

## ÍNDICES DE SECAS E A INFLUÊNCIA DO FENÔMENO EL NIÑO NA ESTAÇÃO CHUVOSA DE IPIAÚ, BA

*Hermes Alves de Almeida*

Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, Paraíba, Brasil; hermes\_almeida@uol.com.br

A seca como um fenômeno climático temporário, não deve ser confundida com aridez que é uma característica permanente do clima. Para avaliar a variabilidade da chuva em Ipiaú, BA, microrregião cacauceira, foi necessário estabelecer o regime pluvial da estação chuvosa e comparar com o índice de seca meteorológica, além de averiguar se as oscilações são influenciadas ou não pelo fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), sendo essas determinações os objetivos principais. Utilizou-se uma série de dados mensais de precipitação pluvial de Ipiaú, cedida pelo Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac), referente ao período de 01.1970 a 04.2016. Os dados foram consistidos, agrupados e analisados, mediante critérios da estatística climatológica, e estabelecida à estação chuvosa. As oscilações temporais da chuva e os índices de secas foram determinados, utilizando-se o índice de anomalia de chuva (IAC) e os desvios relativos, comparados com os anos de ENOS. Os principais resultados indicaram que o regime pluvial de Ipiaú é irregular e assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana. Não há uma estação seca definida e a chuvosa ocorre de novembro a abril, embora exista chance de estiagens, independente da coincidência ou não do ENOS. A redução nos totais de chuvas observados, na estação chuvosa, nos anos de El Niño, não deve ser creditada exclusivamente a ele, por que há um elevado desvio padrão na série pluvial. O índice de anomalia da chuva mostrou ser eficaz para monitorar o regime pluvial e caracterizar a tipologia da seca, além de possibilitar gerar prognóstico e diagnótico e associá-los aos eventos ENOS e/ou neutros, na microrregião polarizada por Ipiaú, BA.

**Palavras-chave:** clima, chuva, fenômenos oceânicos.

**Drought indices and their relationship with the El Niño phenomenon in the rainy season Ipiaú, Bahia.** The drought is a temporary weather phenomenon, what should not be confused with aridity that is a permanent characteristic of the climate. To evaluate rainfall variability in Ipiaú, BA, cacao micro region, it was necessary to establish the rainfall regime of the rainy season and compare it with the meteorological dry index, as well as to verify if the oscillations are influenced by the phenomenon El Niño Southern Oscillation), being those determinations the main objectives. A series of rainfall monthly data Ipiaú, given in by the Center of Researches of the Cocoa (Cepec/Ceplac), of the period from 01.1970 to 04.2016. The data were consisted, grouped and analyzed, using climatologically statistics, and established to the rainy season. The temporary oscillations of the rain and the indexes of droughts were certain, being used the index of rain anomaly and the relative deviations, compared with the years of ENOS. The main results indicated that the rainfall pattern of Ipiaú is irregular and asymmetrical, and therefore, the use of the median is recommended. There is no dry season and the rainy occurs from November to April, although there is a chance of droughts, regardless of the coincidence or not of ENSO. The reduction in the totals of rains observed, in the rainy station, in the years of El Niño, should not be credited exclusively him, why there is a high standard deviation in rainfall series. The rainfall anomaly index showed to be effective to monitor the rainfall regime and characterize the typology of the drought, besides making possible to generate prognostic and diagnosis and to associate them to the events ENOS events and/or neutral in polarized by micro region of the Ipiaú, Bahia.

**Key words:** climate, rainfall, ocean phenomena.

## Introdução

As condições meteorológicas são as principais responsáveis pela dinâmica ambiental, por exercer influência direta tanto nos processos de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade em geral. Neste contexto, a precipitação pluvial se destaca como um dos elementos do clima mais importantes, não somente por apresentar maior variabilidade espaço-temporal, mas por ser a água essencial nas sobrevivências humana, vegetal e de inúmeras espécies.

A precipitação pluvial no Nordeste brasileiro resulta de acoplamentos de vários sistemas atmosféricos, com predominância para os da Zona de Convergência Intertropical (ITCZ), que ao se deslocar mais ao sul do equador, de fevereiro a março, influencia o regime de chuvas na parte setentrional e na região norte do Brasil (Uvo, 1989). Já, a variabilidade interanual está ligada diretamente às características termodinâmicas predominantes no e sobre os oceanos Pacífico e Atlântico tropicais (Nobre & Shukla, 1996; Wang, 2002). Já, os sistemas frontais e seus remanescentes contribuem no regime pluvial das regiões Sul e Sudeste do Brasil, além do sul da região Nordeste (Kousky, 1979), especialmente, no sudeste da Bahia (região cacauzeira).

Os sistemas meteorológicos, em geral, podem ser influenciados por fenômenos oceânico-atmosféricos, em escala planetária, dos quais se destaca o dipolo do Atlântico Tropical e o El Niño Oscilação Sul (ENOS), que são anomalias nas temperaturas da superfície da água dos Oceanos Atlântico e Pacífico, respectivamente. Essas condições influenciam as condições de tempo e, em especial, o regime temporal das chuvas, em escalas local e regional, inclusive no da estação chuvosa.

A seca é um fenômeno climático que pode afetar drasticamente uma região, por provocar danos econômicos e sociais graves. Trata-se de uma característica temporária do tempo meteorológico, descrita, a priori, quando os totais de chuvas, mensais ou num certo período, são menores que os esperados, na maioria das vezes referenciada pela média, e, portanto, difere de aridez por ser uma característica permanente do clima.

Embora as secas sejam designadas, em geral, em função das condições do tempo e do ambiente, não há uma definição universal. Apesar disto, elas são

academicamente classificadas em quatro tipos: meteorológica, agrícola, hidrológica e socioeconômica. A seca meteorológica, por exemplo, é uma consequência de efeitos de fenômenos meteorológico e oceânico relacionados à diminuição da pluviosidade. Já, a seca agrícola é aquela que resulta da menor disponibilidade de água no solo para atender à demanda evaporativa dos cultivados.

As secas intensas que ocorrem no nordeste semiárido e/ou na região Amazônica, objetos de inúmeros estudos devido aos seus impactos sociais e econômicos, têm sido associadas à ocorrência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. O ENOS é um evento de grande escala, relacionado à anomalia da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico, na Região do Pacífico Equatorial (Freire et al., 2011). Para Andreoli et al., (2004), em alguns anos de El Niño (de intensidades forte ou moderada) coincidem com os de secas severas nessas regiões, embora essa vinculação não seja unívoca (Kane, 1997). Isso comprova ao comparar a influência do Atlântico, com chuvas no litoral e áreas adjacentes do Estado de Pernambuco, cuja correlação foi maior que a do Pacífico (Silva et al, 2011).

