



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA**

Nº de ordem: MET-UFAL-MS-065

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS NAS REGIÕES AMBIENTAIS
DO ESTADO DE ALAGOAS**

Emanuel Ramos Teixeira

**Maceió-AL
Novembro/2009**

EMANUEL RAMOS TEIXEIRA

Nº de ordem: MET-UFAL-MS-065

**ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS NAS REGIÕES AMBIENTAIS
DO ESTADO DE ALAGOAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas, para a obtenção do título de Mestre em Meteorologia. Área de concentração: Processos de Superfície Terrestre.

Orientador: **Manoel da Rocha Toledo Filho.**

**Maceió-AL
Novembro/2009**

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecária Responsável: Helena Cristina Pimentel do Vale

T266a Teixeira, Emanuel Ramos
Análise da variabilidade das chuvas nas regiões ambientais do estado de Alagoas / Emanuel Ramos Teixeira, 2009.
x, 40f. : il., graf., tabs.

Orientador: Manoel da Rocha Toledo Filho.
Dissertação (mestrado em Meteorologia : Processos de Superfície Terrestre) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Atmosféricas. Maceió, 2009.

Bibliografia: f. 27-31.
Anexos: f. 32-408.

1. Climatologia. 2. Alagoas – Precipitação pluviométrica. 3. Precipitação (Meteorologia). I. Título.

CDU:551.509(813.5)



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS ATMOSFÉRICAS
COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA

CERTIFICADO DE APRESENTAÇÃO

N.º de ordem: MET-UFAL-MS-065.

**“ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS NAS REGIÕES AMBIENTAIS DO
ESTADO DE ALAGOAS”**

Emanuel Ramos Teixeira

Dissertação submetida ao colegiado do Curso de Pós-Graduação em Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Meteorologia.

Aprovado pela Banca Examinadora composta por:

Manoel Toledo

Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho
(Orientador)

R. Amorim
Prof. Dr. Ranieri Carlos Ferreira de Amorim
(Membro Externo - IFAL)

R. Amorim
Prof. Dr. Ricardo Ferreira Carlos de Amorim
(Membro interno)

Maceió – AL
Dezembro/2009

Dedico

Dedico esta monografia a minha família pela fé e confiança demonstrada.

Aos meus amigos pelo apoio incondicional.

Aos professores pelo simples fato de estarem dispostos a ensinar.

Ao orientador pela paciência demonstrada no decorrer do trabalho.

Enfim a todos que de alguma forma tornaram este caminho mais fácil de ser percorrido.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar realizando este trabalho

A minha família, pelo incentivo e colaboração, principalmente nos momentos de dificuldade.

Ao meu orientador Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho por estar sempre disposto a ajudar.

Agradeço aos meus colegas pelas palavras amigas nas horas difíceis, pelo auxílio nos trabalhos e dificuldades e principalmente por estarem comigo nesta caminhada tornando-a mais fácil e agradável.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE QUADROS	vi
LISTA DE ABREVIATURAS	vii
RESUMO	viii
ABSTRACT	ix
1 - INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 - Organismos Produtores de Chuvas	3
2.1.1 - Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN)	4
2.1.2 - Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)	5
2.1.3 - Sistemas Frontais (SF)	6
2.1.4 - Brisas Marítima e Terrestre	7
2.1.5 - Ondas de Leste	8
2.1.4 - Oscilação Madden-Julian (30-60 dias)	9
2.2 - Influência dos Oceanos na Pluviometria no Nordeste Brasileiro	10
2.2.1 - El Nino e La niña	10
2.2.2 - Dipolo do Atlântico	13
2.2.3 - Brisa Marítima e Terrestre	14
2.2.4 - Distúrbios de Leste	15
3 - MATERIAIS E MÉTODOS	16
4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 - Climatologia das regiões ambientais	20
5 - CONCLUSÕES	26
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
7 - ANEXOS	32

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Formação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VC) sobre o Oceano Atlântico Sul (1 a 3) e a nebulosidade associada ao sistema na ultima fase (4).	5
2	Pressão ao nível médio do mar, dados observados, espessura e posicionamento da ZCIT	6
3	Sistema frontal.	7
4	Secção vertical da atmosfera próximo à costa mostrando as brisas marítima (esquerda) e terrestre (direita). As linhas horizontais representam isóbaras esquemáticas e as setas traduzem a direção do vento.	8
5	Esboço das linhas de corrente (acima) e do perfil vertical da atmosfera no eixo X-X' (abaixo), mostrando uma onda de leste (Hemisfério Norte).	8
6	Diagrama esquemático da célula de Hadley – Walker	9
7	Padrões de Circulação do fenômeno ENOS nas fases Neutra (normal) (a), El Niño (quente) (b) e La Niña (fria) (c).	11
8	Estado de Alagoas indicando as regiões ambientais e os Postos pluviométricos utilizados na pesquisa.	16
9	Precipitação observada no período de 1993 a 2006 e média histórica mensal para a região do Baixo São Francisco (A), Litoral (B), Sertão (C), Sertão do São Francisco (D), Zona da Mata (E) e Agreste (F).	21
10	Desvio percentual da precipitação para a região do Baixo São Francisco (A), Litoral (B), Sertão (C), Sertão do São Francisco (D), Zona da Mata (E) e Agreste (F).	22
11	Precipitação total anual e média móvel (5 anos) para a região do Baixo São Francisco (A), Litoral (B), Sertão (C), Sertão do São Francisco (D), Zona da Mata (E) e Agreste (F).	25

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
01	Meses de ocorrência de El Niño (EN), La Niña (LN) e neutros (N) no período de julho de 1981 a junho de 2006.	12
02	Relação dos Postos Pluviométricos nas regiões Ambientais do Estado.	17
03	Critérios estabelecidos para escolha do ano padrão.	19
04	Relação dos anos-padrão (AP), período de 1993 a 2006 segundo critérios e condições estabelecidos para escolha.	23

LISTA DE ABREVIATURAS

°	Graus
°C	Graus Celsius
AL	Alagoas
AC	Ano Chuvoso
NA	Ano Normal
AS	Ano Seco
ASAS	Alta subtropical do Atlântico Sul
DMET	Diretoria de Meteorologia
DP	Desvio Percentual
ENOS	El Nino - Oscilação Sul
MC	Muito Chuvoso
Mm	Milimetro
MS	Muito Seco
S	Sul
S	Desvio Padrão
SF	Sistemas Frontais
SEMARH	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SUDENE	Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste
TSM	Temperatura da Superfície do Mar
VCAN	Vórtice Ciclônico de Altos Níveis
VCAS	Vórtice Ciclônico do Ar Superior
W	Oeste (west)
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul
ZCIT	Zona de Convergência Inter Tropical

EMANUEL RAMOS TEIXEIRA. Orientador: Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho. Análise da variabilidade das chuvas nas regiões ambientais do estado de Alagoas. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Meteorologia). Instituto de Ciências Atmosféricas - ICAT. Universidade Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, Alagoas, Brasil. (39p). 2009.

RESUMO

No presente estudo foi analisada a variabilidade das chuvas nas seis regiões ambientais de Alagoas, tanto espacial como para o segmento de tempo, verificando a tendência e a periodicidade dos períodos chuvosos e secos, no sentido de caracterizar as oscilações e anomalias dos totais mensais e anuais de chuvas. Os dados que geraram as médias históricas e os anos estudados, compreendido entre 1993 a 2006, foram obtidos no Banco de dados da SUDENE e da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH/AL. Utilizou-se a técnica estatística para determinar as médias mensais, anuais e os desvios percentuais para utilizados como critérios estabelecidos para escolha do ano padrão. Os resultados indicam que todos os eventos ENOS provocaram aumento das precipitações, mas nem todos os anos chuvosos se explicam por sua ocorrência. E que estes anos chuvosos não atingem toda a região com a mesma intensidade. Verificou-se, também, a irregularidade da pluviometria, típico das áreas tropicais. Dos 14 anos analisados, apenas 06 anos podem ser considerados como normais, cujos desvios em relação à média estiveram entre -15% e +15%.

Palavras-Chave: Climatologia, Precipitação Pluviométrica, Alagoas.

EMANUEL RAMOS TEIXEIRA. Adviser: Prof. Dr. Manoel da Rocha Toledo Filho. Review of the variability of rainfall environmental regions of the State of Alagoas. Dissertation (Post graduate Program in Meteorology). Atmospheric Science Institute - University Federal de Alagoas – UFAL. Maceió, Alagoas, Brasil. (39p). 2009.

ABSTRACT

The present study examined the variability of rainfall in six environmental areas of Alagoas, both in space and for the segment of time, verifying the trend and frequency of rainy and dry periods, in order to characterize the variations and anomalies of the total monthly and annual rains. The data that generated the historical averages and the years studied, from 1993 to 2006 were obtained from the database of SUDENE and the Secretary of State for the Environment and Water - SEMARH / AL. We used a statistical technique to determine the average monthly and annual percentage deviations for use as criteria for choosing the standard year. The results indicate that all ENSO events have caused an increase in rainfall, but not all wet years can be explained by its occurrence. And that these wet years do not reach the entire region with the same intensity. It was also the irregularity of rainfall, typical of tropical areas. Of the 14 years studied, only 06 years can be considered normal, whose deviations from the average is between -15% and +15%.

Key Words: Climatology, Rainfall, Alagoas.

1 – INTRODUÇÃO

A região Semi-árida do Brasil compreende grande parte de 08 estados do nordeste brasileiro (Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), abrangendo também parte do estado do Maranhão, o norte do estado de Minas Gerais e do Espírito Santo e uma pequena parcela da região Nordeste do estado de Goiás. Sua característica básica relaciona-se com as adversidades do seu meio físico, onde se destaca uma precipitação pluviométrica anual inferior a 800mm e ciclo de chuvas irregular, temperaturas médias elevadas (entre 23 e 27°C), fortes taxas de evapotranspiração e, aproximadamente, 3.000 horas de sol por ano.

A quadra chuvosa do estado de Alagoas compreende os meses de Abril a Julho, sendo considerado o mês de março, mês de pré-estação. Porém, está sendo observado que, nos últimos anos essa quadra chuvosa está começando e finalizando mais tarde, entre os meses de maio a agosto, porém, não se pode afirmar que a quadra chuvosa mudou, visto que são necessários mais anos de observação para essa indicação.

A Região Nordeste do Brasil sofre com a variabilidade das chuvas, sendo a costa leste da região afetada pelos fenômenos EL Niño/La Niña, que podem causar chuvas em excesso ou secas no estado de Alagoas. O EL Niño é um fenômeno oceânico que é caracterizado pelo aquecimento das águas do pacífico, que podem influenciar diretamente nas chuvas das regiões nordeste e Sul do Brasil.

Além dos fenômenos de grande escala, existem alguns fenômenos que interferem diretamente na precipitação no estado de Alagoas, como as ondas de leste, aonde a umidade vinda do oceano, juntamente com as altas temperaturas da costa podem causar precipitação;

Os vórtices ciclônicos de altos níveis, que podem causar chuvas entre os meses de dezembro a fevereiro, consideradas em alguns anos a salvação das regiões secas do estado, como Sertão e Agreste, devido à ausência de chuvas nesse período; a Zona de Convergência Inter-Tropical (ZCIT), que entre os meses de fevereiro a abril migra mais para o sul, causando chuvas no estado de Alagoas; Sistemas Frontais que ocorrem na época da quadra chuvosa, de março a julho. Indiretamente as frentes frias provocam chuvas no leste do Estado quando atingem o sul da Bahia e começam a se dissipar no oceano, podendo promover o surgimento de sistemas convectivos que são levados pelo vento sudeste em direção à costa.

Esse fato se dá com maior frequência no período de maio a julho. Ocasionalmente, durante o citado período, devido à sua natural inclinação as frentes podem atingir parte das regiões alagoanas do Sertão do São Francisco e Sertão.

A Influência de frentes frias que vêm da Amazônia e a influência da Zona de Convergência do Atlântico sul, ou ZCAS também podem ocasionar chuvas no estado de Alagoas assim como as brisas terrestres e marítimas. A Oscilação 30-60 dias também pode ser relacionada a chuvas no estado, com a diferença de temperatura do Oceano Atlântico Norte e Sul.

Muitos trabalhos já foram realizados sobre os regimes de chuvas, caracterizando sua dinâmica e gêneses como os de SANT´ANNA NETO e BARRIOS (1992), BOIN (2000).

O conhecimento da sucessão de anos secos e chuvosos, suas anomalias e seus padrões temporais são muito importantes para o planejamento econômico e para a gestão dos recursos hídricos. Os modelos numéricos de previsão do tempo, do clima e o monitoramento de fenômenos como o ENOS (El Niño / Oscilação Sul), ainda não são totalmente confiáveis e precisos. Assim, a análise da variabilidade das chuvas assume importante perspectiva, como elemento de complementaridade daquelas outras análises.

