

# ANÁLISE EXPLORATÓRIA DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PRECIPITAÇÃO SOBRE O ESTADO DE ALAGOAS

Anderlan H. B. Siqueira<sup>1</sup>, Eliane B. Santos<sup>2</sup>, Luiz C. B. Molion<sup>3</sup>

1 Graduando do Instituto de Ciências Atmosféricas – ICAT, UFAL, Campus A. C. Simões - Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins - Maceió - AL, CEP: 57072-970, FONE: (0xx82) 3214-1369, anderlansiqueira@gmail.com. 2 Mestranda em Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas – UFPel. 3 Profº PhD. Titular do Instituto de Ciências Atmosféricas – ICAT, UFAL, Campus A. C. Simões - Av. Lourival Melo Mota, s/n, Tabuleiro do Martins - Maceió - AL

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** Neste estudo utilizou-se a técnica estatística Análise Exploratória de Dados em um conjunto de dados de 26 estações meteorológicas, localizadas no estado de Alagoas, para se observar o comportamento da distribuição espacial de precipitação durante as fases da Oscilação Decadal do Pacífico (ODP). O conjunto de dados da variável meteorológica precipitação está disposto em regime mensal e cobre o período de janeiro de 1947 à dezembro de 1998. Foi utilizado o software R para geração dos gráficos tipo boxplot. Notou-se que durante as fases da ODP a densidade dos valores mensais da precipitação (50% do total) ficaram em torno de 20 a 300 mm/mês mostrando que a curva da distribuição foi assimétrica a direita em todas as estações. Porém, durante a fase fria os “outliers” foram mais intensos e frequentes, já durante a fase quente ocorreu uma redução na frequência e intensidade dos mesmos.

**PALAVRAS – CHAVES:** Análise Exploratória da Dados, ODP e Precipitação.

**ABSTRACT:** This study used the statistical technique of Exploratory Data Analysis on a dataset of 26 meteorological stations that are located in the state of Alagoas to observe the behavior of the distribution in the periods of the stages of the Pacific Decadal Oscillation (PDO). The set of data of variable weather precipitation is prepared under monthly and cover the period January 1947 to December 1998. R software was used to generate the type boxplot graphics. It was noted that during the ODP stage of the density of the monthly values of precipitation (50% of total) were around 20 to 300 mm / month showing that the curve of the distribution was asymmetric to the right in all seasons. However, during the cold phase the “outliers” were more intense and frequent, have occurred during the warm phase a reduction in the frequency and intensity of them.