É importante destacar que, planejar os impactos adversos de uma seca depende de informação sobre a sua extensão, gravidade e duração, podendo ser monitorada, utilizando-se índices de seca meteorológica por permitir quantificar as suas diferentes categorias (Dogan et al., 2012).

Os métodos que permitem monitorá-las baseiam-se no estabelecimento de índices que integram vários elementos meteorológico em um único número, geralmente, usado para tomar decisões, por permitir quantificar a magnitude, duração ou severidade da seca (Fernandes et al., 2009). O índice de anomalia da chuva (IAC) é um dos mais utilizados, por permitir comparar o valor de chuva observado em relação ao esperado e, portanto, avaliar a distribuição temporal e a intensidade da seca (Freitas, 2005).

O efeito de uma seca depende da região e/ou do local de ocorrência, por que as condições do tempo meteorológico podem resultar na diminuição e/ou irregularidade na distribuição da chuva. Além disso, as características do regime pluvial, associados à agricultura e o abastecimento e outras finalidades, diferem na escala espacial.

A seca meteorológica é a base para sequenciar às secas agrícola, hidrológica e socioeconômica. A categorização de períodos mais ou menos chuvosos (úmidos e secos) torna-se necessário para efetivar as atividades relacionadas ao uso da água, seja na irrigação, abastecimento ou na agricultura, utilizando-se índices de secas, propostos, inicialmente, por Palmer (1965) e Rooy (1965).

Diante disto, houve a necessidade de se estabelecer o regime pluvial da estação chuvosa de Ipiaú, região cacauceira do Sudoeste da Bahia, e comparar com o índice de seca meteorológica, além de averiguar se a variabilidade temporal é influenciada ou não pelo fenômeno ENOS, sendo essas determinações os objetivos principais.

## Material e Métodos

O município de Ipiaú, localizado no Sudoeste do Estado da Bahia, pertence à microrregião homogênea 154 (Cacauceira), latitude 14° 48' S, longitude 39° 27' W e altitude de 135m. A estação de chuvas se concentra entre o final da primavera e o início do outono. O clima, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo tropical chuvoso (A), megatérmico, com temperatura média do mês mais frio maior que 18°C e média anual de chuvas superior a 700 mm e subtipo climático, de bosque tropical, com uma temporada de seca (m), cuja fórmula climática é Am.

As séries de dados mensais e anuais de precipitação pluvial de Ipiaú foram cedidas pelo Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec/Ceplac), correspondente ao período de 01.01.1970 a 30.04.2016. O agrupamento mensal e anual de chuvas foi feito obedecendo à sequência cronológica, sendo determinadas as medidas de tendência central (média e mediana), de dispersão (amplitude e desvio padrão) e os parâmetros da distribuição de frequência (histogramas e polígonos de frequência).

Comparando-se algébrica e graficamente, constatou-se que as médias mensais, anuais e da estação chuvosa diferem das medianas e, por isso, os modelos de distribuição pluvial são assimétricos e, portanto, recomenda-se o uso da mediana e não a média.

A estação chuvosa foi estabelecida como sendo a sequência de meses com os maiores valores

medianos. Para analisar a variabilidade temporal da chuva, na estação chuvosa, compararam-se os valores observados com os esperados, utilizando-se para isso um dos índices de seca meteorológica, denominado de Anomalia de Chuva (IAC).

A determinação do IAC consiste na diferença entre o valor observado e a média esperada. Nessa contabilidade, primeiramente, ordenou-se as diferenças algébricas positivas das negativas, denominando-as de anomalias positiva e negativa, sendo calculadas pelas equações 1 e 2:

$$IAC = 3 \times \left[ \frac{(P_{observada} - P_{média})}{(\bar{M} - P_{média})} \right], \text{ para anomalias positivas (1)}$$

$$IAC = -3 \times \left[ \frac{(P_{observada} - P_{média})}{(\bar{X} - P_{média})} \right], \text{ para anomalias negativas (2)}$$

Sendo: *Pobservada* = precipitação observada (mm);

*Pmédia* = precipitação média da série histórica (mm);

$\bar{M}$  = média dos dez maiores valores de precipitações observadas (mm);

$\bar{X}$  = média dos dez menores valores de precipitações observadas (mm).

De posse dos valores do IAC, adotaram-se as tipologias descritas por Araújo et al., (2009), com algumas modificações, para enquadrar as respectivas categorias de secas, conforme mostra a Tabela 1.

O histórico com os anos de ocorrência do fenômeno El Niño ou de La Niña, foi extraído do site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (INPE/CPTEC), em <http://enos.cptec.inpe.br>, separando-se os anos descritos de ENOS com intensidades forte, média e fraca.

Tabela 1. Índice de anomalia da chuva (IAC) e suas respectivas categorias de secas, conforme tipologia proposta por Araújo et al. (2009)

Índice de Anomalia da Chuva (IAC)	Categorias de Secas
$IAC \geq 4,0$	Extremamente úmida
$2,0 \leq IAC < 4,0$	Muito úmida
$0,0 \leq IAC < 2,0$	Úmida
$-2,0 \leq IAC < 0,0$	Seca
$-4,0 \leq IAC < -2,0$	Muito seca
$IAC < -4,0$	Extremamente Seca

Como base nesse documento, os anos de 1972/73, 1982/83, 1990/93 e 2015/16 foram de El Niño de intensidade forte, os de 1986/87, 1994/95 e 2002/03 de intensidade moderada e os de 1976/77, 1979/80, 2004/05, 2006/07 e 2009/2010 de intensidade fraca. Para os demais anos não há registro de ocorrência desse fenômeno.

Para averiguar se houve ou não influência do El Niño, comparou-se os totais mensais observados da chuva, nos citados anos, com os respectivos valores medianos da série. Critério semelhante foi adotado para o total observado, no ano de El Niño, comparando-se com o valor mediano esperado, ou seja, o ano de 1972/73, por exemplo, equivale ao acumulado de 1972 e de 1973 e assim sucessivamente.

Como a estação chuvosa ocorre entre o final da primavera e o primeiro mês do outono, adotou-se o seguinte critério. Para o El Niño forte de 1972/1973, por exemplo, contempla os totais pluviais dos meses de novembro e dezembro de 1972 e os de janeiro a abril de 1973. Para as demais anos, adotou-se essa mesma sequência, separando-se, apenas os anos de El Niño forte do moderado.

