

Universidade Federal do Rio de Janeiro

**ANÁLISE DAS ONDAS DE LESTE SOBRE A COSTA LESTE DO
NORDESTE DO BRASIL PARA O PERÍODO ENTRE 1999-2009**

João Caetano Mancini Vaz

2011

**ANÁLISE DAS ONDAS DE LESTE SOBRE A COSTA LESTE DO NORDESTE
DO BRASIL PARA O PERÍODO ENTRE 1999-2009**

João Caetano Mancini Vaz

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Meteorologia do Instituto de Geociências do Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza da Universidade Federal do Rio de Janeiro (PPGM-IGEO-CCMN-UFRJ), como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências (área: Meteorologia).

Orientadores:

Hugo Abi Karam, Prof. Dr. (orientador)

Natalia Fedorova, Profa. Dra. (coorientadora)

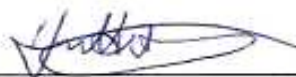
Rio de Janeiro
Agosto de 2011

ANÁLISE DAS ONDAS DE LESTE SOBRE A COSTA LESTE DO NORDESTE DO
BRASIL PARA O PERÍODO ENTRE 1999-2009

JOÃO CAETANO MANCINI VAZ

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM METEOROLOGIA DO INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS DO CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO (PPGM-IGEO-CCMN-UFRJ) COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS (ÁREA: METEOROLOGIA).

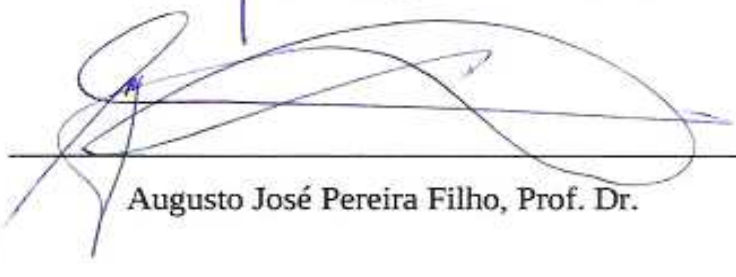
Examinada por:



Hugo Abi Karam, Prof. Dr.



Edson Pereira Marques Filho, Prof. Dr.



Augusto José Pereira Filho, Prof. Dr.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL
AGOSTO DE 2011

Da Dissertação, Autor

Análise das Ondas de Leste sobre a costa leste do Nordeste do Brasil para o período entre 1999-2009 / João Caetano Mancini Vaz – Rio de Janeiro: UFRJ/PPGM/IGEO/CCMN, 2011.

_____, 88 p.: il.; 29,7 cm.

Orientador: Hugo Abi Karam, Coorientadora: Natalia Fedorova

Dissertação (Mestrado) – UFRJ/PPGM/IGEO/CCMN
Programa de Pós-graduação Meteorologia, 2011.

Referências Bibliográficas: p. 59-66.

1. Ondas de Leste. 2. Eventos de precipitação intensa. 3. Costa Leste do NE brasileiro. I. Vaz, João Caetano Mancini. II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, PPGM/IGEO/CCMN/UFRJ, Programa de Pós-graduação em Meteorologia. III. Análise das Ondas de Leste sobre a costa leste do Nordeste do Brasil para o período entre 1999-2009.

Resumo da dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Meteorologia (PPGM/IGEO/CCMN/UFRJ) como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (Área: Meteorologia).

ANÁLISE DAS ONDAS DE LESTE SOBRE A COSTA LESTE DO NORDESTE DO
BRASIL PARA O PERÍODO ENTRE 1999-2009

João Caetano Mancini Vaz

Orientadores: Hugo Abi Karam, Prof. Dr. (orientador)

Natalia Fedorova, Profa. Dra. (coorientadora)

Agosto / 2011

RESUMO

Frequentemente, distúrbios ondulatórios de leste que atingem a Costa Leste do Nordeste do Brasil (CENEB) provocam eventos de precipitação intensa ao longo de toda a faixa costeira. Esses totais pluviométricos anômalos podem causar prejuízos sócio-econômicos significativos à população. Para a análise climatológica desses distúrbios utilizou-se imagens dos satélites meteorológicos GOES-8, GOES-9, GOES-10, GOES-12 e METEOSAT nos canais do vapor d'água (WV), infravermelho (IR) e visível (VIS) adquiridas por meio do acervo digital do Space Science and Engineering Center/University of Wisconsin-Madison (SSEC/WISC) e do Centro de Pesquisas de Tempo e Clima (CPTEC/INPE). Também foram usados dados de taxa de precipitação (mm/dia) do PROCLIMA e dados de Reanálise do National Center for Atmospheric Research. O estudo revelou que as ondas de leste (OLs) ocorrem, principalmente, no inverno e outono. Além disso, verificou-se que a penetração de Sistemas Frontais do Hemisfério Sul (SFHS) até latitudes mais baixas, associados ao aumento do gradiente no escoamento do oceano em direção ao continente, a presença de um cavado em baixos ou médios níveis da atmosfera e as Temperaturas de Superfície do Mar (TSM) acima de 27°C, representaram um padrão sinótico bastante propício para disparar, ou intensificar estes distúrbios. Espera-se que os resultados obtidos possam contribuir para uma melhoria na previsão de eventos de precipitação intensa associados aos distúrbios de leste sobre a CENEB e, como consequência, promover a redução da vulnerabilidade a estas condições extremas.

Palavras chave – Ondas de Leste; Eventos de precipitação intensa; Costa Leste do NE brasileiro.

Abstract of the dissertation presented to the *Programa de Pós-graduação em Meteorologia* (PPGM/IGEO/CCMN/UFRJ) as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.) (Area: Meteorology)

ANÁLISE DAS ONDAS DE LESTE SOBRE A COSTA LESTE DO NORDESTE DO
BRASIL PARA O PERÍODO ENTRE 1999-2009

João Caetano Mancini Vaz

Advisors: Hugo Abi Karam, Prof. Dr.

Natalia Fedorova, Prof. Dr.

August / 2011

ABSTRACT

Easterly wave disturbances (EWD) frequently reach the Eastern Coast of Northeastern Brazil (ECNB) causing extreme rainfall. The disturbances were analyzed using SSEC/WISC and CPTEC/INPE satellite imagery, PROCLIMA precipitation rate (mm/day) data and NCEP/NCAR Reanalysis data. The study revealed that the highest concentrations of this wave disturbances occurred in winter and fall. In addition, it was found that southern hemisphere frontal systems that penetrate to lower latitudes associated with an influence of the gradient flux from the ocean toward the continent, the presence of a trough in low and middle levels of the atmosphere and the abnormal SST near the coast represented a propitious synoptic pattern to start up, or to intensify the disturbances. It is expected that the results obtained may contribute to improve the prediction of heavy precipitation events associated with EWD above the ECNB, reducing society vulnerability to these extreme conditions.

Key words – Easterly Wave Disturbances; Extreme rainfall; Eastern Coast of Northeastern Brazil

AGRADECIMENTOS

Agradecimento admirado ao meu Orientador Dr. Hugo Abi Karam pelas orientações, compreensão e paciência durante esse período de convivência.

Aos professores do Departamento de Meteorologia do IGEO/CCMN/UFRJ, principalmente: Edilson Marton, Edson Pereira Marques Filho, José Ricardo de Almeida França e Wallace Figueiredo Menezes.

Devo agradecimentos especiais à Professora Dra. Natália Fedorova do ICAT/UFAL pela atenção, didática, inspiração e coorientação nesta dissertação.

A Diretoria de Meteorologia de Alagoas (DMET/SEMARH-AL) e Fabiana Carnaúba que gentilmente cedeu imagens de satélite para a realização do estudo e elaboração das análises.

A todos que contribuíram de alguma forma para minha formação humana, acadêmica e com o desenvolvimento desse trabalho.

A FAPERJ e a CAPES, pelo incentivo e contribuição na forma de bolsas de estudos durante o período desse mestrado.

A minha família e amigos por estarem do meu lado sempre.

SUMÁRIO

	Página
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
3 – MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1 – Região de Estudo.....	19
3.2 – Dados.....	20
3.2.1 – Climatologia.....	20
3.2.2 – Precipitação.....	20
3.2.3 – Estudos de Casos.....	21
3.3 – Metodologia.....	22
3.3.1 – Climatologia.....	22
3.3.1.1 – Imagens de Satélite.....	22
3.3.1.2. Critérios utilizados para identificar os casos de OL.....	23
3.3.2. Precipitação, eventos extremos e sua relação com as OL.....	28
3.3.3 – Estudos de casos.....	30
4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES	31
4.1 – Climatologia dos OL para período entre 1999 e 2009.....	31
4.2 – Precipitação e Eventos Extremos relacionado as OL identificadas para o período entre 1999 e 2009.....	36
4.3 – Estudos de caso.....	43
4.3.1 – Caso de junho de 2000.....	43
4.3.2 – Comparação entre os estudos de caso.....	51
5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES	55
5.1 – Climatologia das OL para o período 1999-2009.....	55
5.2 – Precipitação, Eventos Extremos e sua relação com as OL identificadas no período entre 1999 e 2009.....	56
5.3 – Estudos de Caso.....	57
5.4 – Sugestões para novas pesquisas.....	57
5.5 – Considerações Finais.....	58
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	67

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 - Modelo conceitual de uma Onda de Leste para o HN. (a) Estrutura horizontal e (b) seção vertical de oeste a leste, indicando a convecção limitada à vanguarda do cavado e nuvens profundas na retaguarda do cavado. Fonte: (a) Riehl (1945), (b) Merrit (1964).	12
Figura 2 - Estágios de desenvolvimento do cavado de uma Onda de Leste, originado da ruptura dos setores Equatorial e Polar do Cavado Estendido. Fonte: Riehl, 1954.	17
Figura 3 – Região selecionada para o estudo.	19
Figura 4 – Ilustração do banco de Imagens das OL identificadas no período entre 1999 e 2009.	22
Figura 5 – Delimitação dos distúrbios originados na <i>Área I</i> , em vermelho.	24
Figura 6 – Delimitação dos distúrbios originados na <i>Área II</i> , em vermelho.	25
Figura 7 – Delimitação dos distúrbios originados na <i>Área III</i> , em vermelho.	25
Figura 8 – Delimitação dos distúrbios originados na <i>Área IV</i> , em vermelho.	26
Figura 9 – Delimitação dos distúrbios originados na <i>Área V</i> , em vermelho.	26
Figura 10 – Frequência absoluta mensal das OL identificados para o Período 1999 – 2009.	32
Figura 11 – Frequência absoluta mensal das OL separadas por área de origem para o Período 1999 – 2009.	33
Figura 12 – Frequência absoluta mensal dos tipos de deslocamento das OL identificados para o Período 1999 – 2009.	33
Figura 13 – Frequência absoluta dos tipos de deslocamento associado aos diferentes tipos de áreas de origem das OL para o período 1999 – 2009.	35
Figura 14 – Integração da precipitação (mm/dia) para o período 1999-2009, para as cidades de Aracaju, Maceió, Recife, João Pessoa e Natal.	36
Figura 15 – Distribuição das frequências acumulada (Fa) e relativa (Fr) X Taxa de Precipitação (mm/dia) para o período 1999-2009. (a)Aracaju, (b) Maceió, (c) Recife, (d) João Pessoa, (e) Natal.	37 38
Figura 16 – Frequência absoluta Mensal das OL identificadas para o Período 1999 – 2009 para as capitais dos Estados da CENEB.	39

- Figura 17** – (a) Frequência absoluta mensal dos casos de precipitação intensa associadas Distúrbios Ondulatórios de Leste identificados para o Período 1999 – 2009 para as capitais dos Estados da CENEB. 40
- Figura 18** – Comparativo entre as frequências absolutas dos distúrbios de leste registrados totais (preto) e os casos de distúrbios de leste que geraram eventos de precipitação intensa (branco) no período entre 1999 e 2009, separados por área de origem. 41
- Figura 19** – Comparativo entre as frequências absolutas dos tipos de deslocamento dos distúrbios de leste (total/preto) e dos tipos de deslocamentos dos distúrbios de leste que estiveram associados a eventos de precipitação intensa (extremo/branco) para o período entre 1999 e 2009. 42
- Figura 20** – (a) Precipitação acumulada (mm) entre os dias 20 e 30 de junho para as cidades de Aracaju, Recife, João Pessoa e Natal. (b) Desvio de precipitação (mm) para a região nordeste do Brasil no mês de junho de 2000 (com relação a Normal Climatológica 1961-1990). 44
- Dados: PROCLIMA
- Figura 21** – Recorte das Imagens do Satélite GOES-8 no canal do Vapor D'água. (a) dia 24 de junho às 18Z, (b) dia 25 de junho às 06Z, (c) dia 25 de junho às 12 Z, (d) dia 25 de junho às 18Z, (e) dia 26 de junho às 06Z, (f) dia 27 de junho às 12Z. 46
- Figura 22** – Linhas de Corrente e divergência ($\times 10^{-5} \text{ s}^{-1}$) em 1000hPa. (a) 24 de junho às 12:00 UTC e (b) 25 de junho às 12:00 UTC. 47
- Figura 23** – Linhas de Corrente e magnitude do vento entre 30 e 60 m/s em 250hPa. (a) 24 de junho às 12Z e (b) 25 de junho às 12Z. 48
- Figura 24** – Diagrama de Hovmöller da ROL (W m^{-2}) para junho de 2000. (a) Anomalia diária, fixada na latitude 7,5S variando na longitude entre 0 e 50W. (b) Média diária, fixada na longitude 30W e variando na latitude 5S a 10S. 49
- Figura 25** – Média de TSM ($^{\circ}\text{C}$) entre os dias 24 e 27 de junho 50
- Figura 26** – Diagrama de Hovmöller das anomalias de ROL (W/m^2) fixada na latitude 7,5S, variando na longitude entre 0 e 50W. (a) Janeiro de 1999, (b) junho de 2004 (c) maio 2006 e (d) junho 2007. 54

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 – Revisão Bibliográfica das principais características das OL.	16
Tabela 2 – Coordenadas geográficas dos pluviômetros utilizados no trabalho.	20
Tabela 3 – Segmento extraído da tabela referente ao ano 2000 (Anexo A), para exemplificar a metodologia utilizada nos registros das principais características das Ondas de Leste.	27
Tabela 4 – Exemplo da metodologia utilizada para contabilizar o total dos tipos de distúrbios e respectivos deslocamento para 2000.	28
Tabela 5 – Exemplo do ordenamento dos dados de precipitação.	28
Tabela 6 – Exemplo da metodologia aplicada para associar as OL a precipitação intensa.	29
Tabela 7 – Relação das variáveis e equações utilizadas na análise das OL.	30
Tabela 8 – Precipitação em $F\alpha=0,99$ para cada município.	38
Tabela 9 – Características dos eventos de OL selecionados a partir da análise das imagens de satélite para os casos selecionados.	52

LISTA DE ABREVIATURAS

AB	Alta da Bolívia
AL	Alagoas
AS	América do Sul
AST	América do Sul Tropical
BA	Bahia
CDC	<i>Climate Diagnostics Center</i>
CENEB	Costa Leste do Nordeste do Brasil
CIRES	<i>Cooperative Institute for Research in Environmental Sciences</i>
CJP	Corrente de Jato Polar
COA	Costa Oeste da África
CONOA	Costa Oeste do Noroeste da África
CPC	<i>Climate Prediction Center</i>
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Clima
DMET	Diretoria de Meteorologia do Estado de Alagoas
DOL	Distúrbio Ondulatório de Leste
DAS	Divisão de Satélites (CPTEC/INPE)
ENOS	<i>El Niño</i> Oscilação Sul
EUMETSAT	<i>European Organization for the Exploitation of Meteorological Satellites</i>
Fa	Frequência acumulada
Fr	Frequência relativa
GHCC	<i>Global Hydrology and Climate Center</i>
GOES	<i>Geostationary Operational Environmental Satellites</i>
GrADS	Grid Analysis and Display System
HN	Hemisfério Norte
hPa	hecto pascal
HS	Hemisfério Sul
ICAT	Instituto de Ciências Atmosféricas
IGEO	Instituto de Geociências
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IR	Infravermelho
JST	Jato subtropical
METSAT	<i>Meteorological Satellite</i>
mm	Milímetros
N	Norte
NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
NCAR	<i>National Center for Atmospheric Research</i>
NCEP	<i>National Centers for Environmental Prediction</i>
NE	Nordeste
NEB	Nordeste do Brasil
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NW	Noroeste
ODP	Oscilação Decadal do Pacífico
OL	Onda de Leste
PB	Paraíba
PE	Pernambuco
POA	Perturbações Ondulatórias nos Alísios
RN	Rio Grande do Norte
ROC	Radiação de Ondas Curtas
ROL	Radiação de Ondas Longas
S	Sul
SSEC	<i>Space Science and Engineering Center</i>
SE	Sergipe
SE	Sudeste
SW	Sudoeste
SEMARH	Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas
SFHN	Sistemas Frontais do Hemisfério Norte
SFHS	Sistemas Frontais do Hemisfério Sul
TSM	Temperatura de Superfície do Mar
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro
VCAN	Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis

W	Oeste
WISC	Wisconsin
Z	Zulu
ZCAS	Zona de Convergência da América do Sul
ZCIT	Zona de Convergência Intertropical
ZCPS	Zona de Convergência do Pacífico Sul
ZCST	Zonas de Convergência Subtropical

1 – INTRODUÇÃO

São notáveis as dificuldades que os centros de previsão de tempo e clima enfrentam com análises de determinados sistemas meteorológicos atuantes nas regiões situadas entre os trópicos. Isso ocorre porque há uma grande complexidade na interação e dinâmica desses fenômenos atmosféricos, o que dificulta um consenso nas definições literárias. Logo, ocorre certa defasagem de informações necessárias à previsão de curto, médio e longo prazo, uma vez que os modelos computacionais utilizados não representam em alta resolução a realidade da dinâmica atmosférica e oceânica, assim como não se possui o conhecimento da totalidade dos parâmetros de modelagem necessários para se reduzir a imprecisão da previsão numérica. Mesmo a análise é dificultada sobre o oceano devido a escassez de dados de superfície medidos por boias e navios de forma mais permanente.

Dentre esses sistemas complexos atuantes na região tropical, especialmente na região NE do Brasil (NEB), podem-se citar alguns, como: Ondas de Leste (OL), ou, Perturbações Ondulatórias nos Alísios (POA), Convecções Locais, Interações dos Sistemas Frontais do Hemisfério Sul e Norte (SFHS/SFHN), Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), entre outros (AYOADE, 2007).

Por causa de sua localização geográfica, o NEB é afetado por fenômenos meteorológicos que lhe conferem características climáticas peculiares, sendo conhecida como uma região de precipitação de alta variabilidade no temporal e espacial. Essa variabilidade está associada às interações entre sistemas meteorológicos de meso e macro escalas. Por conseguinte, a atuação simultânea, ou não, desses sistemas, e seus posicionamentos relativos à Região, são responsáveis por chuvas muito acima, ou muito abaixo da normal climatológica, o que pode provocar tanto enchentes como secas. Segundo Molion e Bernardo (2002), podem se identificar três regimes básicos quanto à distribuição espacial das precipitações no NEB:

- Norte do NEB (NNE), onde os índices pluviométricos variam de 400mm/ano no interior a mais de 2000mm/ano no litoral. Os meses mais chuvosos estão entre fevereiro e maio, tendo a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a convergência de umidade dos Alísios (brisas e OL) e a convecção local como principais mecanismos de produção de

chuvas. Raramente, o NNE é afetado por frentes frias do Hemisfério Sul e do Hemisfério Norte.

- Sul do NEB, onde os índices pluviométricos variam de 600mm/ano no interior a mais de 3000mm/ano no litoral. Os meses mais chuvosos estão entre novembro e fevereiro. Os principais mecanismos de produção de chuva são os sistemas frontais, associados à Zona de Convergência da América do Sul (ZCAS), sistemas pré-frontais, convecção local e brisas de mar e terra no litoral.
- Leste do NEB (ENE), que apresenta totais pluviométricos de 600mm/ano a 3000mm/ano e os meses mais chuvosos entre abril e julho. Os principais mecanismos de produção de chuvas são frentes frias, ou seus remanescentes, associados à Zona de Convergência do Leste do NEB (ZCEN), convergência dos Alísios, OL (Perturbações Ondulatórias nos Alísios) e as brisas marítima e terrestre (MOLION e BERNARDO, 2002).

Nos últimos 50 anos (isto é, desde 1960), diversos trabalhos têm sido desenvolvidos sobre as OL. Porém, ainda persistem certas indefinições literárias em relação às suas características físicas, espaciais e dinâmicas. Além disso, ainda há muita ambiguidade de termos utilizados para denominar esses sistemas. É possível verificar na literatura terminologias como: Distúrbios Ondulatórios nos ventos de Leste (OL; *Waves Disturbances in the Trade Wind*), Distúrbios de Leste (*Easterly Disturbances*), Perturbações Ondulatórias nos campo dos ventos Alísios (POA) OL (*Easterly Waves*).

Este estudo tem como objetivo contribuir para a caracterização do padrão sinótico favorável a formação e desenvolvimento desses fenômenos atmosféricos, colaborando assim, para uma melhoria na previsão de tempo e clima na região Tropical. Espera-se que os resultados obtidos possam contribuir para uma melhoria na previsão de eventos de precipitação intensa associados aos distúrbios de leste sobre a CENEB e, conseqüentemente, com a redução da vulnerabilidade da sociedade às condições extremas.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo trata de algumas discussões relativas a trabalhos, definições e pesquisas, relacionados às Ondas de Leste e os sistemas que contribuem para sua origem.

2.1 – Circulação geral da atmosfera

A circulação geral da atmosfera, na região dos trópicos, é caracterizada pelo cinturão persistente de ventos de leste e, em latitudes médias, predominantemente de ventos de oeste. Os sistemas que formam a Circulação Geral da Atmosfera são distinguidos com valores climatológicos. Isto é, pode ser considerada como uma circulação média de longo prazo da atmosfera, conhecendo o clima do globo e suas principais particularidades (AYOADE, 2007).

2.1.1 – Célula de Hadley

Em 1735, G. Hadley sugeriu a existência de duas grandes células de circulação meridional em ambos os hemisférios, o que explica os ventos alísios, observados à superfície na zona dos trópicos. Em 1856, William Ferrel descobriu e completou a teoria de Hadley, evidenciando a existência de três células em cada hemisfério, o que justifica a presença dos ventos zonais de latitudes médias e circumpolares (por exemplo, VAREJÃO, 2001).

A célula de Hadley é composta por movimentos ascendente até a tropopausa na convergência intertropical, conhecida como ZCIT, e descendente em 30° em paralelo com o ramo descendente da célula de Ferrel.

2.1.2 – Célula de Walker

São as células zonais, encontradas na região equatorial. Estão associadas ao aquecimento diferencial entre continentes e oceano. Quanto sua estrutura vertical, verificam-se movimentos ascendentes sobre os continentes e subsidência sobre os oceanos (Figura 1b) nas regiões leste do Pacífico e Atlântico (OLIVEIRA et al., 2001).

Segundo Nobre e Molion (1988) a ZCIT é o ramo ascendente da Célula de Hadley na circulação de Hadley-Walker.

2.2 – A influência dos oceanos

Segundo Hartmann (1994), os oceanos têm um papel crítico no sistema físico climático da Terra, pois fornecem uma superfície perfeitamente úmida, a qual, quando não resfriada, tem um baixo albedo sendo, então, um excelente absorvedor de radiação solar.

A grande capacidade dos oceanos de armazenar calor reduz a magnitude do ciclo sazonal na temperatura da superfície pelo armazenamento de calor no verão e liberado no inverno. Devido à água do mar ser um fluido, as correntes oceânicas podem transportar água e calor por uma grande distância, de uma área geográfica para outra. Quase metade da energia transportada equador-pólo é devida aos oceanos.

O fluxo de energia solar é a fonte primária para os oceanos. A Radiação solar de Ondas Curtas (ROC) incidente no planeta penetra nos oceanos e grande parte desse fluxo é absorvido nos primeiros 300m de profundidade. Em seguida, ocorre resfriamento por evaporação e transferência de calor sensível para atmosfera na interface oceânica. A troca de calor, momento e umidade entre a atmosfera e o oceano são acompanhadas por meio do contato da camada limite atmosférica com a camada de mistura do oceano.

A capacidade térmica dos oceanos é cerca de 30 vezes maior que a capacidade de calor da atmosfera. Assim, os oceanos constituem um grande regulador térmico, devido à amplitude térmica que permite a interação com a atmosfera.

Portanto, a variação da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) influencia consideravelmente os fluxos sobre determinadas regiões. Espera-se que uma variação de TSM de meso e grande escalas ocasione condições climáticas significativas, nas quais são destacados, a seguir, os principais fenômenos associados à variação de TSM, El Niño - Oscilação Sul (ENOS) e Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

2.3 – Anticiclones Subtropicais

Os anticiclones subtropicais, ou altas subtropicais, são sistemas de alta pressão que estão localizados em torno de 20° de latitude nos oceanos. Tais sistemas estão associados à circulação média meridional da atmosfera e ocorrem, principalmente, devido às células de Hadley. No Hemisfério Norte, encontram-se os anticiclones subtropicais do Atlântico e do Pacífico Norte. Já no Hemisfério Sul, verificam-se os anticiclones do Atlântico, Pacífico Sul e do sul do Oceano Índico. (HASTENRATH, 1985, MORAN e MORGAN, 1994).

Na região dessas altas subtropicais, observa-se divergência do vento à superfície, o que caracteriza subsidência e, conseqüentemente, céu claro. Esses sistemas são constituídos por ar quente, logo a pressão atmosférica decresce, lentamente, com a altitude. Porém, verifica-se a circulação fechada em todos os níveis da atmosfera, consistindo em extensas áreas de movimentos descendentes de ar seco e quente.

De acordo com Bastos e Ferreira (2000), durante o inverno verificam-se ventos mais intensos a nordeste, noroeste e sudeste do centro do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS). Com isso, há um aumento no transporte de umidade oriundo do Atlântico Sul, em direção a Costa Leste do Nordeste do Brasil (CENEB), o que causa um impacto no regime de chuvas dessa região. Já durante o período de verão, os ventos de superfície associados a ASAS enfraquecem a medida que se aproximam do continente, com exceção da vizinhança do Atlântico Sudeste. Esta característica diminui o transporte de vapor de água na costa do NEB. Do ponto de vista da circulação, comparando as situações de inverno e verão, observa-se que a ASAS desloca-se ligeiramente para sudoeste e está melhor configurada no verão.

2.4 – Ventos Alísios

As altas subtropicais induzem um fluxo de ventos que se deslocam de seus centros em direção ao Equador, com forte componente de leste em baixos níveis. Esses ventos são denominados Ventos Alísios. Em escala planetária, caracterizam o ramo inferior da Célula de Hadley. Advectam calor sensível e latente da superfície oceânica para a região equatorial.

Segundo Neiuwolt (1978), a camada de inversão dos alísios, no equador, possui uma espessura entre 2.000 e 3.000 m, o que diminui conforme se aproxima de latitudes mais altas. Esta camada, predominada pelo ar frio e estável, é inibida pelo desenvolvimento vertical da convecção.

Na região onde a base da inversão térmica se encontra a 500m, a superfície de ar quente e seco do continente é rapidamente transformada pelo contato com a superfície de água fria na camada limite superficial. Logo, a umidade contida na camada limite continental aumenta rapidamente pela evaporação do oceano, enquanto o calor sensível é perdido do ar para o oceano por causa da inversão do gradiente vertical de temperatura. Em adição, o ar é resfriado pela emissão de radiação de onda longa para o espaço. Sobre a camada limite marítima, o ar é potencialmente quente e muito seco devido ao ar descendente dos altos níveis troposféricos, associados com a subsidência nos anticiclones subtropicais. Assim, entre as duas massas de ar, uma forte inversão se forma, a qual tende a suprimir os movimentos verticais e a mistura. Como o ar nos baixos níveis se move progressivamente sobre Temperatura de Superfície do Mar (TSM) mais altas, o fluxo de calor latente aumenta e o fluxo de calor sensível vem a ser do oceano para a atmosfera. O aquecimento e umidificação das massas de ar resultam em uma quebra de nuvens estratos e o desenvolvimento dos Ventos Alísios em nuvens cúmulos. A convecção de cúmulos rasos mistura a umidade do ar à superfície com o ar seco sobre a inversão, resultando em uma camada limite profunda. A convecção também carrega ar seco para a superfície que por sua vez, aumenta a evaporação do oceano na camada limite, alcançando a profundidade de 2 a 3 Km, e a evaporação é cerca de três vezes maior que no leste da bacia oceânica.

De acordo com Riehl (1954), o desenvolvimento das Ondas de Leste sobre o Oceano Atlântico está diretamente ligado à estrutura dos Ventos Alísios.