**KEY-WORDS:** Exploratory Data Analysis, PDO and Precipitation.

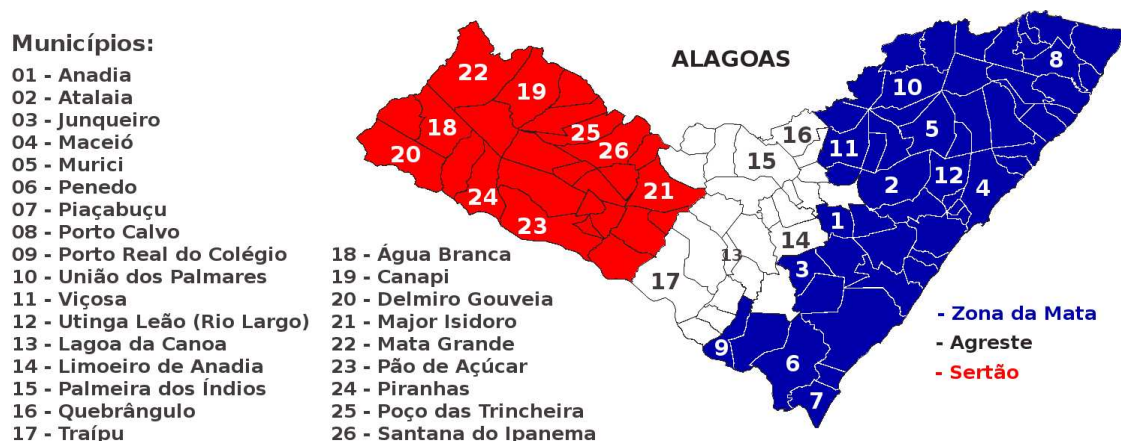
## 1. INTRODUÇÃO

O sistema climático é muito complexo, existe vários fatores internos e externos que influenciam a variabilidade climática. Um dos fatores internos, mais conhecido, é a variação das condições da temperatura da superfície do mar (TSM). O fenômeno El Niño - Oscilação Sul (ENOS) exemplifica bem essa dinâmica do clima, porém, o ENOS é um fenômeno de alta frequência, ou seja, apresenta um curto período, cerca de 6 à 18 meses. Existe outro fenômeno, pouco conhecido, semelhante ao ENOS denominado por Mantua et al (1997) como oscilação decadal do pacífico (ODP). A ODP é um fenômeno de baixa frequência (longo período), consiste na variação da TSM do Oceano Pacífico e possui duas fases distintas (quente e fria), cada fase pode perdurar cerca de 20 à 30 anos. A fase fria é caracterizada por anomalias negativas da TSM no Pacífico Tropical e, em contrapartida, anomalias da TSM

positivas no Pacífico Extratropical, tanto no Hemisfério Norte como no Hemisfério Sul. A última fase fria da ODP ocorreu no período de 1948 – 1976. Já, a fase quente apresenta uma configuração contrária, com as anomalias de TSM positivas na região do Pacífico Tropical e negativas no Pacífico Extratropical. A última fase quente da ODP ocorreu durante o período de 1977 – 1998. Molion (2005) mostrou que houve uma estranha coincidência entre o comportamento da temperatura do ar média global (Ta) e a ODP, em que a Ta diminuiu entre os anos de 1948 – 1976 (fase fria) e aumentou durante 1977 – 1998 (fase quente). Siqueira et al (2006) estudaram a relação entre a ODP e os impactos causados sobre o Norte e Nordeste Brasileiro. Siqueira et al (2007), também, elaboraram um estudo sobre a variabilidade climática no sudeste da Amazônia, fronteira de expansão soja no Brasil. Constataram que, no período de 1948 – 1976 houve uma diminuição dos totais pluviométricos sobre a região e, durante 1977 – 1998, ocorreu o contrário. O objetivo deste estudo foi fazer uma análise preliminar da distribuição espacial da precipitação sobre o estado de Alagoas levando em consideração os períodos das fases da ODP, e assim observar o comportamento dos totais pluviométricos mensais durante cada fase.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Foram coletados dados de precipitação de agências pertencentes ao governo Brasileiro, são elas: Agência Nacional de Águas (ANA), Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE), Diretório de Hidrometeorologia (DHM) e da Secretária Executiva de Meio Ambiente e Recursos Hídricos e Naturais do estado de Alagoas (SEMARHN). Essas séries temporais dos dados encontram-se disponíveis no site do HydroWeb pertencente a ANA. As falhas nas séries foram preenchidas utilizando os dados do projeto da University Delaware (UDEL), disponíveis no site do Earth System Research Laboratory / Physical Science Division / National Oceanic and Atmospheric Administration (ESRL/PSD/NOAA). Os dados estão dispostos em regime mensal e cobrem o período de 1948 à 1998. Na figura 1, mostrou-se os municípios onde estão localizadas as estações meteorológicas de Alagoas.