Utilizando-se procedimentos semelhantes, compararam-se as medianas mensais esperadas, da estação chuvosa, com aos respectivos valores observados em um ano neutro (sem influência do El Niño e/ou da La Niña) e um de La Niña com intensidade moderada (1994/95).

Os desvios relativos ( $D_r$ ) da chuva, ou anomalias, para cada mês da estação chuvosa, foram determinados pela diferença entre o total de chuva observado (no ano de El Niño) e a mediana da série, expressas em mm e %, e calculados pelas equações 3 e 4:

$$D_r(\text{mm}) = \text{total de chuva observado (mm)} - \text{mediana (mm)} \quad (3)$$

$$D_r(\%) = \frac{\text{total de chuva observado (mm)} - \text{mediana (mm)}}{\text{mediana (mm)}} \times 100 \quad (4)$$

As análises foram feitas de forma separada em função da intensidade do El Niño (forte e moderada). Para cada mês, da estação chuvosa, foram computadas as frequências relativas referentes aos desvios relativos positivos e negativos.

Os cálculos, análises estatísticas, bem com a confecção dos gráficos e quadros foram feitos utilizando-se a planilhas Excel.

## Resultados e Discussão

As Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a distribuição média mensal das médias, medianas e desvios padrão (DP) da precipitação pluvial e os meses da estação chuvosa, em Ipiaú, BA. Observa-se que, os valores das médias mensais de chuvas são irregularmente distribuídos, devido os elevados desvios padrão, que equivalem, em média, a cerca de 62 % das médias esperadas e oscilam entre 40 e 83 %.

Comparando-se graficamente, verifica-se que as médias mensais das médias são diferentes e superiores às medianas. Isso indica, portanto, que o modelo de distribuição de chuva é assimétrico e o coeficiente de assimetria de Person é positivo. Essa assimetria temporal do regime pluvial expõe que não se deve usar a média, mesmo sendo a medida de tendência central mais usada, por não ser o valor mais provável de ocorrer. Por isso, recomenda-se o uso da mediana, em vez da média, o que corrobora com os resultados encontrados para outras localidades nordestinas por Oliveira, Nóbrega e Almeida (2012) e Almeida e Farias (2015).

Em virtude da assimetria no modelo de distribuição pluvial mensal, a estação chuvosa foi estabelecida, como sendo a sequência dos maiores valores medianos mensais, como mostra a Figura 2.

Ao comparar as medianas dos meses da estação chuvosa com os respectivos DPs (Figura 2), observa-se que há uma elevada irregularidade na distribuição pluvial, mesmo nessa época, cujas dispersões ultrapassam as medianas esperadas em quatro dos seis meses dessa referida estação.

Relata-se, ainda, que o acumulado da chuva na citada estação (de novembro a abril), equivale a 57,6 % do total anual, dos quais 53,1 % deste (30,6 %) ocorrem nos meses de novembro a janeiro e os 27,0 % restantes, de fevereiro a abril. Já, os 42,4 % restante distribuem-se nos seis meses subsequentes (maio a outubro) e não há registro de ausência de chuva (0,0 mm), em qualquer mês, nos últimos 46 anos.

As principais características do regime pluvial de Ipiaú, BA, revelam que não há estação seca definida e os meses agosto e setembro são os mais secos. Mesmo assim, ainda chovem o equivalente a 11,5 % do total anual. Constatou-se, também, que as médias dos desvios padrão dos meses menos chuvosos foram

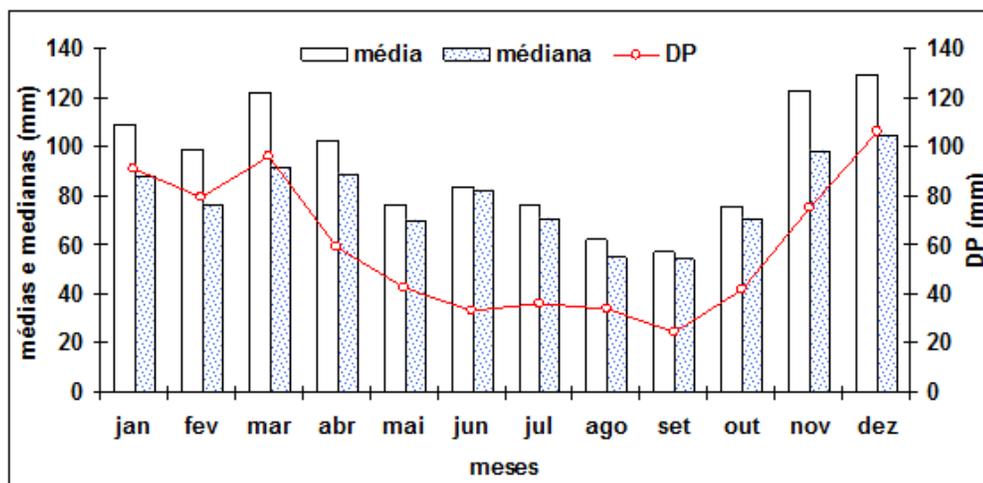


Figura 1. Médias mensais das médias, medianas e do desvio padrão (DP) da chuva. Ipiaú, BA.

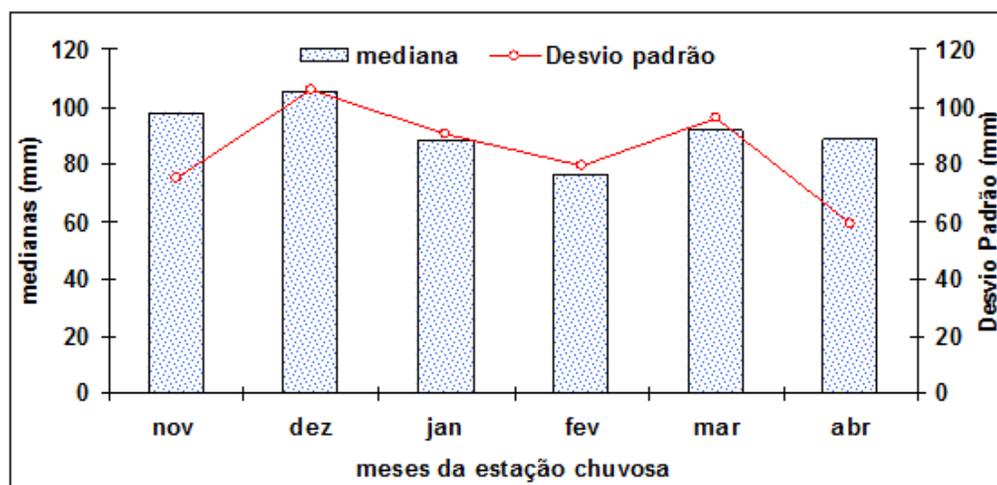


Figura 2. Relação entre as medianas e os desvios padrão da média da chuva, na estação chuvosa. Ipiaú, BA.

menores que os da estação chuvosa. Resultados esses contrários aos encontrados para o semiárido nordestino por Almeida & Farias (2015), nos quais os desvios padrão são inversamente proporcionais ao da chuva.

