

# FREQUÊNCIA DE LINHAS DE INSTABILIDADE E CONVECÇÃO SOBRE A COSTA NORTE DO BRASIL

Fernando Pereira de Oliveira<sup>1,\*</sup>, Marcos Daisuke Oyama<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE – [\\*fernando.oliveira@cptec.inpe.br](mailto:fernando.oliveira@cptec.inpe.br)

<sup>2</sup>Instituto de Aeronáutica e Espaço - IAE

**RESUMO:** Este trabalho mostra a frequência de Linhas de Instabilidade (LIs) e convecção costeira (CC) que se formam na costa norte do Brasil no mês de julho dos anos de 1999 a 2009. As LIs e CCs foram identificadas de modo subjetivo com base em imagens de satélite no canal infravermelho e classificadas de acordo com seu local de formação. Em cerca de 7 e 15 (6 e 15) dias no mês de julho, as LIs e CCs se formam sobre o estado do Amapá (Pará e Maranhão). Assim, pôde-se notar que aproximadamente um quarto das LIs e CC não se formaram sobre os estados do Amapá e Maranhão; além disso, notou-se que não há presença de convecção organizada em cerca de um terço dos dias no mês de julho na região da costa norte do Brasil.

**ABSTRACT:** This work shows the frequency of Squall Line (LI) and coastal convection (CC) occurrence at the northern coast of Brazil for one month (July) of 11 years (1999-2009). These systems were identified subjectively from infrared satellite images and classified according to the formation location. LIs and CCs cases were found in about 7 and 15 (6 and 15) days in July over Amapá (Pará and Maranhão) State. Therefore, about one quarter of the LIs and CCs cases did not form at the Amapá and Maranhão States. Moreover, there is no organized convection formation in one third of the days in July at the Brazilian northern coast.

## 1. INTRODUÇÃO

A região da costa norte do Brasil sofre a influência de diversos sistemas meteorológicos associados à ocorrência de precipitação que se organizam em diferentes escalas (Barros, 2008). Embora a precipitação nesta região seja dominada pela influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as Linhas de Instabilidade (LIs) são responsáveis por grandes acumulados de precipitação (p.ex. Cohen, 1989; Barros, 2008). A LI consiste em uma banda de nebulosidade organizada linearmente que contém regiões de convecção profunda. A banda de nebulosidade pode ou não ser contínua. As LIs na região da costa norte do Brasil são associadas ao aquecimento solar e se formam no ramo ascendente da circulação de brisa, sendo por isso chamadas de costeiras (Kousky, 1980). Em média, a banda de nebulosidade associada a uma LI tem 1400 km (170 km) de comprimento (largura), e maior atividade convectiva ocorrendo no fim da tarde início da noite (Cavalcanti, 1982; Cohen, 1989). As LIs foram classificadas, por Cohen (1989), em linhas de instabilidade que ficam confinadas à costa (LIC) e que se propagam continente adentro (LIP).

Além da ZCIT e das LIs, Barros (2008) mostrou que a convecção costeira proveniente de complexos convectivos de mesoescala (tempestades isoladas) pode produzir acumulado mensal de precipitação de aproximadamente 150 mm (40 mm) no mês de fevereiro (junho). Estes sistemas que se formam na região costeira mas não podem ser classificados como LI são aqui agrupados em uma categoria chamada de convecção costeira (CC).

Neste trabalho, objetiva-se obter a frequência de ocorrência de LI e CC para o mês de julho dos anos de 1999 a 2009 e classificá-las de acordo com seu local de formação. O mês de julho é utilizado com o intuito de se filtrar a atuação da ZCIT, que é o principal sistema produtor de precipitação na região, uma vez que neste mês ela tem pequena atuação (Barros, 2008). Embora haja diversos trabalhos sobre a climatologia de LIs na costa norte do Brasil (por exemplo, Cavalcanti, 1982; Cohen, 1989; Santos Neto, 2004), a diferenciação entre LIs que se formam no Amapá e no Maranhão não é abordada nesses trabalhos.