2.5 - Zona de Convergência Intertropical (ZCIT)

A confluência dos Ventos Alísios de Nordeste e Sudeste oriundos dos Anticiclones Subtropicais dos Oceanos Atlântico Norte e Sul, respectivamente, caracterizam uma região de baixa pressão atmosférica, convecção profunda e intensa nebulosidade associada a altos índices pluviométricos. A essa região dá-se o nome de ZCIT.

Nieuwolt (1978) e Uvo (1989) afirmaram que a ZCIT se desloca para fora de regiões onde os ventos alísios de sudeste ou de nordeste são mais intensos. A ZCIT é mais pronunciada sobre regiões oceânicas, ou seja, é mais claramente identificada nestas regiões.

Ferreira (1998) destacou um ponto importante no estudo da ZCIT, referente à sua localização. Diversos autores discutiram sobre essa mesma característica por meio de diferentes variáveis físicas, tais como a cobertura de nuvens, a pressão ao nível médio do mar, a componente meridional do vento nos baixos níveis, etc. Sabe-se que a ZCIT possui um deslocamento norte-sul ao longo do ano, alcançando sua latitude máxima em torno de 1° no HS e 15° no HN (Uvo, 1989). Esses limites coincidem com a época chuvosa e seca do norte do NEB, respectivamente, Uvo (1989) indica que a ZCIT é o principal sistema gerador da precipitação nesta região, pois os picos ocorrem exatamente durante a passagem da ZCIT para o HS.

Além da influência que a ZCIT causa no tempo e no clima das áreas tropicais, ocorre o envolvimento desta no balanço térmico global (FERREIRA, 1998). Sabe-se também que, em escala planetária, a ZCIT representa o ramo ascendente da célula de *Hadley*, transferindo calor e umidade dos níveis inferiores da atmosfera tropical para os níveis superiores (FERREIRA, 1998). Estas quantidades são transportadas para regiões extratropicais.

De acordo com Melo et al. (2002), próximo ao litoral do Nordeste, a posição mais ao sul atingida pela ZCIT ocorre nos meses de março e abril, confirmando os resultados de Uvo (1989). Já entre julho e setembro a ZCIT apresenta um comportamento mais zonal sobre o Oceano Atlântico Tropical Norte, quando atinge sua posição mais ao norte. Em novembro e dezembro, a ZCIT inicia seu deslocamento para o Hemisfério Sul.

2.6 – Sistemas Frontais

Os sistemas frontais se formam inicialmente onde duas massas de ar de temperatura e umidade diferentes se encontram. Esse encontro é provocado pela presença de um gradiente de pressão, que impulsiona uma massa na direção da outra. A superfície de separação entre ar frio do ar quente é denominada frente fria.

De acordo com a teoria de formação de depressões frontais, essas geralmente, se formam como ondas sobre as superfícies frontais (Zonas baroclínicas). No estágio inicial, ocorre uma onda de calor em baixos níveis na vanguarda de um cavado, e uma onda fria em sua retaguarda. Com isso, a temperatura aumenta na vanguarda, causando um abaixamento da pressão. O cavado apresenta vorticidade positiva e, a crista, vorticidade negativa. O segundo estágio marca o início da circulação ciclônica, com o desenvolvimento de uma onda de baixa amplitude sobre a frente, o setor quente é bem definido entre as frentes de setor frio e quente e a frente fria começa a alcançar a frente quente. No terceiro estágio ocorre advecção de ar frio e movimentos ascendentes no centro do ciclone, causando uma diminuição da temperatura e um aumento de pressão, ocorrendo a oclusão. No quarto estágio, o setor quente foi eliminado, sobrando um vórtice de ar frio.

O período de existência de uma depressão é de aproximadamente 4 a 7 dias. Sua intensificação ou dissipação está relacionada com as características atmosféricas sobre o continente ou com as variações no escoamento.

Souza e Costa (1994) realizaram um estudo observacional da relação entre sistemas frontais e totais pluviométricos anômalos no Estado de Sergipe, no mês de outubro de 1993. Nesse período observou-se uma frente fria oriunda de latitudes subtropicais que atuava no setor Leste do NEB e induziu a instabilidade convectiva sobre a região. Os ventos predominantes foram de leste/sudeste, favorecendo o transporte de umidade para o continente. A temperatura do ar esteve abaixo da média climatológica e a umidade relativa do ar registrada neste intervalo foi de praticamente 100%, mostrando que a atmosfera esteve bastante instável nessa região.

2.7 – Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) atuantes no NEB

Os VCANs se formam em latitudes tropicais, acima de 10 km de altura entre novembro e março, e apresentam maior frequência nos meses de janeiro e fevereiro (Gan, 1982), com tempo de vida médio de aproximadamente 7 dias. Verifica-se máxima vorticidade ciclônica abaixo da crista, em 200hPa e pode se estender para baixo até o nível de 500hPa e raramente passam de 700hPa. Seu centro de ar seco e frio subsidente inibe a formação de nuvens. Além disso, apresentam movimento de ar ascendente quente e úmido nas suas periferias. Essas condições transformam de energia potencial em energia cinética, sendo esse, o mecanismo de manutenção desses vórtices, segundo Kousky e Gan (1981) e Frank (apud GAN, 1982).

No verão, o intenso aquecimento do continente ocasiona o desenvolvimento de um anticiclone (Alta da Bolívia) sobre a América do Sul tropical (FIGUEROA et al. 1995; CARVALHO, 1989), uma crista sobre a costa do Sudeste e um cavado no Oceano Atlântico próximo ao litoral Nordeste do Brasil, nos altos níveis. Os vórtices se formam corrente abaixo da amplificação da crista em 200hPa. Segundo Johnson e Snook (apud Ramirez, 1996), essa amplificação é devida a uma forte advecção de ar quente em 850 hPa. Uma frente fria ativa, oriunda de latitudes médias, que se desloca para os trópicos, poderia provocar essa advecção na região que precede à chegada da frente. Assim, a frente fria organiza a convecção que contribui para a intensificação da crista. Como consequência, ocorre a amplificação do cavado em altos níveis a leste da crista e a formação do vórtice.

Na América do Sul, sobre o Nordeste Brasileiro, a nebulosidade mais intensa, associada a um vórtice ciclônico se encontra na direção de seu movimento (KOUSKY e GAN, 1981). Além disso, em vários casos foram observados cúmulo nimbos ao noroeste do centro do ciclone em 200 hPa. Isso, geralmente, ocorre quando o vórtice, oriundo do Oceano Atlântico, se desloca sobre o continente. O aquecimento, em níveis altos e médios, origina uma situação suficientemente instável e supera o efeito de subsidência geral.

2.8 – Ondas de Leste

Os Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL) foram descobertos logo após o início da confecção regular de cartas de tempo para a região equatorial (ÍNDIA, 1875). Até o fim do século XIX, estava bem estabelecido que durante os meses de junho a setembro, centros de baixa pressão vindos de leste cruzavam o continente e adentravam na Baía de Bengala, ajudando na formação de depressões monçônicas no norte da baía. Estas depressões são conhecidas pela alta energética e distúrbios induzidos no oceano e, conseqüentemente, nas regiões costeiras como Bangladesh.

Além disso, em períodos pré e pós monções, suspeitava-se que os ciclones tropicais da Baía de Bengala eram remanescentes de distúrbios oriundos do Mar da China e Pacífico Oeste Central. Em 1936 foram publicadas cartas que indicavam a trajetória de ciclones originados no Pacífico, a oeste de 150°E e que se moviam para a região da Índia. Nesta mesma época, se reconhecia alguns padrões semelhantes em outras regiões tropicais, como a costa oeste da África e o Atlântico Leste.

O primeiro a identificar essa onda tropical no Oceano Atlântico foi Dunn (1940). Ele observou uma onda movendo-se de leste para oeste no campo de tendência de pressão (isallobaric wave), na estação dos furacões (RIEHL, 1945; SINPSON, 1968). No entanto, Dunn não conseguiu chegar a uma conclusão sobre a dinâmica dessas ondas (MERRIT, 1964), provavelmente, devido à escassez de dados meteorológicos na região.

Em 1943, foi instalada uma rede de observações meteorológicas no Mar do Caribe, designada, principalmente, para incrementar as estratégias militares, devido ao ápice da II Guerra Mundial (MERRIT, 1964). Com essas observações, Riehl (1945) desenvolveu, pela primeira vez, um estudo consistente sobre a estrutura dinâmica dessas ondas barotrópicas nos ventos de leste.

Riehl (1945) denominou esses distúrbios de Ondas de Leste e os definiu como sendo oscilações nos campos de pressão e vento, imersas nos alísios e se deslocando para oeste (em movimento quase zonal). Ainda idealizou um modelo, no qual a forma das ondas não muda com o tempo. Através desse modelo, deduziu que a velocidade de propagação das ondas era em média de 6m/s e o comprimento de onda médio de 1650 km (15° de longitude).

Observando o vento, temperatura e o campo de tendência de pressão, Riehl (1945), notou que a mudança na direção do vento quase coincide com a isolinha zero de tendência de pressão. Logo, concluiu que isso ocorre devido ao fato que uma onda no campo de pressão acompanha uma onda no campo de vento, ou seja, cavados no campo de pressão são cavados no campo de vento. Além disso, ele ressaltou que em baixos níveis, a onda se move mais lentamente que a corrente básica e que possui um núcleo de ar mais frio que a vizinhança, ou seja, a região de temperatura mínima é observada na mesma região de pressão mínima.

Quanto ao cavado da onda, Riehl observou que este se inclina para leste com a altura e que, geralmente, apresenta intensidade máxima entre 700 e 500 hPa. Ele também verificou que na vanguarda do eixo do cavado ocorrem divergência e tempo bom, enquanto que na retaguarda, ocorre convergência e mau tempo. Essa configuração estaria de acordo com a equação da vorticidade absoluta (Figura 1).

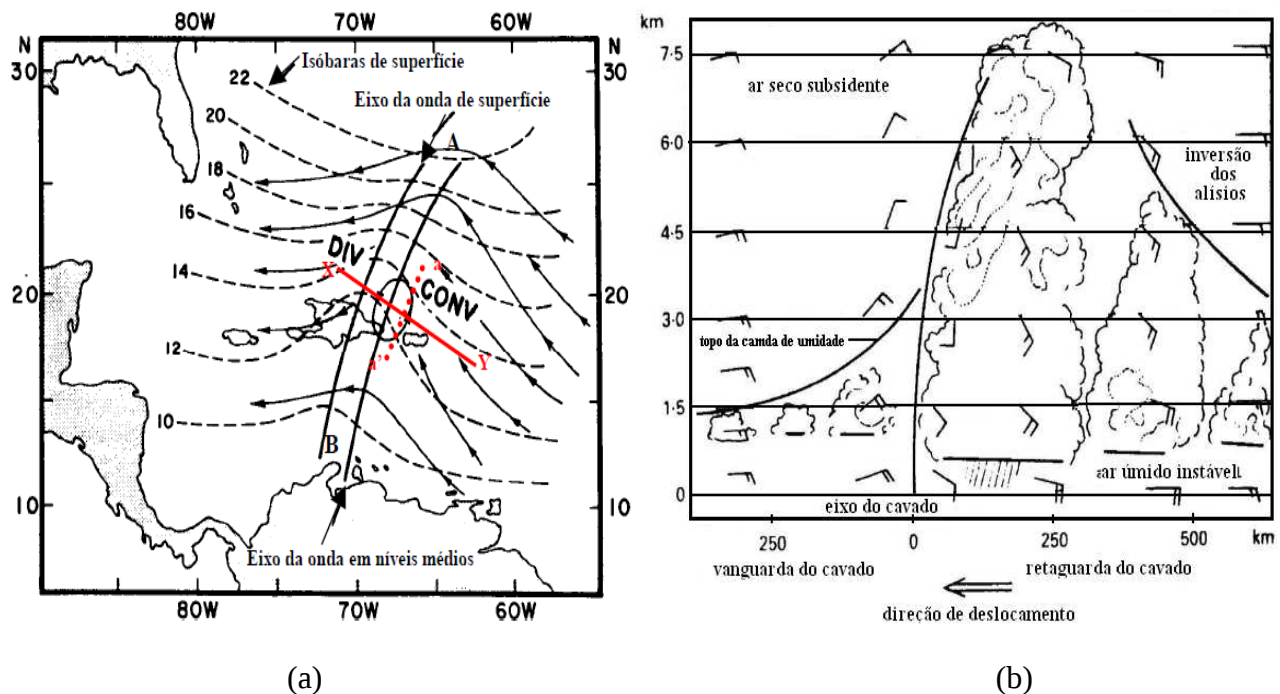


Figura 1 - Modelo conceitual de uma Onda de Leste para o HN. (a) Estrutura horizontal e (b) seção vertical de oeste a leste, indicando a convecção limitada à vanguarda do cavado e nuvens profundas na retaguarda do cavado. Fonte: (a) Riehl (1945), (b) Merrit (1964).

Uma das maiores dificuldades no estudo das OL é identificar o momento inicial exato de sua formação. Isso ocorre, principalmente, sobre os Oceanos Tropicais, devido à escassez de dados meteorológicos convencionais (RIEHL, 1954; MERRIT, 1964; SINPSON et al., 1968). É certo que muitas ondas identificadas sobre o Atlântico Tropical se originam na Costa da África, ou além, no interior do continente africano. Por apresentar uma atividade convectiva muito intensa, a região da ZCIT também oferece condições favoráveis à formação dessas ondas (RIEHL, 1954; MERRIT, 1964; GRAY, 1968; SINPSON et al., 1968). Além disso, é possível verificar Ondas de Leste induzidas a partir da penetração de Frentes Fria em latitudes tropicais (BARRY e CHORLEY, 1982; MOLION e BERNARDO, 2002; SILVA, 2002; TENÓRIO et al., 2003; FEDOROVA et al., 2005; LEVITE et al., 2006), pois é comum a porção da frente voltada para o equador se romper no setor entre as duas células de alta pressão subtropicais, gerando uma onda que se move para oeste.

Simpson *et al.* (1968) estudaram as OL na estação dos furacões (junho a outubro) de 1967 através de imagens de satélite e dados observados em altitude. Eles concluíram que as ondas apresentavam uma máxima amplitude entre 1500 e 4500 km. Também verificaram nebulosidade típica em formato de “V” invertido. Além disso, observaram que 40% das ondas identificadas no período de estudo tiveram origem na Costa Oeste da África (COA). Ainda propuseram a classificação dos sistemas sinóticos tropicais de acordo com 3 estágios :

1. Estágio de onda
2. Estágio de distúrbio
3. Estágio de depressão

Yamazaki (1975) realizou um estudo teórico sobre a dinâmica das OL no Oceano Atlântico Tropical Sul. Ele comparou seus resultados com diagramas de Hovmöller das imagens de satélite preparadas por Wallace (1970), com técnica utilizada por Chang (1970). Ele identificou características da velocidade de propagação dos distúrbios à 10 ms^{-1} e comprimento de onda de 4000 km. Além disso, ele observou que os distúrbios originados da instabilidade barotrópica verificam-se no inverno austral (jun-jul-ago), mesmo período da estação chuvosa da CENEB. Logo, concluiu que as chuvas observadas nessa estação estariam relacionadas às OL.

Kayano (1979) realizou um estudo climatológico para a região da Amazônia, utilizando dados de radiossondagem das estações de Manaus e Belém, no período de 1968 a

1976. Observou uma periodicidade de 3 a 5 dias nos campos de vento e regiões de máxima umidade próximas dos cavados.

De acordo com Barry e Chorley (1985), existem diversos tipos de ondas transitando para oeste nas correntes de leste equatoriais e tropicais. Eles notaram que o ciclo de vida dessas ondas é de 1 a 2 dias, com velocidade de propagação entre 6 e 7° de longitude/dia. O comprimento está, aproximadamente, entre 2000 e 4000km, No entanto, é provável que existam diferenças entre os tipos de ondas devido às variações regionais e sazonais na estrutura da troposfera tropical.

Hall (1989) concluiu que a passagem dos distúrbios de leste estava associada com a alta pluviosidade. Ele obteve esse resultado para um período entre 20 de janeiro e 30 de abril de 1986 na Ilha de Ascensão, situada na latitude de 8°S, no meio do Atlântico Sul, a aproximadamente 1600 Km da costa da América do Sul. Hall notou que os eventos de precipitação intensa na Ilha de Ascensão nos anos de 1984, 1985 e 1986 estiveram mais associados com a passagem de distúrbios movendo-se para oeste, do que com o desenvolvimento convectivo local e diurno. Além disso, ele determinou um número de casos de ocorrência de eventos de precipitação extrema em 1986 associados com distúrbios similares as OL no Atlântico Norte e que se originavam na África.

Chan (1990) estudou as OL no Oceano Atlântico Sul, entre dezembro de 1978 e novembro de 1979. Através do espectro de potência da componente meridional do vento, ela observou que as ondas apresentam um período de 5 a 6 dias. Utilizando a técnica espectral dos dados de vento, ela observou que essas ondas ocorrem durante todo o ano, porém apresentam características peculiares para cada período. No inverno do Hemisfério Sul, o comprimento de onda é 6200km e apresenta velocidade de 12 m s⁻¹. Já no outono, o comprimento de onda é de 4800km e a velocidade de fase de 11 m s⁻¹.

Machado et al. (1996) realizaram um estudo das flutuações de Radiação de Onda Longa Emergente (ROLE) sobre o Atlântico Sul. Os resultados mostraram que a variabilidade inter-diurna apresenta uma contribuição significativa de OL. O espectro de potência de ROLE na costa do NEB mostra um pico de potência em 4-5 dias que pode caracterizar a presença das ondas.

Diedhiou et al. (2002) investigaram a ação das OL sobre o Oceano Atlântico e a América do Sul com dados de Reanálise do NCEP/NCAR para o período entre 1979 e 1995. Os resultados mostraram que existem duas trajetórias de propagação das ondas na região do Oceano Atlântico. De outubro a março, essas trajetórias apresentam-se bem definidas em ambos os hemisférios, de forma simétrica em relação ao Equador, enquanto que de abril a setembro, não há uma clara separação entre estas.

Molion e Bernardo (2002) sugeriram que as Perturbações Ondulatórias no campo dos Alísios (POA) fazem parte dos principais mecanismos dinâmicos de mesoescala produtores de chuva na Região do NEB. Além disso, eles também propuseram que os processos de formação desses fenômenos seriam penetrações de sistemas frontais (de ambos os hemisférios) em latitudes tropicais e complexos convectivos de mesoescala na Região da ZCIT e costa africana. Todos esses processos seriam responsáveis por perturbar os Ventos Alísios e dar origem as POA. Eles ainda deduziram que essas perturbações se propagam para oeste com velocidade 6 a 8° de longitude por dia.

Barbosa (2005) estudou a influência das OL na formação de perturbações convectivas sobre a região norte-nordeste do Brasil no período entre 1984 e 1998. O autor conclui que as ondas estão relacionadas com o início de 60% das perturbações convectivas que se propagam mais de 450 km continente adentro, porém, não seriam os únicos fatores relacionados com a geração e propagação das perturbações convectivas.

Coutinho (2007) verificou a passagem das OL na região de Alcântara (MA) para o período entre 1988 e 1997 Utilizou-se de dados de radiossondagens, e notou uma periodicidade de 3-10 dias. Além disso, o estudo ainda indicou a presença das ondas na costa NEB com comprimento de onda de 3000-6000 km e velocidade de fase em torno de 10 m s⁻¹.

Verificam-se a seguir (Tabela 1) alguns resultados de estudos referentes às principais características das OL.

Tabela 1 – Revisão Bibliográfica das principais características das OL.

Autor/Ano	Período de Estudo	Compr. de onda (Km)	Período da onda (Dias)	Velocidade (m s ⁻¹)	Níveis (hPa)
Riehl (1945)	Verão	2000 - 3000	3 - 4	6 - 7	700 - 500
Merrit (1964)	Jul - Set (1962)	-	-	-	-
Simpson et al. (1968)	Verão	1500 - 4500	-	8	-
Yamazaki (1975)	-	4000	4	10	-
Neiva (1975)	1971	6000	4 - 6	10 - 12	-
Kayano (1979)	1968 - 1976	-	3 - 5	12	-
Barry e Chorley (1982)	-	2000 - 4000	1 - 2	10 - 12	-
Kessler (1984)	-	2000 - 4000	3 - 5	5 - 10	850 - 700
Chan (1990)	Dez/78 - Nov/79	6200	3 - 6	12	850
Vasquez (1994)	-	1920 - 2400	3 - 4	-	-
Espinoza (1996)	-	3500 - 4500	4	10 - 13	1000 - 500
Gan (1999)	-	2900 - 3800	3 - 4	9,8 - 11,6	700
Coutinho (1999)	1988 - 1997	-	3 - 10	6 - 8	850 - 500
Varejão e Silva (2000)	-	2000 - 4000	7 - 15	-	-
Coutinho (2007)	-	3000 - 6000	3 - 4	10	-

2.8.1. Modelo da origem das OL descrito por Riehl (1954)

Frequentemente, um cavado extenso nos Ventos Polares de Oeste se estende em direção aos trópicos, ou se desenvolve em uma extensão voltada para o Equador (Figura 2a). Cressman denominou esse cavado extenso como “Cavado Estendido” (RIEHL, 1954; SIMPSON et al., 1968). Após esse cavado encontrar-se com a crista subtropical, ocorre um rompimento (Figura 2b e 2c), formando o cavado da onda (Figura 2d).

Além disso, tais ondas barotrópicas também podem ser formadas como reflexos de fortes circulações ciclônicas em altos níveis (Baixas frias, ou VCANs), presentes sobre os Ventos Alísios, preferencialmente no verão (RIEHL, 1954; MERRIT, 1964; SIMPSON et al., 1968).

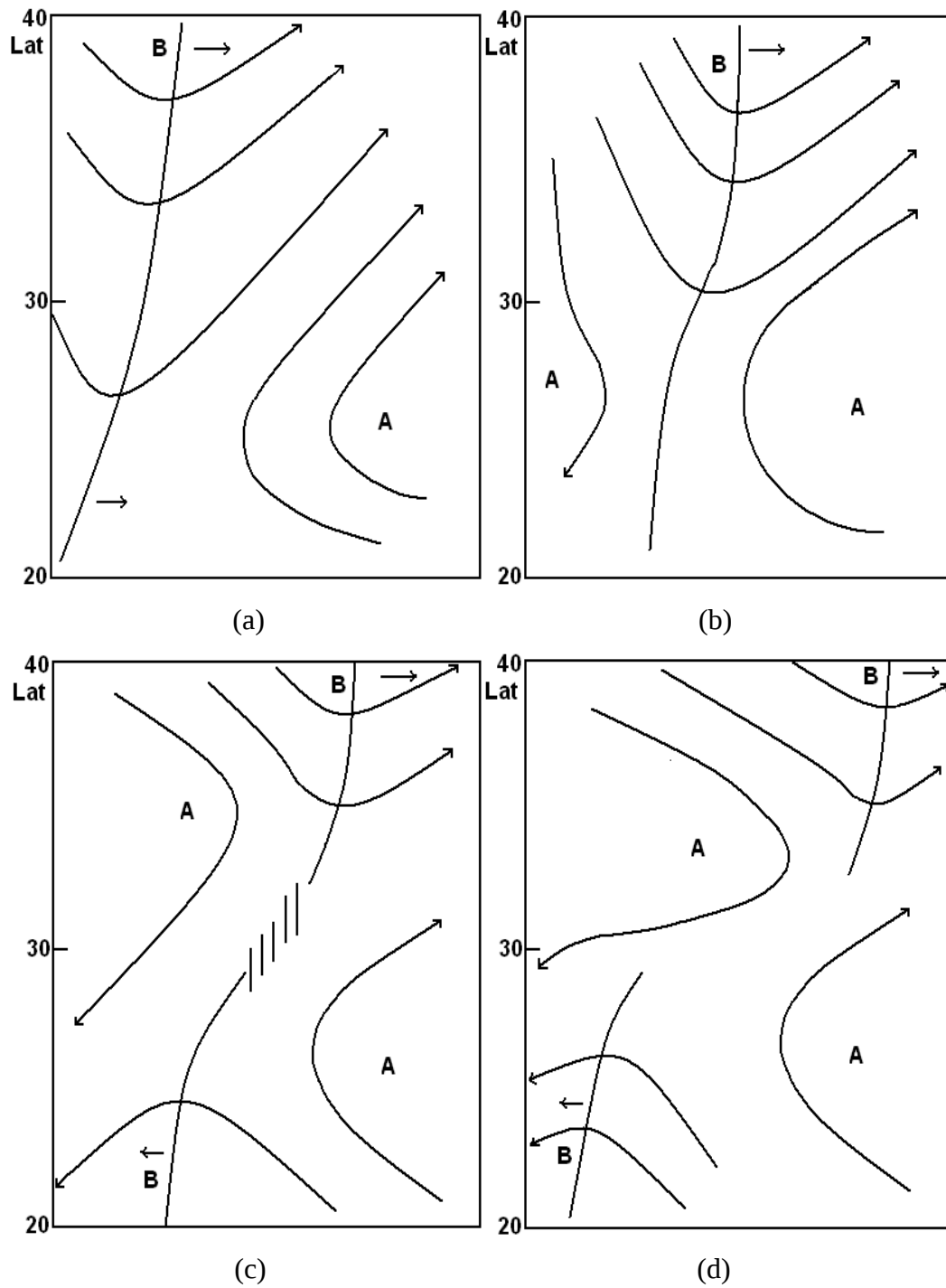


Figura 2 - Estágios de desenvolvimento do cavado de uma Onda de Leste, originado da ruptura dos setores Equatorial e Polar do Cavado Estendido. Fonte: Riehl (1954).

2.8.2. Tipos de Ondas de Leste

Merrit (1964) realizou um estudo baseado no modelo original das Ondas de Leste, proposto por Riehl (1945). Através de dados observacionais de superfície e altos níveis e imagens de satélite, ele observou que tais distúrbios tinham origem na Costa Oeste da África, no Atlântico Central e na Costa da América do Sul, principalmente na Região da ZCIT.

Nesse estudo, Merrit concluiu que existira outros tipos de distúrbios, diferentes dos originalmente propostos por Riehl e propôs substituir o termo Onda de Leste por “Perturbações nos Ventos de Leste”. Além disso, ele criou uma classificação para distúrbios, dividindo-os em 5:

1. **Distúrbios Lineares Fracos:** Semelhante ao modelo de onda proposto por Riehl (1945);
2. **Distúrbio Moderado:** A nebulosidade aparece em forma semi-vortical (formato mais próximo ao de um vórtice do que de linha), podendo haver uma circulação fechada em médios níveis;
3. **Distúrbios Moderadamente Intensos:** Semelhante a um Distúrbio Tropical. Em altos níveis, pode-se verificar escoamento meridional equatorial, ou polar. Ainda é possível observar uma circulação ciclônica, ou anticiclônica;
4. **Distúrbios Intensos:** Observa-se uma circulação fechada, intensa e bem definida em médios níveis, apresentando nebulosidade em forma de vórtice. Dependendo da Temperatura de Superfície do Mar, pode se desenvolver em Furacão. Caso haja uma baixa pressão fechada à superfície, pode ser denominado de “Depressão Tropical” ;
5. **Distúrbios da Alta Troposfera:** Ocorrem quando vórtices ciclônicos intensos em altos níveis estão associados a distúrbios similares aos verificados em baixos e médios níveis.

MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 – Região de Estudo

A região de estudo selecionada encontra-se entre 30°E e 50°W de longitude e 20°S e 30°N de latitude, abrangendo a Região entre a CENEB e a CONOA (Figura 3). Optou-se por essa região para uma melhor visualização da origem, desenvolvimento, posicionamento e dissipação dos fenômenos atuantes.

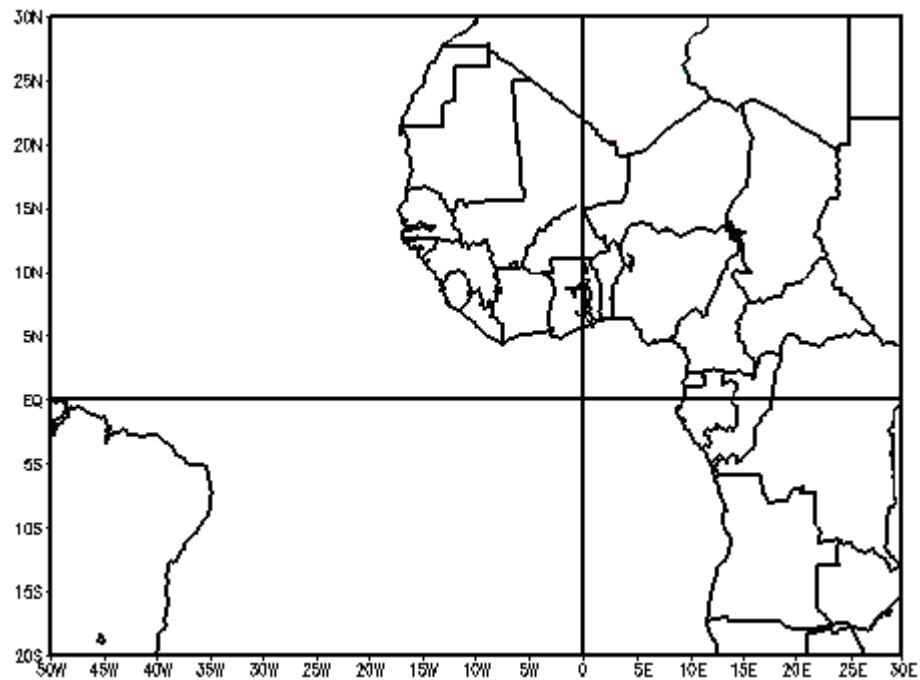


Figura 3 – Região selecionada para o estudo.