As distribuições anuais dos desvios relativos (Dr) e dos índices de anomalia de chuva (IAC), identificados, por anomalias positiva, ou seja, quando o total de chuva observado foi superior ao esperado (retângulos azuis), e negativa, para o ano com chuva abaixo da mediana (retângulos vermelhos) são apresentados, respectivamente, nas Figuras 3 e 4.

Observa-se (Figuras 3 e 4) que quanto mais negativos forem os desvios e/ou os IAC maiores são os déficits pluviais, ou seja, menores os valores

observados em relação aos esperados (mediano). Destaca-se, entretanto, que as magnitudes positivas dos IACs foram bem maiores que as negativas.

Nota-se (Figura 4), a ocorrência de ciclos com sequências de dois e de quatro anos com índices de anomalia de chuva positiva (acima do esperado) foram de 17,4 e 34,8 %, respectivamente. Além disso, a categoria de seca tipificada por extremamente úmida ocorreu em 83% deles.

Observa-se (Figura 4), que os IACs negativos têm magnitudes bem menores, ciclos anuais sequenciados de 2, 3 e 4, repetidos com frequência bem menor (de 8,7 e 6,5% desses anos) e apenas o ano de 1993 ocorreu uma seca enquadrada como extrema. Nota-se, ainda,

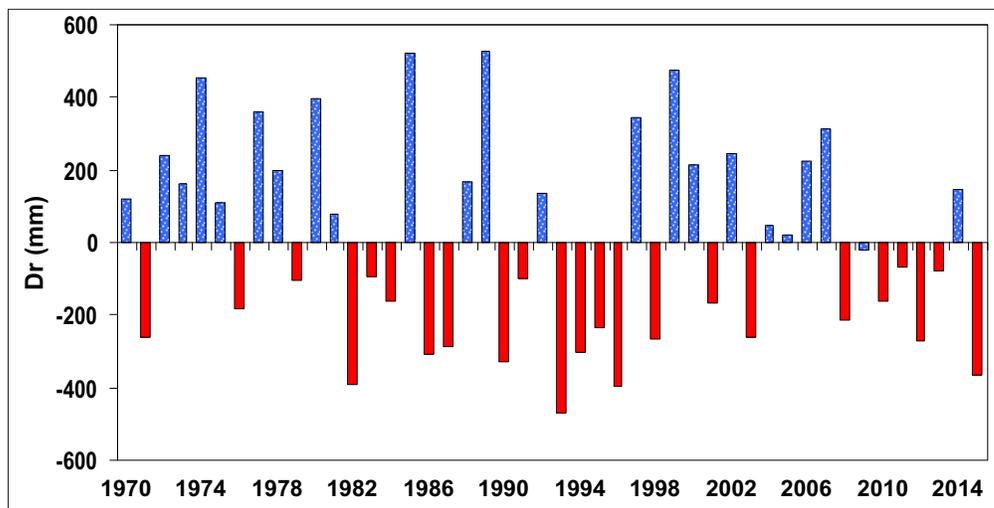


Figura 3. Distribuição anual da anomalia da chuva (Dr, em mm) para Ipiáú, BA.

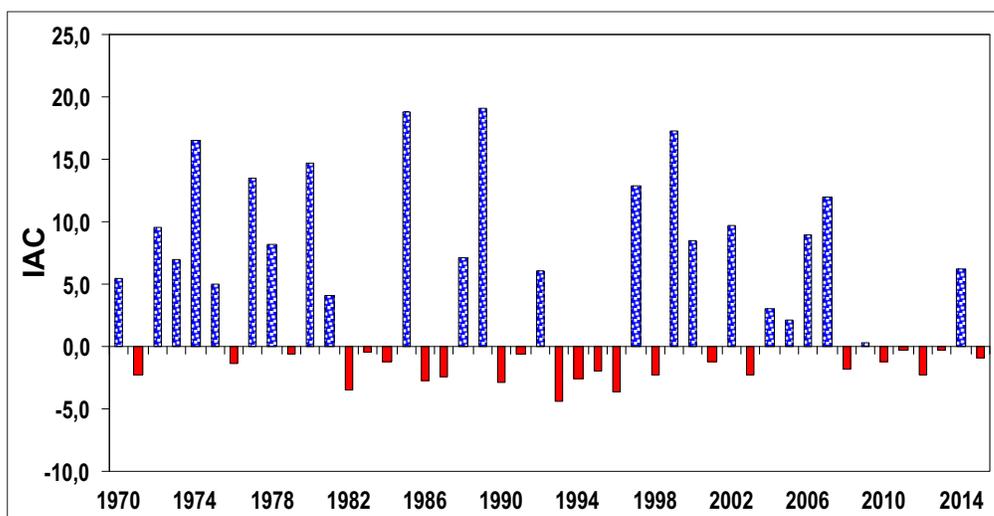


Figura 4. Distribuição anual do índice de anomalia da chuva (IAC), para Ipiáú, BA.

que dos quatro anos seguidos com anomalias negativas (de 2010 a 2013), a seca de 2012 foi única com a tipologia de muito seca e nas demais, enquadram-se na categoria de transição.

Os índices de anomalias da chuva permitiram averiguar a variabilidade no regime pluvial anual de Ipiáú, o que concorda com os resultados encontrados, para outros locais, por Araújo et al., (2009); Marcuzzo et al. (2011); Marcuzzo e Goularte (2012); Chechi e Sanches (2013).

A elevada variabilidade temporal da precipitação dificulta estabelecer um referencial esperado e consistente, que possa ser usado para quantificar um possível déficit pluvial. Por essa razão, concorda-se com os relatos de Blain e Brunini (2006) que intervalos

menores, como por exemplo, de 10 dias, geralmente adotados para avaliar uma seca agrícola, não há correlação com a seca meteorológica.

No nordeste brasileiro e/ou em outras regiões do Brasil e do mundo há diferentes modelos de regimes pluviais anuais e, em especial, o da estação chuvosa. Estudar as oscilações da chuva nessa estação é muito mais importante do que na época contrária, mesmo para locais, como Ipiáú, BA, onde não há um período seco definido e sim um que chove menos.