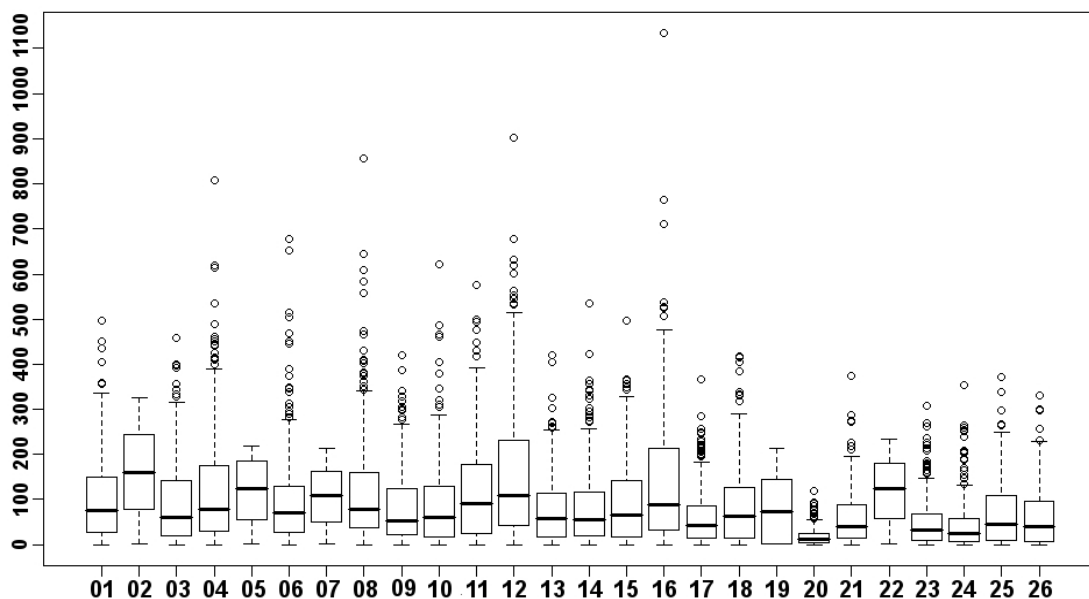
**Figura 1:** Municípios onde encontram-se as estações meteorológicas do Estado de Alagoas.

Utilizou-se na serie de dados uma técnica estatística conhecida como análise exploratória de dados (AED). Turkey (1977) descreveu a AED como um método estatístico que tem por objetivo observar e analisar o comportamento dos dados através da criação de gráficos, facilitando assim, o entendimento pela parte dos seres humanos, pois, muitas vezes a quantidade e o volume de dados é muito grande para os limites da percepção humana. Na AED está incluído alguns cálculos (por exemplo, Médias e Anomalias) e gráficos, no nosso

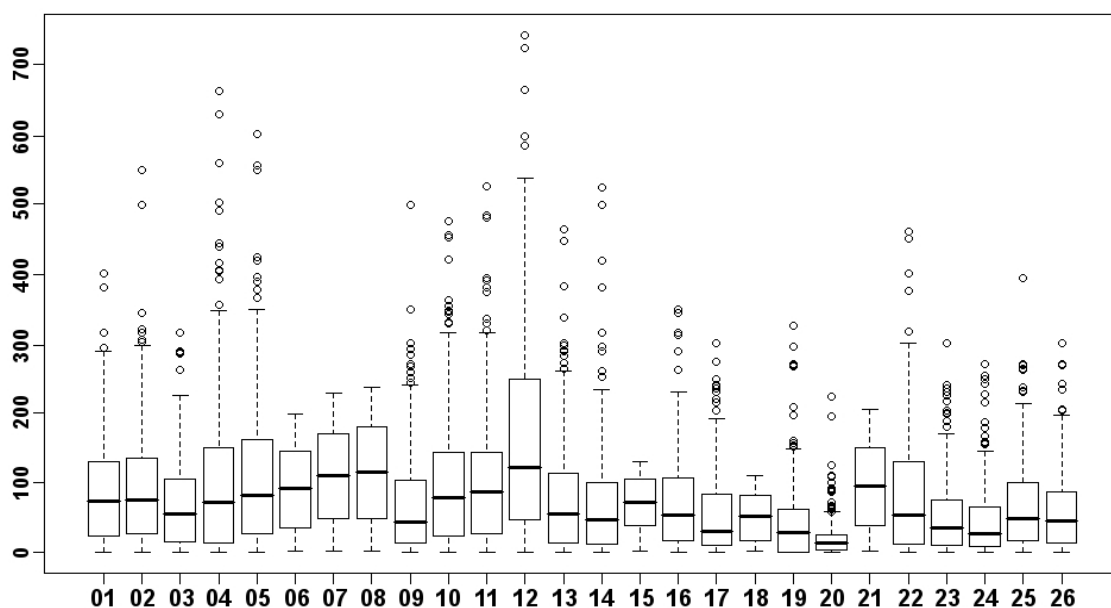
caso foi utilizado apenas um, o do tipo Boxplot, para se determinar o comportamento e a forma da distribuição da serie em determinados períodos (fases da ODP). Para a geração dos gráficos foi usado o software estatístico “R” por ser um software de licença livre.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nas figuras 2 e 3, mostraram-se os gráficos do tipo boxplot do total mensal de precipitação para cada estação meteorológica do estado de Alagoas durante as fases da ODP, respectivamente, fase fria (1947 – 1976) e fase quente (1977 – 1998). Dos números 01 ao 12 são as estações que estão localizadas na região da zona da mata, 13 ao 17 são as estações que estão localizadas na região do agreste e do 18 ao 26 são as estações que estão localizadas na região do sertão, do estado.