O objetivo deste trabalho é o de analisar a variabilidade interanual das chuvas nas seis regiões ambientais do estado, tanto em sua dimensão temporal como em sua distribuição espacial bem como analisar a tendência e a periodicidade dos anos chuvosos e secos, no sentido de se caracterizar as oscilações e anomalias dos totais anuais de chuvas.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O Nordeste brasileiro está localizado nos trópicos, aproximadamente entre 1°S e 18°S e 35°W e 47°W. Está caracterizada pela grande variabilidade espacial e interanual do seu regime de chuvas e, em alguns anos, severas secas assolam a região. As secas não são fenômenos cíclicos e sim repetitivos uma vez que não têm um período de tempo fixo de recorrência. A literatura registra relatos de secas desde o ano do descobrimento do Brasil, a seca de 1499/1500. É provável que, desde que o presente clima tenha se estabelecido a cerca de 7000 anos atrás, o Nordeste venha sofrendo secas que talvez tenham sido muito mais severas que as atuais, particularmente durante os séculos XVIII e XIX, sendo a de 1877/79 uma das piores já descritas na literatura regional.

A maior parte da região Nordeste do Brasil (NEB) é caracterizada como semi-árida, apresentando, na parte central, temperatura média que varia de 24 a 28°C, com grande variabilidade espacial e temporal da precipitação e elevada taxa de evaporação. A região é freqüentemente submetida aos efeitos de secas severas, estando as áreas mais atingidas no chamado “Polígono das Secas”, cuja precipitação média anual é inferior a 800mm, chegando a valores extremos inferiores de 400mm, na parte central da Paraíba e Pernambuco, e próximo de Petrolina no vale do São Francisco (STRANG 1972).

O NEB possui diferentes regimes de precipitação. No norte, o principal período chuvoso é entre fevereiro a maio. No sul, as chuvas ocorrem durante o período dezembro a fevereiro, e no leste o período das chuvas vai de abril a julho (MOLION e BERNARDO, 2002). A precipitação total média mensal ou anual depende da atividade convectiva sobre o NEB, associada pelo menos a cinco diferentes fenômenos meteorológicos, ou seja: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) associada à circulação de Hadley; Sistemas Frontais, Ondas de Leste, Sistema de Brisas e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis.

2.1 – Organismos Produtores de Chuvas

Existem pelo menos seis sistemas atmosféricos que interferem diretamente nas condições de tempo sobre o NEB, cuja ação conjunta ou não produz precipitação significativa na região: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as bandas de nebulosidade associadas a Frentes

Frias, os Distúrbios de Leste, os Ciclones na média e alta troposfera do tipo baixa fria conhecida como Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN), as Brisas terrestres e marítimas e um mecanismo de escala planetária conhecido como a Oscilação 30-60 dias.

Nos meses de outubro a janeiro, a precipitação sobre o NEB é influenciada pelas frentes frias que chegam à Bahia, as quais organizam a convecção tropical nos estados mais ao norte, principalmente no sul do Maranhão, Piauí e Ceará (KOUSKY, 1979; OLIVEIRA, 2001, ALVES e KAYANO, 1991). Os VCAN atuam principalmente em janeiro, são transientes, variam muito de posição e não possuem uma sub-região preferencial para atuar, embora possam modificar as condições de tempo em todo o NEB por vários dias (KOUSKY e GAN, 1981).

Além desses sistemas, o posicionamento dos VCAN e a persistência de frentes frias favorecem ao desenvolvimento da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), uma área de intensa convecção semi-estacionária que causa precipitações significantes nas Regiões Sudeste, Centro-Oeste, Norte e em grande parte do NEB no período de novembro a fevereiro. De acordo com KODAMA (1992, 1993) entre outros, o estabelecimento da ZCAS depende da intensa atividade convectiva sobre a Amazônia que libera calor latente em altos níveis e origina a configuração de uma circulação anticiclônica denominada de Alta da Bolívia, sendo que em seu flanco ao sul posiciona-se o jato subtropical e a leste o cavado corrente abaixo (que eventualmente amplifica-se formando o VCAS).

Os sistemas meteorológicos têm uma ampla importância na produção de chuvas sobre o Nordeste e eles operam distintamente em anos de episódio extremos de precipitação com alterações no período de atuação, duração, estrutura e intensidade.

Sistemas que agem sobre a região Nordeste são as frentes frias (ARAGÃO, 1976; KOUSKY, 1979), as ondas de leste (YAMAZAKI e RAO 1977; CHAN, 1990), os vórtices ciclônicos da troposfera superior (ARAGÃO, 1976; VIRJI, 1981; KOUSKY e GAN, 1981), sistemas de brisas marítima-terrestre (KOUSKY, 1980), e movimentos para este de células convectivas tropicais de circulação direta de larga escala associadas com a Oscilação de 30-60 dias de Madden e Julian (KAYANO et al., 1990).

2.1.1 - Vórtice Ciclônico de Altos Níveis

O Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAN) são sistemas de baixa pressão em altos níveis da troposfera e gerados por vários fatores, destacando-se a presença de uma crista

(prolongamento de uma alta pressão) em altos níveis, ligada à Alta da Bolívia, a intensificação de um cavado em função da crista em tais níveis, à penetração de sistemas frontais em latitudes mais baixas (Figura 1), por vezes resultando em precipitações significativas no NEB, e a confluência dos ventos de Alísios (MISHRA et al., 2007; FEDOROVA et al, 2006).

Os VCAN atuam principalmente em janeiro, são transientes, variam muito de posição e não possuem uma sub-região preferencial para atuar, embora possam modificar as condições de tempo em todo o NEB por vários dias (KOUSKY e GAN, 1981). Observando que, a depender da sua conjuntura (centro e periferia) existe a possibilidade de evento das chuvas maior que a normalidade ou a projeção do veranico.

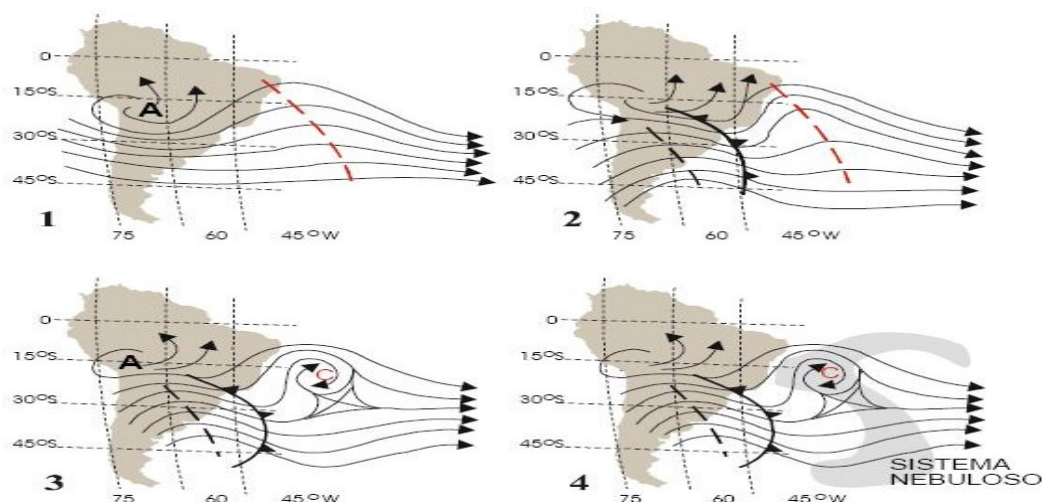


FIGURA 1: Formação de um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VC) sobre o Oceano Atlântico Sul (1 a 3) e a nebulosidade associada ao sistema na ultima fase (4). FONTE: Adaptado de VAREJAO-SILVA, 2005.

2.1.2 – Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

Um dos sistemas sinóticos atuante no Nordeste brasileiro de grande importância para o regime pluviométrico da Região é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual é configurada por um cinturão mais ou menos contínuo de nuvens convectivas, que se desenvolvem verticalmente, se estendendo até a alta troposfera, sendo oriundas da confluência entre ventos alísios de nordeste e de sudeste nas regiões tropicais, cuja localização varia sazonalmente no sentido norte-sul (XAVIER, et. al., 2000). Dependendo da sua posição no Hemisfério Sul, esse sistema pode propiciar excesso ou deficiência pluviométrica tanto na região

norte quanto da região nordeste (NOBRE e SHUKLA, 1996). Atuante, sobretudo, entre os meses de fevereiro a maio, esse sistema é o principal gerador de chuvas nesse período da região nordestina.

No Brasil, a ZCIT influencia o tempo no norte da Amazônia e nas áreas localizadas no norte da Região Nordeste, especialmente no verão e no outono (UVO E NOBRE, 1989), apesar da nebulosidade associada a ela muitas vezes ser de difícil localização naquela área em razão de sua mistura com a nebulosidade gerada através da convecção sobre o continente (COELHO; ZANOTTI, 2004).

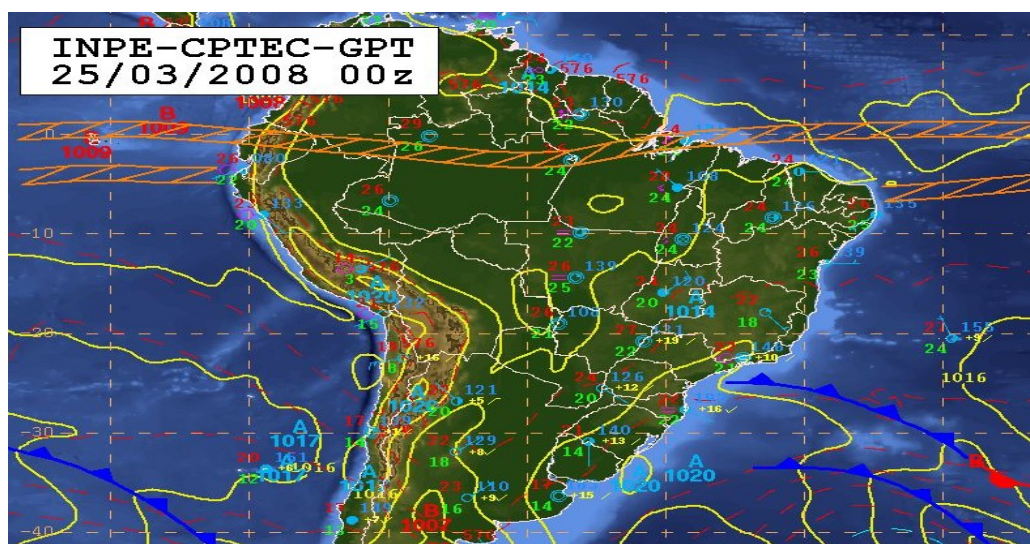


FIGURA 2 - Pressão ao nível médio do mar, dados observados, espessura e posicionamento da ZCIT (linha em laranja). FONTE: CPTEC, 2008.

2.1.3 – Sistemas Frontais (SF)

Esses sistemas atuam em todo Brasil com frequências maiores nas latitudes mais altas e menores nas latitudes mais baixas. Composta por conjunção de duas massas com características distintas como temperatura, pressão, umidade do ar. São uns dos elementos centrais motivadores de chuva no nordeste brasileiro, atuando principalmente na região do semi-árido.

Um sistema frontal é normalmente formado por uma frente fria, uma frente quente e um centro de baixa pressão á superfície, que recebe o nome de ciclone extratropical (figura 3) (VAREJAO, SILVA, 2005).

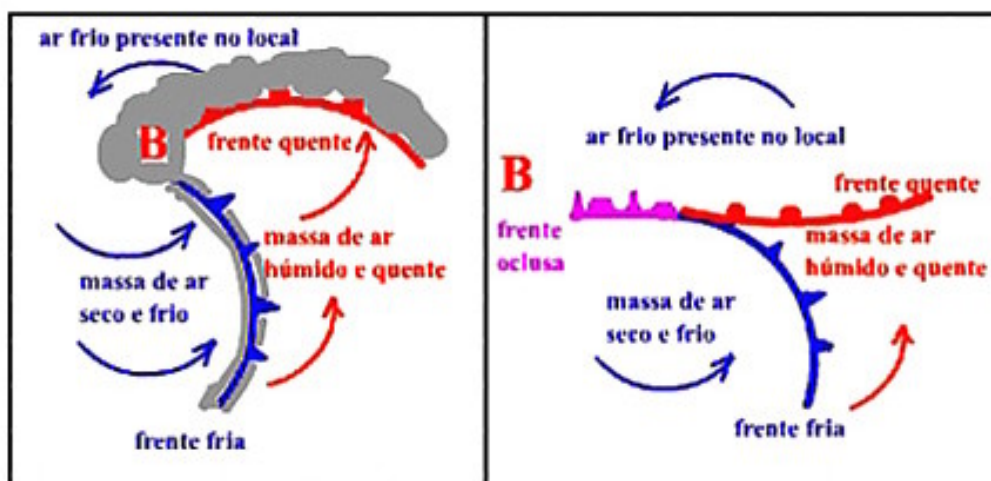


FIGURA 3 - Sistema frontal. Fonte: Wikipédia, a enciclopédia livre

Num estudo sobre os mecanismos associados às penetrações frontais em Alagoas, FEDEROVA et al. (2006) observaram que, durante a passagem de um SF nesse Estado, as variações mais significativas nos campos meteorológicos se dão na velocidade e direção do vento, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e na precipitação, não sendo observadas variações significativas na temperatura do ar, que é a variável geralmente mais afetada.