3.2 – Dados

3.2.1. Climatologia

Foram utilizados no estudo imagens dos satélites meteorológicos GOES-8, GOES-9, GOES-10, GOES-12, METEOSAT, no Infravermelho (IR) e vapor d'água (WV) nos horários sinóticos, 00Z, 06Z, 12Z e 18Z. As imagens foram adquiridas através do acervo digital do *Space Science and Engineering Center/University of Wisconsin-Madison* (SSEC/WISC), do Centro de Pesquisas de Tempo e Clima (CPTEC/INPE) e da Diretoria de Meteorologia do Estado de Alagoas (DMET/SEMARH - AL).

Além disso, também foram utilizados no estudo dados de Radiação de Ondas Longas (ROL) emitida para o espaço, em $W\ m^{-2}$, adquiridos do conjunto de Reanálises do *National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR)

3.2.2. Precipitação

Foram obtidos dados diários de precipitação do Proclima e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) entre 1999 e 2009, para as estações meteorológicas localizadas nas capitais dos estados da CENEB (Tabela 2).

Tabela 2 – Coordenadas geográficas dos pluviômetros utilizados no trabalho.

Município	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Aracajú	-10,95°	-37,05°	4,72
João Pessoa	-7,14°	-34,84°	44,00
Maceió	-9,54°	-35,77°	64,50
Natal	-5,82°	-35,20°	65,00
Recife	-8,05°	-34,95°	10,00

3.2.3. Estudos de Casos

Foram adquiridos das Reanálises do *National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR) (KALNAY et al, 1996), dados diários de variáveis meteorológicas relevantes ao estudo dos eventos selecionados, como: temperatura do ar (T), temperatura potencial (θ), temperatura do ponto de orvalho (T_d), Pressão a Nível Médio do Mar (PNMM), pressão (P), componentes zonal (u) e meridional (v) do vento, velocidade vertical (ω), umidade específica, umidade relativa, água precipitável integrada e Radiação de Ondas Longas emitidas para o Espaço (ROL $W m^{-2}$). Tais dados estão dispostos em pontos de grade, cuja resolução é de $2,5^\circ \times 2,5^\circ$. Dados de TSM foram adquiridos do COADS/NCAR, para verificar sua influência na intensificação da convergência de umidade e do fenômeno.

3.3 – Metodologia

3.3.1. Climatologia

3.3.1.1. Imagens de Satélite

Foi criado um banco de imagens de satélite no canal do Vapor d'água, catalogando todas as frequências de OL identificadas no período entre 1999 a 2009 (Figura 4).

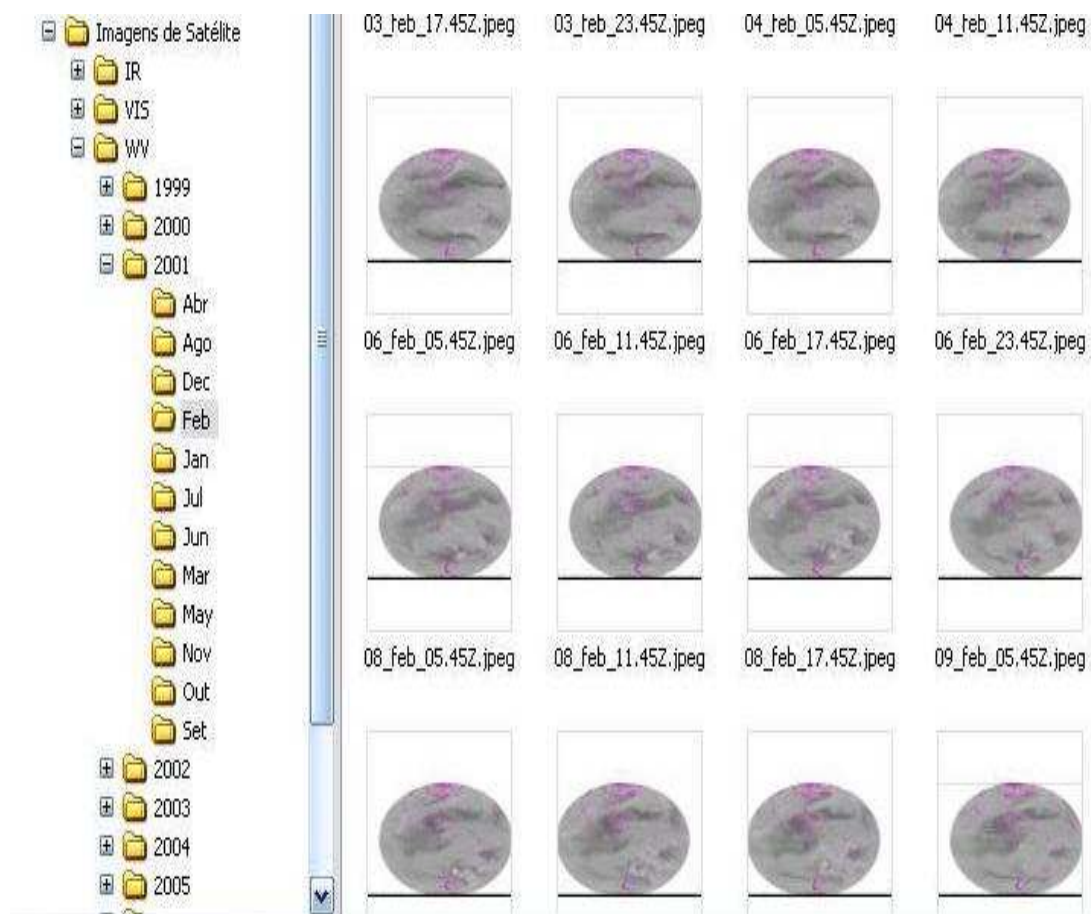


Figura 4 – Ilustração do banco de Imagens das OL identificadas no período entre 1999 e 2009.

3.3.1.2. Critérios utilizados para identificar os casos de OL

Origem:

Definiu-se como início dos sistemas o momento em que um determinado aglomerado convectivo dentro da área de estudo, apresentasse um deslocamento de qualquer componente de leste por no mínimo 06 horas.

Desenvolvimento e Impacto:

Considerou-se um período mínimo de 12 horas de deslocamento de leste, para considerar o sistema identificado como um distúrbio de leste. Em seguida, realizou-se um acompanhamento desses sistemas até a hora em que nebulosidade associada atingisse a CENEB. A este momento denominou-se *Impacto* e os distúrbios começaram a ser devidamente registrados em tabelas, bem como sua nebulosidade associada, gerando, ainda, um banco de dados dos sistemas que se dissiparam antes de atingir a CENEB. Além disso, para se ter uma maior precisão do momento de origem também realizou-se o caminho inverso, ou seja, do momento do impacto, para trás.

Dissipação e Duração de deslocamento

O término dos sistemas foi definido como o momento em que o deslocamento de uma componente de leste e sua nebulosidade associada se dissipava. Em seguida, registrou-se a duração total de deslocamento, em dias.

Utilizou-se imagens de satélite do canal do vapor d'água, devido a essa faixa do espectro ter representando de forma mais precisa os aspectos principais dos sistemas, tanto em sua origem, quanto desenvolvimento e, principalmente, deslocamento. Imagens no Visível (VIS) e Infravermelho (IR) foram utilizadas para auxiliar as análises no que diz respeito a geometria e tipo de nebulosidade do sistema. Bem como as seções temporais de ROL ($W m^{-2}$), confeccionadas através do *Grid Analysis and Display System* (GrADS).

Ressalta-se que nem todos os distúrbios necessariamente formam uma onda característica como o modelo proposto por Riehl (1945), por esse motivo Merrit (1964) sugeriu modificar a terminologia do sistema para Perturbações nos Ventos de Leste. Logo, neste trabalho

identificou-se as OL como qualquer nebulosidade situada entre a COA e a CENEB que tenha apresentado deslocamento de leste.

A identificação dos casos através das imagens de satélite revelou tipos distintos de distúrbios quanto a origem, desenvolvimento, deslocamento e dissipação. Com isso, decidiu-se classificar as OL em 5 áreas de origem distintas relacionadas a origem dos distúrbios.

São eles:

- **Área I** – Conglomerado convectivo proveniente da Costa Oeste da África;
- **Área II** – Nebulosidade originada e desenvolvida pela influência de VCANs;
- **Área III** – Nebulosidade originada sobre o Oceano Atlântico;
- **Área IV** – Nebulosidade proveniente da ZCIT;
- **Área V** – Nebulosidade originada próxima à CENEB, devido a convecção local e interações com efeito de brisa, ventos alísios ou SFHS.

Área I: Região de origem dos distúrbios na Costa Oeste da África (Figura 5). A região referente ao posicionamento geográfico da origem desses sistemas foi subdividida em duas uma entre EQ e 10°N de latitude e 18°W e 30E° de longitude e outra entre 10°S e EQ e 0° a 30°E.

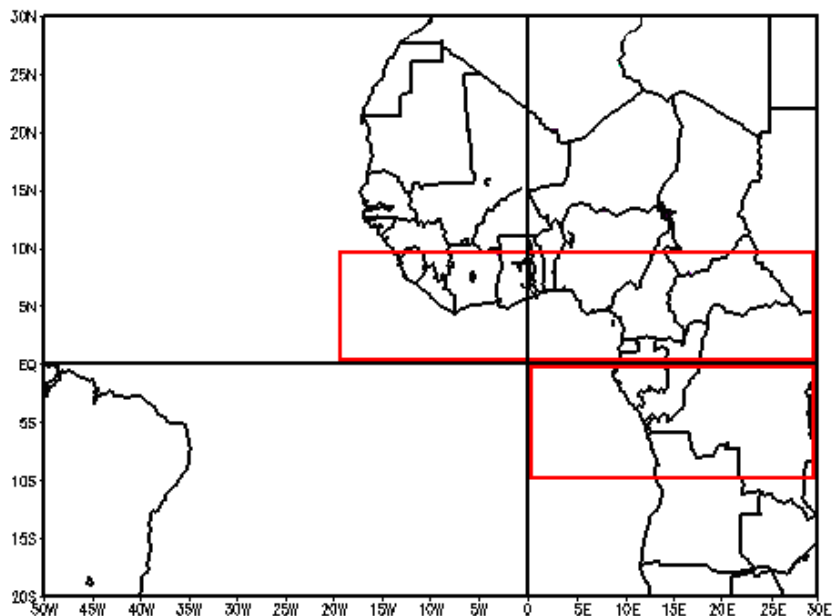


Figura 5 – Delimitação dos distúrbios originados na *Área I*, em vermelho.

Área II: Os sistemas originados nesta área se formam sobre o Oceano Atlântico, devido ao aprofundamento do VCAN até níveis médios da coluna troposférica. Desta maneira, verifica-se um cavado em 700 e/ou 500 hPa, induzindo escoamento de leste do oceano em direção a CENEB. A faixa entre o Equador e 20°S de latitude e 35° e 20°W de longitude (Figura 6).

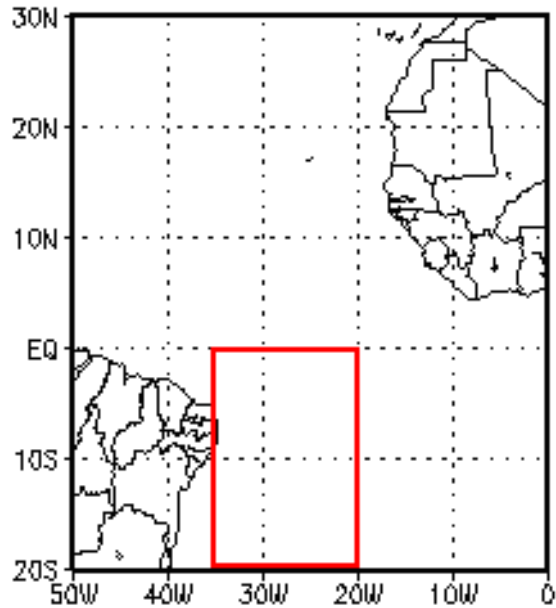


Figura 6 – Delimitação dos distúrbios originados na *Área II*, em vermelho.

Área III: Os distúrbios identificados nesta área, são originados no Oceano Atlântico, na região entre EQ e 20° S de latitude e 30°W e 10°W de longitude (Figura 7).

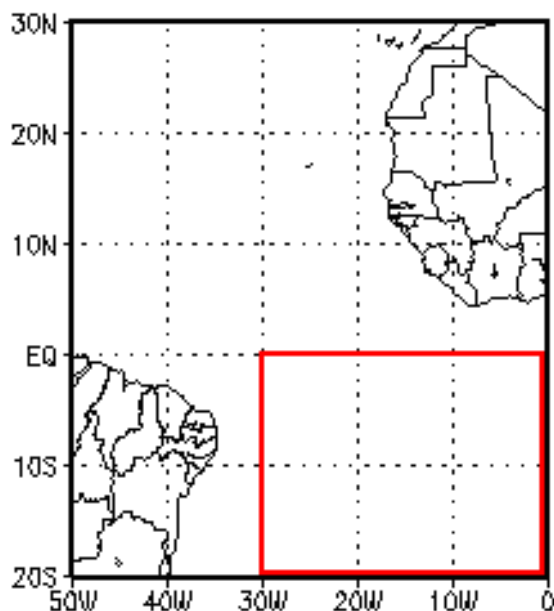


Figura 7 – Delimitação dos distúrbios originados na *Área III*, em vermelho.

Área IV: A região de origem dos distúrbios originados na ZCIT, está distribuída entre 5°N e 5°S de latitude e 30°W e 15°W de longitude (Figura 8).

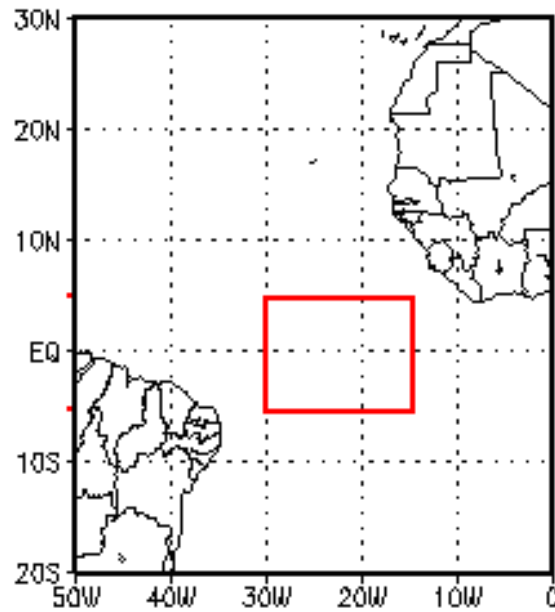


Figura 8 – Delimitação dos distúrbios originados na *Área IV*, em vermelho.

Área V: Os distúrbios originados próximos à CENEB foram localizados na região entre EQ e 20°S de latitude e 35°W e 30°W de longitude (Figura 9).

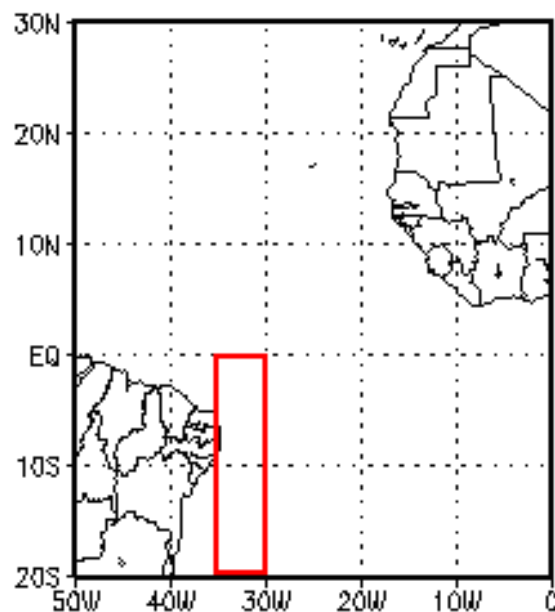


Figura 9 – Delimitação dos distúrbios originados na *Área V*, em vermelho.

Identificados e classificados os sistemas, registrou-se dados referentes a sua origem, tais quais, dia e hora inicial, posicionamento e Área de origem do distúrbio. Quanto ao desenvolvimento e propagação dos sistemas, foram registrados dia e horário de impacto sobre a CENEB, Estados atingidos pelo sistema, velocidade de propagação ($^{\circ}$ dias $^{-1}$) e direção de deslocamento (NE, E, SE). Para a dissipação do distúrbio, registrou-se dia e hora finais e sua duração total (dias).

Todos os casos de OL estão em tabelas separadas a cada ano para organizar os dados (Anexo A). Verifica-se na Tabela 3 a seguir, um exemplo do registro das OL.

Tabela 3 – Segmento extraído da tabela referente ao ano 2000 (Anexo A), para exemplificar a metodologia utilizada nos registros das principais características das OL.

ANO	MÊS	DIA/HORA ORIGEM	POSIÇÃO ORIGEM	DIA/HORA IMPACTO	DIA/HORA FIM	DURAÇÃO (Dias)	VEL. ($^{\circ}$ dia $^{-1}$)	ÁREA	DIREÇÃO
1999	JAN	3(18Z)	30W	5(00Z)	6(18Z)	3	4,5	II	E
1999	JAN	13(06Z)	25W	15(06Z)	19(00Z)	6	5	III	E
1999	JAN	15(00Z)	30W	16(00Z)	18(06Z)	1	5	V	NE
1999	JAN	18(18Z)	32W	20(18Z)	21(12Z)	3	4	IV	NE

Sendo,

Dia/Hora Origem: Registro do dia e hora nos quais o distúrbio foi identificado;

Posição Origem: Coordenada Geográfica onde o distúrbio foi identificado na origem;

Dia/Hora Impacto: Registro do dia e hora em que o distúrbio atingiu a CENEB;

Dia/Hora Fim: Registro do dia e hora do fim do distúrbio;

Duração (Dias): Duração total de dias do sistema;

Vel. ($^{\circ}$ dia $^{-1}$): Velocidade de propagação do distúrbio em $^{\circ}$ /dia

Área: Área do distúrbio identificado;

Direção: Quadrante da direção de deslocamento do sistema durante todo seu período;

Contabilizou-se os totais mensais, para cada ano dos tipos distintos de OL e sua direção de propagação (Tabela 4).

Tabela 4 – Exemplo da metodologia utilizada para contabilizar o total dos tipos de distúrbios e respectivos deslocamento para 2000.

MÊS	TOTAIS 2000					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	3	-	-	1	-	4	4	-	1
FEV	4	-	1	-	1	6	4	2	3
MAR	2	-	-	-	-	2	2	-	1
ABR	3	-	1	1	2	7	6	1	2
MAI	2	-	1	-	-	3	3	-	-
JUN	-	-	1	-	6	7	2	2	5
JUL	-	-	-	1	7	8	4	-	5
AGO	-	-	1	1	-	2	1	-	1
SET	-	-	-	-	1	1	-	1	-
OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOV	-	-	1	-	2	3	2	-	1
DEZ	-	-	1	-	-	1	1	-	-
TOTAL	14	0	7	4	19	44	29	6	19

3.3.2. Precipitação, eventos extremos e sua relação com as OL

Realizou-se um ordenamento decrescente dos acumulados diários, para cada estação. Em seguida, estabeleceu-se a ordem (n) da quantidade de precipitação. (Ver exemplo Tabela 5)

Tabela 5 – Exemplo do ordenamento dos dados de precipitação.

PREC. (mm)	n
ORDENADA	
156,52	1
111,6	2
110,42	3
106,46	4
98,83	5
...	(N)

sendo, N o número total de dados. Calculou-se a frequência acumulada (Fa) desses dados com a finalidade de separar a precipitação por quantis e identificar eventos de precipitação intensa. Utilizou-se um software de planilha no formato .ods para realização dos cálculos.

A Frequência Acumulada Fa foi calculada por:

$$Fa = \left[1 - \left(\frac{n}{N-1} \right) \right] \times 100$$

A partir dos valores de Fa , calculou-se os valores de Frequência Relativa (Fr), em um programa Fortran90. Assim, construiu-se os gráficos de distribuição de frequência para as capitais dos Estados da CENEB.

Para a identificação de eventos de precipitação intensa, optou-se por selecionar dados acima da Fa de 99%, pois os quantis inferiores estiveram associados a totais pluviométrico relativamente baixos.

Identificados os eventos extremos em cada município, realizou-se um cruzamento desses dados com o registro dos distúrbios de leste identificados nas imagens de satélite. Em seguida, foi realizada uma avaliação, caso a caso, a fim de verificar a relação dos distúrbios de leste com as chuvas intensas. A partir dessa análise, criou-se uma tabela, para facilitar a visualização, dos eventos de precipitação intensa decorrentes de distúrbios de leste, para cada cidade (Anexo C). Os eventos que apresentavam relação foram assinalados.

Tabela 6 – Exemplo da metodologia aplicada para associar as OL a precipitação intensa. (Anexo B).

DIA	PREC.(mm)	OL
16/06/1999	54,56	
14/07/1999	71,26	
06/06/2000	59,08	*
01/08/2000	98,61	*
26/04/2001	49,27	*
26/06/2001	55,07	*
12/10/2001	48,19	
04/03/2002	59,77	*
19/06/2002	57,65	*
20/06/2002	51,42	*

3.3.3 – Estudos de casos

Realizou-se uma análise detalhada dos casos de janeiro de 1999, junho de 2000, junho de 2004, maio de 2006 e junho de 2007 para exemplificar os diferentes tipos de distúrbios de leste, quanto a sua origem, desenvolvimento, propagação e dissipação.

Analisou-se os dados de precipitação diária e calculou-se os desvios de precipitação com relação a normal climatológica (1961-1990).

Utilizou-se o software *Grid Analysis and Display System* (GrADS) (Doty, 2001) para elaborar e visualizar campos específicos de variáveis meteorológicas importantes para o estudo, a partir dos dados coletados. Essas análises foram geradas através de *scripts* no formato .gs utilizando equações dinâmicas para sua composição (Tabela 7). Os campos calculados foram: linhas de corrente, vorticidade relativa (s^{-1}) e divergência horizontal (s^{-1}) em todos os níveis da atmosfera, para os horários sinóticos (00, 06, 18 e 12Z).

Tabela 7 – Relação das variáveis e equações utilizadas na análise dos VCANs.

VARIÁVEIS	EQUAÇÕES
Linhas de Corrente	$\frac{dy}{dx} = \frac{v(x, y, to)}{u(x, y, to)} ; \frac{ds}{dt} = V(x, y, t)$
Vorticidade Relativa (s^{-1})	$\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y}$
Divergência Horizontal (s^{-1})	$\vec{\nabla} \cdot \vec{V}_H = \frac{1}{A} \frac{DA}{DT} \quad \delta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} \quad \delta = \frac{\partial V}{\partial s} + V \frac{\partial \alpha}{\partial n}$

Para ROL ($W m^{-2}$), gerou-se gráfico de seções temporais variando com a latitude e longitudinalmente, a fim de acompanhar o deslocamento dos distúrbios e calcular sua velocidade média de propagação em graus por dia ($^{\circ} dia^{-1}$).

Além disso, também elaborou-se campos de TSM ($^{\circ}C$) para verificar se os distúrbios foram intensificados pelo fornecimento de calor latente proveniente do oceano.

4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apresentou-se os principais resultados obtidos no Estudo. Além das discussões, figuras e tabelas aqui apresentadas, ressalta-se a importância da compilação dos Anexos A, B e C.

4.1 – Climatologia dos Distúrbios Ondulatórios de Leste para período entre 1999 e 2009

Para o período integral do Estudo foi contabilizado um total de 376 OL.

A Figura 10 a seguir, mostra que ocorreu mais eventos no período de inverno (Jun-Jul-Ago). Apesar do registro de *117 casos*, houve uma redução gradual no número de distúrbios. A frequência de distúrbios foi maior em junho, com 55 casos, seguida de julho e agosto.

O período de outono (Mar-Abr-Mai) apresentou a segunda maior concentração dos casos, *113*. A máxima incidência do período, segunda maior da série total, ocorreu em abril, com mais de 40 casos, seguido de março e maio.

No verão (Dez-Jan-Fev), *94 casos* foram identificados. O mês de dezembro apresentou uma baixa incidência das OL durante esse período. Observa-se que em seguida houve um aumento significativo da ocorrência desses sistemas em janeiro, superando 40 distúrbios identificados, e uma leve queda em fevereiro.

A primavera (Set-Out-Nov) foi o período de menor formação desses sistemas, com *52 casos*, com mínimo em outubro.

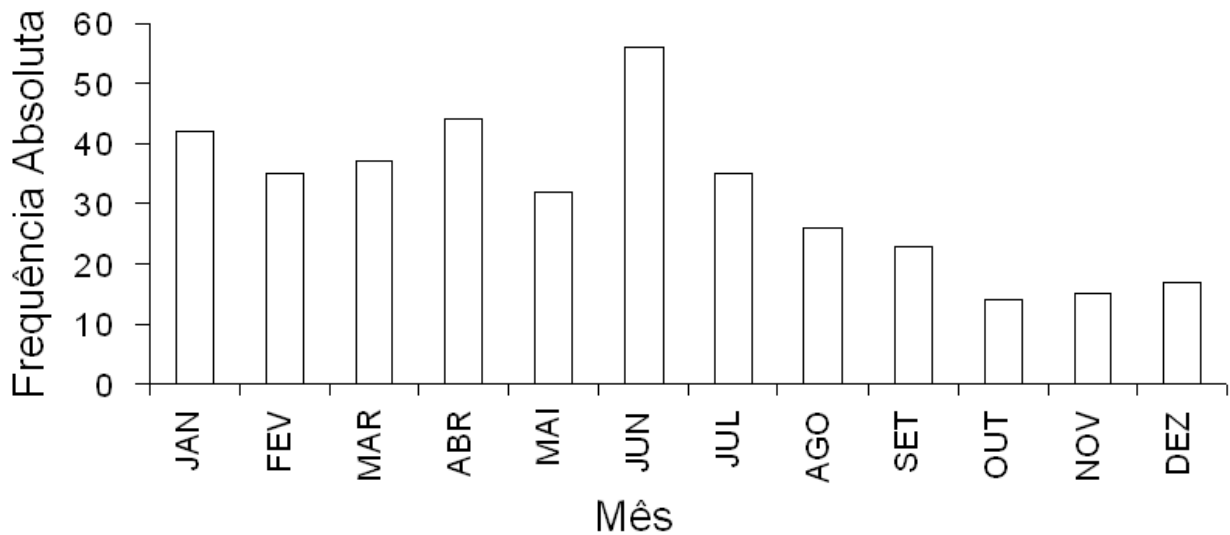


Figura 10 – Frequência absoluta mensal das OL identificados para o Período 1999 – 2009.

A identificação e classificação é visualizada na Figura 11. O maior número de casos foram os originados na área **V** (distúrbios originados próximo a costa devido a interação com os ventos alísios, efeito de brisa, convecção local, SFHS, ou convergência do fluxo de umidade), com 126 casos para esse tipo de sistema, ou 34% do total.

Os distúrbios originados na área **V** ocorreram preferencialmente entre o outono e inverno com registros significativos em junho e julho.

A segunda maior frequência foi dos distúrbios originados na área **I**, com 116 casos, ou 31% dos casos. Desta maneira, os distúrbios originados na área **V** e área **I** representaram mais da metade do total de eventos.

Observa-se que fevereiro apresentou o maior registro de casos. Verifica-se também que durante a transição entre o verão e inverno houve uma diminuição gradual do número de eventos até julho.

Os sistemas originados na área **IV**, induzidos pela ZCIT, apresentou certa uniformidade em sua distribuição mensal. Nota-se que a maior frequência desses sistemas ocorreu em janeiro, março e abril, enquanto nos demais meses houve um número baixo de casos.

Os distúrbios originados na área **III**, originados no oceano, estiveram distribuídos uniformemente ao longo dos meses. A maior frequência foi em junho,

seguido por janeiro. Fevereiro, abril e maio apresentaram a mesma quantidade de eventos de OL.

As OL originadas na área **II**, induzidas por VCANs apresentaram os menores números de casos dentre todos os tipos. Verificou-se que esse tipo de onda ocorre basicamente no verão e transição para o outono. Observa-se ainda, que o mês que apresentou o maior número de casos foi janeiro.