## **2. DADOS E METODOLOGIA**

Foram utilizadas imagens dos satélites GOES (*Geostationary Operational Environmental Satellite*) no canal infravermelho (disponibilizadas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, CPTEC). Para este período as imagens possuem frequência temporal de pelo menos 3 h. Estas imagens são utilizadas para se verificar a frequência de LI e CC que ocorrem na costa norte do Brasil.

As LIs foram identificadas de modo subjetivo seguindo a metodologia descrita por Cavalcanti (1982), que se baseia na análise subjetiva de imagens de satélite no canal infravermelho. Cavalcanti estimou a intensidade, comprimento e largura das LIs a partir das imagens entre 18 e 23 UTC; este intervalo foi utilizado porque as LIs se mostram melhor definidas no fim da tarde ou início da noite. Aqui foram analisadas as imagens das 18 UTC a 00 UTC. Serão consideradas como padrão as LIs formadas nos dias 23 de março e 18 de abril de 1979 [Fig. 3.5 de Cavalcanti (1982), não mostrado aqui], que são LIs com intensidades de média para forte, sendo que a intensidade se refere à dimensão das células convectivas (conforme Cavalcanti). Como a LI se forma uma vez por dia, e como depois de se formar ela tende a se propagar, não há risco de se contabilizar uma mesma LI mais de uma vez.

Utilizando esta metodologia, não serão contabilizadas como LI a nebulosidade linear descontínua com núcleos esparsos e não profundos. Este tipo de nebulosidade é contabilizado como CC juntamente com qualquer outro tipo de convecção organizada - que não seja uma LI - que ocorre na região da costa norte do Brasil. Não é contabilizada como LI ou CC a nebulosidade pontual e esparsa e a que se forma fora da região da costa norte do Brasil.

As LIs e CCs recebem uma classificação de acordo com seu local de atuação:

1 – que se situa sobre o estado do Amapá, podendo se estender sobre a região costeira fora do território brasileiro em sua extremidade norte e uma pequena parte do estado do Pará em sua extremidade sul (não chegando à Belém).

2 – que se situa na região entre Belém e São Luis, podendo se estender até a divisa com o estado do Amapá em sua borda oeste e até o Ceará em sua borda leste.

3 – que se situa na região do estado do Amapá e também na região de Belém a São Luis, ou seja, é a união das classificações 1 e 2.

Esta separação em categorias é feita porque em cada uma destas regiões estes sistemas apresentam características distintas, além de poderem representar condições meteorológicas também distintas.

### **3. RESULTADOS**

A frequência média de LI para o mês de julho de 1999 a 2009 foi de aproximadamente 9 LIs, ao passo que para o mesmo período a frequência dada pelo boletim Climanálise foi de aproximadamente 11 LIs (Fig. 1). Para quase todos os anos, a frequência encontrada foi menor do que a dada pelo boletim Climanálise, exceto para os anos de 2000 e 2004 (não mostrado). Outros trabalhos, analisando dados com diferentes períodos de abrangência, encontraram diferentes frequências médias para o mês de julho (Fig. 1). Apesar dessas diferenças, pode-se concluir que ocorrem cerca de 10 LIs neste mês.

Divergências de frequências médias de LIs entre diferentes trabalhos também foi notada por Cohen (1989) e por Santos Neto (2004). A diferença entre a frequência aqui encontrada e a dada pelo boletim Climanálise em média foi de 2 LIs, porém as datas de ocorrência apresentaram maior diferença (não mostrado); em média, houve coincidência de datas de ocorrência em cerca de 6 dias no mês. Esta divergência é atribuída à metodologia subjetiva de identificação da LI. Na região costeira pode haver formação de nebulosidade associada a outros sistemas (p.ex., ZCIT, tempestades isoladas, complexos convectivos de mesoescala), dificultando a identificação da LI, particularmente nos casos em que ocorre convecção associada à circulação de brisa mas com núcleos esparsos e sem compartilhamento de bigorna.

