

**UNIVERSIDADE ESTADUAL
DO CEARÁ - UECE**

Av. Dr. Silas Munguba, 1700 -
Campus do Itaperi, Fortaleza/CE

**IMPACTOS DO FENOMENO EL
NIÑO E LA NIÑA NO MUNICÍPIO
DE SÃO LUÍS – MARANHÃO**

**Juarez Mota Pinheiro
Ronaldo Rodrigues Araújo**

Citação: PINHEIRO, J. M.;
ARAÚJO, R. R. IMPACTOS DO
FENOMENO EL NIÑO E LA NIÑA
NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS –
MARANHÃO. **Revista GeoUECE
(Online)**, v. 08, n. 15, p. 124-136,
jul./dez. 2019. ISSN 2317-028X



IMPACTOS DO FENOMENO EL NIÑO E LA NIÑA NO MUNICÍPIO DE SÃO LUÍS – MARANHÃO

THE EL NIÑO AND LA NIÑA PHENOMENA'S IMPACTS IN THE CITY OF SÃO LUIS - MARANHÃO

Juarez Mota Pinheiro ¹

Ronaldo Rodrigues Araújo ²

¹ Prof. Dr. Departamento de Geociências/LABOCLIMA, Universidade Federal do Maranhão, e-mail: juarez.mp@ufma.br/juarezmp@gmail.com

² Prof. Dr. Departamento de Geociências/LABOCLIMA, Universidade Federal do Maranhão, e-mail: ronaldo.araujo@ufma.br/ronaldo.araujo16@gmail.com

RESUMO

A pesquisa objetivou identificar qual a proporcionalidade das anomalias causadas por anos de eventos mais significativos dos fenômenos El Niño e La Niña na pluviosidade do município de São Luís do Maranhão. Utilizou-se de dados fornecidos pela estação meteorológica do INMET em São Luís e empregando dados históricos de 41 anos (1975 a 2015). Foram produzidos gráficos e cálculos estatísticos que auxiliaram na análise da variabilidade pluviométrica em comparação com anos da Normal Climatológica de São Luís. Com os resultados alcançados foi possível constatar que durante a ocorrência mais intensa do El Niño, apontados em 7 (sete) anos (1981-1983-1992-1997-1998-2012 e 2015) da amostra de dados da pesquisa, as chuvas totais anuais registraram uma redução significativa do seu volume médio pluviométrico histórico na ordem de -75,7% e que durante a ocorrência de anos mais intensos de La Niña (1985-1986-1988-1989-1994-2000-2009) ocorreu um aumento médio da pluviosidade na ordem de +29,4%.

Palavras-chave: El Niño. La Niña. São Luís. Maranhão

ABSTRACT

The research has as an objective identity with proportionality of the anomalies caused by El Niño and La Niña most significant years of events in the rainfall of the County of São Luis, Maranhão. It was utilized provided data by the meteorological station of INMET in São Luís and applied historical data of 41 years (1975 to 2015). It was produced graphics and statistical calculus that supported the rainfall variability analysis in comparison to years of the Normal Climatológica de São Luis. With the achieved results it was possible to constate that during the most intense occurrence of El Niño, showed in 7 (seven) years (1981-1983-1992-1997-1998-2012 and 2015) of the research data sample, the total of annual rains registered a significant reduction on its historical rainfall average volume in the order of -75,7% and that during the most intense occurrence of La Niña (1985-1986-1988-1989-1994-2000-2009) occurred and average raising of the rainfall in the order of +29,4%.

Key words: El Niño. La Niña. São Luís. Maranhão.



1. INTRODUÇÃO

A pluviosidade é um dos elementos atmosféricos que mais provocam distúrbios no equilíbrio ambiental e social. No caso do Brasil, principalmente relacionado ao fenômeno ENOS popularmente conhecido como El Niño e La Niña, este fenômeno atmosférico marca significativamente às atividades humanas, alterando o regime pluviométrico com aumento ou diminuição acentuada das chuvas históricas principalmente na Amazônia, no Nordeste e Sul do Brasil. O aquecimento ou esfriamento anormal do Oceano Pacífico tropical – Oscilação Sul é comprovadamente o principal mecanismo desencadeador de alterações na dinâmica atmosférica global provocando distúrbios nos mecanismos de circulação dos ventos da região do Pacífico equatorial, entre a costa peruana e o Pacífico Oeste, próximo da Austrália Ropelewsky e Halpert (1989). Conforme também comprovam Meggers (2014) todas as regiões do Brasil sofrem algum tipo de influencia em anos de ocorrência de eventos de El Niño e La Niña.