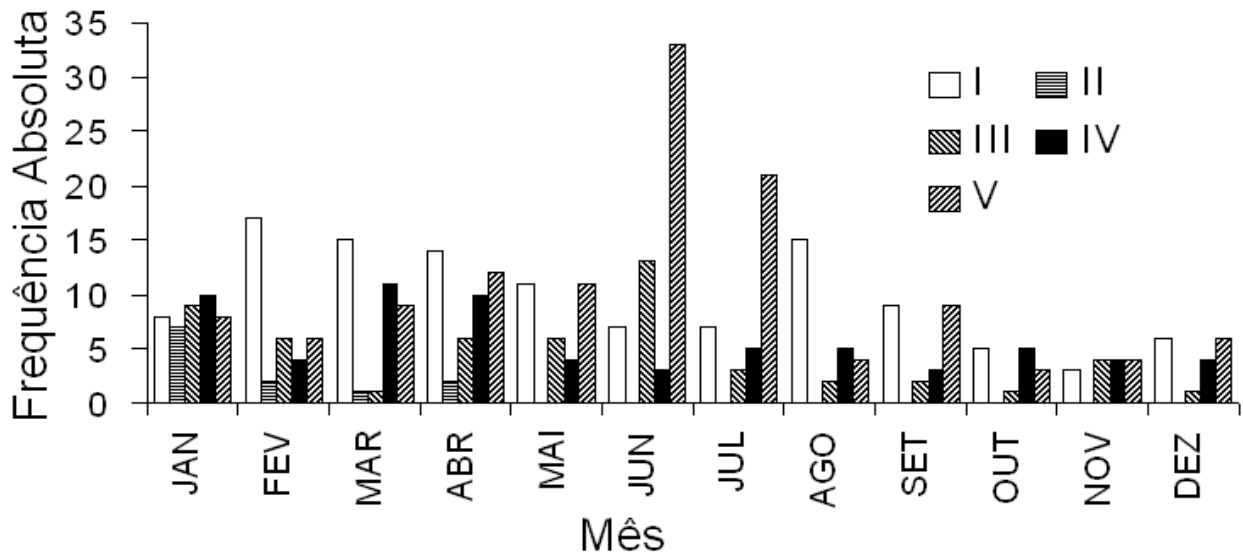


Figura 11 – Frequência absoluta mensal das OL separadas por área de origem para o Período 1999 – 2009.

A Figura 12 mostra que durante a maior parte do ano o deslocamento predominante dos sistemas foi de NE. Verifica-se que a distribuição mensal dessa propagação, foi maior no outono, com inverno e verão apresentando número de casos semelhantes. Além disso, houveram menos casos na primavera. A atividade convectiva na ZCIT e na COA transportada em direção a CENEB através dos ventos alísios de NE podem ter contribuído com esse resultado.

Notou-se ainda que os distúrbios de E apresentaram uma distribuição mensal similar para o verão e outono. Os maiores registros ocorreram no inverno, especialmente nos meses de junho e julho. De forma similar, observaram-se os deslocamentos de SE, porém, no inverno só houve um máximo em junho.

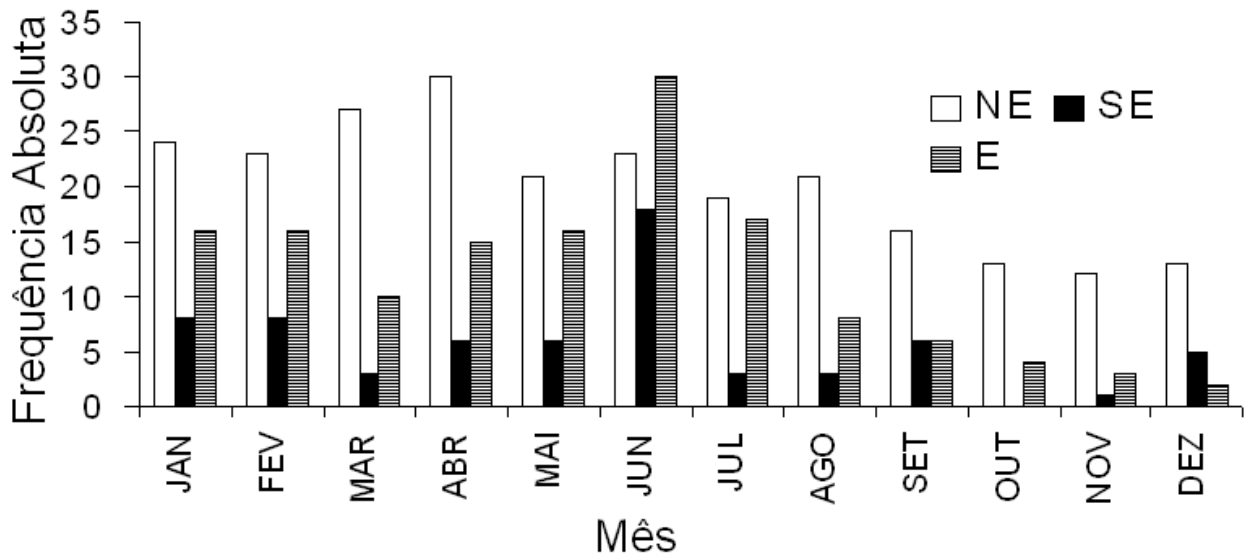


Figura 12 – Frequência absoluta mensal dos tipos de deslocamento das OL identificados para o Período 1999 – 2009.

A Figura 13 mostra que os distúrbios que se deslocaram de NE estiveram relacionados, principalmente, as áreas de origem *I* e *IV*. Para esta última, praticamente, a totalidade dos casos. Também notou-se uma quantidade significativa desse quadrante de deslocamento associado aos distúrbios originados na área *V*.

Observa-se que os deslocamentos de E estiveram relacionados, principalmente, aos sistemas originados nas áreas *I*, *III* e *V*, sendo nessas duas últimas a propagação predominante. Enquanto que as propagações de SE ocorreram preferencialmente nas áreas *III* e *V*. É provável que esse tipo de deslocamento tenha se relacionado com a penetração de SFHS e intensificação da ASAS.

Os sistemas originados na área *II*, induzidos por VCANs, apresentaram apenas deslocamentos de NE e E. Este último com maior número de casos. Nota-se que os distúrbios originados na área *V* foram distribuídos uniformemente quanto ao tipo de deslocamento.

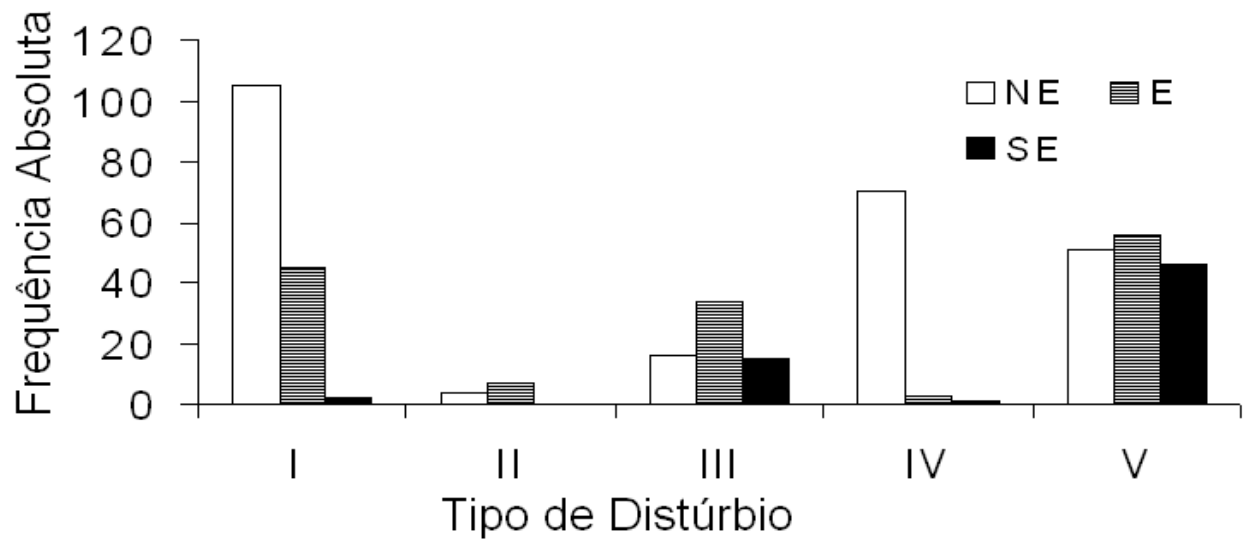


Figura 13 – Frequência absoluta dos tipos de deslocamento associado aos diferentes tipos de áreas de origem das OL para o período 1999 – 2009.

4.2 – Precipitação e Eventos Extremos relacionado as OL identificadas para o período entre 1999 e 2009

Apresenta-se a seguir a precipitação acumulada na década 1999-2009. O gráfico foi construído a partir das séries de taxa de precipitação diária integradas por método trapezoidal do aplicativo *qtplot* (Figura 14).

Nota-se que Recife e Aracaju apresentam uma ligeira redução do acumulado de precipitação ao longo da década. Já as capitais João Pessoa, Natal e Maceió formaram um grupo de curvas dada a precipitação acumulada no período e a manutenção aproximada de suas inclinações. Observa-se que Maceió apresentou um ligeiro aumento intrínseco (no grupo) durante a década, porém sem a amplitude observada nas tendências negativas de Recife e Aracaju.

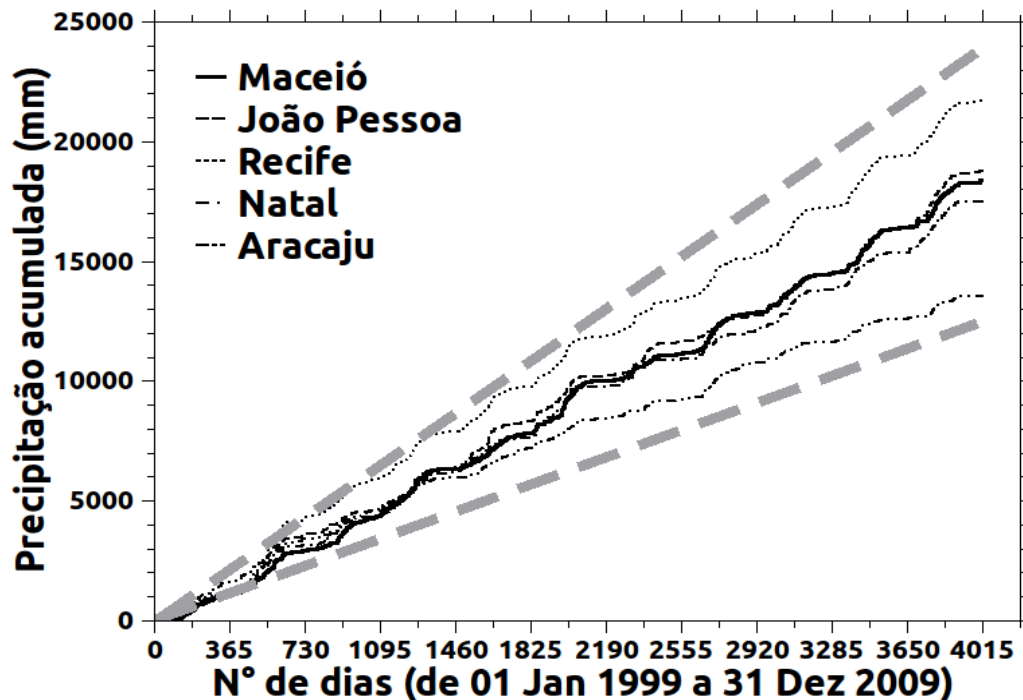


Figura 14 – Integração da precipitação (mm/dia) para o período 1999-2009, para as cidades de Aracaju, Maceió, Recife, João Pessoa e Natal.

A Figura 15 a seguir mostra a distribuição das frequências acumulada (F_a) e relativa (F_r) para as capitais dos Estado da CENEB. Nota-se que algumas estações formaram grupos pois apresentaram distribuições bastante similares. Visualiza-se que um dos grupos formados foi

Aracaju (a) e Recife (c), onde a Fr se iniciou no grupo de 0,55, associadas a uma baixa taxa de precipitação, próxima a 0. Observou-se um rápido decaimento na curva de Fr e logo, as precipitações de 20 e 30mm já puderam ser visualizadas nas classes acima de 0,8. Em João Pessoa (d) e Natal (e) o comportamento de Fr foi similar. Porém, a curva desta frequência iniciou-se já próximas a classe de 0,6. Já para Maceió (b), as precipitações apresentaram valores mais baixos que as demais, com isso a cauda de frequência também acompanhou os menores valores, partindo do grupo de Fr 0,4.

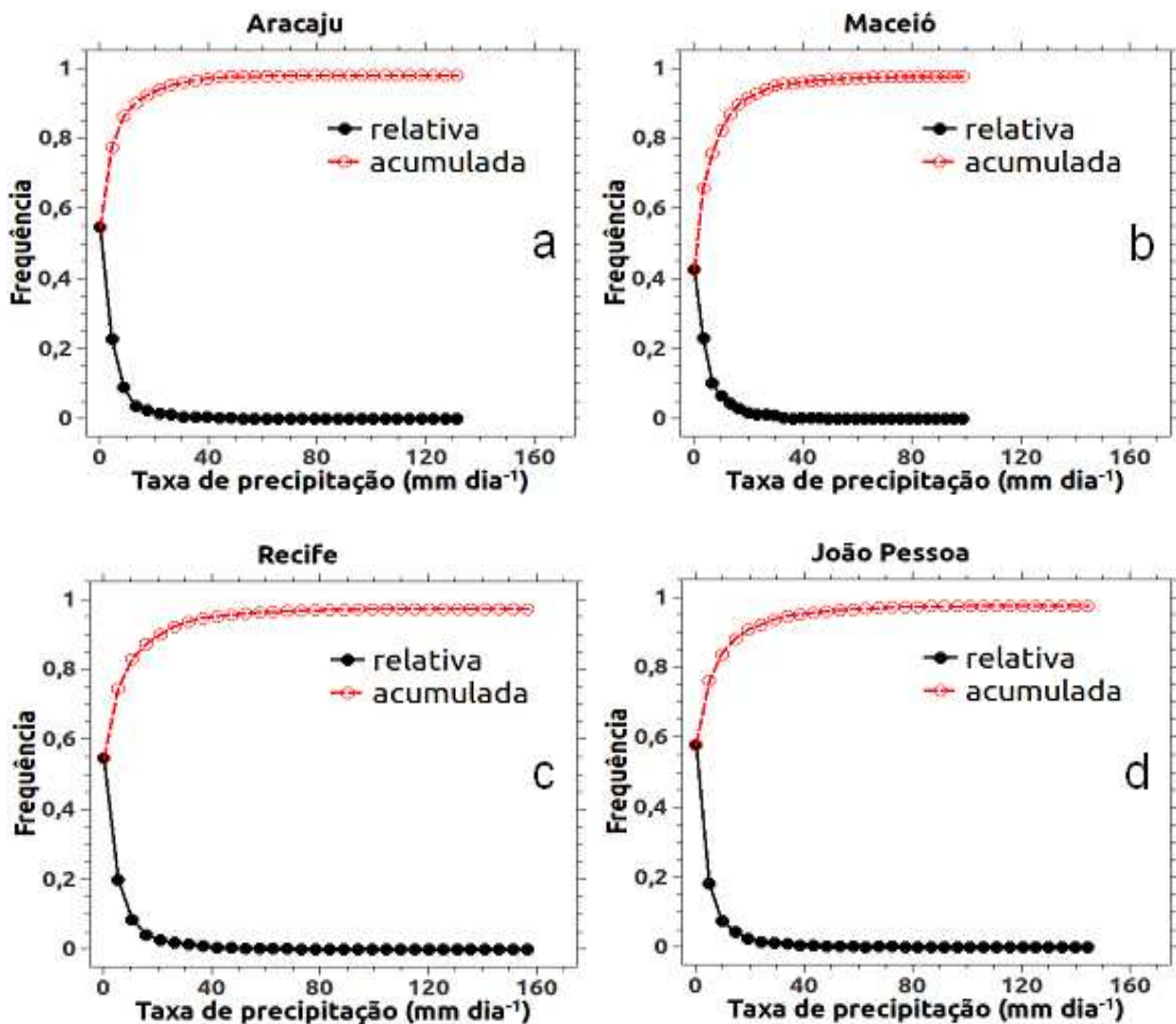


Figura 15 – Distribuição das frequências acumulada (Fa) e relativa (Fr) X Taxa de Precipitação (mm/dia) para o período 1999-2009. (a)Aracaju, (b) Maceió, (c) Recife, (d) João Pessoa, (e) Natal.

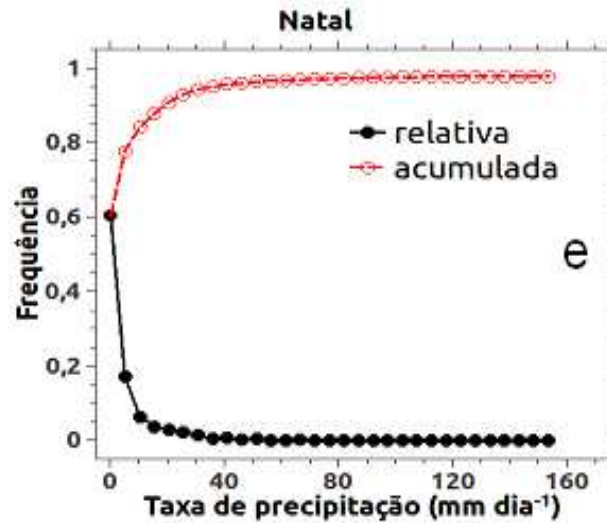


Figura 15 – Continuação.

Calculados os valores de Fr e Fa , construídas e analisadas suas respectivas distribuições, decidiu-se selecionar as taxas de precipitação que representariam eventos extremos para cada município. Logo, selecionou-se as precipitações acima do grupo de Fa de 0,99 para representar esses fenômenos. Identificou-se 40 eventos de precipitação intensa para cada cidade, em todo a série coletada. Segue abaixo na Tabela 8 os valores da precipitação (mm) em $Fa = 0,99$, para cada cidade.

Tabela 8 – Precipitação em $Fa=0,99$ para cada município.

Município	Precipitação(mm) em $Fa = 0,99$
Maceió	45,67
João Pessoa	58,79
Recife	57,57
Natal	54,14
Aracajú	37,4

A figura 16 mostra a frequência absoluta mensal das OL para as capitais dos Estados da CENEB. Verifica-se que a maior concentração de casos para todas as cidade ocorreu no mês de junho. Ficou notável que houve uma grande concentração de casos entre o verão e inverno e registros menos significativos durante a primavera.

Nota-se para a cidade de Natal maior número de casos em todos os meses. A cidade que apresentou o segundo maior total de casos foi Recife, seguida por João Pessoa, Maceió e Sergipe, respectivamente.

Nota-se na frequência absoluta média, que houve um declínio de casos entre janeiro e maio. Em seguida, houve um máximo ascendente, com um pico em junho. Valores mínimos foram observados em outubro.

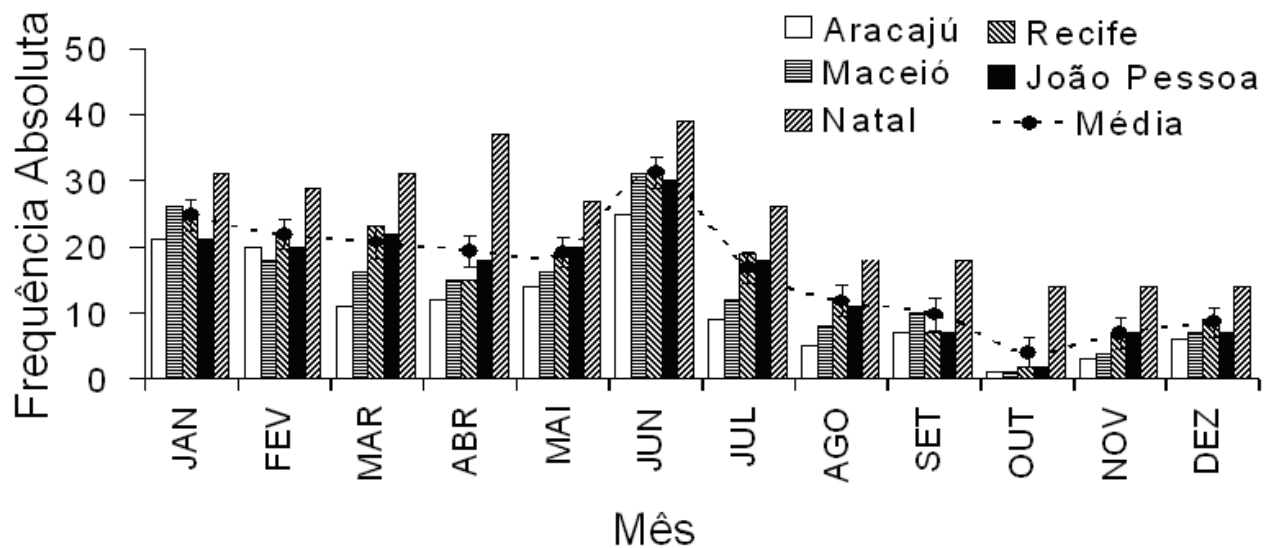


Figura 16 – Frequência absoluta mensal das OL identificadas para o Período 1999 – 2009 para as capitais dos Estados da CENEB.

A figura 17 mostra a frequência absoluta dos casos de precipitação intensa decorrentes de distúrbios de leste, para cada cidade. Nota-se uma uniformidade entre as cidades, quanto ao número total de casos. Porém, Aracaju apresentou um número total relativamente mais baixo (17casos) do que as demais cidades. Já Natal, registrou o maior valor de registros (28).

O mês que apresentou o maior número de casos para todas as cidades foi junho. O maior total de eventos registrados para esse mês foi em Maceió (12), seguido por Recife (9 casos), Natal e João Pessoa (7) e Aracaju (6). Já os meses de outubro, novembro e dezembro não apresentaram nenhum caso. Para abril, verificou-se o maior registro em Aracaju (4). Natal apresentou maiores registros em março, agosto, maio e julho, juntamente com João Pessoa nesses dois últimos.

Notou-se que o maior número de casos ocorreu no inverno e outono. No verão e primavera, os valores registrados foram muito baixos. Observa-se que houve uma ascensão no valor da média entre janeiro e junho (no qual se verificou um pico), com média de 9 casos. Em seguida houve uma queda na média até zero em outubro, novembro e dezembro.

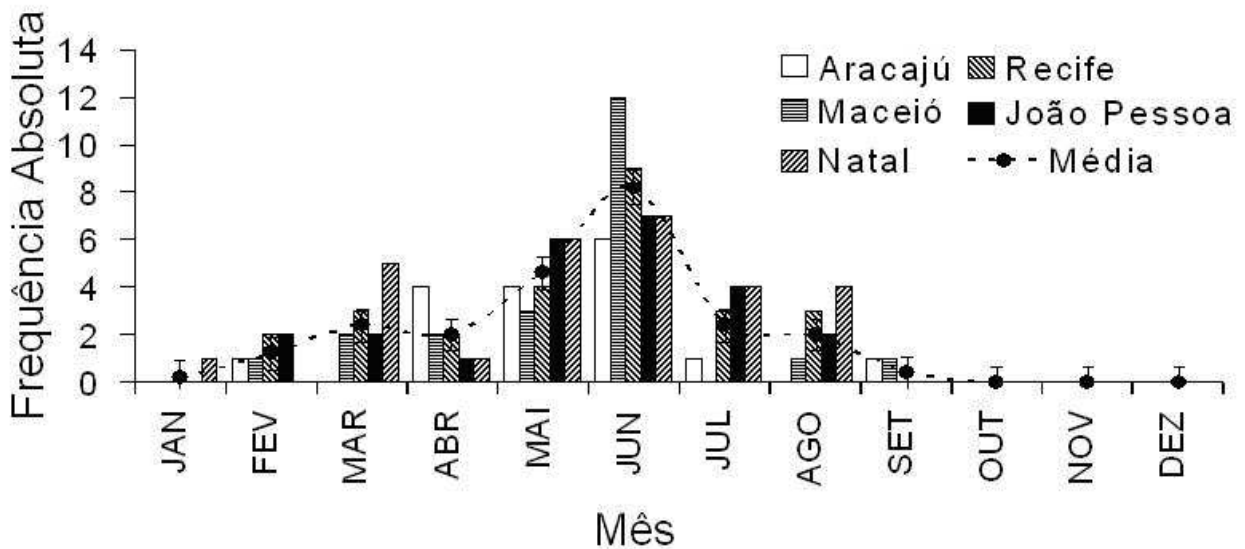


Figura 17 – (a) Frequência absoluta mensal dos casos de precipitação intensa associadas Distúrbios Ondulatórios de Leste identificados para o Período 1999 – 2009 para as capitais dos Estados da CENEB.

A figura 18 mostra um comparativo de frequências absolutas para o período total do estudo, separadas pelos tipos de distúrbios. Em preto verifica-se a frequência absoluta dos distúrbios de leste registrados. Os valores da frequência absoluta em branco representam os casos de distúrbios de leste que geraram eventos de precipitação intensa.

A frequência absoluta das OL registradas, mostra que os sistemas originados na área **V** apresentaram o maior número de casos (126), seguidos pelos originados na área **I** (117). Os distúrbios gerados nas áreas **III** e **IV** apresentaram frequências menores que os citados, com 54 e 68 casos, respectivamente. A área que apresentou a menor frequência de distúrbios originados foi a **II**, com 12 casos.

A análise da frequência absoluta dos casos de distúrbios de leste que geraram eventos de precipitação intensa (coluna branca) revelou que o tipo de sistema com maior número de registros foram os originados na área **V** (59), seguido pelos da área **I** (23). Os distúrbios originados na área **III** e **IV** apresentaram frequências de 16 e 12 casos, respectivamente. Já os

originados na área **II**, não apresentaram nenhum caso de evento extremo associado a distúrbios de leste.

Cerca de 20% das OL originadas na área **I** estiveram associadas a eventos de precipitação intensa. A porcentagem dessa relação para os distúrbios originados nas áreas **III** e **IV** foram de 30% e 18%, respectivamente.

47% das OL originadas na área **V** estiveram relacionados a eventos de precipitação intensa, enquanto que para os originados na área **II** essa relação foi de nula.

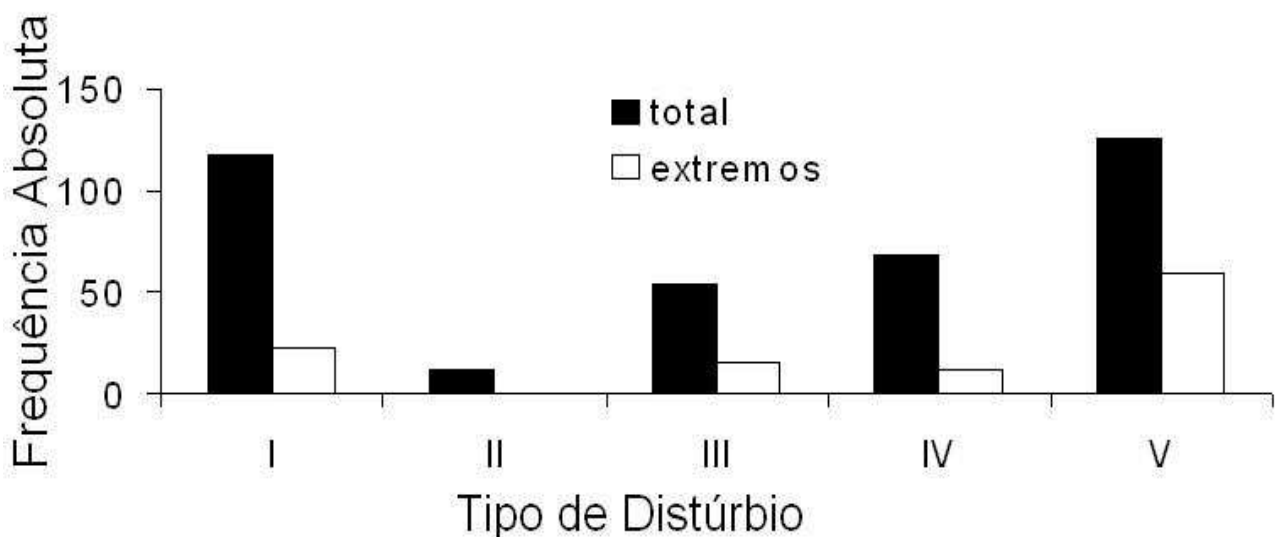


Figura 18 – Comparativo entre as frequências absolutas dos distúrbios de leste registrados totais (preto) e os casos de distúrbios de leste que geraram eventos de precipitação intensa (branco) no período entre 1999 e 2009, separados por área de origem.

A Figura 19 mostra um comparativo entre a frequência absoluta dos tipos de deslocamento dos distúrbios de leste (Preto) e a frequência absoluta dos tipos de deslocamentos dos distúrbios de leste que estiveram associados a eventos de precipitação intensa (Branco).