2.1.4 – Brisas Marítima e Terrestre

Durante os dias ensolarados, a superfície do continente, na orla marítima, se aquece mais rapidamente que a do oceano adjacente. Como consequência, já pela manhã, surge uma faixa de pressão mais baixa no litoral, ensejando o desenvolvimento de correntes convectivas ascendentes sobre o continente (figura 4), as quais geram nuvens convectivas. Tanto as brisas marítimas como a terrestre não são percebidas (VAREJAO, SILVA, 2005). No Nordeste do Brasil, por exemplos, onde os ventos de alísios são persistentes e intensos durante todo o ano, quase sempre as brisas contribuem para mudar um pouco a direção e velocidade daqueles. Dependendo da orientação da costa, a velocidade do vento, resultante da superposição alísio-brisa, pode ser maior ou menor do que a do alísio, (VAREJAO, SILVA, 2005).

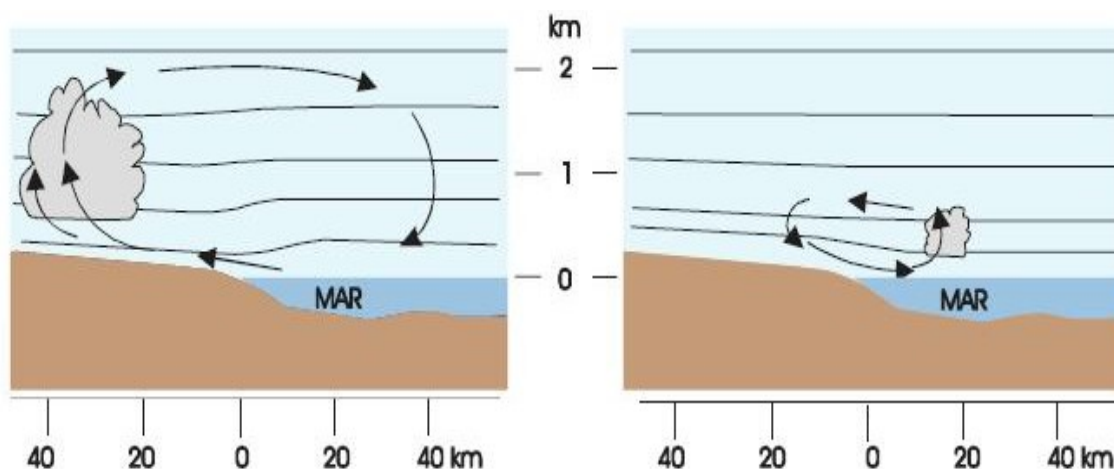


FIGURA 4 – Secção vertical da atmosfera próxima à costa mostrando as brisas marítima (esquerda) e terrestre (direita). As linhas horizontais representam isóbaras esquemáticas e as setas traduzem a direção do vento. FONTE: Adaptado de VAREJAO-SILVA, 2005.

2.1.5 – Ondas de Leste

Ondas de Leste (OL) são perturbações sinóticas associadas a cavados (prolongamentos de uma área de baixa pressão na atmosfera), mais bem configurados em médios níveis (700, 500hpa), e à temperatura elevada da superfície do mar. Sua nebulosidade é caracterizada por nuvens convectivas que se deslocam de leste para oeste sobre os oceanos atingindo áreas continentais, como leste do Nordeste do Brasil (VAREJAO-SILVA, 2005), (figura 5).

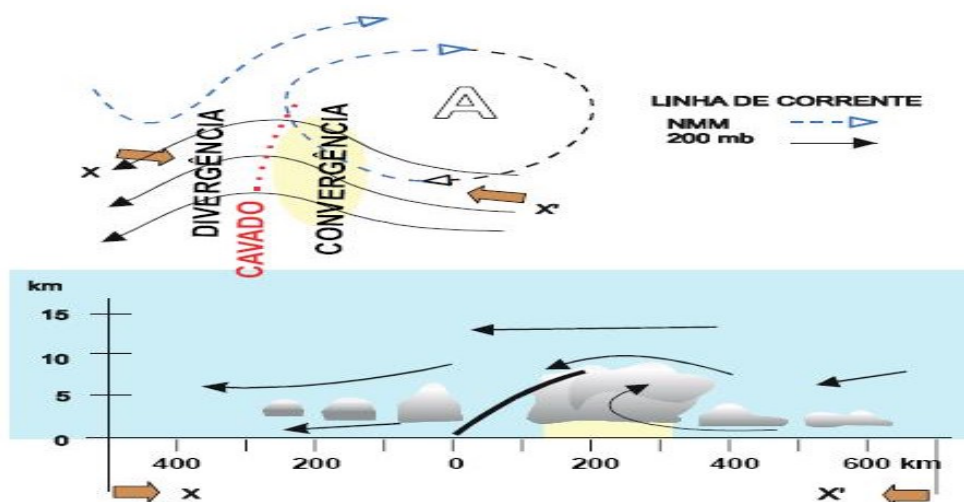


FIGURA 5 – Esboço das linhas de corrente (acima) e do perfil vertical da atmosfera no eixo X-X' (abaixo), mostrando uma onda de leste (Hemisfério Norte), FONTE: Adaptado de VAREJAO-SILVA, 2005.

2.1.6 – Oscilação Madden-Julian (30-60 dias)

A OMJ é o resultado da organização de grande escala da convecção das regiões do Oceano Índico, Indonésia e Pacífico Oeste que se propaga para leste por toda faixa tropical. Associadas com a convecção são observadas anomalias nos campos de ventos de baixos e altos níveis troposféricos, com convergência dentro da região de convecção e divergência fora dela nos baixos níveis, produzindo anomalias de pressão à superfície, de precipitação e de radiação entre outras variáveis meteorológicas (INESS et al., 2003). A variação da distribuição nas regiões do Brasil está ligada á circulação geral da atmosfera, conseqüência da célula de *Hadley-Walker* (Fig. 3), com a célula convectiva de *Hadley* circulando na direção norte-sul e a de *Walker* na direção leste-oeste (NOBRE; MOLION, 1986).

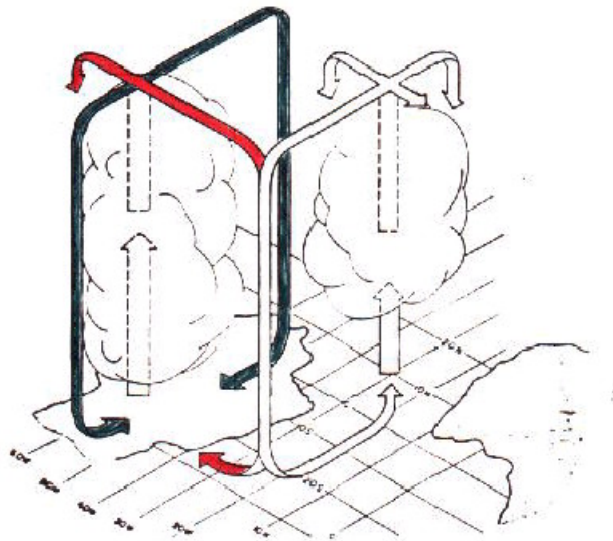


FIGURA 6 - Diagrama esquemático da célula de Hadley – Walker (Fonte: Nobre e Molion - 1986; Apostila de Sinótica - Byers e Climanálise – Modificada)

2.2 - Influência dos Oceanos na Pluviometria no Nordeste Brasileiro

2.2.1 – El Nino e La niña

O El Niño é o aquecimento da água do mar no Pacífico Tropical da costa do Peru/Equador até o oeste do Pacífico. O El Niño-Oscilação Sul (ENOS) é um dos principais fenômenos remotos responsáveis por extremos climáticos no nordeste do Brasil (NEB). El Niño e La Niña é um fenômeno que ocorre no Oceano Pacífico tropical e que interfere nas condições meteorológicas, especialmente precipitação pluvial e temperatura, em diversas regiões do Globo.

Portanto, trata-se de um fenômeno oceano-atmosférico que persiste durante 6 a 18 meses e se alterna a cada 3 – 7 anos em seus eventos quentes, atuando durante 9 a 12 meses e se repetindo a cada 2 -7 anos nos casos frios, conforme explana Oliveira (2001) em seu trabalho.

Detalhes sobre as três fases do fenômeno ENOS:

- *Fase Neutra* – Quando se observa a circulação no Oceano Pacífico Equatorial em anos neutros (sem a presença de El Niño ou La Niña), nota-se que existe uma célula de circulação com movimentos ascendentes no Pacífico Central e Ocidental e movimentos descendentes (subsistência) no oeste da América do Sul. À superfície, se encontram os ventos de leste para oeste (ventos alísios) e de oeste para leste em altos níveis da troposfera. A termoclina permanece mais rasa junto à costa oeste da América do Sul e mais profunda no Pacífico ocidental, em consequência do acúmulo de água à peste daquele oceano, que é transportada pelos ventos (Figura 7a).
- *Fase Quente* – Em condições de El Niño, os ventos em superfície, as vezes, chegam a mudar de sentido, isto é, sopram de oeste para leste. A área de maior convecção se desloca para leste, permanecendo sobre o Oceano Pacífico Central e a célula de Walker fica com duas partes, agora com dois ramos de subsistência: um sobre a Indonésia e outro sobre a América do Sul. As águas do Oceano Pacífico Equatorial permanece quentes em praticamente toda a sua extensão e a termoclina acaba se aprofundando ao largo da costa oeste da América do Sul, sobretudo em resposta ao enfraquecimento dos ventos alísios (Figura 7b).
- *Fase Fria* – Nos anos de La Niña, os ventos de leste se tornam mais intensos do que o normal, aprofundando ainda mais do que em um ano neutro a termoclina no lado ocidental do Oceano Pacífico. A água esfria na região do Pacífico Equatorial, Central e

Oriental, onde há forte subsidência e inibição da formação de nebulosidade. Já no lado oeste do Pacífico é acumulada água quente, gerando grande nebulosidade e chuva no nordeste do Oceano Índico, Indonésia e oeste do Oceano Pacífico (Figura 7c).

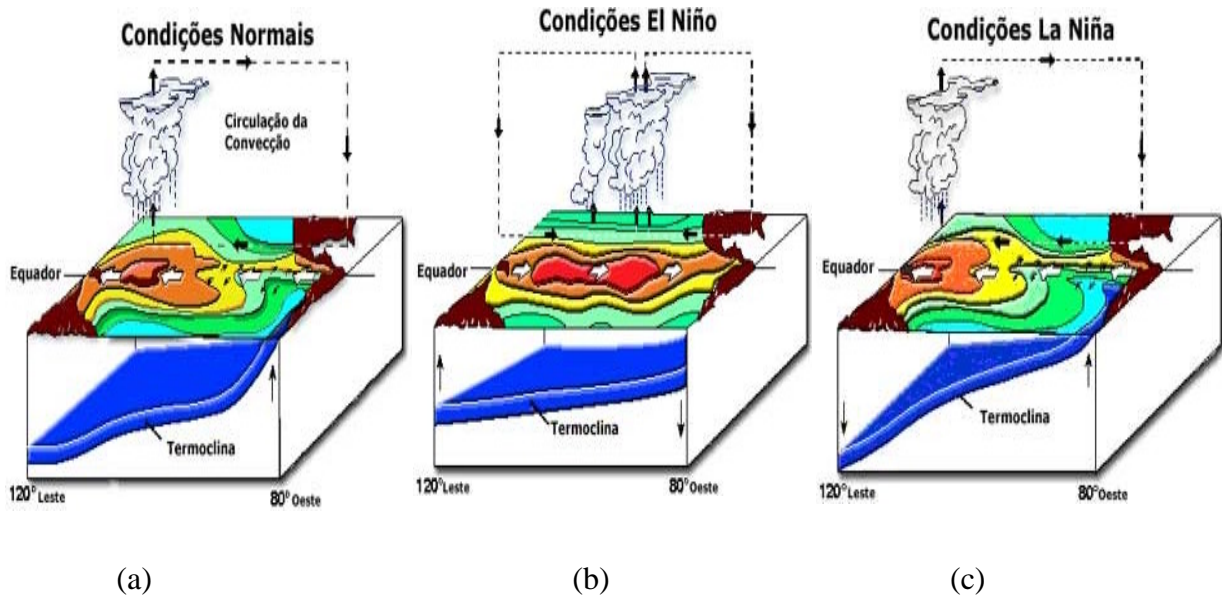


FIGURA 7 - Padrões de Circulação do fenômeno ENOS nas fases Neutra (normal) (a), El Niño (quente) (b) e La Niña (fria) (c). Fonte: CPTEC/ENOS

QUADRO 1: Meses de ocorrência de El Niño (EN), La Niña (LN) e neutros (N) no período de julho de 1981 a junho de 2006. Fonte: Adaptado de Trenberch (1997) e CPC-NCEP-NOAA (2006). * Eventos fortes.