As frequências relativas (FRs) de ocorrências dos diferentes tipos de secas, para os meses da estação chuvosa, são mostradas nas Figuras 5 e 6. Observa-se que as FRs, para as categorias de secas, enquadradas

nos três tipos (de seca a extremamente seca), ocorreram, em média, em 49,4 % dos meses, contra 50,6 % nas categorias: úmida, muito úmida e extremamente úmida.

Nota-se, entretanto, que a diferença percentual da FR no grupo de meses de novembro a janeiro foi 4,0 % menor que a de fevereiro a abril (Figura 6), sendo o primeiro menos chuvoso. No entanto, cerca da metade de qualquer mês choveu abaixo do esperado. Embora a mediana seja uma medida estatística, chover abaixo dela, nessa estação chuvosa, e, em especial, se ocorrer de forma sequenciada pode afetar a produção de cacau no Sudeste da Bahia. Esse período coincide com a fase inicial de formação das safras principal e temporã de cacau, o que concorda com os resultados encontrados por Almeida (1997).

Relata-se, ainda, que as repetições no sequenciamento citado no parágrafo anterior foram pequenas (menos de 10,0 %), mas ocorreram nos anos

de 1971/72; 1983/84; 1992/93; 2002/03 e 2009/10. Nos demais anos, mesmo chovendo abaixo da mediana, não foram constatados sequência em todos os meses desta estação e sim, em dois ou, no máximo, três meses.

Os oceanos ocupam cerca de 70 % da superfície terrestre. Por isso, espera-se que as oscilações na temperatura das águas exerçam influências marcantes nas condições de tempo, neste planeta, dentre elas a do fenômeno oceânico-atmosférico, denominados de El Niño Oscilação Sul (ENOS) e o dipolo do Atlântico.

Dos registros históricos dos últimos 47 anos (1970/2016), 35 (74,5 %) registra-se como sendo de ocorrência do fenômeno ENOS, sendo 27 (77,1 %) de El Niño e 18 (22,9 %) de La Niña. Os 12 (doze) anos restantes, não há registro deste fenômeno e, portanto, considerou-se, neste artigo, de neutros.

Neste contexto, as Figuras 7 e 8 mostram as médias mensais dos percentuais de anomalias da chuva, para

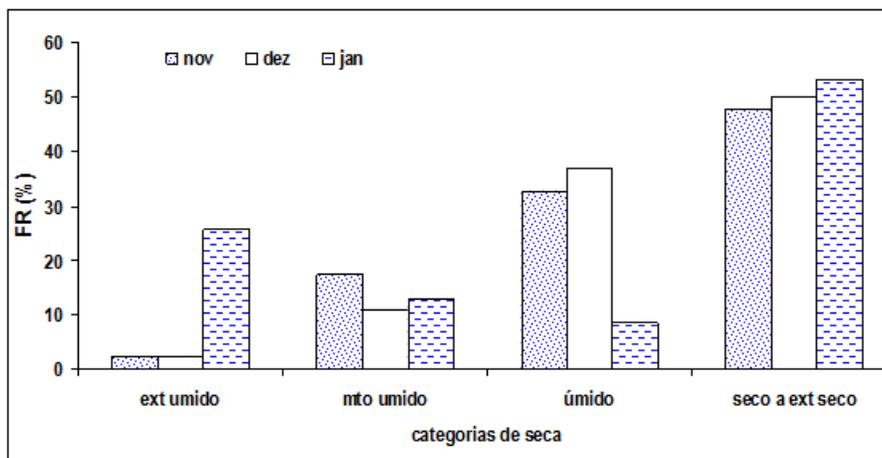


Figura 5. Frequências relativas das diferentes categorias de seca, para os meses da estação chuvosa. Ipiaú, BA.

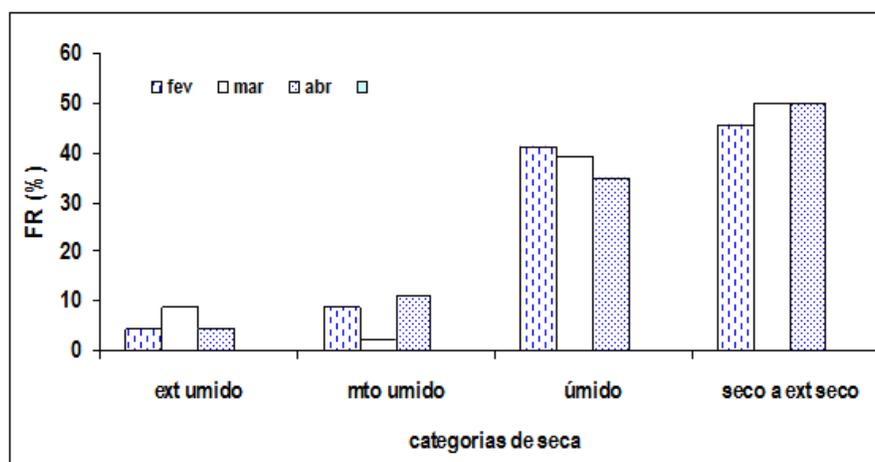


Figura 6. Frequências relativas das diferentes categorias de seca, para os meses da estação chuvosa. Ipiaú, BA.

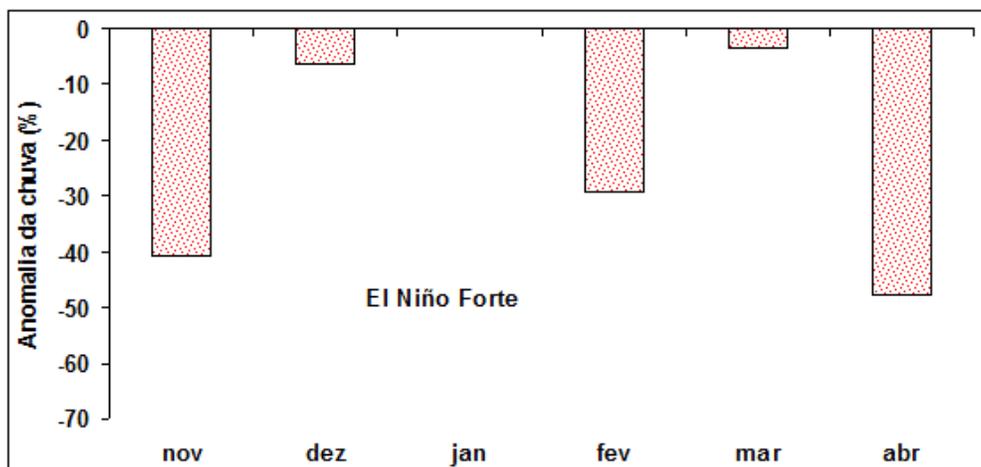


Figura 7. Médias das anomalias da chuva, em %, para os meses da estação chuvosa, nos anos de El Niño de intensidade forte. Ipiauí, BA.

