na distribuição das chuvas na região em estudo, mas um ponto importante a levantar é que, para determinar anos padrão, secos, habitual ou úmido não se deve referir-se aos totais anuais de chuvas, e sim a distribuição delas no transcorrer do ano (TAVARES, 1976).

Portanto, foi elaborada a tabela cromática (Tabela 3), com a finalidade de mostrar no espaço, o regime pluviométrico da região em estudo para o período de 1979-2015. De acordo com os intervalos de classes, tanto mensal como interanual realizada pela técnica do *box-plot*, e as escalas de cores associadas, é possível constatar os anos considerados como padrão seco (entenda-se como seco e super seco), habitual e úmido (anos classificados como úmido e super úmidos).

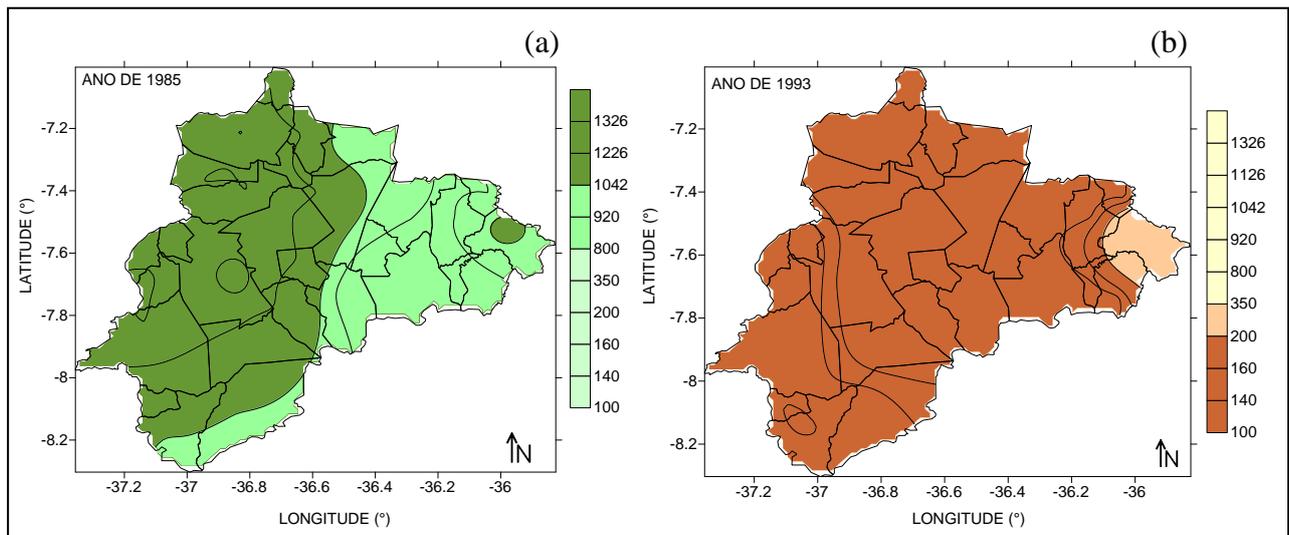


Figura 6. Mapa da distribuição pluviométrica para o ano de 1985 e 1993 para o Cariri Paraibano.

Sendo assim, os anos mais indicados como os representantes das categorias seco, habitual e úmido são 1998 com uma redução de 75%, 2003 com 83% na categoria habitual e 2009 com 67% na categoria úmido (Tabela 3).

Dentre os anos em estudo observa-se que a condição que mais se repete são anos enquadrados na categoria habitual (padrão) com 24 anos (Vide tabela 3).

No ano de 1998, a precipitação pluviométrica ocorreu de forma irregular, destacando-se os meses de janeiro, agosto e dezembro que apresentaram precipitação dentro da média esperada, classificados como habitual, os demais meses apresentaram precipitação abaixo da média, classificados como super seco e seco (Tabela 3).

Sena (2015), comparando os eventos sobre os oceanos no ano de 1998, observou que no oceano Pacífico o fenômeno El Niño e em escala decadal a ODP na fase quente, formando uma junção de sinais positivos sobre este oceano que torna as consequências mais intensas, tendo em vista que o oceano Atlântico estava com condições neutras. Portanto, os baixos volumes pluviométricos podem ter sido influenciados pelo oceano Pacífico, apresentando anomalias negativas de chuvas mais definidas e fortes.