Período	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN
81-82	N	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN
82-83*	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
83-84	EN	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
84-85	N	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
85-86	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
86-87*	N	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
87-88	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	N	N	LN	LN
88-89*	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
89-90	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
90-91*	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN
91-92*	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
92-93*	EN	N	N	N	N	N	N	EN	EN	EN	EN	EN
93-94	EN	EN	EN	N	N	N	N	N	N	N	N	EN
94-95	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	N	N	N
95-96	N	N	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	N	N	N
96-97	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	EN	EN
97-98*	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	N
98-99*	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
99-00*	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN	LN
00-01	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
01-02	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
02-03	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
03-04	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
04-05	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN	EN
05-06	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Esta conexão se processa através da circulação atmosférica, de modo que uma circulação de Walker anormalmente deslocada para leste com seu ramo ascendente sobre o Pacífico

Equatorial Leste e descendente sobre o Atlântico Tropical, explica as secas no NEB relacionadas a eventos de El Niño (HASTENRATH, 1976; KOUSKY et al., 1984; KAYANO et al., 1988; ROPELEWSKI e HALPERT, 1987 e 1989; RAO e HADA, 1990). As configurações anômalas da circulação atmosférica, temperatura da superfície do mar (TSM) e precipitação (em particular sobre o NEB) são aproximadamente invertidas durante os eventos de La Niña (KOUSKY e ROPELEWSKI, 1989).

Os impactos climáticos, causados pelos eventos El Niño e La Niña em algumas regiões, são observados de forma direta, principalmente no campo da precipitação, variável meteorológica de maior representatividade no clima das regiões tropicais. Anos de seca no Nordeste do Brasil foram associados com os períodos da fase negativa do ENSO (KOUSKY et al, 1984).

Segundo ARAGÃO (1986), existe uma grande probabilidade de ocorrer secas no Nordeste do Brasil em 70% dos casos de ocorrência de episódios de moderado a forte do El Niño, considerando ainda, que a influência deste fenômeno é mais forte ao norte do Nordeste do Brasil (região entre 1°S a 12°S), entre o norte dos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Paraíba e Norte da Bahia. Estatisticamente, ocorrem de 18 a 20 anos de seca a cada 100 (cem) anos. O ENOS considerado o mais longo nos últimos 50 anos ocorreu em 1990 ao início de 1995, sendo comparável apenas com o episódio de 1911-1915 (HALPERT et al., 1996).

GRIMM E SANTANNA (2000), FONTANA E BERLATO (1997) e PUCHALSKI (2000) mostraram que, associado à La Niña, ocorre diminuição na precipitação pluvial, notadamente nos períodos de primavera e verão. Além da quantidade, verifica-se alteração também na distribuição da precipitação pluvial, sendo o número de dias de chuva inferior em anos de La Niña (FONTANA e ALMEIDA, 2002).

Em anos de El Niño, as anomalias positivas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) no Pacífico Tropical Leste e forte convecção nesta região são relacionadas com precipitação abaixo da média no NE, com secas severas em episódios fortes (KOUSKY et al, 1984). Em estudos anteriores, notou-se que a precipitação da estação pré-chuvosa no Nordeste influenciava a precipitação da estação chuvosa, (HASTENRATH e GREISCHAR, 1993).

2.2.2 – Dipolo do Atlântico

Segundo estudos de SOUZA et al.(1998) levando em consideração a magnitude dos percentuais observaram que a influência do Atlântico (fases do Dipolo) na estação chuvosa do

nordeste, principalmente no Semi-Árido Nordestino, é relativamente maior quando comparada com a influência do Pacífico (El Niño e La Niña), modificando assim a qualidade do período chuvoso nessa região. Sendo ainda um importante mecanismo no posicionamento da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT).

Segundo o Padrão de Dipolo, em geral, as chuvas acima da média na Região Nordeste estão relacionados com anomalias positivas (Fase Negativa) da TSM no setor sul, provocando o deslocamento da ZCIT para a região mais a Sul do equador, refletindo positivamente na precipitação no nordeste (ALVES, 2002).

2.2.3 – Brisa Marítima e Terrestre

São circulações costeiras de mesoscala causados pelo aquecimento diferencial de superfícies adjacentes de terra e mar. Ocorre especialmente em regiões onde o aquecimento solar é intenso.

Brisa marítima fornece temperaturas mais baixas em comunidades costeiras, carregando mais ar úmido, névoa, nevoeiro. Produz freqüentemente tempestades de verão que se deslocam para dentro do continente desde a costa. O enfraquecimento da brisa marítima reduz a chuva e pode levar a uma estação seca.

As brisas terrestres ocorrem à noite devido ao forte resfriamento radiativo da superfície da terra. O seu desenvolvimento está associado ao movimento descendente, para fora da costa de ar mais frio que retorna em níveis superiores.

No leste do NEB, o máximo de chuva ocorre entre maio e julho e está ligada à maior atividade de circulação de brisa, a qual advecta bandas de nebulosidade média para o continente e associam-se as ações das frentes frias remanescentes, que se propagam ao longo da costa (KOUSKY, 1979).

No semi-árido brasileiro, a precipitação é uma variável determinante as condições do clima local, bem como, da sua variabilidade e de mudança ao longo prazo.

O estado de Alagoas é dividido em seis regiões ambientais com as seguintes características climáticas: O Litoral: compreende a parte da faixa costeira litorânea, e apresenta a região do Estado com maiores índices pluviométricos anuais, com médias de 1.570mm; Zona da Mata: possui em sua área um relevo bastante movimentado dos níveis cristalinos que antecedem a Borborema. Assim como a região do Litoral, apresenta altos índices de precipitação anual, com

média de 1.370mm, se comparadas às demais regiões do Estado; Agreste: É chamada região de transição, tendo características de clima úmido e seco. Seus índices de precipitação anual ficam próximos a 950mm; Baixo São Francisco: Apresenta várzeas inundáveis do rio São Francisco, tendo como médias anuais precipitação de 1.270mm; Sertão: região inserida no chamado polígono das secas, apresenta médias anuais de 917mm; Sertão do São Francisco: região do Estado onde apresenta os menores índices anuais de chuva, com médias de 560mm (SERMARH, 2009).

A precipitação é uma das principais variáveis meteorológicas para a região do nordeste brasileiro, devido a sua importância e além de caracterizado por uma grande variabilidade pluviométrica espacial e temporal (MOLION e BERNARDO, 2002). O estado de Alagoas possui sua estação chuvosa concentrada entre os meses de abril a julho, onde esse regime de chuvas é responsável pela chamada quadra chuvosa da região, contribuindo para o aumento da vazão dos rios, quando cheias assolam o Estado em alguns anos considerados atípicos, ou algum evento de grande escala tipo El Nino ou La Nina influencia no clima do Estado.

O evento de cheias considerado mais grave dos últimos anos foi registrado nos dias 31 de julho e 01 de agosto de 2000, onde foram observados índices de precipitação próximos a 300mm, principalmente na região norte do Estado, destruindo pontes, causando mortes e deixando inúmeros desabrigados, tanto no estado de Alagoas quanto em Pernambuco. Rios como a Ipanema, Mundaú e Paraíba são considerados críticos, devido aos seus municípios ribeirinhos, que contribuem para desastres naturais em anos com muita chuva.

2.2.4 - Distúrbios de Leste

São sistemas que atuam desde o norte do Rio Grande do Norte até a Bahia, no período de maio a agosto. Seu deslocamento é de leste para oeste até atingir o continente adentro. São comuns na maioria dos anos, só que sua intensidade depende da temperatura da superfície do Mar (TSM), do cisalhamento do vento e dos efeitos da orografia e da circulação de brisa marítima e terrestre, de forma que intensificam ou dissipam esse tipo de sistema. Os distúrbios de leste têm o seu máximo em junho, atuando sobre o litoral Leste do NEB. Essas massas de ar atuantes são instáveis, profundas e úmidas, por causa da atuação dos ventos alísios de sudeste.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

O estado de Alagoas está localizado na Região Nordeste do Brasil, em sua costa Leste. É vizinho dos estados de Pernambuco (ao Norte) e Sergipe e Bahia (ao Sul). Possui seis regiões ambientais, Sertão, Sertão do São Francisco, Agreste, Baixo do São Francisco, Zona da Mata e Litoral. Sua coordenada geográfica está entre as latitudes $10^{\circ}30'31''$ e $08^{\circ}48'23''$ S e entre as longitudes $38^{\circ}14'27''$ e $35^{\circ}08'54''$ W.

Apesar do estado de Alagoas ter uma área pequena, com forma triangular e território de $27.767,6\text{km}^2$, apresenta diversidade em seu clima. Para efeitos de monitoramento das chuvas, o estado está subdividido em seis regiões ambientais, onde cada uma possui características climáticas próprias (Fig. 8).

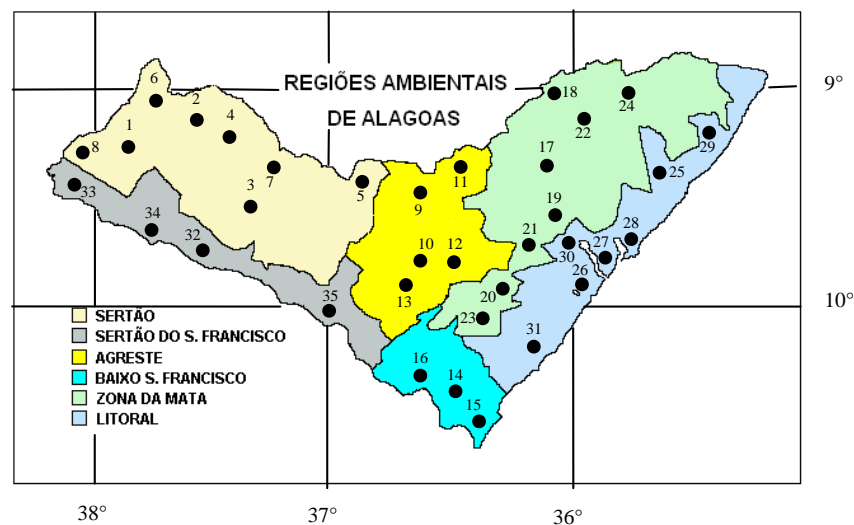


FIGURA 8 – Estado de Alagoas indicando as regiões ambientais e os Postos pluviométricos utilizados na pesquisa. Fonte: DMET/SEMARH.

As médias históricas foram obtidas do Banco de dados da SEMARH, correspondentes as precipitações observadas nos postos pluviométricos da antiga rede da SUDENE. Os períodos de observações variam de acordo com o Posto.

Os dados dos totais mensais de precipitação foram obtidos da Diretoria de Meteorologia da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – SEMARH-AL e do banco de dados da SUDENE, correspondentes ao período de 13 anos. Período este utilizado para determinação dos anos padrão.

Muitos postos apresentaram limitações relacionadas à homogeneidade ou interrupção da série temporal de informações. Sendo assim, após uma análise mais detalhada em busca de pontos que correspondessem ao segmento temporal escolhido, – 1993/2006 – de forma mais homogênea e recente, foram selecionados 35 postos, que constituem um universo de análise de 14 anos.

QUADRO 02 - Relação dos Postos Pluviométricos nas regiões Ambientais do Estado.

SERTÃO			ZONA DA MATA		
Município	LATITUDE	LONGITUDE	Município	LATITUDE	LONGITUDE
Água Branca ¹	-09,28°	-37,93°	Cajueiro ¹⁷	-09,26°	-36,18°
Canapi ²	-09,15	-37,58°	São Jose da Laje ¹⁸	-09,01°	-36,05°
Olho Dagua das Flores ³	-09,52°	-37,27°	Atalaia ¹⁹	-09,51°	-36,01°
Maravilha ⁴	-09,22°	-37,33°	Campo Alegre ²⁰	-09,81°	36,21
Minador do Negrão ⁵	-09,30°	-36,85°	Boca da Mata ²¹	-09,65°	-36,02°
Mata Grande ⁶	-09,12°	-37,72°	União dos Palmares ²²	-09,18°	-36,03°
Santana do Ipanema ⁷	-09,36°	-37,22°	Teotônio Vilela ²³	-09,91°	-36,36°
Pariconha ⁸	-09,25°	-38,00°	Colônia de Leopoldina ²⁴	-08,54°	-35,42°
AGRESTE			LITORAL		
Município	LATITUDE	LONGITUDE	Município	LATITUDE	LONGITUDE
Palmeira dos Índios ⁹	-09,04°	-36,65°	São Luis do Quintude ²⁵	-09,28°	-35,55°
Arapiraca ¹⁰	-09,75°	-36,64°	São Miguel dos Campos ²⁶	-09,08°	-36,08°
Quebrangulo ¹¹	-09,33°	-36,48°	Marechal Deodoro ²⁷	-09,07°	-35,85°
Limoeiro de Anadia ¹²	-09,74°	-36,50°	Maceió ²⁸	-09,55°	-35,76°
Lagoa da Canoa ¹³	-09,82°	-36,72°	Porto de Pedras ²⁹	-09,18°	-35,43°
			Pilar ³⁰	-09,61°	-35,96°
			Coruripe ³¹	-10,28°	-36,28°
BAIXO DO SÃO FRANCISCO			SERTÃO DO SÃO FRANCISCO		
Município	LATITUDE	LONGITUDE	Município	LATITUDE	LONGITUDE
Penedo ¹⁴	-10,28°	-36,51°	Pão de Açúcar ³²	-09,73°	-37,43°
Piaçabuçu ¹⁵	-10,04°	-36,41°	Delmiro Gouveia ³³	-09,38°	-37,98°
Igreja Nova ¹⁶	-10,12°	-36,64°	Piranhas ³⁴	-09,55°	-37,76°
			Traipu ³⁵	-09,96°	-36,98°

FONTE: SEMARH, 2009.