**Figura 2:** Boxplot da precipitação mensal acumulada (mm) nas estações meteorológicas de Alagoas durante à fase fria (1947 – 1976) da ODP.



**Figura 3:** Boxplot da precipitação mensal acumulada (mm) nas estações meteorológicas de Alagoas durante à fase quente (1977 – 1998) da ODP.

O gráfico do tipo boxplot nos transmite uma boa noção do comportamento da distribuição, tem como base alguns parâmetros descritivos de um conjunto de dados, são eles: a mediana ( $q_2$ ), o quartil inferior ( $q_1$ ), o quartil superior ( $q_3$ ) e o intervalo interquartil ( $IQR = q_3 - q_1$ ), no caso do nosso estudo, analisou-se a precipitação mensal acumulada (PMA) das estações meteorológicas localizadas no estado de Alagoas durante as fases da ODP, fase fria (1947 – 1976) e fase quente (1977 – 1998). Esse tipo de representação gráfica nos permite avaliar a simetria dos dados, sua dispersão e a existência ou não de outliers (valores atípicos, nas figuras 2 e 3 os círculos) nos mesmos. Os outliers são os valores inferiores a  $q_1 - 1,5.IQR$  e superiores a  $q_3 + 1,5.IQR$ , e são representados individualmente no gráfico. Os boxplots são especialmente adequados para se fazer uma comparação de dois ou mais conjuntos de dados correspondentes às categorias de uma variável qualitativa (precipitação, por exemplo).

Notou-se que a maior frequência dos valores da PMA (50% do total, intervalo interquartil, entre  $q_1$  e  $q_3$ ) nas duas fases apresentaram-se, em geral, entre 20 e 300 mm/mês, mostrando que a densidade da distribuição durante as fases comportou-se de forma assimétrica tendendo ao lado direito. Essa forma de distribuição foi constatada nas 26 estações analisadas dispostas conforme a figura 1. Esse resultado mostrou que independentemente da região de localização, zona da mata, agreste ou sertão, e das fases da ODP (fria ou quente) 50% da frequência da distribuição espacial da precipitação esteve abaixo de 300 mm e acima de 20 mm nas estações da zona da mata, entre 20 a 200 mm/mês nas estações do agreste e entre 10 e 150 mm/mês nas estações do sertão.