Para o ano de 2003, classificado na categoria habitual, observa-se que a distribuição pluviométrica em quase todos os meses apresentou-se dentro da média, com exceção dos meses de janeiro na categoria úmido e julho na categoria seco. Já no ano de 2009, verifica-se que a maioria dos meses apresentaram precipitações bem acima

da média, destacando-se os meses de março, setembro, novembro e dezembro que foram classificados na categoria habitual, ou seja, todos os meses do ano contribuíram para o aumento precipitação (Tabela 3).

Nesses anos, observou-se no oceano Pacífico o fenômeno El Niño classificado na categoria moderado e forte e GRADM neutro e negativo, respectivamente. O ano de 2009 chama a atenção por mesmo, sendo um ano de El Niño forte, nota-se que ocorre a influência do oceano Atlântico com GRADM negativo, ou seja, apenas o oceano Atlântico parece influenciar na precipitação da região, como é relatado em algumas pesquisas, que aparentemente o Atlântico apresenta uma maior influência na precipitação na região em estudo, devido a sua proximidade (CAVALCANTI et al., 2009).

Por fim, analisando a Tabela 3 é perceptível a enorme variabilidade pluviométrica, tanto em escala interanual quanto anual, ou seja, mesmo sendo considerado um ano chuvoso ou seco, não necessariamente o aumento ou a redução da precipitação ocorrerá nos meses em que costuma ocorrer – período chuvoso verifica-se que, em alguns anos o que “decide” se o total anual é maior ou menor que a média é outros meses que não o quadrimestre chuvoso.

Outro ponto a ressaltar, e que pode ser visto na mesma tabela, é que um ano ser dito chuvoso ou seco, não significa necessariamente que todo o ano apresentou precipitações acima da média, e isso é a variabilidade natural da pluviometria mês a mês.

Tabela 3. Tabela cromática com a ocorrência das chuvas interanual e anuais para o período 1979 a 2015 de acordo com os intervalos de classes obtidos pela técnica do *box-plot*.

ANOS/ MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	TOTAL (mm)	SECO (%)	HABITUAL (%)	ÚMIDO (%)
1979													370,09	42	42	17
1980													365,04	33	50*	17
1981													532,18	50*	25	25
1982													340,66	42	58*	0
1983													320,92	50*	42	8
1984													611,96	33	42*	25
1985													1103,78	8	58*	33
1986													774,05	0	58*	42
1987													413,98	33	58*	8
1988													562,65	17	58*	25
1989													683,92	17	50*	33
1990													272,31	25	75*	0
1991													435,66	42	50*	8
1992													543,85	33	42*	25
1993													145,27	58*	33	8
1994													749,77	8	42	50*
1995													641,60	25	50*	25
1996													601,76	0	67*	33
1997													573,35	25	50*	25
1998													217,71	75*	25	0
1999													481,96	33	25	42*
2000													837,27	0,00	42	58*
2001													458,63	25	50*	25
2002													672,13	8	58*	33
2003													443,01	8	83*	8
2004													873,37	17	50*	33
2005													605,07	17	58*	25
2006													890,94	8	33	58*
2007													630,80	8	58*	33
2008													830,98	0	67*	33
2009													1025,60	0	33	67*
2010													772,02	17	33	50*
2011													851,71	8	33	58*
2012													221,97	58*	42	0
2013													439,60	17	50*	33
2014													583,63	8	67*	25
2015													327,33	33	58*	8

Nota: os * nas três últimas colunas chamam a atenção a classificação do ano com relação a quantidade de meses que apresentaram precipitação entre as categorias classificadas como seco, habitual e úmido.

CONCLUSÃO

Os maiores índices pluviométricos concentram-se no trimestre de fevereiro a abril e no segundo semestre, de julho a dezembro, os valores de precipitação são bem baixos, não ultrapassando 35 mm.

O método *box-plot* aplicado para a classificação dos anos extremos mostrou-se bastante simples e apresentou êxito. Os anos de 1993 e 1985 foram anos extremos, classificados como extremamente seco com 145,27 mm

e extremamente chuvoso com 1103,78 mm (90% acima da média climatológica). Na análise mensal observaram-se valores discrepantes em todos os meses.