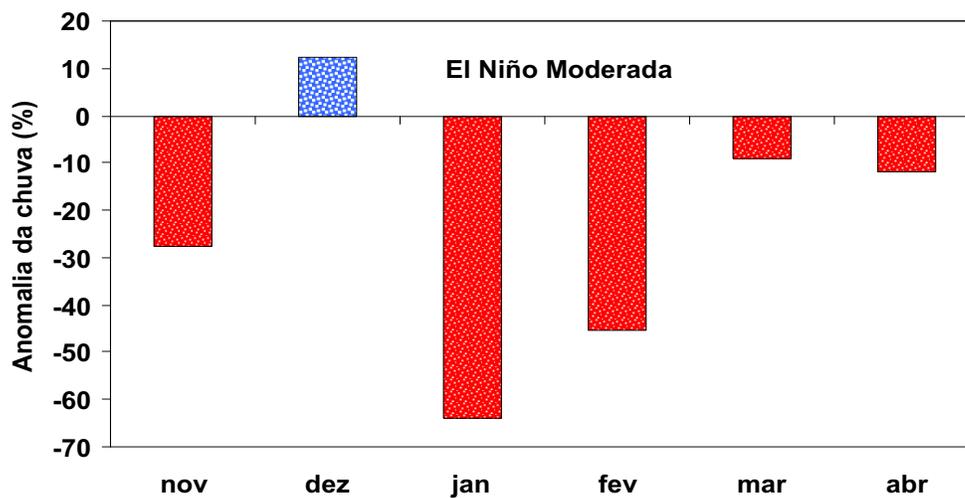


Figura 8. Médias das anomalias da chuva, em %, para os meses da estação chuvosa, nos anos de El Niño de intensidade moderada. Ipiauí, BA

os meses da estação chuvosa, observadas nos anos de El Niño de intensidade forte e moderadas, respectivamente. De uma forma geral, observa-se que, há uma redução nos totais de chuvas observados, em quase todos os meses, do período estabelecido como chuvoso, nos anos de El Niño, exceto, o mês de dezembro no de El Niño de intensidade moderada, que chove, em média, acima do esperado.

Nota-se, entretanto, que anomalia da chuva oscila em função da magnitude do El Niño e do mês. Verifica-se, em geral, a predominância de desvios negativos, ou seja, chuva abaixo do esperado em quase todos os

meses, do período chuvoso, exceto dezembro, nos anos de El Niño de intensidade moderada.

Observa-se (Figuras 7 e 8) que, os desvios mais negativos, ocorreram nos meses de novembro e abril e janeiro e fevereiro para os anos de El Niño de intensidade forte e moderada, respectivamente. Além disso, destaca-se que os picos médios de magnitudes das anomalias coincidiram com os anos de El Niño de intensidade moderada e nos dois primeiros meses do ano.

O somatório dos percentuais negativos da estação chuvosa equivale a uma redução média, em mm, de

cerca de 100 mm para os anos de El Niño de intensidades forte e de 120 mm para os de moderada. Essa diminuição não deva ser creditada, na sua totalidade, somente ao efeito El Niño, por que existe um elevado desvio padrão ( 70,0 %) na série pluvial e por incorporar efeitos deste e/ou de outros fenômenos naturais, que não foram se quer analisado.

A representação gráfica de um ano neutro, ou seja, sem a existência da La Niña ou do El Niño mostra apenas um superávit pluvial em um único mês da estação chuvosa. Verifica-se que ao compará-lo com um ano de La Niña (Figura 9), descrito por vários autores, como sendo de chuva acima do esperado, mas, contrariamente, choveu cerca de 70,0 % do esperado.

As anomalias da chuva, nos meses da estação chuvosa, num ano neutro, comparado com um de ocorrência do fenômeno La Niña moderado (Figura 9) e um de El Niño forte (Figura 10) mostram que o mês de novembro, por exemplo, chove mais nos anos neutros. Em contrapartida, janeiro choveu menos no ano de La Niña moderado, quando se espera chover mais, nem acima num ano de El Niño de intensidade forte (Figura 10). Esses dois exemplos justificam e/ou auxiliam a explicar que chover abaixo do esperado (déficit pluvial) não deve ser atribuído somente ao efeito ENOS.

Destaca-se, ainda, que o déficit de precipitação no ano de El Niño forte (Figura 10) não foi tão diferente que no de La Niña (Figura 9). Esses resultados concordam, não somente, com os de Lucena et al. (2011), nos quais eventos extremos, no Pacífico Equatorial ou no Atlântico Tropical, influenciam no

volume de precipitação no Nordeste brasileiro, mas não de maneira igual e/ou como alertar Mason & Goddard (2001), que há um exagero na influência do ENOS no regime pluvial.

Para exemplificar se coincide ou não os menores quantitativos de chuvas, na estação chuva, com os anos do fenômeno ENOS, onze (11) eventos com totais inferiores a 500 mm, dos 47 anos analisados (1970/2016), são apresentados na Figura 11.

Desse universo amostral, oito anos (72,7 %) coincidiram com os de El Niño de intensidade fraca, moderada ou forte, dois neutros (1970/71 e 2011/12) e um de La Niña de intensidade moderada (1975/76). Essas análises demonstram, a priori, uma relação não necessariamente perfeita, por que nem sempre é verdadeiro chover menos nos anos de El Niño ou mais nos de La Niña. O mesmo ocorre nos anos neutros, ou seja, podem chover mais ou menos que o esperado.