Pode-se notar na Fig. 2 que as LIs com classificação 3 tem maior frequência, ocorrendo em média aproximadamente 4 LIs com esta classificação no mês de julho, o que corresponde a 45% dos casos, enquanto que as LIs com classificação 1 e 2 correspondem à 31% e 24% dos casos, respectivamente. Nota-se na Fig. 3 que em média ocorrem CC com classificação 3 em cerca de 9 dias no mês de julho, correspondendo à cerca de 46% dos casos, ao passo que os outros 54% dos casos de CC são divididos igualmente entre as CC com classificações 1 e 2. Como a categoria 3 representa a união das outras duas, então a região de classificação 1 (Amapá) sofre influência de LI (CC) em cerca de 7 (15) dias no mês de julho, já a região de classificação 2 (Belém a Fortaleza) sofre a influência de LI (CC) em cerca de 6 (15) dias no mês de julho.

Logo, não se tem presença de convecção na região de classificação 1 (2) em cerca de 9 (10) dias no mês de julho.

#### 4. CONCLUSÕES

A frequência de LI aqui encontrada mostra-se coerente com a obtida em outros estudos (aproximadamente 10 ocorrências em julho). As divergências na frequência decorrem da subjetividade do método, o que motiva a elaboração de um método objetivo para a identificação de LIs.

A classificação de LI e CC por regiões de formação mostrou que as LIs e CCs com classificação 3 se formam com maior frequência do que as outras. A partir dessa classificação foi possível notar que aproximadamente um quarto das LIs e CCs não se formam sobre os estados do Amapá e Maranhão, e também que não há presença de convecção organizada em cerca de um terço dos dias no mês de julho na região da costa norte do Brasil.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado como parte da dissertação de mestrado (em andamento) do primeiro autor sob orientação do segundo autor. Agradecemos ao CNPq a concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, S. S. **Precipitação no Centro de Lançamento de Alcântara: aspectos observacionais e de modelagem.** 2008. 112 p. (INPE-15319-TDI/1362). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2008. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/mtc-m18@80/2008/07.11.13.43>>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- CAVALCANTI, I. F. A. **Um estudo sobre interações entre sistemas de circulação de escala sinótica e circulações locais.** 1982. 140 p. (INPE-2494-TDL/097). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1982. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/08.24.13.44>>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- COHEN, J. C. P. **Um estudo observacional de linhas de instabilidade na Amazonia.** 1989. 174 p. (INPE-4865-TDL/376). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 1989. Disponível em: <<http://urlib.net/sid.inpe.br/MTC-m13@80/2005/08.18.17.31>>. Acesso em: 18 fev. 2011.
- KOUSKY, V. E., 1980: Diurnal Rainfall Variation in Northeast Brazil. **Mon. Wea. Rev.**, v.108, p. 488–498.

SANTOS NETO, L. A. **Análise Observacional das Linhas de Instabilidade Formadas na Costa Norte-Nordeste da América do Sul.** Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Graduação em Meteorologia da Universidade Federal do Pará, 41 pp, fevereiro de 2004.

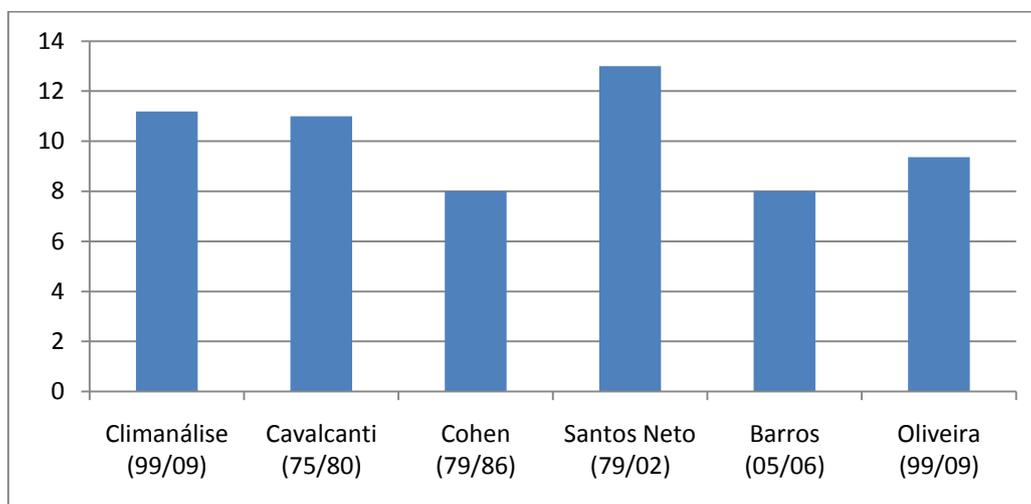


Figura 1 – Frequência média das Linhas de Instabilidade por diferentes autores e períodos.