Foram coletados os totais mensais de precipitação, correspondentes ao período escolhido. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica (EXCEL^R) e foi dado início ao preenchimento dos dados inexistentes nas séries de cada posto. Para isto, foi utilizada a técnica do rebatimento,

que consiste em utilizar informações de postos próximos, com características de localização (Altitude, Latitude) semelhantes, para o preenchimento das lacunas existentes no posto receptor. Com isso evita-se a utilização de valores médios, pois há grande probabilidade de que o comportamento pluviométrico tenha sido homólogo entre os dois pontos.

Foi realizada, a partir dos dados pluviométricos, a média mensal para cada posto pluviométrico representado na região ambiental, logo após, foi calculado a media mensal da região e o tratamento estatístico, com o cálculo das médias e do desvio percentual para cada região do Estado.

Concomitantemente a este processo foram elaborados gráficos representativos dos totais anuais do período, das médias mensais e de variabilidade mensal.

O desvio padrão é uma das mais utilizadas medidas de variação de um grupo de dados. A vantagem que apresenta sobre a variância é de permitir uma interpretação direta da variação do conjunto de dados, pois o desvio padrão é expresso na mesma unidade que a variável (Kg, cm, mm, atm...). É representado por “S” e calculado por:

$$\bar{x}_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$s_j = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_j)^2}{n - 1}} \quad (1)$$

Em que:

—
 \bar{x}_j = média da precipitação total diária mensal, mm;

n = numero de dias chuvosos do mês;

x_i = precipitação diária observada no mês, mm; e

S_i = desvio padrão da precipitação total diária mensal, mm.

Podemos entender o desvio padrão como uma média dos valores absolutos dos desvios, ou seja, dos desvios considerados todos com sinal positivo, média essa obtida, porém, por um processo bastante elaborado: calculamos o quadrado de cada desvio, obtemos a média desses quadrados e, depois obtemos a raiz quadrada da média dos quadrados dos desvios. (INFOESCOLA, 2009).

A escolha dos anos padrão feita através do desvio percentual (DP).

Foi obtido de acordo com a seguinte formulação:

$$DP = \frac{\text{Pr ec.Observada} - \text{MediaHistórica}}{\text{MédiaHistórica}} * 100 \quad (2)$$

Através dos valores resultantes do cálculo dos desvios, ficaram estabelecidos os seguintes critérios de acordo com o Quadro 3.

QUADRO 3 – Critérios estabelecidos para escolha do ano padrão.

CRITÉRIO	CONDIÇÕES
DP = 40%	Ano muito chuvoso (MC)
15% < DP < 40%	Ano chuvoso (AC)
-15% = DP = 15%	Ano normal (AN)
-40% < DP < -15%	Ano seco (AS)
DP < -40%	Ano muito seco (MS)

4 - RESULTADOS E DISCUSÕES

4.1 – Climatologia das regiões ambientais.

A Figura 9 ilustra a distribuição mensal média das chuvas observadas no período de 1993 a 2006 e as médias históricas das seis regiões ambientais do Estado.

Nota-se a diferença na magnitude dos valores mensais das chuvas nas diferentes regiões ambientais, sendo a região do Sertão do São Francisco a região que menos chove no Estado. Os maiores valores de precipitação são observados na região do Litoral.

A distribuição das chuvas na grande maioria dos postos pluviométricos nas regiões ambientais esta comprometida com as características da sazonalidade típica dos climas tropicais continentais. Em média, cerca de 60% a 70% dos totais anuais se concentram na estação chuvosa que dura de abril a julho, notadamente nos meses de maio a julho.

No período de setembro a fevereiro, as chuvas decrescem, atingindo os totais mais baixos nos meses de novembro e dezembro, quando o sistema de alta pressão atmosférica se estabelece sobre a costa leste do Nordeste, Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS).

As altas subtropicais formam-se nas regiões subtropicais dos dois hemisférios, sendo constituído por ar quente. Por isso a pressão atmosférica decresce lentamente com a altitude, e os anticlones, mantendo circulações fechadas em todos os níveis, podem se estender até a troposfera alta, com o eixo da circulação inclinado para NW com a altura.

A ASAS, localizada na costa oriental da América do Sul, exerce influência decisiva sobre o tempo e o clima no Brasil. As demais células anticiclônicas localizadas no Hemisfério Sul, entre os continentes, desempenham papel predominante sobre o tempo e o clima da África e da Austrália, favorecendo a formação de desertos. VIANELLO E ALVES (1991), observaram que os centros de pressão modificam-se do inverno para o verão, causando as diferenças de temperatura do ar de uma estação para outra. Durante o inverno, as temperaturas são menores sobre os continentes, em consequência os centros de alta pressão migram para o continente. No verão as temperaturas sobre os continentes são maiores, e os centros de alta pressão localizam-se sobre os oceanos e são mais determinados.

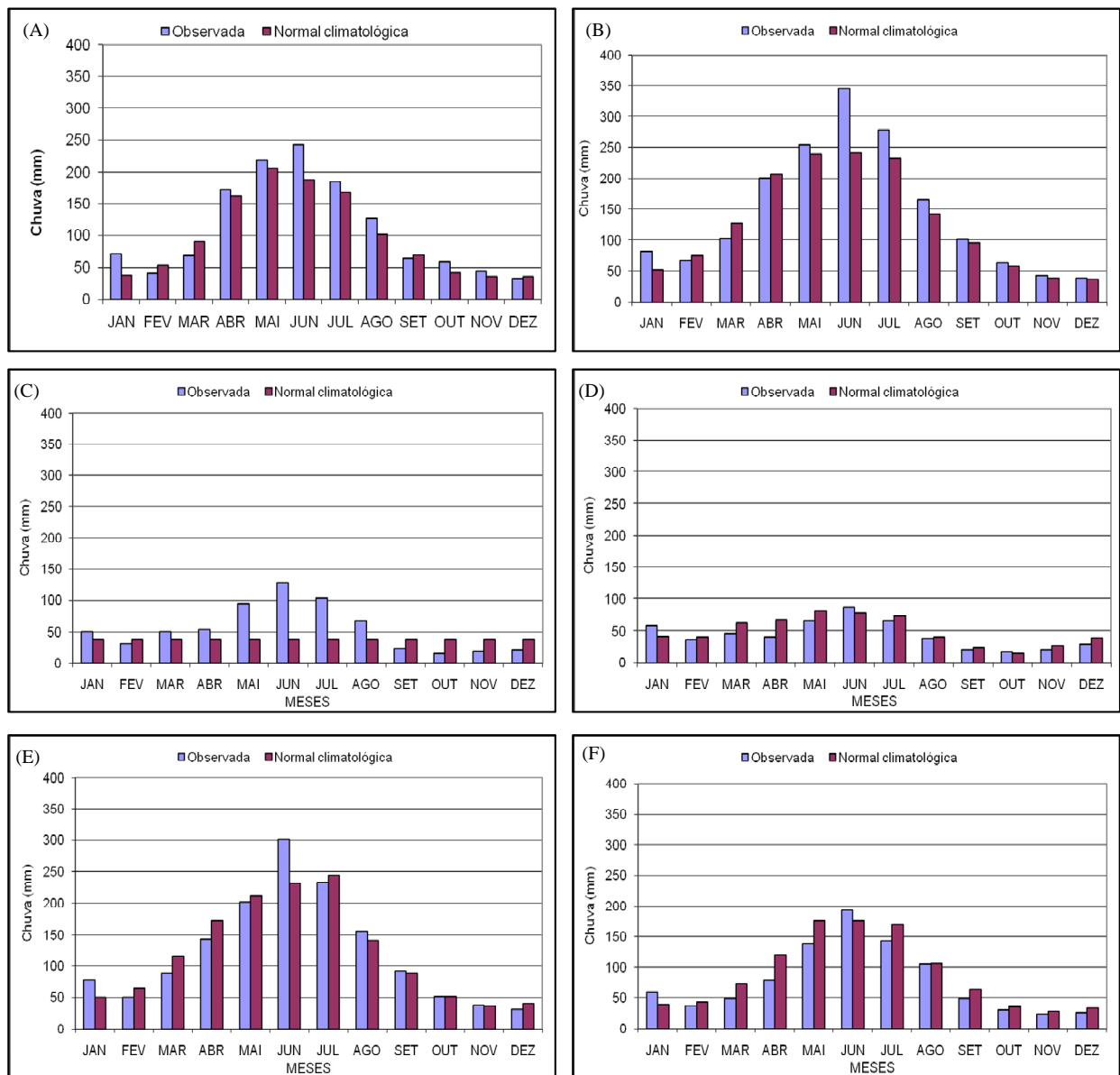


FIGURA 9 – Precipitação observada no período de 1993 a 2006 e média histórica mensal para a região do Baixo São Francisco (A), Litoral (B), Sertão (C), Sertão do São Francisco (D), Zona da Mata (E) e Agreste (F).

A Figura 10 apresenta os gráficos com os dados dos desvios padrões das precipitações nas seis regiões ambientais de Alagoas, nos anos estudados. A análise da variabilidade anual do período de 1993 a 2006 demonstrou que, em geral, os anos muito chuvosos ou secos tiveram abrangência regional, o que significa que sua gênese esteve associada a fatores de escala regional ou global. Entretanto, alguns anos apresentaram comportamento irregular, quando em algumas regiões os totais pluviais foram extremamente chuvosos e, em outro, muito seco. Este fato pode

ser explicado pelos mecanismos de ordem local, como as células de convecção e as trajetórias das correntes produtoras de chuvas.

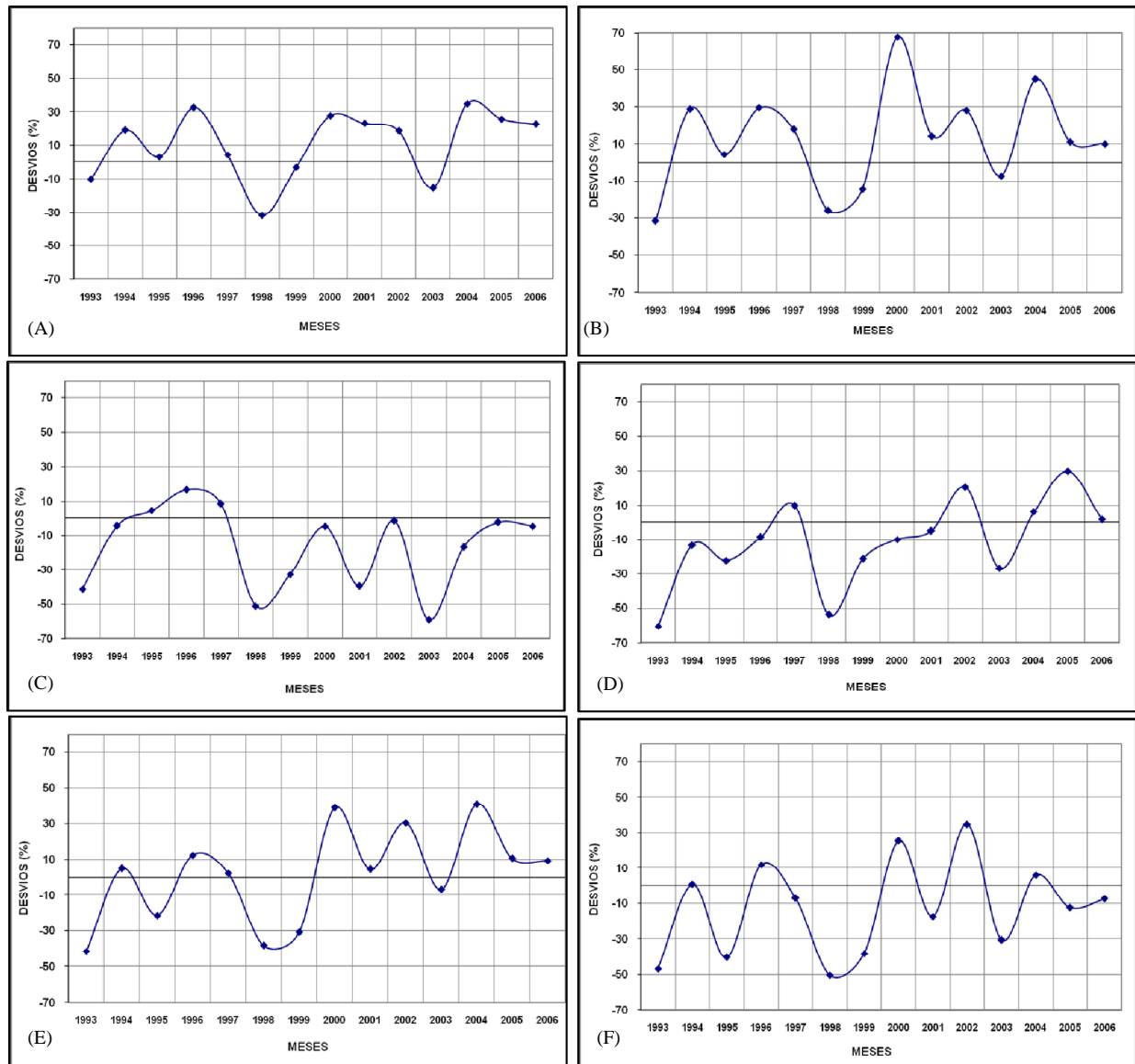


FIGURA 10 – Desvio percentual da precipitação para a região do Baixo São Francisco (A), Litoral (B), Sertão (C), Sertão do São Francisco (D), Zona da Mata (E) e Agreste (F).