Nota-se que o maior número de casos estiveram associados ao deslocamento de NE (242). Porém, esse tipo de deslocamento associado aos eventos de precipitação intensa apresentou uma frequência relativamente baixa (43). O deslocamento de E apresentou a segunda maior incidência de casos (143) e uma maior interação com eventos de precipitação intensa (45). Já o deslocamento de SE apresentou valores menos significativos (67). No entanto, sua relação com os casos de precipitação intensa foi a maior (23).

Estimou-se cerca de 34% das OL que se deslocaram de SE estiveram relacionadas a precipitações severas, enquanto que essa relação foi de 31% e 18% para os deslocamentos de E e NE, respectivamente.

Os deslocamentos de NE apresentaram a menor relação com eventos de precipitação intensa, apesar de ter registrado a maior frequência absoluta de casos identificados.

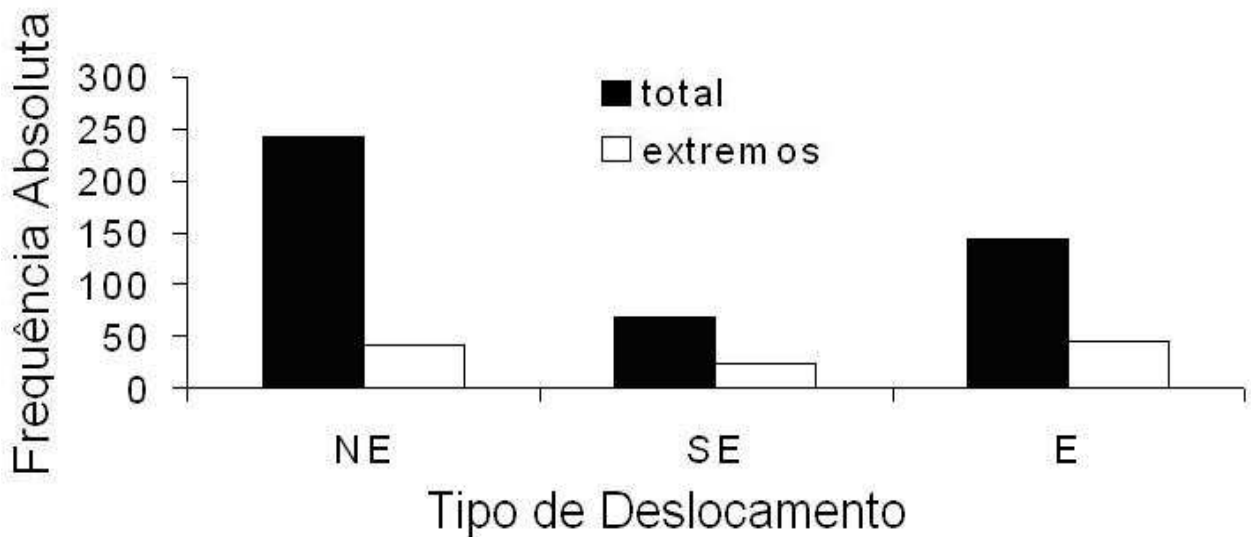


Figura 19 – Comparativo entre as frequências absolutas dos tipos de deslocamento dos distúrbios de leste (total/preto) e dos tipos de deslocamentos dos distúrbios de leste que estiveram associados a eventos de precipitação intensa (extremo/branco) para o período entre 1999 e 2009.

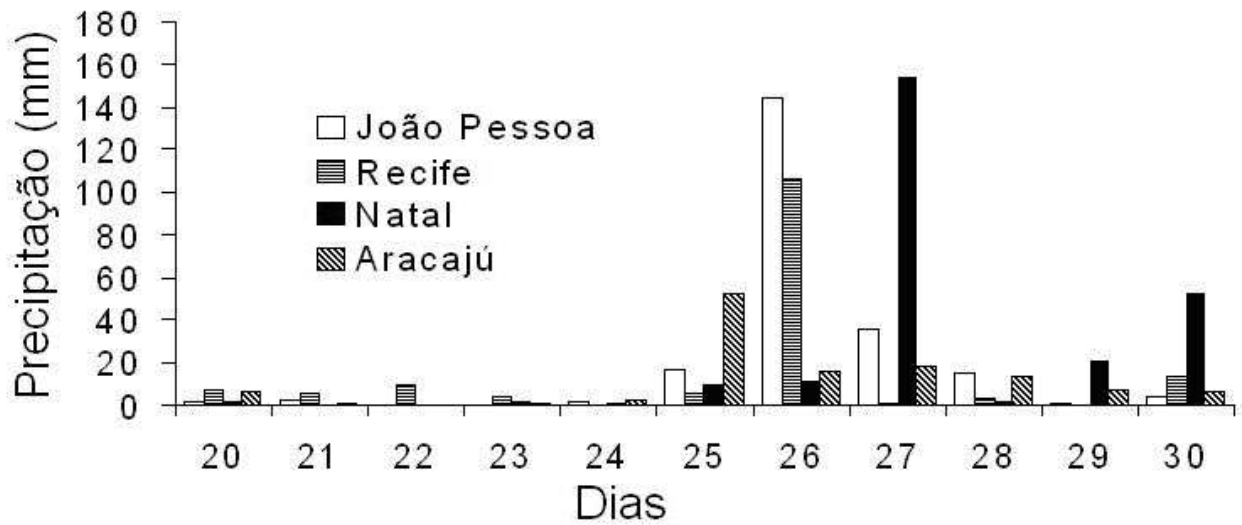
4.3 – Estudos de caso

Apresentam-se a seguir alguns estudos de casos com a finalidade de exemplificar os diferentes tipos de OL, quanto a sua origem, desenvolvimento, propagação e dissipação. Porém, apresentou-se somente para junho de 2000 e, uma breve discussão sobre as principais diferenças entre os demais casos estudados.

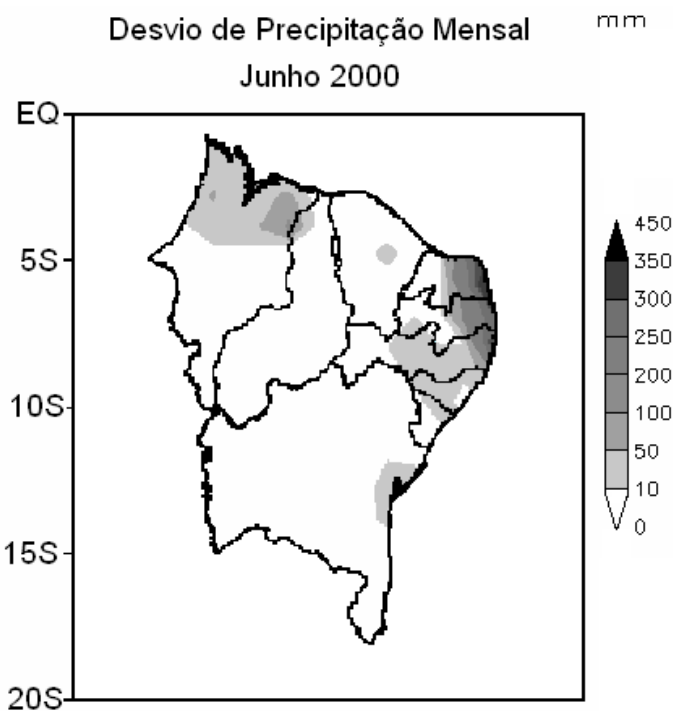
4.3.1 – Caso de junho de 2000

Totais pluviométricos anômalos foram verificados nos estados da CENEB, entre os dias 25 e 27 de junho de 2000 (Figura 20a). O total acumulado para Aracaju, ultrapassou 50 mm diários no dia 25. No dia 26, a precipitação acumulada foi de 140 e 100 mm em Recife e João Pessoa, respectivamente. No dia 27, choveu acima de 150 mm em Natal.

A Figura 20b mostra que o desvio de precipitação foi positivo para toda a CENEB, entre 10 e 300 mm acima da média. As maiores anomalias foram observadas no litoral dos estados do PE, PB e RN, enquanto em AL, SE e BA os desvios positivos apresentaram valores mais baixos. Com base na Normal Climatológica da precipitação (1961-1990) para o mês de junho nesta região, pode-se afirmar que esse caso foi bastante significativo.



(a)



(b)

Figura 20 – (a) Precipitação acumulada (mm) entre os dias 20 e 30 de junho para as cidades de Aracajú, Recife, João Pessoa e Natal. (b) Desvio de precipitação (mm) para a região nordeste do Brasil no mês de junho de 2000 (com relação a Normal Climatológica 1961-1990). Ref.: PROCLIMA

As imagens de satélite (Figura 21) mostram o desenvolvimento e propagação de um aglomerado convectivo em direção a CENEB. No dia 24 de junho às 18:00 UTC (Figura 21a) havia nebulosidade próximo ao recôncavo baiano, associada a presença de um sistema frontal. Esse SF contribuiu com a organização da convecção, intensificando a convergência do fluxo de umidade do oceano em direção à CENEB. No dia 25 às 06:00 UTC (Figura 21b) o início da organização convectiva ocorreu em 22W e 13S.

Houve uma propagação de Leste/Sudeste do aglomerado convectivo até atingir a CENEB (Figura 21c e 21d). Este sistema continuou se intensificando e propagando até atingir seu desenvolvimento máximo no dia 26 às 06:00 UTC (Figura 21e) com a presença de nuvens do tipo cúmulo nimbos (Cb). No dia 27 às 12:00Z (Figura 21f) o aglomerado começou a se enfraquecer, sobre a costa da PB e RN.

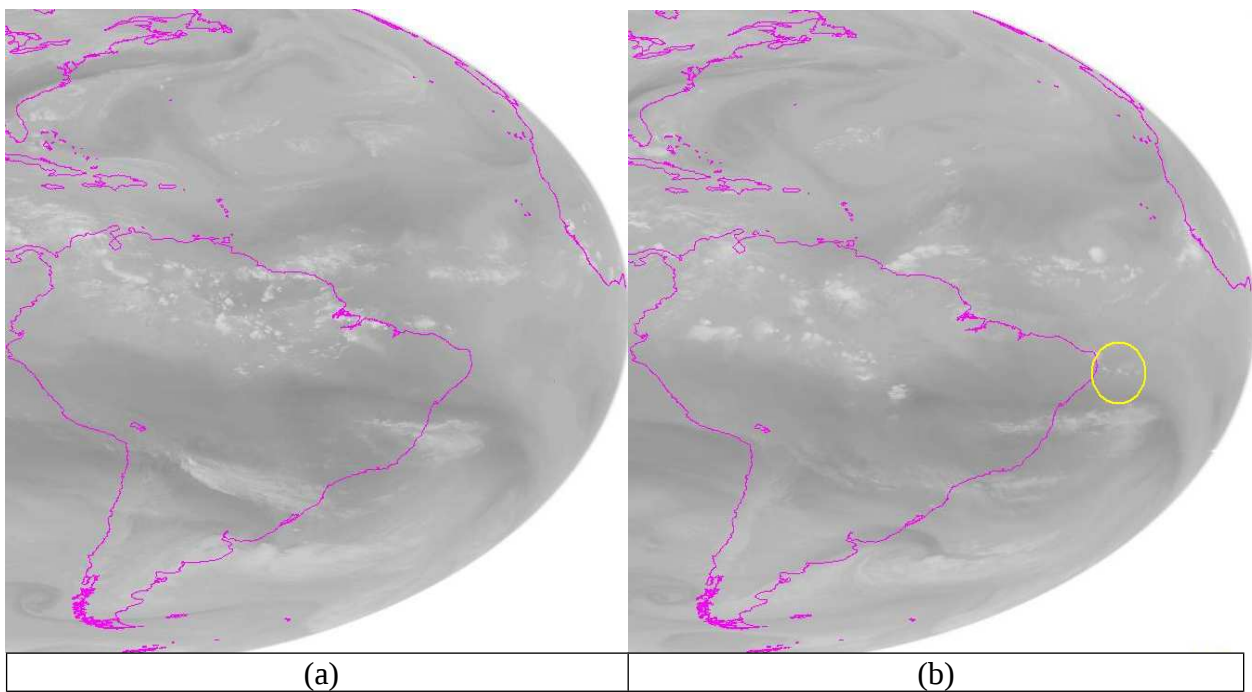


Figura 21 – Recorte das Imagens do Satélite GOES-8 no canal do Vapor D'água. (a) dia 24 de junho às 18Z, (b) dia 25 de junho às 06Z, (c) dia 25 de junho às 12 Z, (d) dia 25 de junho às 18Z, (e) dia 26 de junho às 06Z, (f) dia 27 de junho às 12Z.

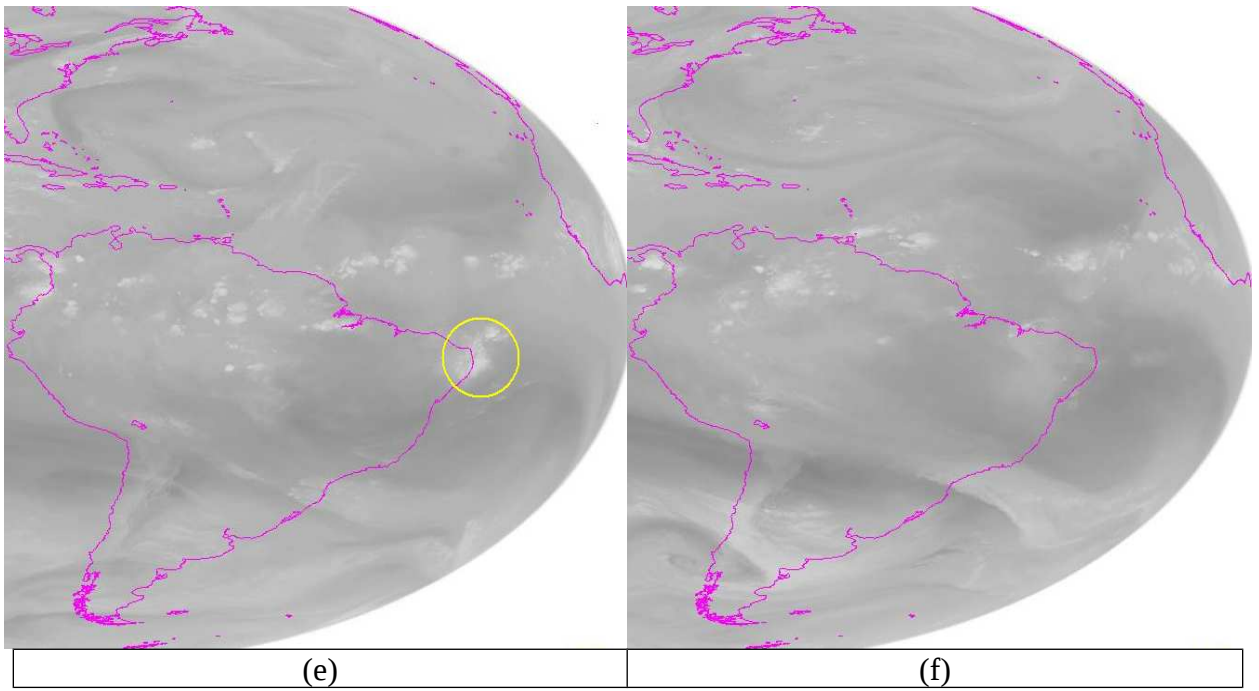
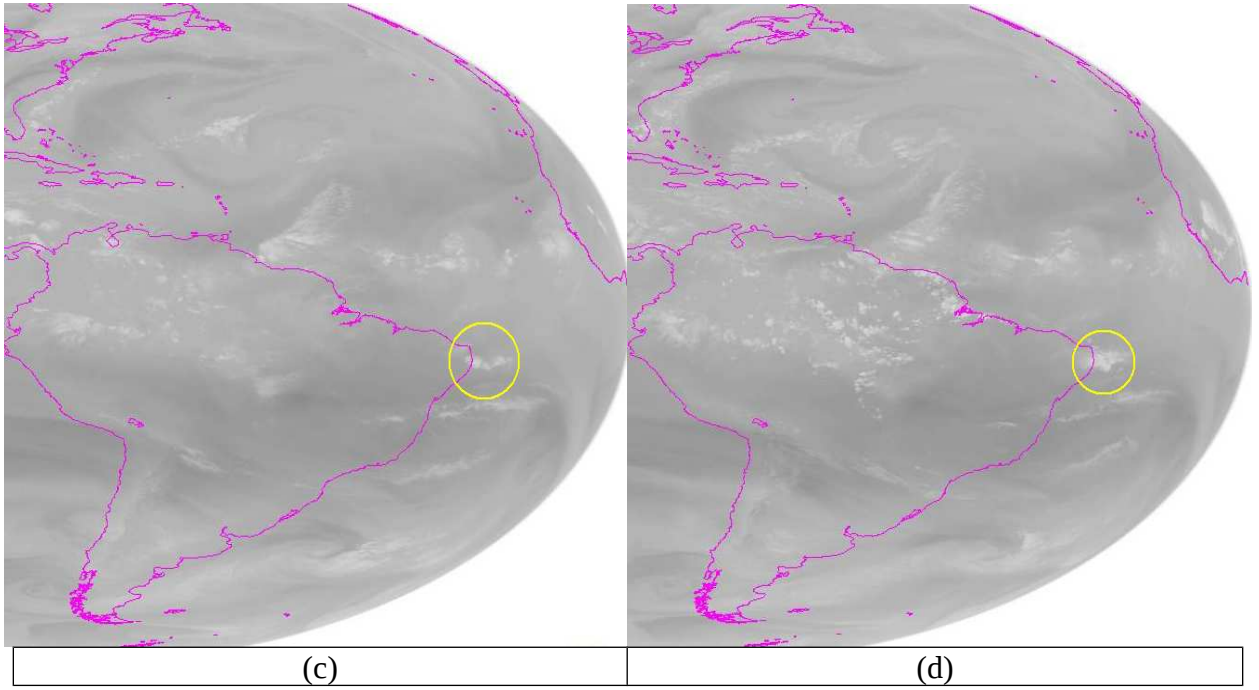


Figura 21 – Continuação.

As linhas de corrente (Figura 22a) mostram que o Sistema Frontal na região já estava sobre o Oceano Atlântico, com o centro do ciclone a 12W e 39S. À retaguarda deste sistema, verificou-se um anticiclone intenso localizado a 35W e 30S, associado a um forte núcleo de divergência positiva, ou ar subsidente em toda a região desse anticiclone. Verifica-se que esse sistema contribuiu com a intensificação da convergência do fluxo de umidade, através dos ventos alísios de SE. Um núcleo de divergência negativa pôde ser visto em 34W e 7,5S, aproximadamente.

Observa-se no dia 25 às 12:00 UTC (Figura 22b) que houve um deslocamento do SF e um avanço do anticiclone, localizado-se agora, a 30W e 22,5S. Houve também uma intensificação no gradiente das linhas de corrente sobre a CENEB. Verifica-se ainda cavado a leste da CENEB com um núcleo de convergência à sua retaguarda. Valores menos intensos de convergência e até divergência, podem ser notados na vanguarda desse cavado (Onda de Leste).

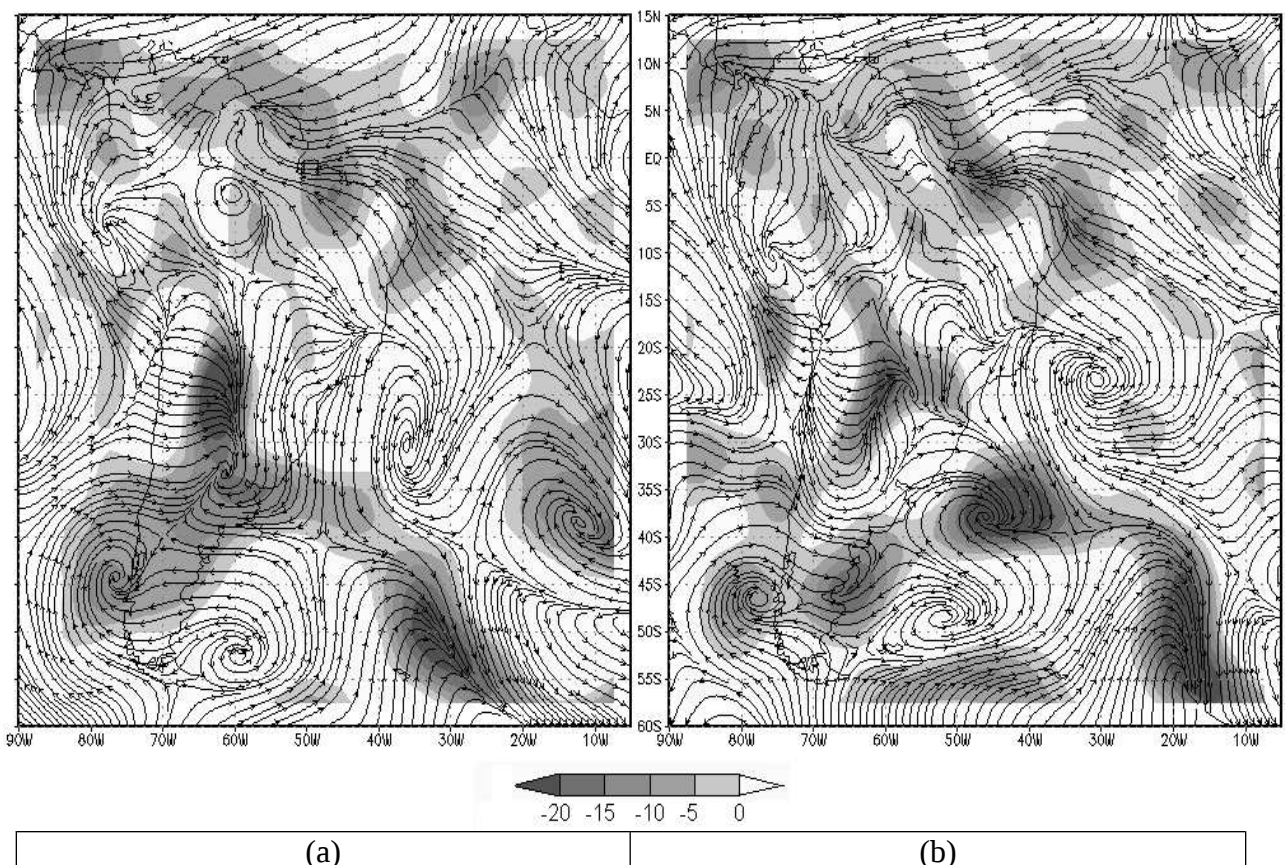


Figura 22 – Linhas de Corrente e divergência ($\times 10^5 \text{ s}^{-1}$) em 1000hPa. (a) 24 de junho às 12:00 UTC e (b) 25 de junho às 12:00 UTC.

No dia 24 de junho, às 12:00 UTC havia um ramo norte do jato polar associado a região do SF em baixos níveis (Figura 23a). O posicionamento desse jato a norte do centro da baixa em superfície, anteriormente identificada, indica que esse sistema já se encontrava ocluso. Além disso, verifica-se um extenso cavado na direção ao recôncavo baiano, com núcleo máximo de vento à sua vanguarda. Sobre a CENEB, verifica-se a atuação de uma extensa crista proveniente do Atlântico, auxiliando no suporte dinâmico da convergência à superfície.

No dia 25 de junho às 12:00 UTC (Figura 23b), nota-se que o sistema se deslocou para oeste. O cavado se estendeu e passou a atuar mais ao norte. Sobre a CENEB, verifica-se a atuação de um anticiclone, associado ao cavado da onda de leste em baixos níveis. A crista que atuava na região se deslocou para o centro do atlântico.

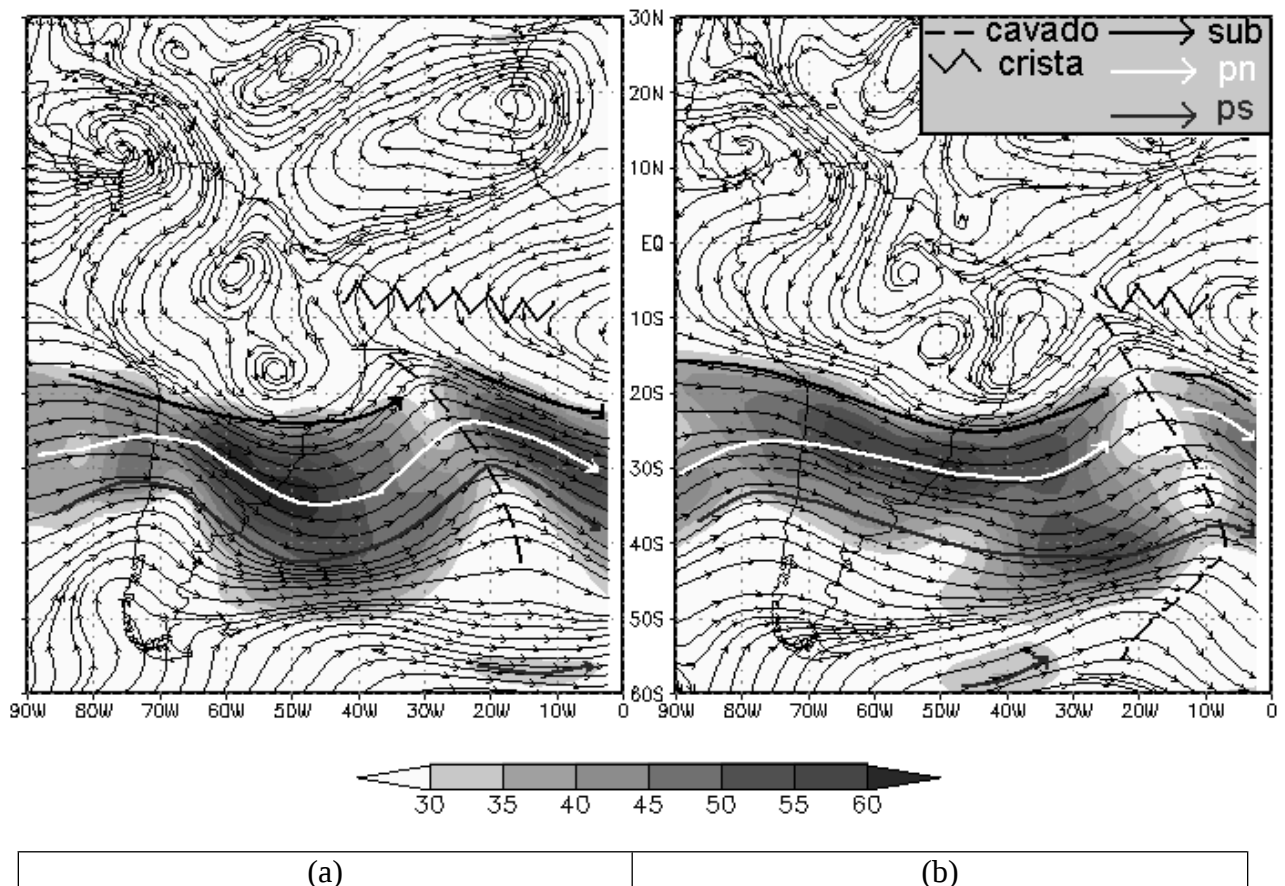


Figura 23 – Linhas de Corrente e magnitude do vento entre 30 e 60 m/s em 250hPa. (a) 24 de junho às 12Z e (b) 25 de junho às 12Z.

O diagrama de Hovmoller para o mês de junho de 2000 mostra-se a anomalia diária de ROL emitida para o espaço (Figura 24a) está fixada a uma latitude de 7,5S, variando longitudinalmente entre 0 e 50W. A média diária de ROL emitida para o espaço (Figura 25b) está fixada a uma longitude de 30W, variando latitudinalmente entre 10S e 5S. Valores negativos, ou mais baixos, de ROL estão associados a presença de nebulosidade.

Analisando a Figura 24a, observou-se que no dia 22 de junho um núcleo de anomalia de -50 W m^{-2} , localizado a 22W. Nota-se que houve uma propagação de leste dessa nebulosidade atingindo 35W no dia 26 de junho (deslocamento *A*). Essa perturbação apresentou uma velocidade média de propagação de $3,5 \text{ }^\circ \text{ dia}^{-1}$.

Verifica-se na Figura 24b que também houve um deslocamento (*B*) de sul dessa nebulosidade. O núcleo de baixos valores de ROL se deslocou de 9,8S a 5,3S entre os dias 25 e 27 de junho. Conclui-se que entre os dias 22 e 25 o distúrbio se propagou de leste e entre os dias 25 e 26 o deslocamento do aglomerado convectivo foi de sudeste.