Neste contexto, observa-se que nos anos neutros de 1970/71 e 2011/12, por exemplo, choveram menos do que nos três de El Niño (1982/83, 1993/94 e 2009/10) e em um do La Niña de intensidade moderada de 1975/76. Esses resultados concordam com os encontrados por Lucena et al. (2011), nos quais os volumes de chuvas diferem entre si e, por isso, a influência do ENOS não ocorre de forma igual. Corroborando com os encontrados nos 137 anos analisados por Kane (1997), no período de 1849-1985, das quais 29 anos de El Niño, mas apenas doze (12) coincidiriam com secas no nordeste brasileiro. Esse

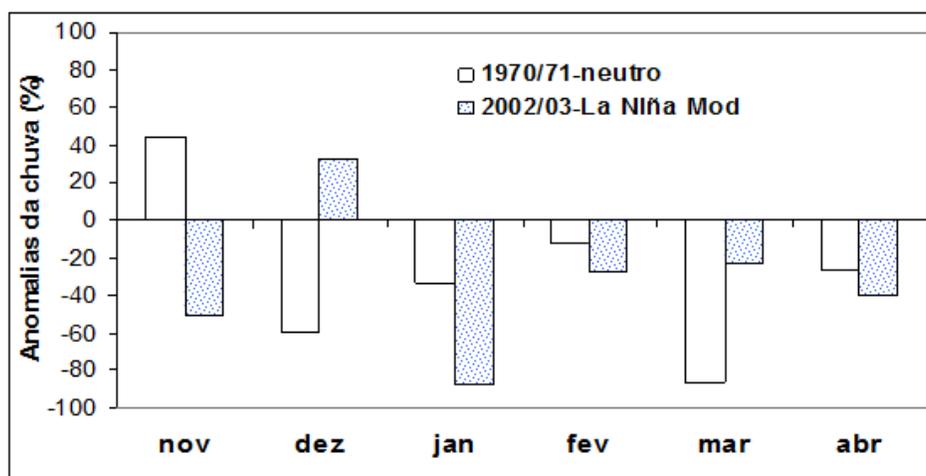


Figura 9. Análise comparativa entre a anomalia da precipitação pluvial observada em um ano neutro e num de La Niña de intensidade moderada, nos meses da estação chuvosa, em Ipiaú, BA.

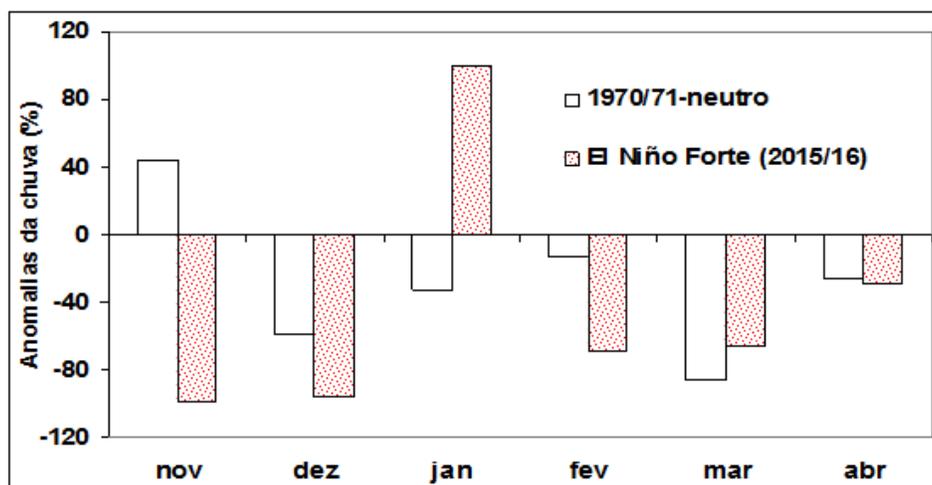


Figura 10. Análise comparativa entre a anomalia da precipitação pluvial observada em um ano neutro e num de El Niño de intensidade forte, nos meses da estação chuvosa, em Ipiaú, BA.

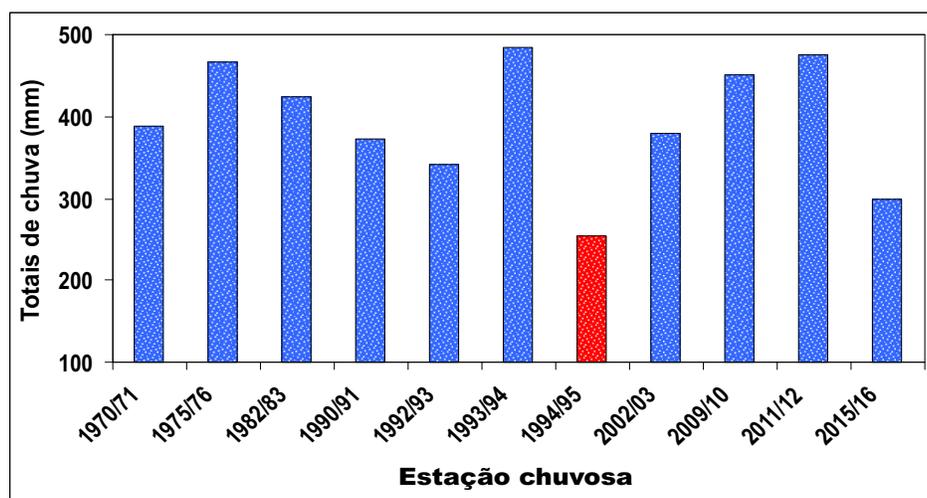


Figura 11. Totais de chuvas observados na estação chuvosa, inferiores a 500 mm, em Ipiaú, BA.

quantitativo mostra que há sempre um exagero ao relacionar ENOS versus chuva como afirma Mason e Goddard (2001).

A maior frequência de ocorrência de chuva observada abaixo de 500 mm, durante a estação chuvosa e nos anos de El Niño de intensidade forte e/ou moderada, por exemplo, não é uma garantia que no evento oposto (La Niña), chova acima deste valor ou vice-versa. Mesmo em outras regiões brasileiras, como por exemplo, no sudeste, Minuzzi et al. (2007) encontraram que o La Niña não influenciou o início da estação chuvosa em mais de 200 locais estudados.

Isso mostra que há incerteza na influência do ENOS, ou seja, se chove mais ou menos, por que precisa

associar com outras causas. No nordeste brasileiro, Andreoli e Kayano (2007) comentam que o Atlântico Tropical pode ser mais atuante na variabilidade da chuva, que o ENOS.

Destarte, que totais de chuvas observados inferiores as respectivas medianas, anuais e na estação chuvosa, não significam, necessariamente, que seja uma consequência direta do fenômeno El Niño Oscilação Sul. A principal característica da distribuição temporal da precipitação pluvial, em Ipiaú, é a elevada dispersão mensal, inclusive no período chuvoso, com chances de ocorrer estiagens e/ou alguns tipos de secas, podendo ser monitorado utilizando-se o índice de anomalia da chuva.