O comportamento anual ajustado para as seis regiões ambientais do Estado demonstra a seguinte situação, em termos da evolução da pluviosidade:

QUADRO 4 – Relação dos anos-padrão (AP), período de 1993 a 2006 segundo critérios e condições estabelecidos para escolha.

BAIXO SÃO FRANCISCO		LITORAL		SERTÃO		SERTÃO DO SÃO FRANCISCO		ZONA DA MATA		AGRESTE	
ANO	AP	ANO	AP	ANO	AP	ANO	AP	ANO	AP	ANO	AP
1993	AN	1993	AS	1993	AS	1993	MS	1993	AS	1993	MS
1994	AC	1994	AC	1994	AN	1994	AN	1994	AN	1994	AN
1995	AN	1995	AN	1995	AN	1995	AS	1995	AS	1995	AS
1996	AC	1996	AC	1996	AN	1996	AN	1996	AN	1996	AN
1997	AN	1997	AC	1997	AN	1997	AN	1997	AN	1997	AN
1998	AS	1998	AS	1998	MS	1998	MS	1998	AS	1998	MS
1999	AN	1999	AN	1999	AS	1999	AS	1999	AS	1999	AS
2000	AC	2000	MC	2000	AN	2000	AN	2000	MC	2000	AC
2001	AC	2001	AN	2001	AS	2001	AN	2001	AN	2001	AN
2002	AC	2002	AC	2002	AN	2002	AC	2002	AC	2002	AC
2003	AN	2003	AN	2003	MS	2003	AS	2003	AN	2003	AS
2004	AC	2004	AC	2004	AN	2004	AN	2004	AC	2004	AN
2005	AC	2005	AN	2005	AN	2005	AC	2005	AN	2005	AN
2006	AC	2006	AN	2006	AN	2006	AN	2006	AN	2006	AN

Este quadro demonstra a enorme variabilidade pluviométrica encontrada nas regiões estudadas. Os resultados obtidos demonstram que na região do Baixo São Francisco 5 dos 14 anos estudados estiveram dentro normalidade, 8 anos chuvosos e 01 ano seco. No Litoral 06 anos normais, 05 anos chuvosos, 01 considerado muito chuvoso e 02 anos seco. Na região do sertão 02 anos foram considerados muito secos, 09 anos normais e 03 anos seco. Enquanto que na região do Sertão do São Francisco, 02 anos muito seco, 07 anos normais, 02 anos chuvosos e 03 anos seco. Na Zona da Mata apresentou 01 ano muito chuvoso, 02 anos chuvosos, 07 anos normais e 04 anos secos. Na região do Agreste, 02 anos muito seco, 03 anos secos, 07 anos normais e 02 anos chuvosos.

O ano considerado muito chuvoso foi 2000, apenas, nas regiões de Zona da Mata e Litoral, como pode ser observado nos anexos 22 e 23, cujo total anual situaram entre 2064 e 2471 mm, respectivamente. Este ano esteve associado ao evento mais forte do fenômeno La Nina. Entretanto, este evento não atuou com a mesma intensidade nas demais regiões do estado.

As fortes chuvas ocorridas em Alagoas no final do mês de julho e início de agosto de 2000 provocaram nova catástrofe no Estado. Segundo o jornal Gazeta de Alagoas do dia 03/08/00 o número de mortes causadas pelas chuvas que caíram em Alagoas chegou a 36, principalmente na região norte e na zona da mata do Estado. De acordo com as informações divulgadas pela Coordenação da Defesa Civil no dia 02/08/00, o número de desabrigados passou de 70 mil. Em 26 municípios foi decretado estado de emergência. Dentre as cidades que registraram o maior número de vítimas estão Matriz do Camaragibe, com 15 mortos, e Passo do Camaragibe, São Luiz do Quitunde e Rio Largo, com cinco mortes cada uma. Maceió e União dos Palmares registraram cada uma, duas vítimas fatais das chuvas, enquanto que Satuba teve uma vítima. Oito pontes na Região Norte ficaram destruídas, deixando todos os municípios sem acesso por terra à capital. Outro fato verificado foram as epidemias de algumas moléstias de veiculação hídrica que atingiram as cidades. A incidência de sarampo, leptospirose e doenças infecto-contagiosa em geral, cresceram após as inundações.

Quanto aos anos considerado muito seco (1993, 1998 e 2003) nas regiões do Sertão, Sertão do São Francisco e Agreste cujas precipitações totais anuais estiveram abaixo de 600 mm, chegando, inclusive a menos de 300 mm em algumas localidades, mesmo sob a influência de anos de El Nino e anos de Normalidades, ver anexo 01 ao anexo 06.

As médias móveis são um dos indicadores mais antigos e mais utilizados para tentar prever futuras tendências. Uma média móvel permite calcular o valor médio de um valor num determinado período.

Quanto a media móvel, através de sua análise, pode-se observar uma ligeira tendência da diminuição da precipitação nos anos 1998 e 1999 em grande parte das regiões do estado, visto que a media móvel sobrepõem a media da precipitação. Observando a região do Sertão do São Francisco, percebemos que o comportamento da media móvel permanece quase que constante durante todo o período, salvo exceções nos anos 1998, 1999 e 2003, considerados ano muito seco a seco. Nas outras regiões percebemos que a media móvel ficou abaixo da media das precipitações indicando que nesses anos a chuva se comportou dentro da sua normalidade ou ligeiramente acima, com exceção da região do Sertão onde foi considerado ano muito seco 1998, 2003 e o ano 2001, no qual se destacou como sendo um ano tipicamente seco, como demonstra na figura 11.

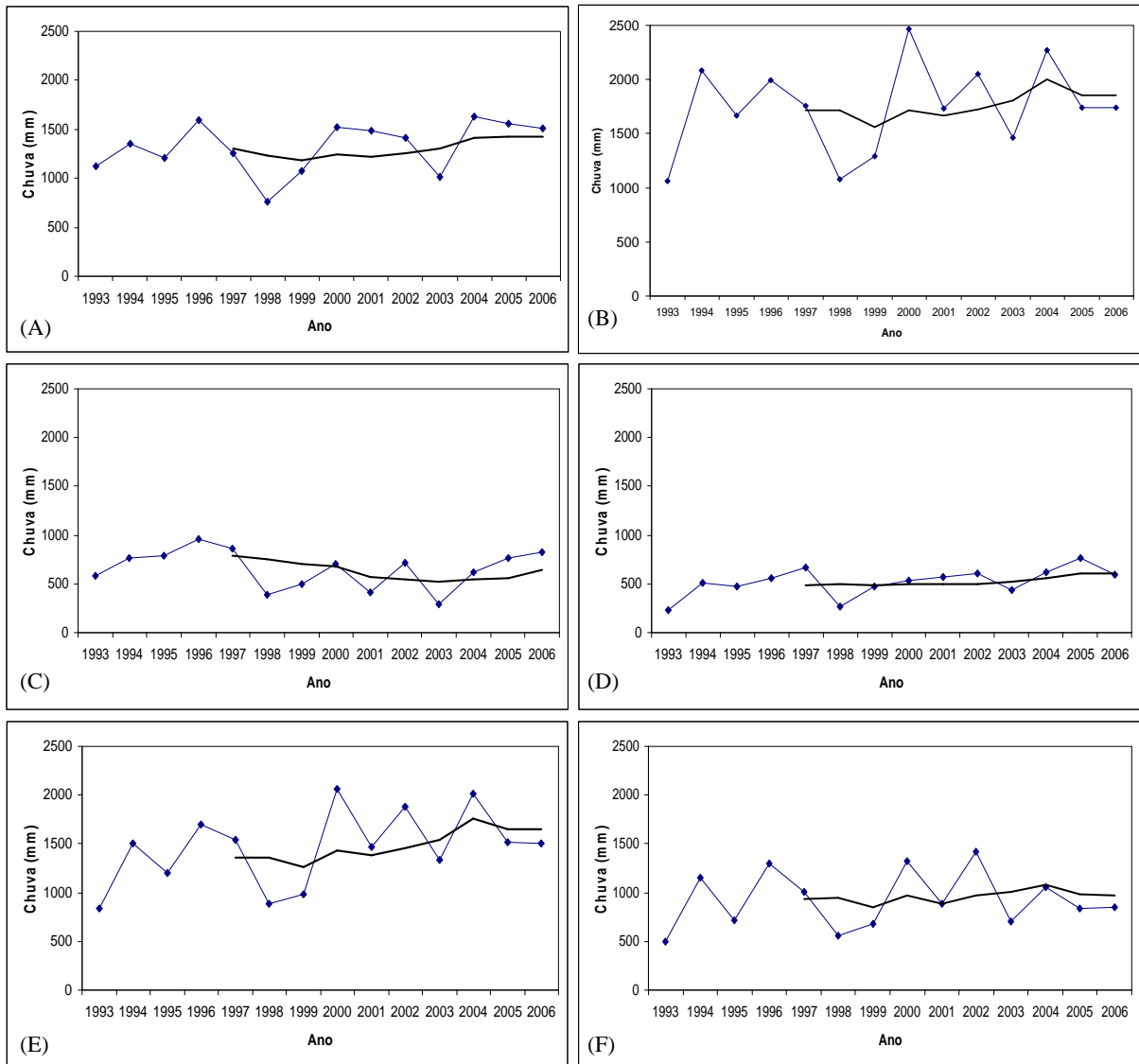


FIGURA 11 – Precipitação total anual e média móvel (5 anos) para a região do Baixo São Francisco (A), Litoral (B), Sertão (C), Sertão do São Francisco (D), Zona da Mata (E) e Agreste (F).

5 – CONCLUSÕES

Os resultados revelam algumas características interessantes á respeito da variabilidade e tendência das chuvas nas regiões ambientais do estado de Alagoas. A princípio, verifica-se que todos os eventos ENOS provocaram aumento das precipitações, mas nem todos os anos chuvosos se explicam por sua ocorrência.

Em segundo lugar, que estes anos chuvosos não atingem toda a região com a mesma intensidade. A despeito da homogeneidade da paisagem, visto que algumas áreas encontram-se numa faixa de transição entre regiões. Dessa forma, os fatores geográficos muitas vezes resultam de maior influência na produção das chuvas.

Verificou-se, também, a irregularidade da pluviometria, típico das áreas tropicais. Dos 14 anos analisados, apenas 09 anos podem ser considerados como normais, cujos desvios em relação á média estiveram entre -15%e +15%.

No que se refere á distribuição espacial, observa-se que o comportamento das chuvas nas diversas regiões ambientais, apresentou características distintas durante os anos padrão, não repetindo sua ocorrência nas áreas de maior ou menor pluviosidade ao longo dos 14 anos, demonstrando certa irregularidade em sua distribuição espacial.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ALVES, J.M.B., KAYANO, M.T. Estudo preliminar da Precipitação no Sul do Ceará durante a Pré-Estação Chuvosa. **Climanálise**. (6), 4,41-50. 1991.

ARAGÃO, J.O.R., **Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas no Nordeste do Brasil**. 1986. 55p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, São José dos Campos, SP, 1976.

BOIN, M.N. **Chuvvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. Tese (Doutorado) - UNESP/IGCE, Rio Claro, SP, 2000.

CHAN, S.C. **Análises de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Equatorial Sul**. 1990. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, 1990.