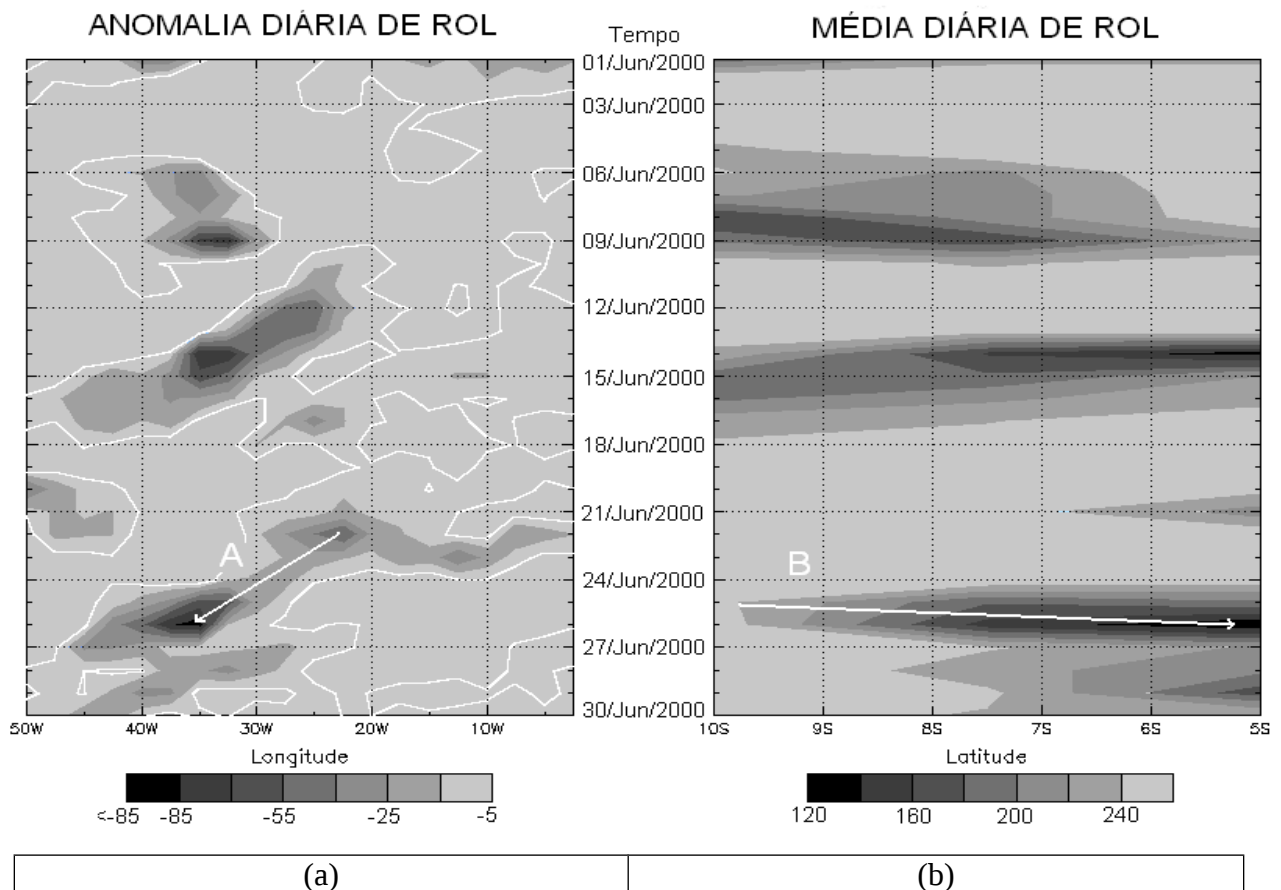


Figura 24 – Seção temporal de ROL (W m^{-2}) para junho de 2000. (a) Anomalia diária, fixada na latitude 7,5S variando na longitude entre 0 e 50W. (b) Média diária, fixada na longitude 30W e variando na latitude 5S a 10S.

Valores de Temperatura de Superfície do Mar (TSM) acima de $26,5^{\circ}\text{C}$ são necessários para a intensificação das perturbações atmosféricas sobre o Oceano Atlântico (HASTENRATH, 1985).

Nota-se que a grande atividade convectiva e precipitação associada, esteve, em parte, relacionada às elevadas TSMs (Figura 25) sobre as regiões costeiras do NEB tendo em vista que essas temperaturas intensificaram o fluxo de calor latente das perturbações a medida que se deslocavam. Observam-se valores de TSM de 27° e $27,5^{\circ}\text{C}$, para o período médio de 24 a 27 de junho, na região localizada entre 25°W a 35°W e 2°S a 10°S .

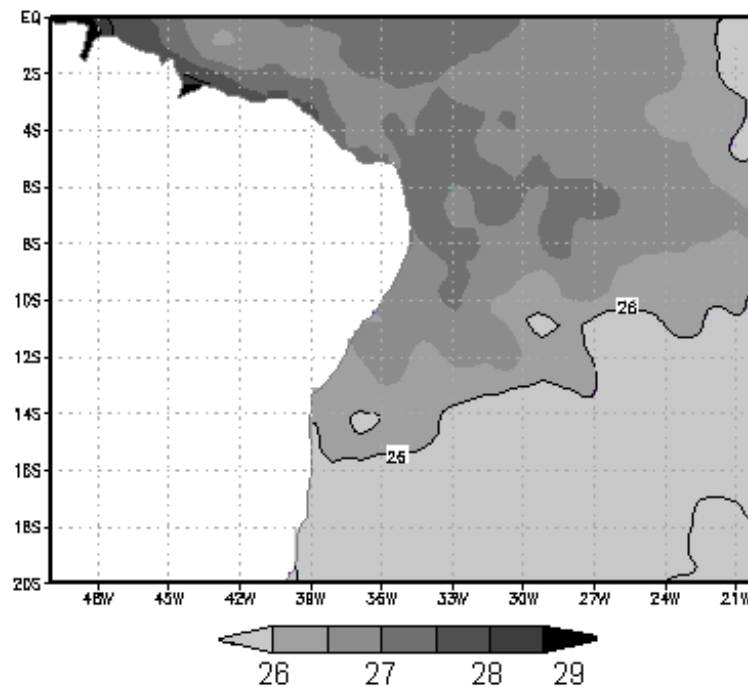


Figura 25 – Média de TSM ($^{\circ}\text{C}$) entre os dias 24 e 27 de junho.

4.3.2 – Comparação entre os estudos de caso

Realizou-se análises detalhadas de outros casos, a fim de exemplificar a natureza e comportamento dos diferentes tipos de distúrbio. A seguir uma breve análise dos registros feitos a partir das imagens de satélite e um comparativo das seções temporais das anomalias de ROL desses casos. Para os eventos ocorridos janeiro de 1999, junho de 2004, maio de 2006 e junho de 2007.

Visualiza-se na Tabela 6, a seguir as principais características relacionadas aos casos de distúrbios de leste sobre a CENEB. Observa-se que o caso de janeiro de 1999 foi classificado como distúrbio originados na área **II**, enquanto o de junho de 2000 como originada na área **V**. Os distúrbios de junho de 2004, maio de 2006 e junho de 2007 foram classificados como originados nas áreas **I**, **IV** e **III**, respectivamente.

O caso que se originou mais distante da CENEB foi o de junho de 2007 localizado (15W/6S). O mais próximo, foi o de maio de 2006 (25W/7S). A velocidade de propagação dos distúrbios variou de 3,5 a 5°/dia, aproximadamente. O caso que apresentou maior velocidade foi junho de 2004, com 5,8°/dia.

Praticamente todos os casos apresentaram deslocamento de E. Os distúrbios de junho de 2000 e junho de 2004 também apresentaram deslocamento de SE. A exceção foi o caso de maio de 2006, que só apresentou deslocamento do quadrante NE. O valor médio da TSM na região do deslocamento para o período total dos distúrbios esteve acima de 27°C em todos os casos e não apresentou grande disparidade. O maior valor registrado foi em junho de 2004 (28°C).

Verifica-se que somente o distúrbio maio de 2006 não apresentou relação com a penetração de um sistema frontal até latitudes mais baixas. Apenas o distúrbio de janeiro de 1999 não esteve relacionado a um evento de precipitação intensa.

Dentre os casos selecionados, o de maior duração ocorreu em junho de 2007, com 6 dias e 12 horas. O caso mais curto foi o de janeiro de 1999 com 3 dias e 12 horas.

Tabela 9 – Características dos eventos de OL selecionados a partir da análise das imagens de satélite para os casos selecionados.

Caso	Origem	Início	Impacto	Fim	Vel.	TSM	Interação	Fa>99%	Tipo de deslocamento	Tipo de distúrbio
		Dia h ⁻¹	Dia h ⁻¹	Dia h ⁻¹	°dia ⁻¹	°C	com SF			
Janeiro de 1999	20W e 7S	05 às 12:00 UTC	08 às 00:00 UTC	09 às 00:00 UTC	5	27	Sim	Não	E	II
Junho de 2000	22W e 13S	22 às 06:00 UTC	26 às 18:00 UTC	27/06 às 12:00 UTC	3,8	27,5	Sim	Sim	E/SE	V
Junho de 2004	18W e 2,5N	29/05 às 00:00 UTC	01/06 às 12:00 UTC	02/06 às 00:00 UTC	5,8	28	Sim	Sim	E/SE	I
Mai de 2006	25W e 7S	28/04 às 00:00 UTC	01/05 às 06:00 UTC	02/05 às 00:00 UTC	4,5	27	Não	Sim	NE	IV
Junho de 2007	15W e 6S	07 às 18:00 UTC	12 às 00:00 UTC	14 às 06:00 UTC	5	27,5	Sim	Sim	E	III

A Figura 26 mostra os diagramas de Hovmöller das anomalias de ROL para os eventos (a) de janeiro de 1999, (b) junho de 2004, (c) maio de 2006 e (d) junho de 2007. Os gráficos estão fixados a uma latitude de 7,5S, variando entre 0 e 50W.

Nota-se que o distúrbio que apresentou anomalias mais significativas foi o de janeiro de 1999 (deslocamento **1**). As anomalias de ROL em 35W, sobre a costa, estiveram abaixo de -85 W/m² no dia 08 de janeiro. Porém, os dados de precipitação, indicaram que o acumulado diário foi relativamente baixo. Os maiores valor da taxa de precipitação foi registrado em Natal (10 mm). Ou seja, havia nebulosidade, porém as condições não foram favoráveis para que essa nebulosidade provocasse precipitação intensa.

Os maiores acumulados de precipitação ocorreram no caso de junho de 2004. Em Maceió os acumulados chegaram a 160mm em 48h, entre os dias 1 e 2. Verifica-se que o núcleo das anomalias de ROL no dia 01 de junho ficou abaixo de -55 W m⁻², localizado a 35W. Para os

dias 01 de maio de 2006 e 12 de junho de 2007 os valores de ROL em 35W foram de -25 W m^{-2} e -35 W m^{-2} , respectivamente, ambos com precipitações intensas.

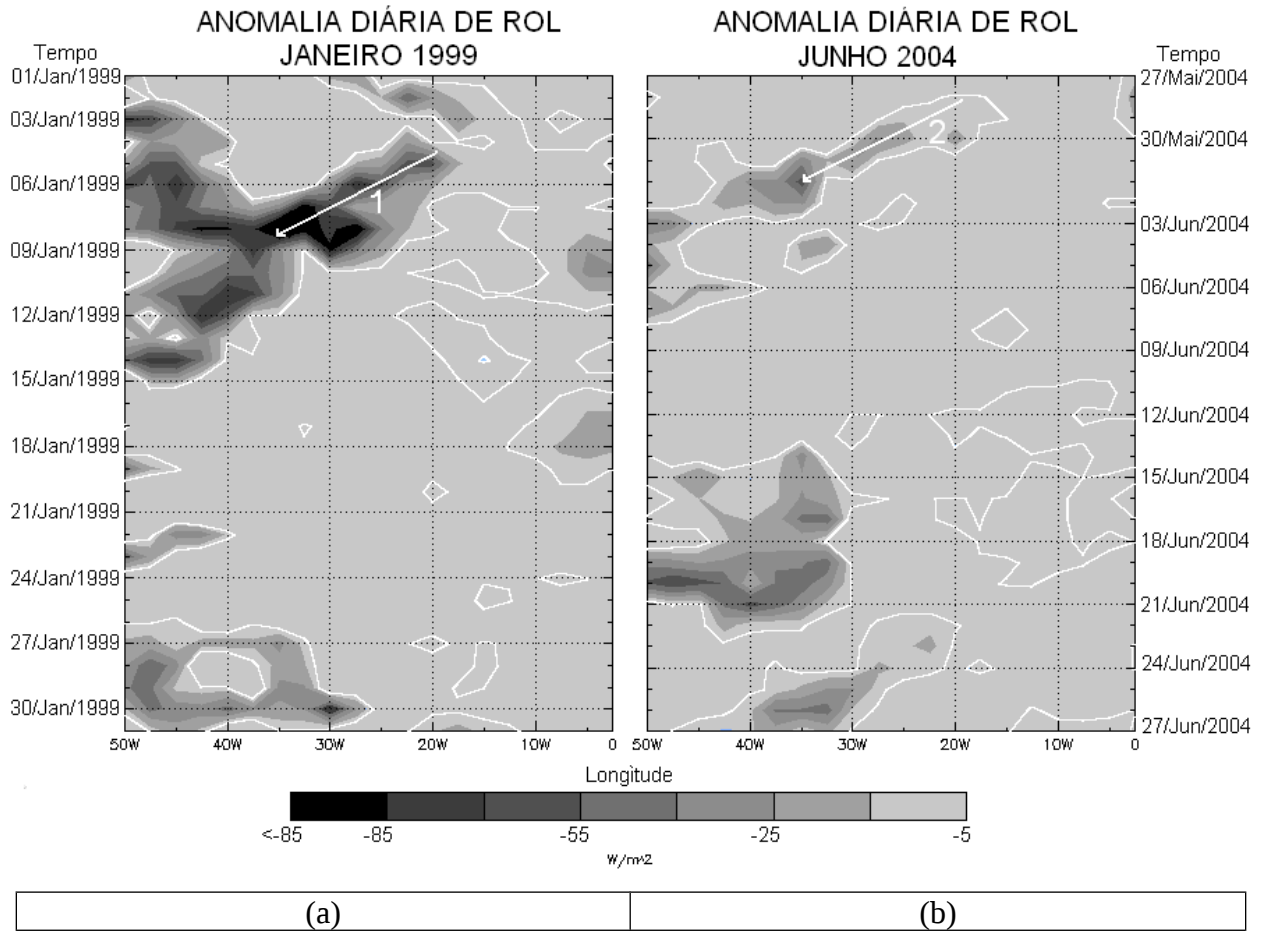


Figura 26 – Seção temporal das anomalias de ROL (W/m^2) fixada na latitude 7,5S, variando na longitude entre 0 e 50W. (a) Janeiro de 1999, (b) junho de 2004 (c) maio 2006 e (d) junho 2007.

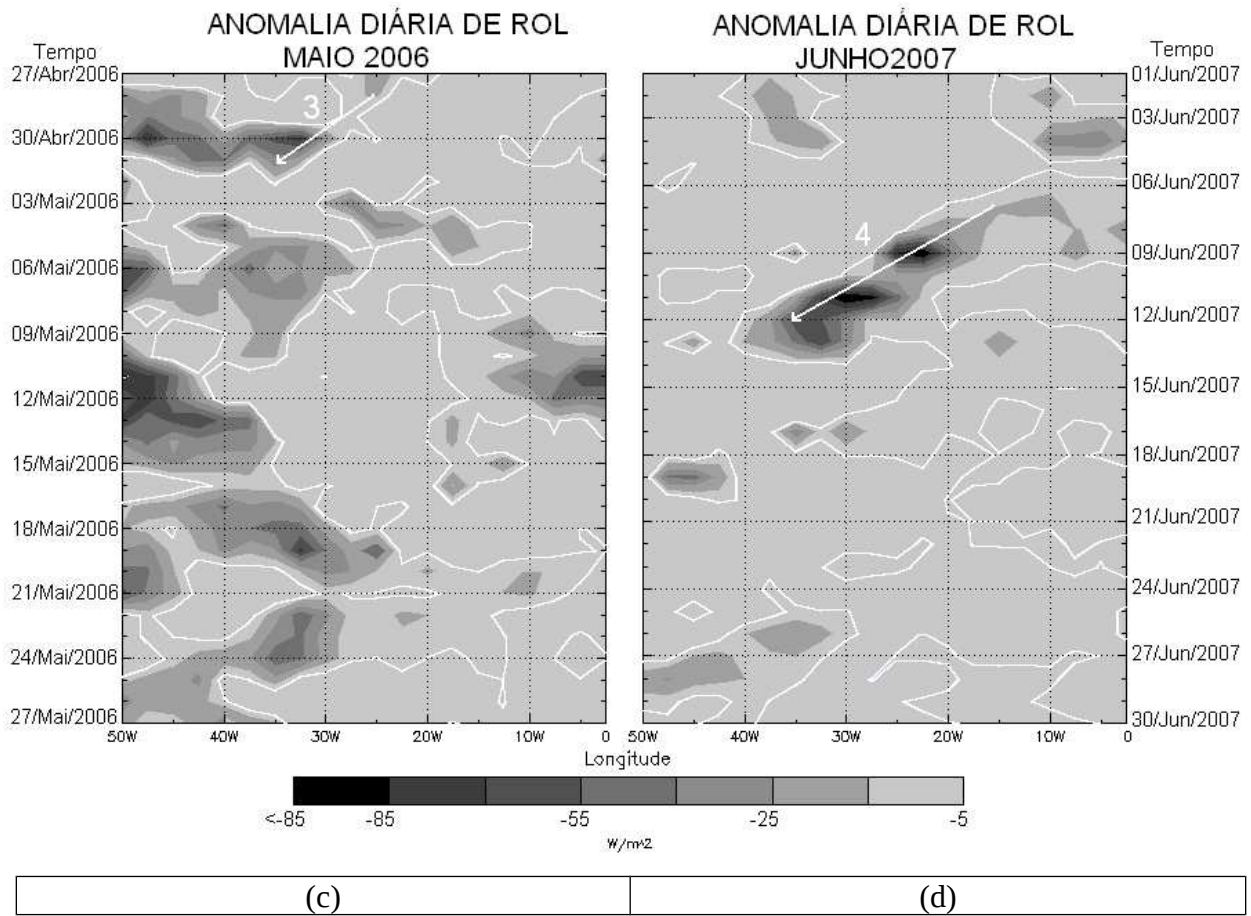


Figura 26 – Continuação.

5 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES

5.1 – Climatologia das OL para o período 1999-2009

As maiores frequências de OL ocorreram no inverno e outono, com menor frequência na primavera. As OL originadas na área **I** apresentaram maior frequência em fevereiro. Provavelmente, esse fato esteve associado ao transporte da convecção oriunda da Costa Oeste da África através do escoamento no fluxo da Alta Subtropical do Atlântico Norte (ASAN), mais ao sul essa época do ano.

OL originadas na área **II** apresentaram o maior número de casos em janeiro. De acordo com Gan (1982), o período preferencial de formação dos VCANs é de novembro a março, apresentando maior frequência nos meses de janeiro e fevereiro. OL originadas na área **III** apresentaram-se distribuídas uniformemente ao longo do ano. A maior frequência destes sistemas ocorreu em junho e janeiro.

OL originadas na área **IV** foram mais frequentes no outono nos meses de março e abril, resultado bastante consistente com Melo et al. (2002); Próximo ao litoral do Nordeste, a posição mais ao sul atingida pela ZCIT ocorre justamente nos meses de março e abril.

OL originadas na área **V** ocorreram preferencialmente entre o outono e inverno, consistente com a literatura. Pois, no inverno a ASAS se intensifica os ventos alísios e o fluxo de umidade do Atlântico em direção ao litoral do Brasil (BASTOS e FERREIRA, 2000). Além disso, durante o outono e inverno, os sistemas frontais penetram até latitudes mais baixas e seus remanescentes podem organizar e intensificar a atividade convectiva sobre a CENEB, afetando a precipitação (KOUSKY, 1979).

Observou-se que distúrbios do quadrante de **E** foram mais frequentes no inverno, em particular nos meses de junho e julho com distúrbios originados nas áreas **I**, **III** e **V**. As propagações de **SE** ocorreram preferencialmente no inverno e estiveram relacionadas aos distúrbios originados nas áreas **III** e **V**. É provável que esse tipo de deslocamento tenha se relacionado com a penetração de SFHS e intensificação da ASAS.

Distúrbios com deslocamento de **NE** foram mais frequentes no outono com distúrbios originados nas áreas **I** e **IV**. Também notou-se uma quantidade significativa desse deslocamento associado as OL originadas na área **V**. Ainda foi possível notar que as ondas originadas na área **II**, induzidas por VCANs, apresentaram apenas deslocamentos de **NE** e **E**, sendo esse último relativo ao maior número de casos.

5.2 – Precipitação e Eventos Extremos e sua relação com as OL identificadas para o período entre 1999 e 2009

As distribuições de frequência das precipitação (mm dia^{-1}) revelaram-se altamente assimétricas, indicando que um modelo gama poderia se ajustar bem aos dados experimentais (com constante de forma da fdp gama próximo de 1/2). Além disso, verificou-se grupos de distribuição semelhantes para algumas cidades analisadas. Notou-se também que a maior concentração dos dados se localizou nas precipitações de baixa intensidade, para todas as cidades.

A relação entre as OL e as precipitações intensas foi maior no outono e inverno, sendo mais intensa em maio e principalmente junho.

Embora as OL tenham apresentado uma frequência absoluta significativa no verão, verificou-se baixa relação desses sistemas com eventos de precipitação intensa para essa época do ano. Verificou-se que os distúrbios que apresentaram maior associação com eventos de precipitação intensa foram os originados na área **V**, com 47%. Já as OL originadas na área **II** não estiveram relacionados a eventos extremos. Para os tipos de deslocamento, observou-se que os distúrbios que se deslocaram de SE apresentaram uma maior relação com precipitações severas (34%), enquanto que a menor relação foi registrada para os deslocamentos de NE (18%).

5.3 – Estudos de Caso

A penetração de SFHS até latitudes mais baixas associados ao aumento do gradiente no escoamento do oceano em direção a CENEB, a presença de um cavado invertido em baixos, ou médios níveis da atmosfera e as TSMs acima de 27°C próximas a costa do ENE representaram um padrão sinótico bastante propício para disparar, ou intensificar os distúrbios, e conseqüentemente, nebulosidade e chuva intensa associada.

As análises dos estudos de caso representaram bem as OL identificadas para o período entre 1999 e 2009. Verificou-se que esses sistemas apresentaram um período médio de onda de 4,4 dias e uma velocidade média de propagação de 4,8° dia⁻¹, o que está coerente com a literatura.

Os diagramas de Hovmöller das anomalias de ROL se mostrou uma ferramenta importante para acompanhar e diagnosticar algumas características das OL, tais como: gênese, desenvolvimento, velocidade de propagação e intensidade de nebulosidade. Além disso, essa ferramenta também apresentou-se bastante coerente com os deslocamentos visualizados nas imagens de satélite.

5.4 – Sugestões para novas pesquisas

Análises observacionais são de grande importância para identificação de padrões sinóticos de sistemas atmosféricos, porém estão sujeitas a subjetividade. Sugere-se para realização de pesquisas futuras um estudo comparativo entre as análises realizadas nesta dissertação com análises realizadas através de métodos objetivos como técnicas de *tracking*, através da vorticidade relativa, anteriormente estudados por Thorncroft e Hodges (2001) e Grist (2002). Estes estudos contribuiriam para a construção de um modelo rastreador de OL e uma melhoria na previsibilidade desses fenômenos.

5.5 – Considerações Finais

Um artigo sobre este estudo está sendo desenvolvido e serão incluídas informações quanto a outras características desses sistemas, bem como uma melhoria na classificação dos tipos de OL e padrões sinóticos associados.

6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAGAO, J. O. R. Um estudo da estrutura das perturbações sinóticas do Nordeste do Brasil. 1975. 219 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (INPE-789-TPT/017).

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 12^a ed., Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

BARBOSA, R. L. Interação das perturbações convectivas iniciadas na costa Norte do Brasil com Distúrbios Ondulatórios de Leste. São José dos Campos. 2005. 81 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 1997.

BARRY, R. G. and CHORLEY, R. J. *Atmosphere, Weather and Climate*. 4th edition. Methuen, New York, 407p, 1982.

BASTOS,C.C; FERREIRA, N.J.. Análise Climatológica Da Alta Subtropical Do Atlântico Sul. In:Congresso Brasileiro de Meteorologia, 11., Rio de Janeiro, 2000. Anais... Rio de Janeiro: SBMET, 2000.

CARVALHO, A. M. G. Conexões entre a circulação em altitude e a convecção sobre a América do Sul. 1989. 121 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (INPE-4923-TDL/383).

CHAN, C. S. Análise de distúrbios ondulatórios de leste sobre o Oceano Atlântico Tropical Sul. São José dos Campos, 1990.1 1 lp. Dissertação (Mestrado), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. 104 pp.

CHANG, C. P. Westward propagation cloud patterns pn the tropical Pacific as seen from time-composite satellite photographs. *Journal of the Atmospheric Sciences*, v. 27, p.133-138, 1970.

CLIMANÁLISE. Boletim de monitoramento e análise climática vol.21; n°1, Janeiro de 2006. (CPTEC/INPE). Disponível em <http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/index0106.shtml> . Acessado em 15 de novembro de 2008.

COOK, K.H.; PATRICOLA, C.M.; VIZI, E.K. Easterly Waves in the tropical Atlantic: climatology and variability. *Monthly Weather Review*, 2004.

COUTINHO, E. C. Estudo das características atmosférica na região do Centro de Lançamento de Foguetes de Alcântara (CLA). 2001. 141p. (INPE-8149- TDL/754). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1999.

COUTINHO, E.C.; FISCH, G. Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs) na Região do Centro de Lançamento de Alcântara – MA. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.22, n.2., 193-203, 2007.

CPC. Climate Prediction Center. Enso impacts – Previous Events (1951 – present). Disponível em http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml. Acessado em 20 de agosto de 2010.

DEAN, G. A. The three-dimensional wind structure over South America and associated rainfall over Brazil. São Jose dos Campos: INPE, 1971. 203 p. (INPE-164/LAFE).

DIEDHIOU, A.S.; Janicot, A.; Viltard. A.; De Felice, P. Energetics of the easterly waves disturbances over West Africa and tropical Atlantic : a climatology from the 1979–1995 NCEP/NCAR Reanalysis. *Climate Dynamics*, v. 18, n. 6, p. 487–500, 2002.

DOTY, B.. The Grid Analysis and Display Sistem (GrADS). Version 1.8SL11. Disponível em <http://www.iges.org/grads/> . Acessado em Agosto de 2010.

DUNN, G.E. Cyclogenesis in the tropical Atlantic. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v. 21, n.6, p. 215–229, 1940.

ESPINOZA, E. S. Distúrbios nos ventos de leste no Atlântico Tropical. São José dos Campos. 123p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996.

FEDOROVA, N.. Sinótica III: Frentes, correntes de jato, ciclones e anticiclones. Material didático: sinopses, figuras, equações. Maceió: Editora UFAL, 2008. 169 p.

FEDOROVA, N.. Sinótica IV: Sistemas e processos sinóticos atuantes na América do Sul. Material didático: sinopses, figuras, equações. Maceió: Editora UFAL, 2008. 171 p.

FEDOROVA, N.; CARVALHO, M. H.. Processos sinóticos em anos de La Niña e de El Niño. Parte VI: Nebulosidade convectiva nas regiões equatoriais e tropicais da América do Sul e Oceanos Adjacentes. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São Paulo, v. 21, p. 1-14, 2006.

FERREIRA, N. S. Zona de Convergência Intertropical. (online). http://www.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/acit_1.html>. jun. 1998.

FIGUEROA, S. N.; PRAKKI, S.; DIAS SILVA, P. L. Simulations of the summer circulation over South America Region with an Eta coordinate Model. *Journal of the Atmospheric Sciences*. v. 52, n. 10, p. 1573-1584. INPE-6244-PRE/2333. 1995.

FORSDYKE, A.G. Weather forecasting in tropical regions. U.K. Meteorological Office Geophysical Memoirs, nº82.

FRANK, N.L. The weather distribution with upper tropospheric cold lows in the tropics. local: SSA, Oct. 1966. p.1-22, ESSA Technical Memorandum. n.28. 94 - The “inverted V” cloud pattern - an easterly wave. *Monthly Weather Review*.

GAN, M. A.; KOUSKY, V. E. Vórtices ciclônicos da alta troposfera no Oceano Atlântico Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 1, n. 1, p. 19-28, 1986. INPE-3330-PRE/627.

GANDÚ, A.W.; GEISLER, J.E. A Primitive equation model study of the effect of topography on the summer circulation over tropical South America. *J. Atmos. Sci.*, 48, 1822-1836, 1992.

GILL, A.F. Some Simple solution for induced tropical circulation. *Quartely Journal of Royal Meteorological Society*, 106 (499) 447-462, Sept. 1980.

GRIST, J. P. Easterly Waves over Africa. Part I: The Seasonal Cycle and Contrasts between Wet and Dry Years. *Monthly Weather Review*, 130, 197-211, 2002.