Afirmam ainda Nobre e Shukla (1996) que o norte e o nordeste brasileiro sofre alterações na sua normalidade pluviométrica, em anos de El Niño com chuvas abaixo da média e em anos de La Niña com chuvas acima da média histórica. Também segundo Uvo (1989) os efeitos do fenômeno ENOS são particularmente notável no setor norte do nordeste brasileiro, cujas anomalias negativas e positivas de precipitação são associadas aos episódios de El Niño e La Niña.

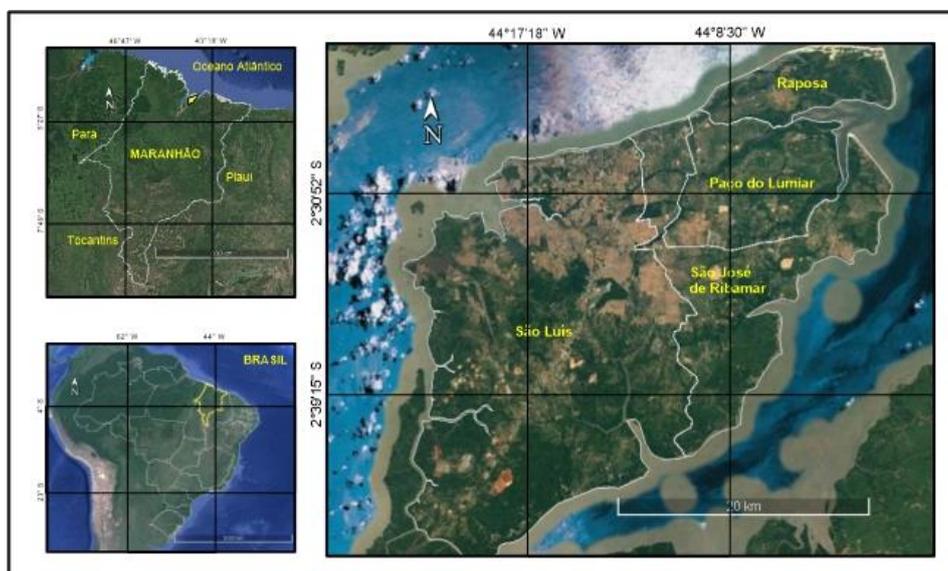
No Município de São Luís, localizado na região Nordeste do Brasil, os efeitos do fenômeno El Niño e La Niña são mais intensos e provocam uma acentuada diminuição e o aumento da sua pluviosidade histórica. Pesquisas que quantifiquem os níveis de derivações quando da ocorrência destes fenômenos permitirá aos gestores públicos mais informações para seu planejamento que possibilitem a realização de ações de resiliência tão necessárias a uma organização espacial que leve em conta a promoção de um ambiente sustentável.



2. LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

São Luís localiza-se no nordeste brasileiro e a norte do estado do Maranhão na ilha do Maranhão, é a capital do estado do Maranhão, encontra-se situada na região costeira do estado, dentro do Golfão Maranhense, limita-se ao norte com o Oceano Atlântico; ao sul, com a baía de São José e o Estreito dos Mosquitos; a leste com a baía de São José e a oeste com a baía de São Marcos (Figura 1).