COELHO-ZANOTTI, M. S. S.; GAN, M. A.; CONFORTE, J. C. Estudo da variabilidade da Posição e da nebulosidade Associada á ZCIT do Atlântico, Durante a Estação Chuvosa de 1998 e 1999 no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 19, p. 23-34, 2004.

FEDEROVA, N., GEMIACKI, L., CARVALHO, L. C., LEVIT, V., RODRIGUES, L. R. L., COSTA, S. B. Frontal Zone on the North-East of Brazil. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOUTHERN HEMISPHERE METEOROLOGY AND OCEANOGRAPHY (ICSHMO), 8.**, 2006. Foz do Iguaçu. Proceeding... São José dos Campos: INPE, 2006, p. 1765-1768. CD-ROM, 2006.

FONTANA, D.C.; ALMEIDA, T.S. Climatologia do número de dias com precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 10, n. 1, p. 135-145, 2002.

FONTANA, D.C.; BERLATO, M.A. Influência do El Niño Oscilação Sul Sobre a Precipitação Pluvial no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.127-132. 1997.

GRIMM, A.M.; SANT´ANNA, C.L. da S. Influência de Fases Extremas da Oscilação Sul Sobre a Intensidade e Freqüência das Chuvas no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11., 2000, Rio de Janeiro, **Anais...**Rio de Janeiro: SBMet, 2000. 1 CD-ROM.

HALPERT, M.S.; BELL, G.D.; KOUSKY, V.E.; ROPELEWSKI, C. Climate assessment for 1995. **Bulletin of the American Meteorological Society**, Vol.77(5), 1996.

HASTENRATH, S. Variations in low-latitude circulation and extreme climatic evenS in the tropical Americas. **Journal Atmospheric Science**, v. 33, 202-215, 1976.

HASTENRATH, S., GREISCHAR, L. Circulation mechanisms related to Northeast Brazil rainfall anomalies. **J. Geophys. Res.**, v.98, n. D3, p.5093-5 102, 1993.

INNES, P.; SLINGO, J.; WOOLNOUGH, S. **The Madden-Julian Oscillation in General Circulation Models**. HomePage do Centre for Global Atmospheric Modelling:, 2003, 6p.

INFOESCOLA. Disponível em: <http://www.infoescola.com/estatistica/variancia-e-desvio-padrao/>. Acessado em 08/09/2009.

JORNAL GAZETA DE ALAGOAS, 02/08/2000 e 03/08/2000. Organização Arnon de Mello. Maceió - AL.

KAYANO, M.T.; RAO, V.B.; MOURA, A.D. Tropical circulations and the associated rainfall anomalies during two contrasting years. **J. Climatol.**,v.8, p.477-488, 1988

KAYANO, M.T.; KOUSKY, V.E.; STUDZINSKY, C.D.; SILVA DIAS, P.L. As variações intrasazonais da precipitação no Brasil durante o verão de 1989/1990. **Climanálise** 5(4):40-50, 1990.

KODAMA, Y., 1992, "Large-scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ) Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones", **Journal Meteorological Society of Japan**, v.70, 813-835.

KODAMA, Y., 1993, "Large-scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ) Part II: Conditions of the Circulations for Generating the STCZs", **Journal Meteorological Society of Japan**, v.71, 581-610.

KOUSKY, V.E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**, v.107, n.9, p.1140-1153, 1979.

KOUSKY, V.E., GAN, M.A. Upper Tropospheric Cyclonic Vortices in the Tropical South Atlantic. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, p. 538-551, Dez. 1981.

KOUSKY, V.E. Diurnal rainfall variation on Northeast Brazil. **Mon. Wea. Rew** 108, 488-498. 1980.

KOUSKY, V.E., KAGANO, M.T.; CAVALCANTI, I.F. A review of the Southern Oscillation: oceanic-atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies. **Tellus**, 364, 490-504. 1984.

KOUSKY, V.E., ROPELEWSKI, C.F. Extremes in the southern oscillation and their relationship to precipitation anomalies with emphasis on the South American region. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 4, p. 351-363, 1989.

MISHRA, S.K.; RAO, V.B.; FRANCHITO, S.H. Gênese of North-East Brazil upper tropospheric cyclonic vortex: a primitive equation barotropic instability study, **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 64, p. 1379-1392, 2007.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.17. p.1-10. 2002.

NOBRE, C.A.; MOLION, L.C.B. **Climanálise Especial**. Edição Comemorativa de 10 anos, 1986.

NOBRE, P.; SHUKLA, J. Variations of sea surface temperature, wind stress, and rainfall over the tropical Atlantic and South America. **J. Climate**. 1996.

OLIVEIRA, G.S. **O El Niño e Você – o fenômeno climático**. São José dos Campos: Transtec, mar de 2001. v. 200. 116p.: il.

PUCHALSKI, L.A. Efeitos Associados ao El Niño e La Niña na Temperatura Média, Precipitação Pluvial e no Déficit Hídrico no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2000. 83 f. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia, Área de concentração em Agrometeorologia) – Curso de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, 2000.

RAO, V.B.; HADA, K. Characteristics of rainfall over Brazil: annual variations and connections with the Southern Oscillation. **Theor. Appl. Climatol.**, v. 42. n. 2, p. 81-91, 1990.

ROPELEWISK, C.F., HALPERT, M.S. Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillations. **Mon. Wea. Ver.**, Boston, v. 115, n.2, p.1606-1626, 1987.

ROPELEWISK, C.F., HALPERT, M.S. Precipitation patterns associated with the high index phase of the southern oscillation. **J. Climate**, Boston, v.2, n.2, p.268-284, 1989.

SEMARH – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos – Alagoas. **Boletim Hidroclimal. 1993 – 2001.** Maceió, Al. 2009.

SOUZA, E.B., ALVES, J.M.B., NOBRE, P. Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do Nordeste Brasileiro em associação aos eventos de Padrão de Dipolo observados sobre o Atlântico Tropical. **Revista Brasileira de Meteorologia.** v. 13 (2): p. 45-56, 1998.

STRANG, D.M.G. Análise climatológica pluviométrica do Nordeste brasileiro. **Relatório IAE-M-02/72, Centro Técnico Aeroespacial.** São José dos Campos, 29p. 1972.

SANT'ANNA NETO, J.L.; BARRIOS, N.A.Z. Variabilidade e tendência das chuvas na região de Presidente Prudente. **Revista de Geografia,** n. 11, p. 63-76, São Paulo, 1992.

YAMAZAKI, Y., RAO, V.B. Tropical cloudiness over the South Atlantic Ocean. **Journal of the Meteorological Society of Japan,** 55: 1977.

UVO, C. R. B. e NOBRE, C. A. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil. Parte I: A posição da ZCIT no Atlântico Equatorial. **Climanálise,** v. 4, n. 07, p.34-40, 1989.

Vianello, R.L. e Alves, A .R., Meteorologia Básica e Aplicações, Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, MG. 1991:

VAREJÃO-SILVA, M. A. Meteorologia e Climatologia Versão Digital 1. In: **Perturbações Atmosféricas.** Recife. 2005. p. 444-446.

VIRJI, H., A preliminary study of summertime tropospheric circulation patterns over South America estimated from cloud winds. **Mon. Wea. Rev.,** 109, 599-610. 1981.

XAVIER, T. M. B. S., XAVIER, A. F. S., SILVA DIAS, P. L., SILVA DIAS, M. A. F. A. Zona de Convergência Intertropical – ZCIT e suas relações com a chuva no Ceará (1964-98). **Revista Brasileira de Meteorologia,** v. 15, n. 1, p. 27-43, 2000.

7 – ANEXOS

Regiões consideradas Muito Seco

ANEXO 1 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 1993.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	28,0	23,9	0,0	1,7	18,6	59,3	35,2	29,9	3,0	22,3	6,5	3,9
Climatologia	39,1	39,2	59,4	66,3	83,0	81,2	73,9	40,5	22,8	15,0	27,3	38,3
Desvio	-28,3	-39,0	-99,8	-97,4	-77,5	-26,9	-52,3	-26,2	-86,6	48,8	-76,1	-89,8

ANEXO 2 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 1993.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	9,4	3,5	0,2	13,4	45,3	103,8	118,6	41,4	8,6	113,6	32,6	4,0
Climatologia	31,4	36,5	55,7	91,2	135,8	178,4	170,7	107,0	46,6	34,4	23,6	18,9
Desvio	-69,9	-90,2	-99,6	-85,3	-66,6	-41,7	-30,5	-61,3	-81,4	229,6	37,7	-78,8

ANEXO 3 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão durante o ano de 1998.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	18,3	1,6	3	35,7	21,6	121,2	94,5	66	17,8	2,4	0	10,1
Climatologia	39	50,4	79	93,7	118,8	134,9	118,4	59,7	33,7	20,2	22,2	32,6
Desvio	-53	-96,6	-96,2	-61,8	-81,8	-10,1	-20,1	10,6	-47	-87,9	-100	-68,9

ANEXO 4 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 1998.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	19,9	1,5	13,6	18,4	25,4	80,7	54,9	22,4	15,8	11	0	6,7
Climatologia	39,9	39,6	61,4	68,9	85,4	75,5	70,1	40,3	22,8	15,6	24,8	39,5
Desvio	-50	-96,2	-77,7	-73,2	-70	6,9	-21,6	-44,2	-30,5	-29,4	-100	-83

ANEXO 5 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 1998.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	19,5	4,3	16,4	28,7	89,8	141,3	130	70,5	25,3	22,1	3,6	1
Climatologia	41,2	47,8	77,1	121,2	210,4	171,6	172,9	117,4	64,6	37,7	25,9	24,3
Desvio	-52,6	-91	-78,6	-76,3	-57,2	-17,6	-24,8	-39,9	-60,8	-41,1	-86,1	-95,8

ANEXO 6 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão durante o ano de 2003.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	30,5	32,4	34,8	14,6	22,9	22	26,9	11,7	12,7	19,1	64,5	0,9
Climatologia	37,7	46	65,6	78,3	108,2	114,3	102	55,6	28,9	17,5	23,6	35,5
Desvio	-19	-29,6	-46,9	-81,2	-78,8	-80,7	-73,5	-17,9	-56,1	8,8	173,6	-97,4

Regiões consideradas Seco

ANEXO 7 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão durante o ano de 1993.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	22,8	26,0	0,7	0,0	47,5	169,6	105,2	102,6	12,0	75,1	15,4	0,0
Climatologia	42,7	62,0	112,6	117,2	116,4	168,0	156,2	73,7	40,9	30,5	25,8	32,6
Desvio	-46,6	-58,0	-99,3	-100,0	-59,1	0,9	-32,6	39,2	-70,6	146,2	-40,3	-100,0

ANEXO 8 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Zona da Mata durante o ano de 1993.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	8,8	5,9	13,2	47,4	63,3	139,1	170,7	83,1	9,6	125,4	143,7	33,0
Climatologia	43,7	58,5	107,9	155,1	216,9	232,1	248,7	156,2	87,1	56,6	41,2	38,8
Desvio	-79,8	-89,9	-87,7	-69,4	-70,7	-40,0	-31,3	-46,7	-88,9	121,6	248,2	-14,8

ANEXO 9 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Litoral durante o ano de 1993.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	7,1	15,1	26,1	73,4	129,4	178,8	193,6	102,4	17	170,8	116,6	35,3
Climatologia	51,7	69,2	135,4	207,2	233,6	245,2	233,8	142,9	98,3	57,2	41,7	38,8
Desvio	-86,2	-78,1	-80,7	-64,5	-44,5	-27	-17,1	-28,3	-82,6	198,2	179,5	-8,8

ANEXO 10 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 1995.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	23,1	24,5	20,1	58,1	67,4	123,3	73,5	30,8	7	1,1	29,4	18,4
Climatologia	45,5	41,3	67,3	70,4	88,5	80,9	75,2	39,9	23,3	14,4	26,8	39,8
Desvio	-49,2	-40,7	-70,1	-17,4	-23,8	52,3	-2,2	-22,8	-70	-91,8	9,6	-53,6

ANEXO 11 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 1995.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	2,3	17,7	51,3	68,4	120,9	201,9	137,4	52,3	31,4	0	35,6	0
Climatologia	37	54	85,1	173,1	202,9	188,7	185,8	109,4	73,3	38,8	29,1	32,2
Desvio	-93,8	-67,2	-39,7	-60,5	-40,4	7	-26	-52,2	-57,1	-100	22,4	-100

ANEXO 12 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Zona da Mata durante o ano de 1995.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	21,5	33,6	34,7	167,3	203,3	277,2	254,3	84,1	40,3	4,6	75,4	0,7
Climatologia	61,5	75,5	130,1	170,5	219,3	241,1	257,3	139,9	93,9	51,5	38,3	41,8
Desvio	-65	-55,4	-73,3	-1,9	-7,2	14,9	-1,1	-39,8	-57,1	-91	96,6	-98,1