GUTMAN, G. J.; SCHWERDTFEGER, W. The role of latent and sensible heat for the development of a high pressure system over the subtropical Andes, in Summer, *Jg. Heft* , 18(3), Mai., 1965.

HALL, B.A. Westward moving disturbances in the South Atlantic coinciding with hevy rainfall events at Ascension Island. *The Meteorological Magazine*, v. 118, n. 1405, p. 175–181, 1989.

HARE, S.R. Low-frequency climate variability and salmon production. 1996. p. 306. Ph. D. thesis, University of Washington, Seattle.

HARTMANN, D.L., 1994. *Global Physical Climatology*. Academic Press. 357 pp.

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

HASTENRATH, S., 1984: Interannual variability and annual cycle: mechanisms of circulation and climate in the tropical Atlantic. *Mon. Wea. Rev.*, 112, 1097-1107.

HASTENRATH, S., 1991: Climate Dynamics of tropics. Kluwer, Dordrecht. 488 p.

HURRELL, J. W.; VINCENT, D. G. On the maintenance of short-term subtropical westerly maxima in the Southern Hemisphere during SOP-1, FGGE. *J. Climate*, 4, 1009-1022, 1991.

JOHNSON, D.R., SNOOK, J.S. A quasi-Lagrangian analysis of the mass and angular momentum balance of an upper troposphere vortex over eastern Brazil. In: FIRST INTERNATIONAL CONFERENCE ON SOUTHERN HEMISPHERE METEOROLOGY, 1, 1983, São José dos Campos, Brazil. Proceedings ... p.2 10- 14

KANE, R.P. Rainfall characteristics in different parts of Northeast Brazil. *Rev. Bras. Geofis.*, vol 11(1), p.7-22,1993.

KAGANO, M.T. Um estudo climatológico e sinótico utilizando dados de radiossondagem (1968-1976) de Manaus e Belém. 1979. 103 p. (INPE-1559-TDL/013). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 1979.

KALNAY, E. et. Al – The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 1996.

KAYANO, M.T.; FERREIRA, N.J.; RAMIREZ, M.C.V. Summer circulation patterns related to the upper tropospheric vortices over the tropical South Atlantic. *Meteorology and Atmospheric Physics*. v. 64, n. 3-4, p. 203-213, 1997.

KODAMA, Y. M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs. *J. Meteor. Soc. Japan*, 71, 581-610, 1993

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. *Mon. Wea. Rev.*, 107(9), p.1140-1153, 1979.

KOUSKY, V. E.; CAVALCANTI, I. F. A. Precipitation and atmospheric circulation anomaly patterns in the South American Sector. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 3, n. 1, p. 199-206, (INPE-10005-PRE/5563), 1988.

KOUSKY, V. E.; GAN, M. A. Upper tropospheric cyclonic vortices the tropical South Atlantic. *Tellus*, v. 33, n. 6, p. 538-551, Nov. 1981. INPE-1946-RPE/263.

LOBO, P. R. V. Um estudo climatológico da zona de convergência intertropical(ZCIT) e sua influência sobre o Nordeste do Brasil. INPE-2534-TDL/101, INPE, São José dos Campos, 1982, 93p.

MACHADO, L.A.T.; Guedes, R.L.; Alves; M.A.S. Características estruturais de sistemas convectivos e forçantes da convecção na América do Sul observados por satélites. *Climanálise 10 anos*, CPTEC/INPE, Cachoeira Paulista. 1996, p. 110–122.

MANTUA, N.J.; HARE, S.R., ZHANG, Y.; WALLACE, J.M.; FRANCIS, R.C. A Pacific Interdecadal Climate Oscillation with Impacts on Salmon Production. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 78, pp. 1069-1079. 1997.

MARQUES, V.S., RAO, V.B., MOLION, L.C.B. Interannual and seasonal variation in the structure and energetics of the atmosphere over Northeast Brazil. *Tellus*, 35 A, p.136-148, 1983.

MELO, A. B. C.; P. Nobre; D. Mendes; M Bottino, 2002: A Zona de Convergência Intertropical Sobre o Oceano Atlântico: Climatologia. *Anais do XII Congresso Brasileiro de Meteorologia*, SBMET, Foz do Iguaçu.

MERRIT, E. S. Easterly waves and perturbations: a reappraisal. *Journal of Applied Meteorology*, v.3, p. 367-382, 1964.

MOLION, L. C. B.; BERNARDO, S. O. Uma Revisão da Dinâmica das Chuvas no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia* 17(1):1-10, ISSN0102-7786, 2002.

MOLION, L. C. B.; IMBUZEIRO, H. M. A.; CAVALCANTI, I. F. A. . Chuvas intensas no Leste da Amazônia: Fevereiro de 1980. *Revista Climanalise* (São José dos Campos), v. 3, p. 1-9, 2006. Disponível em http://www6.cptec.inpe.br/revclima/revista/pdf/Artigo_Chuvas_1106.pdf . Acessado em Agosto de 2006.

MOURA, A.D.; J. SHUKLA.; On the dynamics of droughts in northeast Brazil: Observations, theory and. 1981.

NCEP/NCAR. National Centers for Environmental Prediction/ National Center for Atmospheric Research. Disponível em <http://www.cdc.noaa.gov>. Acessado em janeiro de 2008.

NEIVA, E.J.F. An investigation of wave-type disturbances over the tropical southatlantic. California. 58p. (T551.551.3). Dissertação (Master's of Science in Meteorology) – Naval Postgraduate School, 1975.

NIEUWOLT, S.. *Tropical Climatology*. Londres, Methuen, 1974.

NOBRE, C. A. Ainda sobre a Zona de Convergência do Atlântico Sul: A importância do Oceano Atlântico. *Climanálise*, 3(4), 30-33, 1988.

NOBRE, C. A. , MOLION., L.C.B.. The Climatology of Droughts and Drought Prediction,. In: Impacts of Climatic Variations on Agriculture, v.2 : Assesments in semi-arid regions, M. P. Parry, T.R. Carter e N. T. Konijn (eds.), 1988, D. Reidel Pub. Co., 764p.

OLIVEIRA, A. S. Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção na Amazônia. São José dos Campos: INPE-4008-TDL/239, 1986. 115p. Dissertação. (Mestrado em Meteorologia).

PAEGLE, J. Interactions Between Convective and Large-Scale Motions Over Amazonia. In: *THE GEOPHYSIOLOGY OF AMAZONIA*, cap. 17, p. 345-387. 1987.

PALMÉN, E. Origin and Structure of High-Level Cyclone South of the Maximum Westerlies. *Tellus*, 1:22-31, 1949.

PALMER, C.E. On high-level cyclones originating in the tropics. *Transactions of American Geophysics Union*, 32 (5): 683-695, Oct. 1951.

PARMENTER, F. C. A Southern Hemisphere cold front passage at the equator. *Bulletin American Meteorology Societ*, v.57, p. 1435-1440. 1976.

PORTO da SILVA, A. B. Estudos de Dois Casos Extremos de Precipitação sobre a Costa Leste do Nordeste do Brasil. 2002. 117p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Alagoas, Departamento de Meteorologia, Maceió.

RAMIREZ, M. C. V., KAYANO, M. T., FERREIRA N. J. Statistical analysis of upper tropospheric vortices in the vicinity of Northeast Brazil during the 1980-1989 period. *Atmosfera*, v. 12, p. 75-88, 1996.

RAO, V. B.; BONATTI, J. P. On the Origin of Upper Tropospheric Cyclonic Vortices in the South Atlantic Ocean and Adjoining Brazil during the Summer. *Meteorology and Atmospheric Physics*, 37(1):11-16,1987.

RAO, V. B.; CHAPA, S. R.; FRANCHITO, S. H. Decadal variation of atmosphere-ocean interaction in the Tropical Atlantic and its relationship to the Northeast Brazil rainfall. INPE, São José dos Campos (SP), Brazil, 1993.

RAO, V. B.; LIMA, M. C.; FRANCHITO, S. H. Seasonal and interannual variations of rainfall over Eastern Northeast Brazil. *Journal of Climate*, v. 6, p. 1754-1763, 1993.

RIEHL, H. Waves in the easterlies and polar front in the tropics. Chicago: Chicago University, Department of Meteorology, 1945. 79p.

RIEHL, H. Tropical Meteorology. Department of Meteorology, University of Chicago, 1954. p. 168-175.

SANTOS, J.G.M.dos. Climatologia Sazonal das Ondas de Leste no Atlântico Tropical usando a Técnica de Tracking. *III Simpósio Internacional de Climatologia*, Anais 2009, Canela/RS.

SILVA. A. B. P. Estudos de dois casos extremos de precipitação sobre a Costa Leste do Nordeste do Brasil. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. UFAL, Maceió, 2002.

SIMPSON, R. H., Frank, N., Shideler. D., and Johnson, H. M. Atlantic Tropical Disturbances. *Monthly Weather Review*, v. 96, No 4, p. 251-259, 1968.

SINCLAIR, M. R., 1993 – Synoptic-scale diagnosis of the extratropical transition of a southwest Pacific tropical cyclones. *Monthly Weather Review*, 121,941-960.

SINCLAIR, M. R., 1995 – A Climatology of Cyclogenesis for the Southern Hemisphere. *Monthly Weather Review*, 123, 1601-1619.

SOUZA, E. B.; ALVES, J. M. B.; NOBRE, P. Anomalias de precipitação nos setores norte e leste do Nordeste Brasileiro em associação aos eventos do padrão de dipolo observados na bacia do Atlântico Tropical. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 13 (2): 45-55, ISSN0102-7786, 1998.

SOUZA, I. F.; COSTA, O. A. Atuação da frente fria no estado de Sergipe – outubro/1993. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia, Belo Horizonte, v. 1, p. 149-151. 1994.

SPINOZA, E. Distúrbios nos Ventos de Leste no Atlântico Tropical. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos (SP), 1996. Disponível em: <<http://tucupi.cptec.inpe.br/products/climanalise/cliesp10a/18.html>>. Acesso em 25 jan. 2008. Nowcasting And Very Short Range Forecasting. Toulouse, 2005.

SUGAHARA, S.. Variação anual da frequência de ciclones no Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, II Encontro Brasileiro de Interação Oceano Atmosfera, 2000, Rio de Janeiro. XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, II Encontro Brasileiro de Interação Oceano Atmosfera, 2000. v. 1. p. 2607-2611.

THORNCROFT, C.; HODGES, K. I. African easterly wave variability and its relationship to Atlantic tropical cyclone activity. *Journal of Climate*, 14, 1166-1179, 2001.

UVO, C. B. A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e sua relação com a precipitação na região norte do Nordeste brasileiro. Dissertação de Mestrado em Meteorologia. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais -INPE. São José dos Campos-SP, 88 p, 1989

VALVERDE Ramirez, Maria Cleofe. Padrões Climáticos dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis no Nordeste do Brasil. 1996. 132 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. (INPE-6408-TDI/618).

VAREJÃO-SILVA, M. A. *Meteorologia e Climatologia*, Brasília: INMET, Stilo, 2000, 515 p.

VASQUEZ, T. *Weather forecasting handbook*. Weather graphics technologies. Garland, Texas, 75pp. 1994.

WALLACE, J. M. Time-longitude sections of tropical cloudiness (December 1966-November 1967). ESSA Technical Report, NESC 56. Available from Sup. Doc., Government Printing Office, Washington, D. C., 37 pp, 1970.

YAMAZAKI, Y. Estudos teóricos e sinóticos dos distúrbios tropicais. São José dos Campos. 46p. (INPE-624-LAFE). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1975.

YAMAZAKI, Y.; RAO, V. B. Tropical Cloudiness over the South Atlantic Ocean. *Journal of the Meteorology Society of Japan*, v. 55, n. 2, p. 204-207. 1977.

ANEXOS

Anexo A – OL identificadas para o período entre 1999 e 2009

Tabela 8 – Registro das OL identificadas em 1999, (a) separadas por caso, (b) contabilização total dos tipos e direção dos distúrbios.

(a)

ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DUR. (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
1999	JAN	3	18Z	5(00Z)	6	18Z	3	II	E	CENEB
1999	JAN	13	06Z	15(06Z)	19	00Z	6	III	E	CENEB
1999	JAN	15	00Z	16(00Z)	18	06Z	1	V	NE	RN
1999	JAN	18	18Z	20(18Z)	21	12Z	3	IV	NE	RN
1999	FEV	4	06Z	08(06Z)	8	06Z	4	I	NE/E	CENEB
1999	FEV	5	00Z	08(12Z)	9	12Z	4	I	NE/E	RN,PB, PE
1999	FEV	14	00Z	15(00Z)	16	00Z	2	IV	NE	RN
1999	FEV	16	00Z	22(06Z)	24	06Z	9	I	NE/E	CENEB
1999	FEV	17	00Z	18(06Z)	19	06Z	3	IV	NE	CENEB
1999	MAR	4	12Z	09(18Z)	11	06Z	6	I	NE	RN, PB, PE
1999	MAR	9	12Z	12(06Z)	14	18Z	5	IV	NE/E	PB, PE
1999	MAR	14	00Z	17(18Z)	18	18Z	5	I	NE	RN, PB, PE
1999	MAR	19	00Z	22(00Z)	23	00Z	4	I	NE	RN
1999	MAR	28	12Z	01/04(06Z)	2	06Z	6	I	NE	CENEB
1999	ABR	10	18Z	13(00Z)	14	06Z	7	IV	NE	RN
1999	ABR	16	12Z	18(18Z)	20	06Z	3	III	NE	CENEB
1999	ABR	29	18Z	03/05(18Z)	4	12Z	5	I	E/NE	RN
1999	MAI	8	00Z	10(18Z)	11	00Z	3	I	NE	RN
1999	MAI	12	12Z	15(00Z)	18	18Z	6	I	NE/E	CENEB
1999	MAI	20	00Z	21(06Z)	21	18Z	1	V	E	AL, SE PE
1999	MAI	26	12Z	26(18Z)	28	00Z	2	V	SE/E	RN,PB
1999	JUN	1	00Z	01(18Z)	2	18Z	1	V	SE/NE	RN
1999	JUN	1	00Z	03(18Z)	4	12Z	3	I	NE	RN, PB PE
1999	JUN	21	06Z	24(12Z)	25	00Z	4	I	NE/E	RN
1999	JUN	21	06Z	25(18Z)	27	00Z	6	I	NE/E	RN
1999	JUN	28	00Z	28(06Z)	29	00Z	1	V	E	AL, PE
1999	JUN	28	12Z	30(18Z)	30	23Z	2	I	NE	RN
1999	JUL	2	06Z	03(18Z)	4	18Z	2	III	E	RN,PB
1999	JUL	2	12Z	05(06Z)	6	06Z	4	I	NE	RN
1999	JUL	6	12Z	07(18Z)	8	06Z	2	I	NE	PE, AL
1999	JUL	6	12Z	09(18Z)	12	00Z	6	I	NE/E	CENEB

1999	JUL	16	18Z	17(00Z)	18	00Z	1	V	E/SE	BA, SE, AL
1999	JUL	17	00Z	19(00Z)	20	12Z	3	IV	NE	CENEB
1999	JUL	23	12Z	23(18Z)	25	12Z	2	V	NE/E	RN, PB, PE
1999	JUL	24	12Z	27(18Z)	28	18Z	4	IV	NE	RN, PB, PE
1999	AGO	2	18Z	4(18Z)	5	06Z	2	I	NE	RN
1999	AGO	5	12Z	7(12Z)	8	12Z	3	I	NE	RN, PB, PE
1999	AGO	10	12Z	11(06Z)	13	12Z	6	III	NE	RN, PB, PE
1999	AGO	14	06Z	17(06Z)	19	12Z	7	I	NE	CENEB
1999	SET	1	12Z	3(18Z)	6	18Z	5	I	NE	CENEB
1999	SET	6	18Z	7(00Z)	7	12Z	0	V	NE	RN
1999	SET	20	00Z	24(12Z)	24	18Z	4	V	NE	RN
1999	OUT	1	12Z	03(00Z)	5	00Z	4	IV	NE/E	RN
1999	OUT	4	18Z	08(00Z)	10	12Z	6	I	E/NE	RN, PB, PE
1999	OUT	21	18Z	21(06Z)	21	18Z	1	V	NE	RN
1999	NOV	2	18Z	5(06Z)	5	12Z	2	IV	NE	RN BA, AL, SE, PE
1999	NOV	4	12Z	05(00Z)	7	00Z	2	V	SE	PB
1999	NOV	11	00Z	13(18Z)	15	18Z	4	I	NE	RN
1999	DEZ	9	18Z	10(12Z)	12	06Z	3	I	NE	CENEB
1999	DEZ	15	00Z	16(00Z)	17	00Z	2	V	SE	CENEB

(b)

	TAB. TOTAIS 1999					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	-	1	1	2	-	4	2	-	2
FEV	3	1	-	1	-	5	5	-	3
MAR	4	-	-	1	-	5	5	-	1
ABR	1	-	1	1	-	4	4	-	1
MAI	2	-	-	1	2	4	2	1	3
JUN	4	-	-	-	2	6	5	1	3
JUL	3	-	1	2	2	8	6	1	4
AGO	4	-	-	-	-	4	4	-	-
SET	1	-	-	-	2	3	3	-	-
OUT	1	-	-	1	1	3	3	-	2
NOV	1	-	-	1	1	3	2	1	-
DEZ	1			-	1	2	1	1	-
TOTAL	25	2	3	10	11	51	42	5	9

Tabela 9 – Registro das OL identificadas em 2000, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)										
MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOCA. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS
JAN	3	12Z	5(00Z)	1	7	00Z	3	IV	NE	RN
JAN	20	12Z	24(05Z)	3	25	05Z	4	I	NE/E	AL, PE
JAN	22	12Z	26(00Z)	3	28	06Z	5	I	NE	CENEB
JAN	27	12Z	30(12Z)	3	31	18Z	4	I	NE	RN, PB
FEV	6	00Z	10(06Z)	4	11	06Z	5	I	NE/E	CENEB
FEV	13	00Z	13(12Z)	0	15	05Z	2	V	SE	SE, AL, PE, PB
FEV	10	06Z	16(12Z)	6	17	06Z	7	I	E	SE, AL, PE, PB
FEV	16	06Z	19(12Z)	3	21	00Z	4	III	SE/E/NE	CENEB
FEV	18	06Z	22(12Z)	3	24	06Z	6	I	NE/E	CENEB
FEV	20	18Z	25(06Z)	4	27	18Z	7	I	NE	RN
MAR	12	00Z	16(00Z)	4	18	12Z	6	I	NE/E	CENEB
MAR	18	12Z	20(12Z)	2	21	2Z	3	I	NE	RN
ABR	4	12Z	4(18Z)	0	5	00Z	0	V	NE	RN
ABR	4	18Z	6(12Z)	1	7	12Z	2	IV	NE	RN, PB
ABR	9	00Z	12(18Z)	3	13	12Z	4	I	NE/E	CENEB
ABR	15	12Z	15(18Z)	0	18	12Z	2	V	SE	SE, AL, PE, PB
ABR	19	12Z	23(18Z)	4	24	06Z	4	I	NE	RN
ABR	21	18Z	24(18Z)	3	26	06Z	4	I	E/NE	RN
ABR	27	00Z	28(06Z)	1	29	06Z	2	III	NE	CENEB
MAI	1	06Z	05(06Z)	4	6	18Z	5	I	NE	CENEB
MAI	7	18Z	09(12Z)	1	11	06Z	3	III	NE	CENEB
MAI	18	06Z	22(00Z)	3	23	06Z	5	I	NE	RN,PB
JUN	5	18Z	06(18Z)	1	7	18Z	2	V	SE/E	BA, SE ,AL
JUN	7	18Z	08(06Z)	0	9	12Z	1	V	E	AL, PE, PB
JUN	9	12Z	10(12Z)	1	12	12Z	3	V	NE	RN, PB
JUN	12	12Z	14(06Z)	1	15	12Z	3	III	E	RN, PB, PE, AL
JUN	21	06Z	22(00Z)	0	24	06Z	3	V	NE	RN
JUN	25	06Z	25(12Z)	0	27	12Z	2	V	E	AL, PE, PB, RN
JUN	27	12Z	28(12Z)	2	30	06Z	2	V	SE/E	RN, PB
JUL	2	12Z	03(06Z)	0	4	18Z	2	V	NE	RN, PB
JUL	10	12Z	10(18Z)	0	13	12Z	0	V	NE	RN
JUL	10	12Z	10(18Z)	0	11	06Z	0	V	E	PB, PE
JUL	19	06Z	19(18Z)	0	20	06Z	1	V	E	RN, PB, PE
JUL	23	06Z	23(18Z)	0	24	06Z	1	V	E	RN
JUL	24	06Z	24(18Z)	0	26	06Z	2	V	NE/E	RN, PB, PE, AL
JUL	26	06Z	26(12Z)	0	27	12Z	1	V	E	RN, PB, PE
JUL	29	06Z	31(12Z)	0	2/ago	06Z	0	IV	NE	AL, PB, PE
AGO	2	06Z	02(12Z)	0	3	06Z	1	IV	NE	RN, PB, PE
AGO	7	06Z	08(12Z)	1	10	06Z	3	III	E	RN, PB, PE

SET	12	12Z	12(18Z)	0	13	18Z	1	V	SE	SE, AL, PE, PB
OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOV	15	12Z	16(06Z)	0	16	18Z	1	III	E	RN, PB, PE
NOV	25	06Z	25(12Z)	0	26	12Z	1	V	NE	RN, PB, PE, AL
NOV	28	06Z	28(18Z)	0	29	12Z	1	V	NE	RN
DEZ	20	12Z	22(18Z)	2	23	18Z	3	III	NE	RN, PB, PE

(b)

	TAB. TOTAIS 2000					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	3	-	-	1	-	4	4	-	1
FEV	4	-	1	-	1	6	4	2	3
MAR	2	-	-	-	-	2	2	-	1
ABR	3	-	1	1	2	7	6	1	2
MAI	2	-	1	-	-	3	3	-	-
JUN	-	-	1	-	6	7	2	2	5
JUL	1	-	-	1	7	8	4	-	5
AGO	-	-	1	1	-	2	1	-	1
SET	-	-	-	-	1	1	-	1	-
OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOV	-	-	1	-	2	3	2	-	1
DEZ	-	-	1	-	-	1	1	-	-
TOTAL	15	0	7	4	19	44	29	6	19

Tabela 10 – Registro das OL identificadas em 2001, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)											
ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA INÍCIO	IMPACTO	DESLOCA. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS
2001	JAN	2	12Z	2(18Z)	0	3	00Z	0	II	E	PB, PE
2001	JAN	2	12Z	3(06Z)	0	4	00Z	1	II	NE	RN, PB, PE
2001	JAN	14	06Z	18(06Z)	4	20	00Z	5	I	NE	CENEB
2001	JAN	23	00Z	24(12Z)	1	26	06Z	3	IV	NE	CENEB
2001	FEV	2	12Z	3(18Z)	1	4	00Z	1	V	SE/E	PE, PB
2001	FEV	3	18Z	6(06Z)	2	7	00Z	3	I	NE	RN
2001	FEV	4	18Z	8(18Z)	4	10	00Z	5	I	NE	RN
2001	FEV	6	12Z	7(12Z)	1	8	00Z	7	III	SE	RN
2001	FEV	9	12Z	12(00Z)	2	14	00Z	4	III	NE	CENEB
2001	MAR	4	00Z	7(18Z)	3	8	12Z	4	I	NE	RN
2001	MAR	15	18Z	16(12Z)	0	18	12Z	2	V	E	BA, SE
2001	MAR	29	00Z	29(12Z)	0	31	12Z	2	V	SE	CENEB
2001	ABR	1	00Z	06(00Z)	5	9	12Z	8	I	SE/NE	CENEB
2001	ABR	13	12Z	14(18Z)	1	15	12Z	2	IV	SE	RN
2001	ABR	21	18Z	24(06Z)	3	27	00Z	6	I	NE	CENEB
2001	ABR	26	12Z	27(06Z)	0	28	00Z	1	V	SE	BA, SE AL
2001	MAI	20	06Z	25(06Z)	5	26	00Z	5	I	E/NE	RN
2001	MAI	30	12Z	31(18Z)	1	01/jun	00Z	1	V	SE	BA, SE, AL PE
2001	JUN	2	12Z	5(06Z)	2	6	00Z	3	V	SE/E	RN
2001	JUN	5	18Z	6(12Z)	0	8	00Z	2	V	SE/E	CENEB
2001	JUN	7	00Z	07(12Z)	0	10	12Z	3	V	SE/E	CENEB
2001	JUN	13	12Z	17(00Z)	3	18	12Z	5	I	NE/E	RN, PB
2001	JUN	21	06Z	21(18Z)	1	23	06Z	2	V	NE	CENEB
2001	JUN	24	18Z	26(06Z)	1	28	06Z	2	III	E	SE,AL,PE
2001	JUL	7	12Z	8(12Z)	1	10	06Z	2	V	NE	RN, PB, PE
2001	JUL	19	06Z	19(12Z)	0	20	12Z	1	V	E	SE, AL
2001	JUL	21	12Z	21(18Z)	0	22	06Z	1	V	SE	SE, AL, PE
2001	JUL	29	06Z	29(12Z)	0	30	06Z	1	V	SE/E	CENEB
2001	AGO	11	06Z	14(00Z)	2	14	06Z	3	I	NE	RN, PB, PE, AL
2001	AGO	13	06Z	17(00Z)	3	17	11Z	4	I	NE	RN
2001	SET	3	12Z	7(12Z)	4	8	12Z	5	I	NE	RN
2001	SET	18	06Z	21(12Z)	3	26	18Z	8	I	NE	CENEB
2001	OUT	1	18Z	3(00Z)	2	4	12Z	3	I	NE	RN
2001	OUT	17	18Z	21(18Z)	4	22	12Z	5	I	NE	RN
2001	NOV	5	18Z	6(12Z)	0	7	12Z	1	III	NE	RN

2001 DEZ - - - - - - - - - -

(b)

	TAB. TOTAIS 2001					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	1	2	-	1	-	4	3	-	1
FEV	2	-	2	-	1	5	3	2	1
MAR	1	-	-	-	2	3	-	1	1
ABR	2	-	-	1	1	4	2	3	-
MAI	1			-	1	2	2	1	1
JUN	1	-	1	-	4	6	2	3	5
JUL	-	-	-	-	4	4	1	2	2
AGO	2	-	-	-	-	2	2	-	-
SET	2	-	-	-	-	2	2	-	-
OUT	2	-	-	-	-	2	2	-	-
NOV	-	-	1	-	-	1	1	-	-
DEZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	14	2	4	2	13	35	20	12	11

Tabela 11 – Registro das OL identificadas em 2002, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)

ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOCA. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS
2002	JAN	6	05Z	8(00Z)	1	9	12Z	2	III	SE	CENEB
2002	JAN	6	06Z	8(12Z)	2	9	06Z	3	III	SE/E	CENEB SE, AL, PE
2002	JAN	6	06Z	9(12Z)	3	10	06Z	4	III	SE/E	SE, AL, PE
2002	JAN	9	18Z	10(12Z)	0	12	12Z	2	III	E	SE, AL
2002	JAN	17	06Z	19(18Z)	2	21	00Z	3	II	E	CENEB SE, AL, PE
2002	JAN	18	12Z	21(00Z)	2	22	12Z	4	II	NE/E	SE, AL
2002	JAN	23	18Z	24(12Z)	0	25	12Z	1	V	NE/E	CENEB SE, AL, PE
2002	JAN	25	06Z	26(06Z)	1	27	00Z	2	V	E	CENEB
2002	JAN	27	06Z	31(06Z)	4	02/fev	06Z	6	I	NE	CENEB
2002	FEV	10	00Z	10(12Z)	0	12	06Z	2	V	SE/E	CENEB
2002	FEV	12	00Z	13(00Z)	1	13	06Z	1	IV	NE	RN
2002	FEV	21	18Z	23(00Z)	1	24	06Z	3	IV	NE	RN, PB
2002	MAR	1	18Z	3(12Z)	1	5	00Z	3	I	NE	RN, PB, PE, AL
2002	MAR	6	06Z	7(06Z)	1	8	12Z	3	V	E	CENEB RN, PB, PE
2002	MAR	14	18Z	15(18Z)	1	17	18Z	3	IV	NE	AL, PE RN, PB, PE
2002	MAR	17	18Z	18(12Z)	0	19	12Z	1	V	E	CENEB
2002	MAR	20	12Z	23(12Z)	2	24	12Z	4	IV	NE	AL, PE RN, PB, PE
2002	MAR	27	12Z	27(18Z)	0	29	06Z	2	IV	NE	CENEB
2002	MAR	30	12Z	31(06Z)	0	02/abr	12Z	3	IV	NE	CENEB
2002	ABR	15	18Z	17(12Z)	1	18	06Z	3	III	NE	RN, PB, PE
2002	ABR	18	06Z	20(00Z)	1	20	18Z	2	V	E	PB, RN
2002	ABR	28	06Z	30(12Z)	3	02/mai	00Z	6	I	NE	CENEB
2002	ABR	26	12Z	27(06Z)	0	28	06Z	1	V	E	SE, AL
2002	ABR	27	12Z	30(12Z)	3	30	18Z	3	I	NE	RN
2002	MAI	2	06Z	06(06Z)	4	9	12Z	7	III	NE/E	CENEB RN, PB, PE
2002	MAI	10	00Z	11(00Z)	1	12	06Z	2	IV	NE	CENEB
2002	MAI	31	06Z	31(12Z)	0	2	06Z	2	V	E/NE	CENEB
2002	JUN	1	12Z	2(18Z)	1	4	12Z	3	IV	NE	RN
2002	JUN	4	18Z	5(12Z)	0	10	18Z	6	V	E/NE	CENEB
2002	JUN	6	06Z	6(12Z)	0	7	00Z	5	V	SE	SE, AL RN, PB, PE
2002	JUN	8	06Z	09(06Z)	1	10	18Z	2	III	E	SE, AL, PE, PB, PE, PB, RN
2002	JUN	10	06Z	12(06Z)	2	14	00Z	3	III	SE	AL, SE
2002	JUN	15	06Z	15(12Z)	0	16	18Z	1	V	E/NE	RN
2002	JUN	19	06Z	19(18Z)	0	21	00Z	1	V	NE	AL, SE
2002	JUN	25	00Z	25(06Z)	0	25	18Z	0	V	NE	RN