## Conclusões

O regime pluvial mensal, anual e o da estação chuvosa em de Ipiaú, BA, é irregular e assimétrico e, por isso, recomenda-se o uso da mediana. Embora não exista uma estação seca definida, a chuvosa concentra-se entre meados da primavera e outono (novembro a abril) e chove o equivalente a 60 % do total anual.

As magnitudes positivas dos desvios e dos índices de anomalia de chuva foram bem maiores que as negativas. Há chances de ocorrer estiagens, nos meses da estação chuvosa, e as anomalias negativas, nem sempre coincidiram com os anos de El Niño e/ou as positivas, com os de La Niña ou neutros.

Pelo critério do índice de anomalia da chuva, metade dos meses da estação chuvosa, registram secas enquadradas nas tipologias: seca, muito seca e extremamente seca. A chance de ocorrer uma seca extrema e de forma sequenciada é menor que 10,0 %.

Em geral, há uma redução nos totais de chuvas observados, nos meses da estação chuvosa, nos anos de El Niño de intensidade forte, exceto no mês de dezembro, nos de El Niño moderado, que chove acima do esperado.

A redução nos totais de chuvas observados, na estação chuvosa, não deve ser creditada exclusivamente ao efeito El Niño, por que há um elevado desvio padrão na série pluvial. Além disso, existem outros fenômenos tais como o dipolo do Atlântico ou outro que não foram se quer analisado.

A aplicação da técnica do índice de seca meteorológica, usando o de anomalia da chuva, mostrou ser eficaz para indicar o modelo de regime pluvial e caracterizar a tipologia da seca, além de possibilitar associá-la ao evento El Niño Oscilação Sul e/ou neutros, na microrregião polarizada por Ipiaú, BA.

## Literatura Citada

- ALMEIDA, H. A. de ; FARIAS, M. P. 2015. Potential for rainwater catchment's as an alternative for human consumption in drier micro-region of the state of Paraíba, Brazil. *International Journal of Research in Geography* 1(2):32-37.
- ALMEIDA, H. A. de. 1997. Evapotranspiração, balanço hídrico e modelo de estimativa de produção de cacau (*Theobroma cacao* L.) em função da disponibilidade de água no solo e energia. Tese Doutorado. Botucatu, SP, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas. 170p.
- ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. 2007. A importância relativa do Atlântico tropical sul e Pacífico leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 22(1):63-74.
- ANDREOLI, R. V. et al. 2004. A influência da temperatura da superfície do mar dos Oceanos Pacífico e Atlântico na variabilidade de precipitação em Fortaleza. *Revista Brasileira de Meteorologia* 19(3):337-344.
- ARAUJO, L. E. de; MORAES NETO, J. M. de; SOUSA, F. de A. S. de. 2009. Análise climática da bacia do rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC). *Engenharia Ambiental(Brasil)* 6(3): 508-523.
- BLAIN, G. C.; BRUNINI, O. 2006. Quantificação da seca agrícola pelo índice padronizado de evapotranspiração real (IPER) no Estado de São Paulo. *Bragantia (Brasil)* 65:517-525.
- CHECHI, L.; SANCHES, F. O. 2013. O Uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do Fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. *Revista Brasileira de Geografia Física* 6(6):1586-1597.
- DOGAN, S.; BERKTAY, A.; SINGH, V. P. 2012. Comparison of multi-monthly rainfall-based drought severity indices, with application to semi-arid Kenya closed basin, Turkey. *Journal Hydrology* 470 (1):255-268
- FERNANDES, D. S. et al. 2009. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás, EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. 48p.
- FREIRE, J. L. M.; LIMA, J. R. A.; CAVALCANTI, E. P. 2011. Análise de aspectos meteorológicos sobre o Nordeste do Brasil em anos de El Niño e La Niña. *Revista Brasileira de Geografia Física* 3:429-444.
- FREITAS, M. A. S. 2005. Um Sistema de suporte à decisão para o monitoramento de secas meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. *Revista Tecnologia (Brasil)*. v. Supl., pp. 84-95.

- KANE, R. P. 1997. Prediction of droughts in Northeast Brazil: Role of ENSO and use of periodicities, *International Journal Climatology* 17:655-665.
- KOUSKY, V. E. 1979. Frontal influences on northeast Brazil. *Monthly Weather Review* 107(9):1140-1153.
- LUCENA, D. B.; FILHO, M. F. G.; SERVAIN, J. 2011. Avaliação do impacto de eventos climáticos extremos nos oceanos Pacífico e Atlântico sobre a estação chuvosa no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Meteorologia* 26(2):297-312.
- MARCUZZO, F. F. N.; MELO, D. C. R.; ROCHA, H. M. 2011. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 16(4):157-167.
- MARCUZZO, F. F. N.; GOULARTE, E. R. P. 2012. Índice de anomalia de chuvas do Estado do Tocantins. *Geoambiente (on line)* 19:55-71.
- MANSON, S. J.; GODDARD, L. 2001. Probabilistic precipitation anomalies associated with ENSO. *Bulletin of the American Meteorological Society* 82(4):619-638.
- MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to the time scales. In: *Conference on Applied Climatology*, 8, Anaheim, CA. Proceedings. Boston, American Meteorological Society. pp.179-184.
- MINUZZI, R. B. et al. 2007. Influência da La Niña na estação chuvosa da Região Sudeste. *Revista Brasileira de Meteorologia* 22(3):345-353.
- NOBRE, P.; SHUKLA, J. 1996. Variations of sea surface temperature, wind stress and rainfall over the tropical Atlantic and South America. *Journal of Climate* 10(4):2464-2479
- OLIVEIRA, G. C. S.; NÓBREGA, R. S.; ALMEIDA, H. A. de. 2012. Perfil socioambiental e estimativa do potencial para a captação de água da chuva em Catolé de Casinhas, PE. *Revista de Geografia (Brasil)* 29(1):75-90.
- PALMER, W. C. 1965. Meteorological drought. *US Weather Washington Bureau Research* n 45.
- ROOY, M. P. V. 1965. A rainfall anomaly index independent of time and space. *Notes. Weather Bureau of South Africa* 14:43-48.
- SILVA, A. P. N. et al. 2011. Correlação entre as temperaturas da superfície do mar e a quantidade da precipitação na estação chuvosa no nordeste do Estado de Pernambuco. *Revista Brasileira de Meteorologia* 26(1):149-156.
- UVO, C. R. B. 1989. A zona de convergência intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte e nordeste brasileiro. *Dissertação de Mestrado*. São José dos Campos, SP, INPE. 99p.
- WANG, C. 2002. Atlantic climate variability and its associated atmospheric circulation cells. *Journal of Climate* 15:1516-1536.