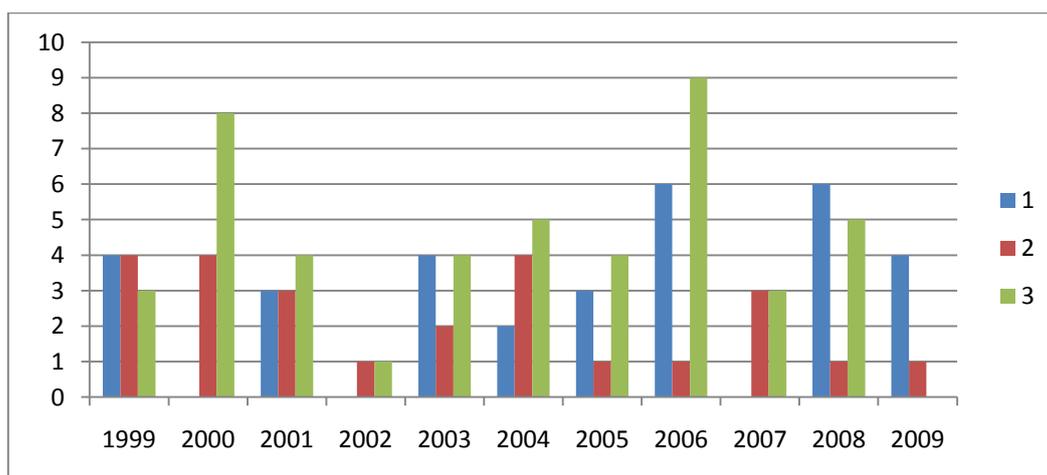


Figura 2 – Frequência de LI por classificação: 1 - LI que se situa sobre o estado do Amapá; 2 - LI que se situa na região entre Belém e Fortaleza; 3 - a união das classificações 1 e 2.

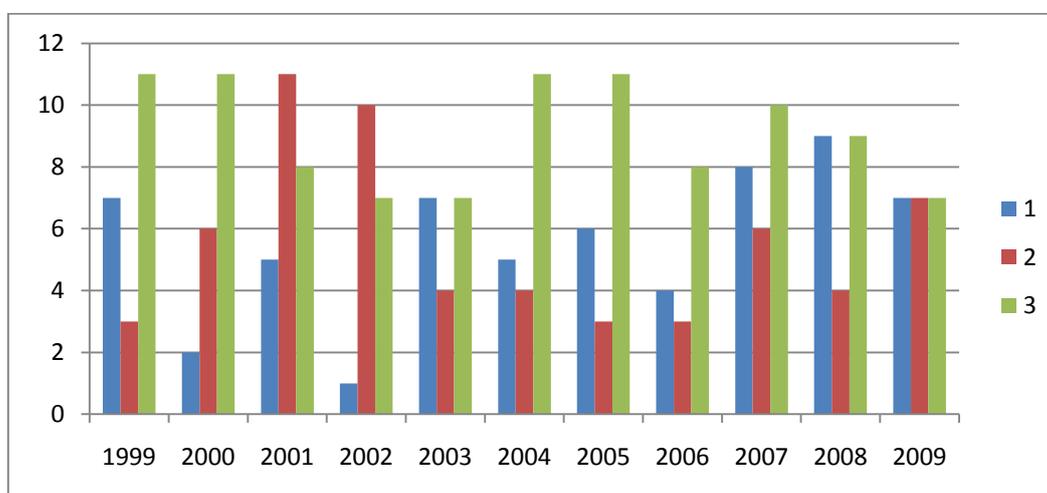


Figura 3 – Frequência de CC por classificação, mesma classificação que Fig. 2.