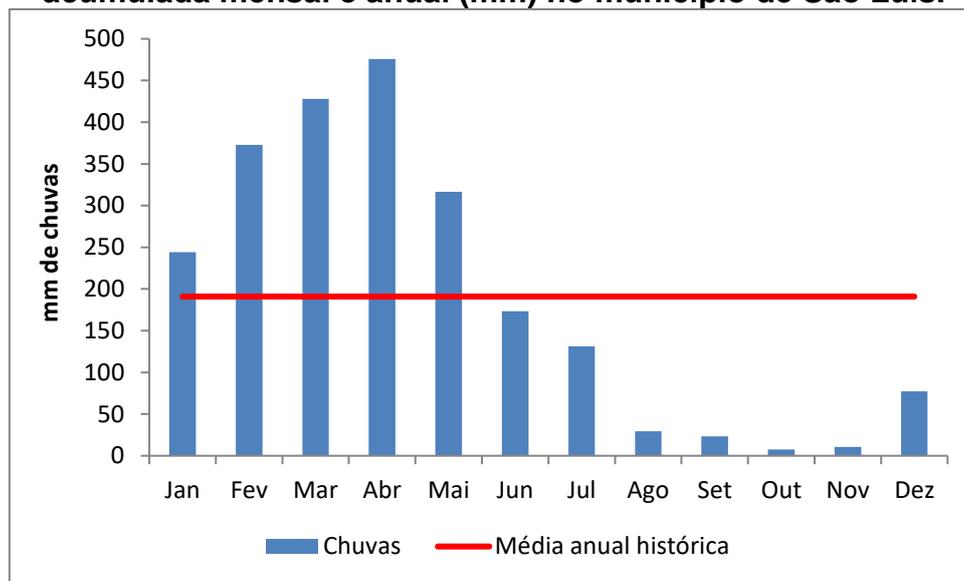
Figura 1: Localização do Município de São Luís - MA



O regime de chuvas na cidade de São Luís é essencialmente tropical, do tipo equatorial, com dois períodos bem demarcados – um chuvoso (janeiro a junho) e outro de estiagem (julho a dezembro). (Figura 2).



Figura 2. Gráfico da Normal Climatológica (1961-1990) da precipitação acumulada mensal e anual (mm) no município de São Luís.



Fonte de dados: BDMEP/INMET. Org.: Autores

Segundo Hastenrath e Lamb (1977), o principal mecanismo de atuação atmosférica gerador de chuvas no norte do nordeste do Brasil é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A Zona de Convergência Intertropical é o sistema meteorológico mais importante na determinação de quão abundante ou deficiente serão as chuvas no setor norte do Nordeste do Brasil. Normalmente a ZCIT migra sazonalmente de sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N, entre os meses de agosto e setembro para posições mais ao sul de aproximadamente 4°S, nos meses de março e abril (FUNCEME, 2002). Segundo Menezes (1995), o fortalecimento dos alísios de nordeste e sudeste aumenta a área de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que pode chegar a até 5°S o que proporciona aumento dos totais normais de precipitação na região nordeste do país. A ZCIT é o principal mecanismo climático de geração de chuvas no município de São Luís.

3. ENOS - OSCILAÇÃO SUL (QUENTE) - EL NIÑO

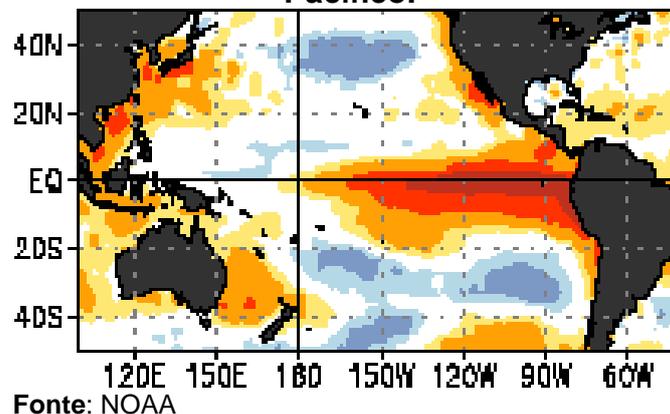
Segundo Ropelewski e Halpert, (1989) o fenômeno El Niño é cíclico, e se caracteriza por não possui um período regular, reaparecendo em intervalos de 3 a 5 anos. Os mesmos autores também identificaram que em alguns trabalhos baseados na análise da produção pesqueira e de dejetos de pássaros



das Ilhas Galápagos, propuseram que a ocorrência deste fenômeno ocorre a pelo menos 500 anos.

O El Niño, referido como episódio quente da Oscilação Sul (ENOS), é um fenômeno oceano-atmosférico (acoplamento) caracterizado pelo aumento anômalo da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico equatorial central e oriental-leste (Figura 3). Sua identificação de ocorrência situa-se na região conhecida como Niño 3-4 e Niño 4, registrando médias superiores de Anomalias de TSM (ATSM) ocorridas durante 5 meses. O episódio se estabelece quando a anomalia se pronuncia maior que $0,4^{\circ}\text{C}$ em relação ao padrão, durante 6 meses ou mais, onde os primeiros sinais são o enfraquecimento dos ventos da circulação de Walker e fortalecimento da circulação de Hadley, causando distúrbios na circulação atmosférica global, e conseqüentemente, gerando anomalias na convecção tropical (TRENBERTH, 1997). Sua atuação dura em média 15 a 18 meses, ocasionando secas na Amazônia e Nordeste brasileiro e excesso de chuvas no sul-sudeste do Brasil, sendo o principal padrão de teleconexão atmosférica (SILVA, 2006).