Observou-se, também, que existiu uma diferença acentuada no comportamento dos outliers durante as fases da ODP. Durante a fase fria (figura 2), na maior parte das estações, os outliers apresentaram-se em maior frequência e, com maiores valores mensais da precipitação acumulada. Já durante a fase quente (figura 3), notou-se que houve uma redução na frequência dos outliers, como também, nos seus respectivos valores, salvo algumas exceções, por exemplo, observou-se na estação 16 (localizada no Município de Quebrângulo) que a frequência de outliers praticamente não mudou, porém, a PMA em um dos outliers aumentou chegando a apresentar um valor superior a 1100 mm/mês na fase fria (cerca de 4 vezes maior que o terceiro quartil). Já durante a fase quente apresentou os maiores valores dos outliers entre 350 e 400 mm/mês.

Em relação a maior densidade dos dados, valores entre o primeiro quartil (linha da base do retângulo) e o terceiro quartil (linha do topo do retângulo) quase que não existiu variação de seus valores entre as fases da ODP, apresentaram-se entre 20 e 300 mm de forma geral, o que mostrou que a densidade dos valores não se alteraram durante todo o período. Porém, observou-se que a mediana mudou seu posicionamento durante as fases da ODP. A mediana ( $q_2$ ) separa a metade inferior da metade superior de um conjunto de dados ordenados, notou-se que esta mudança de posicionamento não foi muito acentuada nas estações da zona da mata, mas as estações do agreste e sertão apresentaram uma variação mais visível.

Uma explicação plausível para tal comportamento dessa serie temporal, nos períodos das fases da ODP, seria que durante a fase fria os eventos La Niña predominaram e foram mais intensos e frequentes, já durante a fase quente foram os eventos de El Niño que predominaram e apresentaram-se, também, mais intensos e frequentes. Molion (2005) mostrou que durante a fase fria da ODP a temperatura média da troposfera global ficou abaixo da média, então para que as nuvens que provocaram chuva se desenvolvessem foi necessário mais energia do que o que é utilizada durante a fase quente da ODP e tornaram-se assim mais carregadas. Siqueira et al (2006) estudaram os impactos do El Niño e La Niña sobre o nordeste brasileiro, notaram que os desvios negativos da precipitação se estenderam para leste, sobre o Semi-Árido Nordestino, agravando sua situação climática e a demanda de água.

#### 4. CONCLUSÕES

Na atualidade está escrito na literatura que a Oscilação Decadal do Pacífico entrou em uma nova fase fria desde o ano de 1998, demonstrou-se nesse estudo que durante a fase fria anterior houve a ocorrência de um grande número de outliers em todas as estações do estado de Alagoas que foram analisadas e, que a distribuição da precipitação mensal acumulada foi assimétrica à direita em ambas as fases da ODP. Então, possivelmente, nos próximos 15 a 20 anos espera-se que a precipitação mensal acumulada comporte-se semelhante a do período da fase fria anterior (1947 – 1976).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANTUA, N.J.; HARE, S.R.; ZHANG Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS R.C: *A Pacific interdecadal climate oscillation with impacts on salmon production*. Bull. Amer. Meteor. Soc., v. 78, p. 1069-1079, 1997.

MOLION, L.C.B. *Aquecimento global, El Niños, Manchas Solares, Vulcões e Oscilação Decadal do Pacífico*, Climanalise, agosto, CPTEC/INPE, 2005.  
Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/artigos/molion0805.pdf>

SIQUEIRA, A.H.B, et al. *Impactos do ENOS no Norte e Nordeste Brasileiros e sua relação com a Oscilação Decadal Do Pacífico*, XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006, Florianópolis. Anais - XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 2006.

SIQUEIRA, A. H. B.; MOLION, L. C. B.; SOUZA, L. O.; VAZ, J. C. M;. *Impactos da Variabilidade Climática no Cultivo de Soja no Leste da Amazônia*. In: XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007, Aracajú. Anais - XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2007.

TURKEY, J. W., 1977. *Exploratory Data Analysis*. Reading, Mass., Addison-Wesley, 688p.