Os anos que melhor expressam o regime seco, habitual e úmido foram: 1998 com uma redução de 75%, 2003 com 83% na categoria habitual e 2009 com 67%, na categoria úmido. Dentre os anos em estudo observa-se que a condição que mais se repete são anos enquadrados na categoria habitual (padrão) com 24 anos.

Os meses que contribuem para a classificação de um ano seco ou chuvoso não necessariamente é o período chuvoso, sendo verificado que em alguns anos o que “decide” se o total anual é maior ou menor que a média é outros meses que não o quadrimestre chuvoso.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece à UFCG juntamente ao CAPES/ FAPESQ (Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior e Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba) pela concessão da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

AB' SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 3. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AESA, 2016. Disponível em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/volumesAcudes.do?metodo=preparaUltimosVolumesPorMunicipio>>. Acesso em 17 jan. 2017.

BECKER, C.T.; MELO, M.M.M. S.; COSTA, M.N.M.; RIBEIRO, R.E.P. Caracterização climática das regiões pluviometricamente homogênea do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**. P 286-299, 2011.

BRASIL. Lei n.12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, Edição Extra, p.109-10, 2009.

CABRAL, P. Veteranos da seca no Nordeste dizem que pior já ficou para trás. BBC Brasil. 2012.

CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J., SILVA, M. G. A. J., DIAS, M. A. F. S. Tempo e Clima no Brasil. **Oficina de Textos**. São Paulo – SP. 2009.

CHEN, M.; XIE, P.; CPC precipitation working group. CPC Unified Gauge-based Analysis of Global Daily Precipitation, **Western Pacific Geophysics Meeting**, Cairns, Australia, 2008.

CPTEC. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. **Clima**. INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <http://clima1.cptec.inpe.br/>. Acesso: 02 ago. 2010.

CPC – Climate Prediction Center. Disponível em: <<http://www.cpc.ncep.noaa.gov/>>. Acesso em 15 de jan de 2017.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas**. 2010. 122f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Manejo de Solo e Água, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

GALVANI, E.; LIMA, N.G.B.; ALVES, R.R. Variabilidade e tendência das precipitações no litoral sul de São Paulo. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V. 1, N. 5, p. 1163 – 1176, 2012.

GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA, 10., 2005, [s.l.]. **Anais...** . São Paulo: USP, 2005. p. 5701-5710.

GEO BRASIL. Recursos hídricos: componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas; Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Brasília: MMA; ANA. **GEO Brasil Série Temática: GEO Brasil Recursos Hídricos**, 264 p. 2007.

HASTENRATH, S., HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.103, p.77-92. 1977.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia Estatística. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportall/hapes.html>>. Acesso em: 15 dez. 2016.

LUCENA, D.B.; GOMES FILHO, M.F.; SERVAIN, J. Avaliação do Impacto de Eventos Climáticos Extremos nos Oceanos Pacífico e Atlântico sobre a Estação Chuvosa no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.26, n. 2, p. 297 – 312, 2011.

MARENCO, J.A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semiárido do Brasil. **Parcerias Estratégicas**, v.27, p.149-75, 2008.

MARENCO, J. A.; ALVES, L. M.; BESERRA, E. A.; LACERDA; F. F. **Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro**. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas / editores, Salomão de Sousa Medeiros, Hans Raj Gheyi, Carlos de Oliveira Galvão, Vital Pedro da Silva Paz – Campina Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2011. 385 – 422 p. ISBN 978-85-64265-01-1.

MACEDO, M.J.H.; GUEDES, R.V.S.; SOUZA, F.A.S.; DANTAS, F.R.C. (2010). Análise do índice padronizado de precipitação para o estado da Paraíba, Brasil. **Ambi-Água**, Taubaté, v.5, n.1, p. 204-214.

- MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in northeast Brazil: observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, [s.l.], v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.
- MOREIRA, E.R. F; TARGINO, I. **Capítulos de geografia agrária da Paraíba**. João Pessoa: Editora Universitária/UFPB, 1997.
- NASCIMENTO, S. S. do; ALVES, J. J. A. Ecoclimatologia do Cariri Paraibano. **Revista Geográfica Acadêmica**, [s.l.], v. 2, n. 3, p. 28-41, 2008.
- NÓBREGA, R. S.; ARAÚJO, J. A. P. de; PAIVA NETO, A. C. de; SOUSA MELO, E. C. de; SOARES, D. B; SARAIVA, F. A. M.; SOUZA, W. M. de. O fenômeno El Niño e a influência conjunta do Dipolo do Atlântico no Estado do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBMET, 2000.
- OMERMAIER, M.; ROSA, L.P. Mudança climática e adaptação no Brasil: uma análise crítica. **Estudos Avançados**, 27 (28), 2013.
- RAMOS, Y. S.; RIBEIRO, G. do N.; ALCÂNTARA, H. M. de. Eventos de extremos mensais da precipitação na cidade do Recife/PE (1961 – 2010). **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 7, n. 5, p. 59-66, jan-dez, 2012.
- SANT' ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica a geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicação do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, [s.l.], v. 4, n. 4, p. 61-88, 2008.
- SAREWITZ, D.; PIELKE, J. R. Extreme Events: A Research and Policy Framework for Disaster in Context. **International Geology Review**, v.43, n.05, p.406-418, 2001.
- SCHNEIDER, H.; SILVA, C. A. da. O uso do modelo box plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, [s.l.], v. 27. p. 131-146, 2014.
- SENA, J.P.O.; MELO, J.S.; LUCENA, D.B.; MELO, E.C.S. Comparação entre dados de chuva derivados do Climate Prediction Center e observados para a região do Cariri Paraibano. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v. 2. p. 412-420. 2012
- SENA, J.P.O.; MELO, J.S.; LUCENA, D.B.; MELO, E.C.S. Caracterização da precipitação na microrregião do Cariri Paraibano por meio da Técnica dos Quantis. **Revista Brasileira de Geografia Física**. [s.l.], v. 7. p. n. 5 871-879, 2014.
- SENA, J.P.O. **Caracterização dos eventos extremos de precipitação para o Cariri paraibano e a relação com fenômenos sobre os oceanos**. TCC (Graduação em Engenharia de Biosistemas). UFCG – Campus Sumé. p.55. 2015.
- SILVA, D.F.S.; SOUSA, A.B.; MAIA, L.M.; RUFINO, L.L. Efeitos da associação de eventos de ENOS e ODP sobre o Estado do Ceará. **Revista de Geografia**, v.29, n.2, 2012.
- SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-estação Chuvosa no Período Chuvoso e Suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba**. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Universidade Federal de Campina Grande, 114 p. 2007.
- SOUZA, B. I. de. **Cariri paraibano: do silêncio do lugar à desertificação**. 2008. 198 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.
- SOARES, F.R.; BRITO, J.I.B. Estudo da Variabilidade Interanual da Aridez e da Vegetação (IVDN) da Região do Seridó do Rio Grande do Norte e Paraíba. IN: **III Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande**. Campina Grande. CD-ROM. 2006.
- SOUSA, R. F. de. **Terras agrícolas e o processo de desertificação em municípios do semi-árido paraibano**. 2007. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2007.
- SIMÕES, A. F.; KLIGERMAN, D. C.; ROVERE, E. L. L. R.; MAROUN, M. R.; BARATA, M.; OBERMAIER, M. Enhancing adaptive capacity to climate change: the case of smallholder farmers in the Brazilian semi-arid region. **Environmental Science & Policy**, v.13, p.801-8, 2010.
- SUDENE. Nordeste, Cidadania e Desenvolvimento – esboço de uma política regional. Recife, SUDENE, 1994.
- TAVARES, A. C., Critérios de escolha de anos padrões para análise rítmica. **Geografia**, Rio Claro, v.1, n.1, p.79-87, 1976.
- TRIOLA, M. F. Introdução à estatística. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005. 682 p.
- TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; NETTO, O. de M. Cenários da gestão da água no Brasil: uma contribuição para a "visão mundial da água". **Revista Brasileira de Recursos Hídricos - RBRH**, [s.l.], v. 5, n. 3, p. 31-43,

jul./set. 2000.

WAINER, I. O papel do oceano atlântico no clima.

Disponível em:
http://oc2.io.usp.br/index.php?option=com_content;view=article;id=13:o-papel-do-oceano-atlantico-no-clima;catid=42:pesquisa;Itemid=30. Acesso: 15 jan. 2017.

WANDERLEY, L. S. A.; MORETTI, R. C.; SILVA, A. C. Variabilidade de pluviométrica e as lavouras sazonais no município de Taperoá, Paraíba. **Revista Geonorte**, Edição especial 2, V.2, N. 5, p.1181 – 1190, 2012.