Figura 3. Configuração do fenômeno ENOS – Oscilação Sul (quente) – El Niño – Aumento da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico.



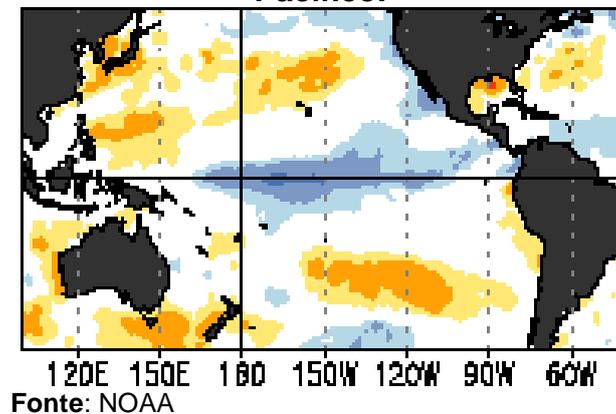
4. ENOS - OSCILAÇÃO SUL (FRIO) – LA NIÑA

La Niña representa o fenômeno oceânico-atmosférico com características opostas ao El Niño, e que se caracteriza por um esfriamento anormal nas águas superficiais do Oceano Pacífico Tropical (Figura 4). Alguns



dos impactos de La Niña tendem a ser opostos aos de El Niño, mas nem sempre uma região afetada pelo El Niño apresenta impactos significativos no tempo e clima devido à La Niña. De modo geral quando da ocorrência do fenômeno La Niña no Brasil, pode ocorrer chuvas mais contínuas nas regiões Centro-Oeste e Sudeste e chuvas acima do normal nas regiões Norte e Nordeste e irregularidade na distribuição da chuva na Região Sul.

Figura 4. Configuração do fenômeno ENOS – Oscilação Sul (frio) – La Niña – Aumento da temperatura das águas superficiais do Oceano Pacífico.



5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a determinação e escolha dos anos de maior intensidade do El Niño, considerados nesta pesquisa, seguiram-se os critérios utilizados por Trenberth (1997) e NOAA (2015). Também foram considerados na decisão, as informações fornecidas pelo INPE/CPTEC na identificação dos anos de ocorrência de El Niño e La Niña no Brasil, em seus eventos considerados fortes e moderados, também foram complementados com os trabalhos de Marengo, Tomasella e Uvo (1998) e Meggers (2014) que analisaram o comportamento das chuvas em eventos fortes de Oscilação Sul (ENOS) no norte brasileiro, chegando assim, na definição e escolha dos anos mais significativos de El Niño e La Niña para o norte do nordeste brasileiro e especificamente para São Luís; El Niño: 1981 - 1983 - 1992 - 1997 - 1998 - 2012 e 2015, e para o La Niña: 1985 - 1986 - 1988 - 1989 - 1994 - 2000 - 2009.

Para o tratamento estatístico que possibilitasse comparar os anos mais significativos de El Niño e La Niña em São Luís identificados pelo



NOAA/CPTEC com o período de 41 anos de chuvas registrados pelo INMET na estação do Itapiracó em São Luís utilizou-se da ferramenta estatística de desvio padrão, deste modo foi possível identificar a proporcionalidade da correlação existente entre os anos selecionados e o volume pluviométrico efetivamente registrado na área em estudo. A fórmula estatística utilizada nos cálculos de Desvio Padrão (σ) pode ser identificada abaixo:

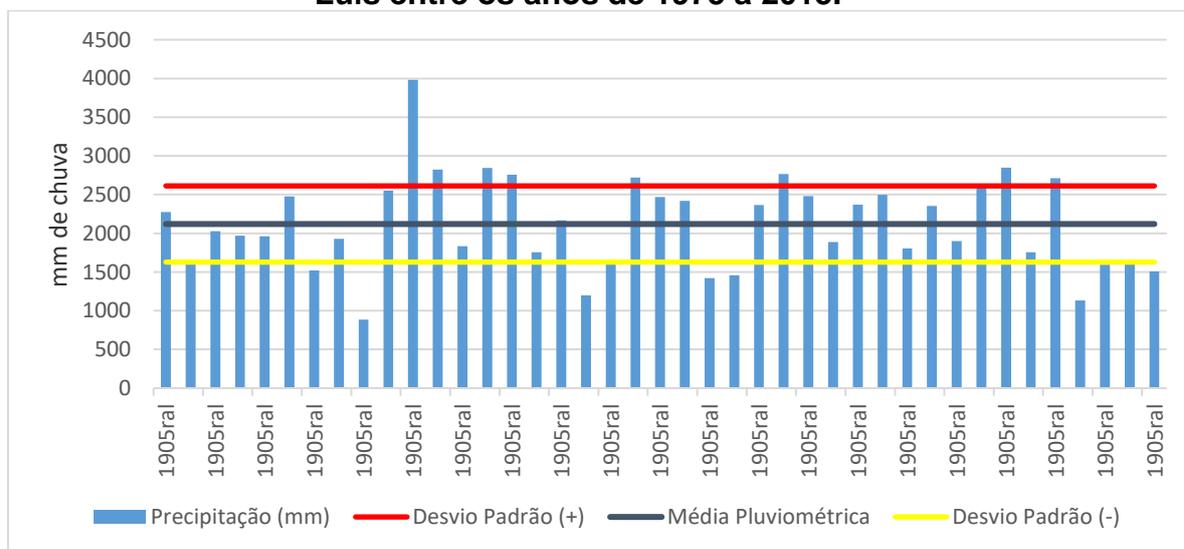
$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_i - x)^2}{n}}$$

Nesta fórmula, para se encontrar o Desvio-Padrão (σ): utilizou-se do equivalente à raiz quadrada da variância. Onde x_i é cada elemento da amostra, x é a média, n é o número total de elementos, e \sum é o somatório.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de desvio padrão encontrado foi de 491,84 mm após a interposição com o total pluviométrico da série histórica estudada, produziu-se o Figura 5 com a identificação dos anos de ocorrência do El Niño e La Niña de desvio padrão da pluviosidade ocorrida no município de São Luís.

Figura 5. Gráfico de desvio padrão da pluviosidade no município de São Luís entre os anos de 1975 a 2015.



Fonte: BDMEP/INMET – Org. Autores



Tabela I – Anos de ocorrência do fenômeno El Niño com a porcentagem de diminuição do volume pluviométrico anual.

Anos de El Niño	mm de chuva anual	Normal Climatológica (1961-1990)	Porcentagem de diminuição das chuvas
1981	1518,8	2290,0 mm	-50,8%
1983	883,7		-159,1%
1992	1198,4		-91,1%
1997	1421,2		-61,1%
1998	1459,8		-56,9%
2012	1133,2		-102,1%
2015	1507,2		-51,9%
Média Pluviométrica das chuvas em anos de El Niño	1303,2 mm	2290,0 mm	-75,7%

Com a Tabela I foi possível identificar a porcentagem de diminuição das chuvas no município de São Luís durante a ocorrência do fenômeno El Niño e destacar a sua variabilidade principalmente a ocorrida no ano de 1983 que chegou a impactar em -159,1% das chuvas esperadas naquele ano. Outra possível constatação é de que em anos de ocorrência de El Niño em São Luís as chuvas tendem a diminuir sempre em volumes superiores a -50% das chuvas esperadas. Com objetivos de síntese quanto ao que ocorre no volume das chuvas no município de São Luís em anos de ocorrência de El Niño, conclui-se que a pluviosidade diminui em estatística média -75,7% do volume das chuvas históricas.

Para que também fosse possível identificar a porcentagem de aumento do volume das chuvas no município de São Luís durante os anos de ocorrência do La Niña foi produzido a Tabela II a seguir.

Tabela II – Anos de ocorrência do fenômeno La Niña com a porcentagem de aumento do volume pluviométrico anual.