2002	JUN	30	12Z	30(18Z)	0	31	00Z	0	V	SE	SE, AL
2002	JUL	24	12Z	24(18Z)	0	25	12Z	1	V	NE	RN PE, AL,
2002	JUL	26	12Z	26(18Z)	0	27	06Z	0	V	NE	SE
2002	AGO	2	12Z	3(18Z)	1	4	06Z	1	I	E	RN, PB, PE
2002	SET	26	12Z	28(00Z)	1	28	12Z	2	I	NE	RN
2002	OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2002	NOV	11	06Z	12(00Z)	0	13	12Z	2	III	NE	RN
2002	NOV	13	12Z	13(18Z)	0	15	00Z	1	V	NE	RN, PB, PE
2002	NOV	14	00Z	15(12Z)	1	16	06Z	2	III	NE	RN, PB, PE
2002	NOV	19	00Z	19(18Z)	0	20	18Z	1	IV	NE	RN
2001	DEZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(b)

	TAB. TOTAIS 2002					DIREÇÃO			
	I	II	III	IV	V	TOTAIS	NE	SE	E
JAN	1	2	4	-	2	9	3	3	7
FEV	-	-	-	2	1	3	2	1	1
MAR	1	-	-	3	2	6	4	-	2
ABR	2	-	1	-	2	5	3	-	2
MAI	1	-	-	1	1	3	4	-	2
JUN	-	-	2	1	6	9	5	3	3
JUL	-	-	-	-	2	2	2	-	-
AGO	1	-	-	-	-	1	-	-	1
SET	1	-	-	-	-	1	1	-	-
OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOV	-	-	2	1	1	4	4	-	-
DEZ	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	7	2	9	8	17	43	28	7	8

Tabela 12 – Registro das OL identificadas em 2003, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)											
ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOC. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
2003	JAN	5	06Z	6(12Z)	1	8	06Z	3	III	E	CENEB
2003	JAN	12	12Z	16(12Z)	4	17	12Z	5	I	NE/E	CENEB
2003	JAN	17	00Z	17(12Z)	0	18	06Z	1	V	SE	SE, AL
2003	JAN	17	18Z	18(12Z)	0	19	12Z	1	III	NE	RN
2003	JAN	19	12Z	19(18Z)	0	20	12Z	1	V	SE	CENEB
2003	JAN	28	18Z	30(12Z)	2	31	00Z	2	III	SE	CENEB
2003	JAN	29	06Z	29(12Z)	0	30	06Z	0	V	E	RN
2003	FEV	1	18Z	4(06Z)	2	5	12Z	3	III	SE	PE, PB, RN
2003	FEV	7	18Z	08(00Z)	0	12	12Z	4	IV	NE	CENEB
2003	FEV	17	00Z	19(06Z)	2	19	18Z	2	III	SE/NE	PE
2003	FEV	20	06Z	24(00Z)	3	25	12Z	4	I	E	RN, PB, PE
2003	MAR	1	12Z	3(12Z)	2	8	06Z	6	IV	NE	CENEB
2003	MAR	22	00Z	25(12Z)	3	26	18Z	4	I	E	PB, PE, AL, SE, BA
2003	MAR	29	12Z	31(18Z)	2	03/abr	12Z	5	I	NE	RN
2003	ABR	4	12Z	05(12Z)	1	6	12Z	2	V	NE	RN
2003	ABR	9	00Z	10(12Z)	1	12	00Z	3	II	NE	RN
2003	ABR	16	18Z	19(06Z)	2	19	12Z	2	IV	NE	RN
2003	ABR	21	12Z	21(18Z)	0	22	00Z	0	V	E	AL, PE, PB, RN
2003	ABR	21	12Z	23(00Z)	1	24	12Z	3	III	E	CENEB
2003	ABR	25	06Z	26(12Z)	1	28	06Z	3	IV	NE	RN, PB
2003	MAI	10	06Z	14(12Z)	4	16	06Z	6	I	NE	CENEB
2003	JUN	7	06Z	10(06Z)	3	11	12Z	4	III	NE	RN
2003	JUN	12	12Z	14(12Z)	2	17	12Z	5	V	E	AL, PE, PB
2003	JUN	17	12Z	19(18Z)	2	22	00Z	4	V	E	AL, PE, PB
2003	JUN	29	00Z	29(18Z)	0	30	06Z	1	V	E	AL
2003	JUL	14	12Z	18(06Z)	3	19	06Z	4	I	NE/E	RN, PB, PE
2003	AGO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	SET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2003	NOV	28	06Z	30(06Z)	2	02/dez	12Z	5	I	NE/E	CENEB
2003	DEZ	10	12Z	11(00Z)	0	11	06Z	0	IV	NE	RN
2003	DEZ	11	06Z	12(06Z)	1	13	06Z	2	I	NE	RN
2003	DEZ	14	06Z	17(18Z)	3	19	06Z	5	I	NE/E	PB, PE, AL, SE
2003	DEZ	19	06Z	19(12Z)	0	21	06Z	2	V	E	AL

(b)

	TAB. TOTAIS 2003					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	1	-	3	-	3	7	2	3	3
FEV	1	-	2	1	-	4	2	2	1
MAR	2	-	-	1	-	3	2	-	1
ABR	-	1	1	2	2	6	3	-	2
MAI	1	-	-	-	-	1	1	-	-
JUN	-	-	1	-	3	4	1	-	3
JUL	1	-	-	-	-	1	1	-	1
AGO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SET	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOV	1	-	-	-	-	1	1	-	1
DEZ	2	-	-	1	1	4	3	-	2
	3	0	0	1	1	5	4	0	3

Tabela 13 – Registro das OL identificadas em 2004, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)											
ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOC. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
2004	JAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	FEV	19	18Z	21(12Z)	2	24	00Z	5	I	NE	RN
2004	MAR	1	18Z	07(00Z)	5	8	00Z	6	I	E/NE	CENEB
2004	MAR	13	06Z	15(18Z)	2	17	12Z	4	III	NE/E	RN, PB, PE, AL, SE
2004	ABR	2	18Z	05(18Z)	3	6	18Z	4	I	NE/E	RN
2004	MAI	2	12Z	03(12Z)	1	5	00Z	2	IV	NE	RN, PB, PE AL, SE
2004	MAI	10	06Z	10(18Z)	0	11	06Z	1	V	E	AL
2004	MAI	27	00Z	01/jun(00Z)	1	03/jun	06Z	3	III	E	CENEB
2004	JUN	9	12Z	10(06Z)	0	12	06Z	2	V	SE	RN, PB, PE
2004	JUN	10	06Z	10(12Z)	0	13	06Z	3	V	SE	AL, BA, SE
2004	JUN	12	12Z	14(06Z)	1	16	06Z	3	V	SE	AL, BA, SE, PE
2004	JUN	25	06Z	26(18Z)	1	27	12Z	2	III	E	PE, AL, SE
2004	JUN	28	12Z	29(06Z)	0	30	12Z	2	V	NE/E	SE, AL, PE, PB
2004	JUL	13	00Z	14(06Z)	1	18	12Z	5	V	E	CENEB
2004	JUL	26	06Z	27(12Z)	1	28	00Z	2	IV	NE	RN
2004	AGO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	SET	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2004	OUT	16	12Z	17(18Z)	1	18	12Z	2	V	NE/E	RN
2004	OUT	27	06Z	29(00Z)	2	30	12Z	3	V	NE	RN
2004	NOV	16	18Z	17(18Z)	1	18	06Z	2	IV	NE	RN
2004	DEZ	1	06Z	01(12Z)	0	2	00Z	0	IV	NE	RN, PB, PE

(b)

	TAB. TOTAIS 2004					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FEV	1	-	-	-	-	1	1	-	-
MAR	1	-	1	-	-	2	2	-	2
ABR	1	-	-	-	-	1	1	-	1
MAI	-	-	1	1	1	3	1	-	2
JUN	-	-	1	-	4	5	1	3	2
JUL	-	-	-	1	1	2	1	-	1
AGO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SET	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OUT	-	-	-	-	2	2	2	-	1
NOV	-	-	-	1	-	1	1	-	-
DEZ	-	-	-	1	-	1	1	-	-
Total	3	0	3	4	8	18	11	3	9

Tabela 14 – Registro das OL identificadas em 2005, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)

ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOCAMENTO (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
2005	JAN	1	00Z	05(12Z)	4	6	06Z	5	I	NE	RN, PB, PE, AL
2005	JAN	6	06Z	07(18Z)	1	8	12Z	2	III	SE	SE, AL, PE, PB
2005	JAN	8	06Z	08(12Z)	0	9	12Z	1	V	NE	RN, PB, PE, AL
2005	FEV	4	18Z	08(18Z)	4	10	12Z	6	III	SE	AL, PE
2005	FEV	25	00Z	25(18Z)	0	26	12Z	1	V	NE	RN
2005	MAR	25	06Z	25(18Z)	0	26	12	1	IV	NE	RN
2005	ABR	10	12Z	12(12Z)	2	12	18Z	2	III	E	RN, PB PE
2005	ABR	11	12Z	12(12Z)	1	15	06Z	4	I	E/NE	RN,PB, PE, AL
2005	ABR	21	06Z	21(18Z)	0	23	12Z	2	IV	NE	RN
2005	MAI	11	06Z	12(12Z)	1	13	09Z	2	III	E	CENEB
2005	MAI	13	06Z	16(00Z)	2	17	00Z	3	I	NE/E	CENEB
2005	MAI	27	18Z	30(06Z)	3	31	06Z	4	III	SE	AL, PB, PE
2005	JUN	1	06Z	02(06Z)	1	4	12Z	3	V	SE	AL
2005	JUN	5	12Z	06(18Z)	1	7	18Z	2	III	E	RN
2005	JUN	9	18Z	12(06Z)	3	15	12Z	6	V	E	CENEB
2005	JUN	14	18Z	17(12Z)	3	20	12Z	6	III	E	CENEB
2005	JUN	21	18Z	23(12Z)	2	25	12Z	4	III	E	CENEB
2005	JUN	25	06Z	26(06Z)	1	27	12Z	2	III	E/SE	RN
2005	JUL	16	12Z	18(12Z)	2	19	06Z	3	III	E	CENEB
2005	JUL	20	12Z	22(00Z)	2	23	06Z	3	III	E	SE, AL
2005	AGO	1	00Z	01(18Z)	0	3	00Z	2	V	SE	AL
2005	AGO	19	18Z	20(12Z)	1	21	00Z	2	V	SE	AL
2005	AGO	20	12Z	21(06Z)	1	22	00Z	2	V	SE	AL
2005	AGO	22	06Z	22(06Z)	0	23	12Z	1	IV	NE	RN
2005	SET	1	00Z	03(00Z)	2	3	18Z	2	V	E/SE	AL
2005	SET	3	18Z	04(18Z)	1	5	00Z	2	V	SE/E	AL
2005	SET	5	00Z	06(12Z)	1	7	00Z	2	V	E/SE	AL
2005	SET	11	00Z	12(12Z)	1	12	18Z	1	III	E/SE	CENEB
2005	SET	24	18Z	26(12Z)	2	26	18Z	2	III	E	CENEB
2005	SET	29	06Z	29(18Z)	0	30	00Z	1	V	NE	RN
2005	OUT	16	12Z	17(12Z)	1	19	06Z	3	III	E	CENEB
2005	NOV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2005	DEZ	5	06Z	05(12Z)	0	6	06Z	1	V	SE	SE, AL, PE

2005 DEZ 9 00Z 09(18Z) 0 10 00Z 1 V SE SE, AL

(b)

	TAB. TOTAIS 2005					DIREÇÃO			
	I	II	III	IV	V	TOTAIS	NE	SE	E
JAN	1	-	1	-	1	3	2	1	-
FEV	-	-	1	-	1	2	1	1	-
MAR	-	-	-	1	-	1	1	-	-
ABR	1	-	1	1	-	3	2	-	2
MAI	1	-	2	-	-	3	1	1	2
JUN	-	-	4	-	2	6	-	2	5
JUL	-	-	2	-	-	2	-	-	2
AGO	-	-	-	1	3	4	1	3	-
SET	-	-	2	-	4	6	1	4	5
OUT	-	-	1	-	-	1	-	-	1
NOV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEZ	-	-	-	-	2	2	-	2	-
Total	3	0	14	3	13	33	9	14	17

Tabela 15 – Registro das OL identificadas em 2006, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)											
ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOC. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
2006	JAN	3	00Z	05(18Z)	2	8	00Z	5	IV	NE	RN
2006	JAN	12	18Z	13(18Z)	1	14	00Z	1	IV	NE	RN
2006	FEV	15	18Z	20(00Z)	5	21	00Z	6	I	E/NE	RN, PB, PE AL, SE
2006	FEV	18	00Z	21(18Z)	3	23	00Z	5	I	E	RN
2006	FEV	20	06Z	25(18Z)	5	28	18Z	8	I	NE/E	AL
2006	MA R	15	12Z	17(18Z)	2	18	06Z	2	IV	NE	RN
2006	MA R	21	06Z	22(18Z)	1	24	12Z	3	IV	NE	RN
2006	ABR	3	06Z	04(18Z)	1	5	06Z	2	IV	NE	RN
2006	ABR	8	06Z	09(06Z)	1	9	18Z	1	V	SE	SE, AL, PE
2006	ABR	12	06Z	14(00Z)	2	14	18Z	2	V	NE	RN
2006	ABR	29	00Z	30(12Z)	1	02/mai	06Z	4	IV	NE/E	CENEB
2006	MAI	23	00Z	24(00Z)	1	24	18Z	1	III	E	PB, PE, AL
2006	MAI	24	12Z	25(12Z)	1	25	18Z	1	III	E/SE	AL
2006	JUN	6	18Z	07(06Z)	0	8	18Z	2	V	SE	BA, AL, SE
2006	JUN	10	12Z	11(18Z)	1	12	18Z	2	V	NE/SE/E	CENEB
2006	JUN	16	12Z	17(06Z)	0	18	06Z	1	III	E	CENEB
2006	JUN	21	00Z	21(12Z)	0	22	12Z	1	V	SE	CENEB
2006	JUL	26	00Z	27(06Z)	1	28	00Z	2	V	E	AL
2006	AG O	1	00Z	02(06Z)	1	3	12Z	2	III	NE	RN
2006	AG O	26	06Z	27(06Z)	1	28	06Z	2	IV	NE	RN
2006	SET	1	00Z	03(12Z)	2	3	18Z	2	IV	NE	RN
2006	SET	6	12Z	07(12Z)	1	9	12Z	3	IV	NE	RN
2006	SET	10	18Z	11(06Z)	0	12	06Z	1	V	NE	CENEB
2006	SET	19	06Z	20(12Z)	1	23	12Z	4	IV	NE	CENEB
2006	OUT	15	00Z	17(18Z)	2	19	00Z	4	IV	NE	RN
2006	OUT	20	18Z	23(18Z)	3	25	18Z	5	IV	NE	RN
2006	NOV	8	12Z	15(12Z)	7	18	00Z	10	I	E	CENEB
2006	DEZ	9	18Z	14(00Z)	5	15	00Z	6	I	NE/SE	RN
2006	DEZ	23	18Z	25(06Z)	1	26	18Z	3	IV	NE	CENEB
2006	DEZ	26	12Z	27(06Z)	0	28	00Z	1	V	NE	RN

(b)

	TAB. TOTAIS 2006					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	-	-	-	2	-	2	2	-	-
FEV	3	-	-	-	-	3	2	-	3
MAR	-	-	-	2	-	2	2	-	-
ABR	-	-	-	2	2	4	3	1	1
MAI	-	-	2	-	-	2	-	1	2
JUN	-	-	1	-	3	4	1	3	2
JUL	-	-	-	-	1	1	-	-	1
AGO	-	-	1	1	-	2	2	-	-
SET	-	-	-	3	1	4	4	-	-
OUT	-	-	-	2	-	2	2	-	-
NOV	1	-	-	-	-	1	-	-	1
DEZ	1	-	-	1	1	3	3	1	-
Total	5	0	4	13	8	30	21	6	10

Tabela 16 – Registro das OL identificadas em 2007, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)											
ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOCAMENTO (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
2007	JAN	1	18Z	02(06Z)	0	3	06Z	2	IV	NE	RN
2007	JAN	6	12Z	07(18Z)	1	10	06Z	3	IV	NE	RN
2007	JAN	21	18Z	22(12Z)	0	23	06Z	1	IV	NE	RN
2007	FEV	7	06Z	08(00Z)	0	9	18Z	2	II	E	PE, AL
2007	FEV	21	18Z	28(00Z)	6	02/mar	00Z	8	I	NE/E	CENEB
2007	MAR	3	00Z	04(00Z)	1	4	06Z	1	V	SE	BA, SE, AL
2007	MAR	6	06Z	07(18Z)	1	9	06Z	3	IV	NE	CENEB
2007	MAR	11	18Z	16(18Z)	5	17	06Z	6	I	E	AL, PE
2007	MAR	17	00Z	17(12Z)	0	18	12Z	1	IV	NE	RN
2007	MAR	23	18Z	27(12Z)	3	29	12Z	5	I	NE	CENEB
2007	MAR	24	00Z	24(12Z)	0	25	00Z	1	V	NE	PB, PE
2007	ABR	3	06Z	06(00Z)	2	6	18Z	3	IV	NE	RN
2007	ABR	7	00Z	07(18Z)	0	8	12Z	1	V	NE	RN
2007	ABR	11	06Z	12(06Z)	1	12	18Z	1	II	E	BA
2007	ABR	27	12Z	28(18Z)	1	29	00Z	1	III	E	BA
2007	ABR	23	06Z	30(00Z)	6	01/mai	00Z	7	I	E	AL, SE
2007	MAI	3	18Z	04(18Z)	1	6	00Z	2	IV	E/NE	RN
2007	MAI	12	06Z	12(12Z)	0	13	06Z	1	V	SE	BA, SE, AL
2007	MAI	26	00Z	30(06Z)	4	01/jun	18Z	5	I	E/NE	RN
2007	JUN	8	18Z	11(18Z)	3	13	18Z	5	III	E	CENEB
2007	JUN	16	18Z	17(06Z)	0	18	00Z	1	V	SE	RN
2007	JUN	20	06Z	20(18Z)	0	21	00Z	0	V	NE	RN
2007	JUL	1	00Z	01(18Z)	0	2	00Z	1	IV	NE	RN
2007	JUL	12	06Z	13(00Z)	0	14	00Z	1	V	NE	RN
2007	AGO	10	18Z	12(18Z)	2	13	00Z	2	IV	NE	RN
2007	AGO	16	18Z	19(00Z)	2	20	12Z	3	I	E/NE	RN
2007	AGO	23	00Z	30(06Z)	7	31	18Z	8	I	E/NE	CENEB
2007	SET	7	00Z	11(00Z)	4	11	06Z	4	I	E/NE	RN
2007	SET	19	18Z	22(18Z)	3	23	00Z	3	V	SE	AL
2007	OUT	14	06Z	17(06Z)	3	18	00Z	3	IV	NE	RN
2007	OUT	25	06Z	27(12Z)	2	27	18Z	2	IV	NE	RN
2007	NOV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	DEZ	12	12Z	13(18Z)	1	14	00Z	1	V	SE	BA

(b)

	TAB. TOTAIS 2007					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	-	-	-	3	-	3	3	-	-
FEV	1	1	-	-	-	2	1	-	2
MAR	2	-	-	2	2	6	4	1	1
ABR	1	1	1	1	1	5	2	-	3
MAI	1	-	-	1	1	3	2	1	2
JUN	-	-	1	-	2	3	1	1	1
JUL	-	-	-	1	1	2	2	-	-
AGO	2	-	-	1	-	3	3	-	2
SET	1	-	-	-	1	2	1	1	1
OUT	-	-	-	2	-	2	2	-	-
NOV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEZ	-	-	-	-	1	1	-	1	-
Total	8	2	2	11	9	32	21	5	12

Tabela 17 – Registro das OL identificadas em 2008, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)

ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOC (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS ATINGIDOS
2008	JAN	2	00Z	04(00Z)	2	4	06Z	2	IV	NE	RN
2008	JAN	8	12Z	10(18Z)	2	11	00Z	2	V	SE	BA, SE, AL
2008	JAN	28	00Z	28(12Z)	0	29	06Z	1	II	E	PE, AL
2008	FEV	1	00Z	02(12Z)	1	4	06Z	3	IV	NE	RN
2008	FEV	20	00Z	24(06Z)	4	24	12Z	4	I	E	CENEB
2008	MAR	2	00Z	03(06Z)	1	4	06Z	2	IV	NE	RN
2008	MAR	8	00Z	08(18Z)	1	9	06Z	2	V	E	CENEB
2008	MAR	9	06Z	10(18Z)	1	11	12Z	2	IV	NE	RN
2008	MAR	13	00Z	15(12Z)	2	23	12Z	10	V	SE	CENEB
2008	ABR	3	00Z	05(12Z)	2	7	12Z	4	I	NE	RN
2008	ABR	6	18Z	08(18Z)	2	10	12Z	4	IV	NE	RN
2008	MAI	1	00Z	01(18Z)	0	2	00Z	1	V	E	RN, PE, PB
2008	MAI	9	06Z	09(18Z)	0	10	12Z	1	V	NE	RN, PB, PE
2008	MAI	10	18Z	11(18Z)	1	12	00Z	1	IV	NE	RN
2008	MAI	26	00Z	26(12Z)	0	28	12Z	2	V	SE	CENEB
2008	JUN	2	00Z	04(06Z)	2	5	06Z	3	I	NE	RN, PB, PE
2008	JUN	12	00Z	12(12Z)	0	13	00Z	1	V	NE	RN
2008	JUN	24	12Z	27(12Z)	3	29	00Z	4	I	NE	RN, PB, PE
2008	JUN	29	00Z	30(18Z)	1	2	12Z	4	IV	NE	RN, PB, PE
2008	JUL	9	00Z	12(18Z)	3	13	06Z	4	I	NE	RN
2008	JUL	19	00Z	19(18Z)	0	20	18Z	1	V	E	RN
2008	AGO	1	00Z	01(12Z)	0	2	18Z	1	V	NE	RN
2008	AGO	1	00Z	05(06Z)	4	6	00Z	5	I	E/NE	RN
2008	AGO	3	18Z	10(12Z)	6	13	18Z	10	I	E/NE	CENEB
2008	AGO	6	18Z	07(18Z)	1	8	18Z	2	V	SE	PE, PB, RN
2008	AGO	10	12Z	15(12Z)	5	16	18Z	6	I	NE/E	CENEB
2008	AGO	22	12Z	25(18Z)	3	31	18Z	9	I	E/NE	CENEB
2008	SET	25	00Z	28(18Z)	3	30	06Z	5	I	NE	RN
2008	OUT	1	00Z	05(00Z)	4	7	00Z	6	I	NE	RN
2008	OUT	16	00Z	19(18Z)	3	21	00Z	5	I	NE	RN
2008	NOV	29	12Z	30(00Z)	1	01/dez	00Z	1	IV	NE	RN
2008	DEZ	19	18Z	20(06Z)	0	20	12Z	0	IV	NE	RN
2008	DEZ	24	00Z	29(18Z)	5	30	18Z	6	I	NE	RN, PB, PE

(b)

	TAB. TOTAIS 2008					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	-	1	-	1	1	3	1	1	1
FEV	1	-	-	1	-	2	1	-	1
MAR	-	-	-	2	2	4	2	1	1
ABR	1	-	-	1	1	3	2	1	-
MAI	1	-	-	1	2	4	2	1	1
JUN	2	-	-	1	1	4	4	-	-
JUL	1	-	-	-	1	2	1	-	1
AGO	4	-	-	-	1	5	5	-	4
SET	1	-	-	-	-	1	1	-	-
OUT	2	-	-	-	-	2	2	-	-
NOV	-	-	-	1	-	1	1	-	-
DEZ	1	-	-	1	-	2	2	-	-
Total	14	1	0	9	9	33	24	4	9

Tabela 18 – Registro das OL identificadas em 2009, (a) separadas por caso, (b) contabilização total.

(a)

ANO	MÊS	DIA (INÍCIO)	HORA (INÍCIO)	IMPACTO	DESLOCA. (DIAS)	DIA (FIM)	HORA (FIM)	DURAÇÃO (DIAS)	ÁREA	DIREÇÃO	ESTADOS
2009	JAN	1	00Z	08(06Z)	7	10	06Z	9	II	E	PE, AL, PB
2009	JAN	13	00Z	15(18Z)	2	17	06Z	4	I	NE	RN
2009	FEV	20	12Z	22(06Z)	1	23	00Z	3	V	E/NE	CENEB
2009	FEV	28	00Z	28(12Z)	0	28	18Z	0	V	NE	RN
2009	MAR	18	06Z	19(06Z)	1	20	00Z	3	V	NE	RN
2009	MAR	26	00Z	28(12Z)	2	30	12Z	4	I	NE	RN
2009	ABR	1	12Z	05(00Z)	4	7	18Z	6	I	NE/E	CENEB
2009	ABR	30	06Z	30(18Z)	0	2	00Z	1	V	NE	RN, PB
2009	MAI	5	06Z	08(12Z)	3	9	12Z	4	I	NE	RN
2009	MAI	10	12Z	11(06Z)	0	12	12Z	2	V	NE	RN
2009	MAI	19	18Z	21(00Z)	1	22	00Z	2	V	NE	RN
2009	MAI	22	06Z	22(12Z)	0	24	00Z	1	V	E	RN, PB, PE
2009	JUN	9	00Z	09(18Z)	0	13	06Z	4	IV	NE	CENEB
2009	JUN	18	06Z	22(18Z)	4	24	18Z	5	III	E	CENEB
2009	JUN	24	18Z	25(00Z)	0	26	06Z	1	V	NE	RN, PB, PE
2009	JUL	5	00Z	05(18Z)	0	7	18Z	2	V	NE	RN, PB, PE
2009	JUL	18	00Z	18(18Z)	0	19	18Z	1	V	E	RN, PB, PE
2009	JUL	24	00Z	30(12Z)	6	30	18Z	6	I	NE	RN
2009	AGO	1	00Z	05(12Z)	4	5	18Z	4	IV	NE	RN
2009	AGO	6	18Z	09(12Z)	2	9	18Z	3	I	NE	RN
2009	AGO	21	12Z	27(06Z)	5	27	12Z	6	I	NE	RN
2009	SET	1	00Z	04(00Z)	3	4	06Z	3	I	NE	RN
2009	SET	6	06Z	09(00Z)	2	9	06Z	3	I	NE	RN
2009	SET	22	12Z	25(18Z)	3	26	00Z	3	I	NE	RN
2009	OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	NOV	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	DEZ	14	12Z	15(12Z)	1	17	00Z	0	IV	NE	RN
2009	DEZ	24	00Z	29(18Z)	5	30	18Z	6	I	NE	RN, PB, PE

(b)

	TAB. TOTAIS 2009					TOTAIS	DIREÇÃO		
	I	II	III	IV	V		NE	SE	E
JAN	1	1	-	-	-	2	1	-	1
FEV	-	-	-	-	2	2	1	-	1
MAR	1	-	-	-	1	2	2	-	-
ABR	1	-	-	-	1	2	2	-	1
MAI	1	-	-	-	3	4	3	-	1
JUN	-	-	1	1	-	2	1	-	1
JUL	1	-	-	-	2	3	1	-	-
AGO	2	-	-	1	-	3	3	-	-
SET	3	-	-	-	-	3	3	-	-
OUT	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NOV	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DEZ	1	-	-	-	-	1	2	-	-
Total	11	1	1	2	9	24	19	0	5