ANEXO 13 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 1998.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	50,7	6,1	29	58,5	155,6	173,5	155,1	67,9	24,6	32,5	1,1	10,6
Climatologia	34	50	87,8	158	195,9	168,4	158,3	95,4	66,1	38,8	32,4	35,8
Desvio	48,9	-87,8	-66,9	-62,9	-20,5	3	-2	-28,8	-62,8	-16,4	-96,6	-70,2

ANEXO 14 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Litoral durante o ano de 1998.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	65,6	17,9	32,5	114,7	174,9	167,3	244,2	145,4	50,5	35	2,8	25,4
Climatologia	41,5	65	118,4	200,4	223,9	235,7	234,4	124,6	85,6	53,2	35,5	33,9
Desvio	58	-72,3	-72,5	-42,7	-21,8	-29	4,1	16,6	-40,9	-34,2	-91,9	-25

ANEXO 15 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão durante o ano de 1999.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	15,4	10,4	13,6	8,2	93,8	77,2	81,4	32,7	24,8	40,5	34,2	66
Climatologia	37,1	45,8	80,6	86,5	113,4	115,1	112,5	54	29,3	13,9	19,8	31,2
Desvio	-58,4	-77,3	-83	-90,5	-17,2	-32,9	-27,6	-39,3	-15,4	190,4	72,9	111,6

ANEXO 16 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 1999.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	2,8	19,6	0,6	16,4	97,1	51,9	43,8	31,4	30,4	59,9	75,3	38,3
Climatologia	39,4	39,4	60,4	68,2	85,5	80,2	74,5	40,8	22,9	14,8	28	38,7
Desvio	-92,7	-50	-98,9	-75,8	13,4	-35,1	-41,2	-23,1	32,9	305	168,4	-1

ANEXO 17 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 1999.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	0	36,5	5,6	24,7	163,7	65,6	114,1	71,5	67,6	78,2	34	17,9
Climatologia	39,9	43,3	72,1	135,2	188,8	188,6	158,1	104,9	64,9	41,4	26	37,2
Desvio	-100	-15,17	-92,2	-81,7	-13,2	-65,1	-27,8	-31,8	4,1	89	30,5	-51,7

ANEXO 18 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Zona da Mata durante o ano de 1999.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	15,6	31,1	16,5	25,3	210,4	80,4	193,2	119,3	99,6	139,2	21	29,8
Climatologia	48,6	62,7	118,7	173,1	210,6	207	242,6	140,4	84,3	50,8	36,3	41,9
Desvio	-67,9	-50,3	-86,1	-85,3	-0,1	-61,1	-20,3	-15	18	174	-42,2	-28,9

ANEXO 19 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão durante o ano de 2001.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	9,6	0	4,1	11	5,8	121,5	110,1	69,8	3,4	47,5	0	32,7
Climatologia	36,1	43,7	60,8	79,7	109,9	116,4	94,7	42,1	25,8	22,4	20,2	32,4
Desvio	-73,3	-100	-93,2	-86,2	-94,6	4,4	16,1	65,8	-86,5	111,7	-100	1,1

ANEXO 20 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 2003.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	60	105	51,2	18,9	39,1	33,4	31,2	16,2	14,9	29,3	32,4	5,3
Climatologia	41,4	46,1	59,2	65,4	82,4	80,9	73,4	40,2	22,4	15,3	26,7	42,7
Desvio	45,1	127,7	-13,5	-71	-52,5	-58,6	-57,4	-59,7	-33,6	90,5	21,4	-87,5

ANEXO 21 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 2003.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	35,7	67,4	73,1	69,1	71,3	86	66,5	72,7	46,3	52,8	53,4	10,5
Climatologia	37,3	38,9	67,6	128,5	166,6	167,3	148,1	100,2	67,6	33,8	27,1	34,9
Desvio	-4,4	73,1	8,2	-46,2	-57,1	-48,6	-55	-37,4	-31,5	56,3	96,8	-69,9

Regiões consideradas Muito Chuvoso

ANEXO 22 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Zona da Mata durante o ano de 2000.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	131,2	79	80,2	168,7	190,5	414	341,5	268,6	274	17,5	47,3	51,8
Climatologia	52,7	63,6	120,3	177,5	210,8	228,5	264,2	147,2	89	51,1	38,1	43,4
Desvio	148,9	24,1	-33,3	-4,9	-9,6	81,1	29,2	82,4	207,6	-65,7	23,9	19,1

ANEXO 23 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Litoral durante o ano de 2000.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	162,3	159,3	114,2	316,6	185,2	361,2	528,7	192,9	325,9	34,8	36,5	53,4
Climatologia	58,4	64,7	115	189,1	207,5	225	247,8	142,1	101,8	52,7	38,3	33,2
Desvio	177,6	145,9	-0,6	67,4	-10,7	60,5	113,3	35,7	220,1	-33,8	-4,6	60,9

Regiões consideradas Chuvoso

ANEXO 24 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 1994.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	4,6	33,5	73,1	119,8	291,4	342,2	265,2	69,5	81,5	26,5	22,3	20
Climatologia	33,9	50,2	86,9	155,6	197,1	174,6	164,3	94,7	65,8	41	35	35,4
Desvio	-86,3	-33,3	-15,8	-23	47,8	95,9	61,4	-26,5	23,7	-35,3	-36,1	-43,5

ANEXO 25 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Litoral durante o ano de 1994.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	28,7	62,9	122,9	169,4	427,5	533,2	251,3	153,1	212,3	38,7	39,4	43,7
Climatologia	51,3	75,2	130	213,4	240,7	246,8	237,8	149,3	111,4	62,7	50	47,9
Desvio	-44	-16,3	-5,4	-20,5	77,6	116	5,6	2,5	90,5	-38,1	-21	-8,7

ANEXO 26 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 1996.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	17,7	14,6	67,3	495,1	206,3	172,7	209,1	250,6	44	5,8	93,4	15,3
Climatologia	32,3	54	93,2	164,5	216,6	190,3	165,6	104,7	68,9	39,9	35,5	35,8
Desvio	-45,1	-72,9	-27,7	201	-4,7	-9,2	26,2	139,3	-36	-85,2	163	-57,1

ANEXO 27 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Litoral durante o ano de 1996.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	51,2	18,2	116	525,1	195,4	267,1	329,4	256,8	51	55,5	101,7	22,8
Climatologia	49,2	69,3	115,1	200,2	252,1	230,2	253,5	138,9	89,4	59,7	38	40,6
Desvio	4	-73,6	0,7	162,2	-22,4	16	29,9	84,9	-42,9	-7	167,3	-43,8

ANEXO 28 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Litoral durante o ano de 1997.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	82,1	157,9	190,3	286,2	327,7	211,5	288,8	142,9	7,1	9,3	9,3	46,4
Climatologia	48,3	78,2	126,9	203,8	238,3	221,9	183,1	149,7	106,4	59,6	38,4	39,8
Desvio	69,7	101,9	49,9	40,4	37,4	-4,6	57,6	-4,5	-93,2	-84,3	-75,5	16,4

ANEXO 29 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 2000.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	69	56,3	47,7	128,7	111,1	206,8	202,4	197,4	139,7	1,3	55,4	112,9
Climatologia	36	40,2	72,4	125,4	172,4	180,6	174,7	98,2	68,6	32,8	29,6	30,7
Desvio	91,6	40	-34,1	2,6	-35,5	14,4	15,8	100,9	103,7	-95,9	87	266,9

ANEXO 30 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 2000.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	81,9	164,5	133,6	246,4	129	224	182	104	120,3	8,1	15,8	114,8
Climatologia	35,2	55,6	93,8	168,5	204	185,8	167	98,1	71	41,1	35,4	36,9
Desvio	132,4	195,9	42,4	46,2	-36,7	20,5	8,4	6	69,4	-80	-55,4	210,8

ANEXO 31 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 2001.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	23,5	3,5	98,9	86,3	99,3	381,5	261,5	200,9	43	155,5	18,9	112,8
Climatologia	34,5	54,7	93,3	158,3	204,3	197,2	169,6	104,3	72,9	45	34,4	38,3
Desvio	-31,7	-93,5	6	-45,4	-51,3	93,4	54,1	92,6	-40,9	245,5	-45	194

ANEXO 32 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 2002.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	177,1	80,4	47,7	6,3	58,3	122,7	49,6	33,4	5,8	4,1	0,4	23,7
Climatologia	41,1	39,7	59,3	52,3	56,3	59,4	50	45,8	22,5	15,2	26,6	38,3
Desvio	330,6	102,4	-19,5	-87,9	3,5	106,5	-0,8	-27,1	-74,2	-72,6	-98,4	-38,1

ANEXO 33 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Agreste durante o ano de 2002.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	288,1	141,5	100,5	69,1	223,9	234,4	128,4	144,5	18,5	9,2	2,6	56,2
Climatologia	36,9	46	72,1	108,8	173,5	184,8	173,5	100,8	60,7	30,5	28,9	35,2
Desvio	679,5	207,5	39,3	-36,5	29	26,8	-26	43,4	-69,4	-69,8	-90,8	59,4

ANEXO 34 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 2002.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	282,9	93,9	107,1	95	277,2	237,6	113,9	131,9	39,5	16,2	10,7	7,5
Climatologia	39,8	54,8	93,2	163,6	205,4	190	158,8	101	69,1	45,2	33,9	37,6
Desvio	609,5	71,3	14,9	-41,9	34,9	25	-28,2	30,5	-42,7	-64	-68,3	-79,9

ANEXO 35 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Zona da Mata durante o ano de 2002.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	295,7	84,2	205,9	161,8	247,5	428,1	168,5	178,4	42,6	35	20,6	14,1
Climatologia	52,1	62,3	115,6	174,1	207,6	242,7	240,7	137	86,4	52	33,8	37,4
Desvio	467,2	35	78,1	-7	19,2	76,3	-30	30,2	-50,6	-32,7	-38,8	-62,2

ANEXO 36 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Litoral durante o ano de 2002.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	290,5	83,2	236,1	205,6	267,2	495,5	166,4	175,4	43,2	46,4	18	25,4
Climatologia	55,7	75	130	206,9	247,9	263,1	235,8	150,8	100,4	60,3	37,5	37,9
Desvio	421	10,8	81,5	-0,6	7,8	88,3	-29,4	16,3	-56,9	-23,1	-51,9	-32,8

ANEXO 37 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 2004.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	353,7	81,8	62,4	162,9	185,9	339,3	174	161,3	104,8	3,4	4,8	1,6
Climatologia	46,5	55	92,4	162	203,6	195,1	166,8	104,5	69,5	45,1	38,4	35,2
Desvio	659,9	48,7	-32,4	0,5	-8,7	73,8	4,2	54,2	50,7	-92,4	-87,5	-95,4

ANEXO 38 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Litoral durante o ano de 2004.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	289,8	116,1	103	175,3	267,8	576,5	310	208,2	190,2	18,7	12,7	3,6
Climatologia	60,5	73,2	126	203,2	239,2	257,1	234,1	144,1	97,1	61,8	35,7	35,1
Desvio	378,8	58,5	-18,2	-13,7	11,9	124,2	32,3	44,4	95,8	-69,6	-64,5	-89,4

ANEXO 39 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental da Zona da Mata durante o ano de 2004.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	311,4	128,9	96,5	140,6	188,2	498	263,2	166	195,4	19,5	6,3	5,7
Climatologia	56,2	68,6	111,2	169,7	208,4	236,9	233,6	137,7	93,1	51,8	30,8	35,7
Desvio	453,9	87,7	-13,1	-17,1	-9,6	110,1	12,6	20,5	109,7	-62,2	-79,4	-83,9

ANEXO 40 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Sertão do São Francisco durante o ano de 2005.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	62,8	59,6	59,8	47,4	187,6	100,6	73,2	68,1	18,7	1,2	8,6	75,7
Climatologia	44,9	40,8	58,6	64,6	83,2	80,8	73	40,5	22,5	15	26,6	38,1
Desvio	39,9	45,9	2	-26,5	125,3	24,5	0,2	68,1	-16,6	-91,6	-67,5	98,4

ANEXO 41 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 2005.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	1,5	30,6	34,1	212,8	546	235,8	198,1	158,9	41	13,7	9	80,6
Climatologia	46,1	53,1	92,6	168,2	211,3	195,9	182,3	105,4	68,3	44,5	37,8	37
Desvio	-96,6	-42,3	-63,1	26,5	158,3	20,3	8,6	50,6	-39,9	-69,2	-76,1	117,9

ANEXO 42 - Chuva (mm), média histórica (mm) e desvio percentual (%) na região ambiental do Baixo do São Francisco durante o ano de 2006.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Observada	18,2	5,9	56,2	324,1	301,2	282,3	186,1	89,8	149,1	75,7	21,1	5,5
Climatologia	45,6	52,2	92,0	170,7	212,5	197,2	170,6	105,1	69,7	44,9	37,6	36,4
Desvio	-60,0	-88,6	-38,8	89,7	41,7	43,1	9,0	-14,5	113,9	68,3	-43,8	-84,7