Anos de La Niña	mm de chuva anual	Normal Climatológica (1961-1990)	Porcentagem de aumento das chuvas
1985	3981,3	2290,0 mm	+73,9%
1986	2823,2		+23,3%
1988	2843,4		+24,2%



1989	2755,6		+20,3%
1994	2720,2		+18,8%
2000	2765,2		+20,8%
2009	2847,8		+24,4%
Média Pluviométrica das chuvas em anos de La Niña	2962,4 mm	2290,0 mm	+29,4%

Os resultados identificados possibilitou avaliar quantitativamente o que ocorre na pluviosidade do município de São Luís em anos de ocorrência do La Niña e pode-se chegar a algumas respostas. A pluviosidade aumenta em média +29,4% no seu volume histórico e o destaque ocorreu no ano de 1985 que teve um aumento significativo das chuvas no município na ordem de 73,9% do seu volume histórico.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a pesquisa foi possível identificar e quantificar em que proporção o município de São Luís é afetado pelos efeitos do fenômeno ENOS (Oscilação Sul) em episódios quentes e frios - El Niño e La Niña e confirmar com a literatura científica sobre o tema, que ocorre uma diminuição das chuvas, em períodos de ocorrência de El Niño e aumento das chuvas em anos de ocorrência de La Niña para a região. Os valores registrados pela pesquisa indicaram que em todos os anos de ocorrência do El Niño, ocorreu uma diminuição do volume das chuvas sempre abaixo dos cálculos de desvio padrão e em anos de La Niña, sempre também, o volume pluviométrico anual ocorreu maior que o desvio padrão. As estatísticas indicaram que em anos de El Niño o volume pluviométrico médio anual apresenta valores de diminuição na ordem de -75,7 % enquanto em anos de ocorrência do La Niña são registrados aumentos do volume médio das chuvas na ordem de +29,4%. São valores significativos e indicam a necessidade de atenção dos gestores públicos para os impactos na sociedade, principalmente em anos de El Niño por determinar uma redução tão significativa de seus índices pluviométricos.



7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS – FUNCEME. **Sistemas meteorológicos causadores de chuva na região nordeste do Brasil**. Disponível em <http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Grafico_chuvas_postos_pluviometricos/entender/entender2.htm> Acesso em: dezembro de 2018.

HASTENRATH, S. and LAMB, H. **Dynamics of climatic hazard in the Northeast Brazil**. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 103, 77-92, 1977.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia / BDMEP – **Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>. Acesso em dezembro 2018.

INPE/CPTEC – Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais/Centro de **Previsão de Tempo e Estudos Climáticos**. Disponível em: <<http://enos.cptec.inpe.br/>>. Acesso em dezembro 2018.

MARENGO J.A.; TOMASELLA J; UVO CR. **Tendências de vazão e precipitação nos trópicos da Amazônia do Sul: Amazônia, Brasil oriental e noroeste do Peru**. Journal of Geophysical Research-Atmospheres, N. 103, janeiro de 1998.

MEGGERS B. J. **Evidência arqueológica para impacto de megaeventos-Niño sobre a AMAZÔNIA durante os últimos 2 milênios**. Climatic Change, N 28, dezembro de 2014.

MENEZES, R. H. N. **Relação entre a precipitação no NEB e as anomalias de temperatura da superfície do mar dos Oceanos Atlântico e Pacífico tropicais**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, 1995.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. **Variation of sea surface temperature, wind and rainfall over the tropical Atlantic and South America**. Journal of Climate, v. 9, n. 10, p. 2464-2479. Oct. 1996.

NOAA – **National Oceanic and Atmospheric Administration** - Disponível em: <http://www.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoye ars.shtml> Acesso em dezembro de 2018.

ROPELEWISKI, C. F.; HALPERT, M. S. **Global and regional scale precipitation patterns associated with El Niño / Southern Oscillation**. Monthly Weather Review, v. 115, p. 1606-1626, 1989.

SILVA, L. F. **Precipitação no norte e nordeste brasileiro e padrões de temperatura da superfície e pressão ao nível médio do mar: relação com as fases do El Niño/Oscilação Sul e a Oscilação Decadal do Pacífico**.



Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, 2006. 95p.

TRENBERTH, K., F. **The definition of El Niño**. Bulletin of the American Meteorological Society, v.78, n.12, p. 2771-2777. Dec. 1997.

UVO, C. R. B. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação da Região Norte do Nordeste Brasileiro/** Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos- SP, 1989.