

1.07.03 - Meteorologia.

APERFEIÇOAMENTO DO METODO DE PREVISÃO DE TROVOADA EM ALAGOAS PELO METODO TERMODINÂMICO.

Yasmin U. Da Silva¹, Vladimir Levit², Natalia Fedorova²

1. Graduanda de Meteorologia da Universidade Federal de Alagoas
2. ICAT-UFAL – Instituto de Ciencias Atmosfericas / Orientador

Resumo:

Devido a sua periculosidade, a previsão de trovoadas é crucial para a segurança da população alagoana e para o transporte aéreo. O aperfeiçoamento do método de previsão de trovoadas pelo método termodinâmico é o objetivo principal do estudo. Foram analisados os casos ocorridos entre 2015-2016 utilizando os seguintes dados: DECEA; Satélite TRMM; Reanálise do NCEP; ECMWF e modelo HYSPLIT. Observou-se que, em sua maioria, as trovoadas foram relacionadas, aos Alísios em baixos níveis e à presença de VCAN em altos níveis, juntamente com a ocorrência de onda de calor no litoral alagoano. A análise termodinâmica indicou resultados satisfatórios em relação às curvas de temperatura do ar e do ponto de orvalho dos perfis previstos, nas previsões de 48 e 12h de antecedência, respectivamente. Os índices LI e CAPE+ previram uma atmosfera instável associada a presença de camadas de IL e IP. Constatou-se, assim, a influência do relevo na formação das trovoadas, além de seus fatores de intensificação.

Palavras-chave: Trovoadas; previsão do tempo; sinótica

Trabalho selecionado para a JNIC pela instituição: UFAL – Universidade Federal de Alagoas.

Introdução:

Trovoadas são um conjunto de fenômenos intensos associados à Cumulonimbus. São eles que denunciam o alcance da sua fase madura e, a partir desse ponto, todos os fenômenos associados à sua existência poderão ocorrer como raios, relâmpagos, rajadas de vento, inundações, granizo e, possivelmente, tornado. A formação das trovoadas está associada com o desenvolvimento de convecção no ar instável (Cotton, Anthes, 1989; Djuric, 1994). A temperatura da superfície do mar é outro fator preponderante para o desenvolvimento de tempestades na região tropical (Silveira, 2012). Áreas com valores próximos a 27°C, como ocorre no litoral de Alagoas, já são altamente propícias à formação de convecção, pois garantem atmosfera suficientemente úmida.

O relevo do estado de Alagoas é um elemento importante na formação das trovoadas. Segundo o ranking realizado pelo ELAT os 10 municípios alagoanos com maiores densidades de descargas elétricas encontram-se na regiões do sertão e do agreste alagoano, regiões estas que apresentam as maiores altitudes do estado. Porém, seu papel na intensificação da instabilidade ainda está sendo averiguado.

Identificar, com antecedência de várias horas, condições favoráveis à formação de sistemas convectivos severos é essencial para a veiculação adequada de alertas e antecipar a adoção de estratégias que eliminem ou minimizem o impacto negativo destes fenômenos meteorológicos.

Um dos métodos principais de estudo das trovoadas é a análise dos processos termodinâmicos nas nuvens de desenvolvimento vertical. Toda via, estudos sobre este tema voltados para o NEB demonstram certa carência.

Este trabalho pretende analisar o comportamento das trovoadas no Estado de Alagoas com o intuito de melhorar a previsão deste fenômeno, favorecendo o aumento da segurança do tráfego aéreo e da população. Outro motivo para se elaborar pesquisas

nesta área é a carência de estudos sobre este tema voltados para o NEB, além da ausência de métodos de previsão em curto prazo.

Os objetivos principais deste trabalho são estudar os fatores associados a formação e intensificação das trovoadas em Alagoas, através de análise sinótica e da análise termodinâmica, visando aperfeiçoar o método de previsão de trovoadas elaborado por Brito (2011).

Metodologia:

O estudo foi realizado no estado de Alagoas localizado entre 8° 45'S e 10° 30'S de latitude e 35°W e 38° 15'W de longitude, localizado no Nordeste Brasileiro.

A identificação das trovoadas foi realizada utilizando dados SYNOP e METAR do *Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA)* e imagens do *Satélite Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)*.

Para análise detalhada (plotagem de mapas e perfis verticais) foram utilizadas as seguintes fontes e modelos:

- Dados de Reanálise do National Centers for Environmental Prediction (NCEP) e do *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF)*, na resolução de 0,25°X0,25°.
- Dados de radiossondagem do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC), e da Universidade de Wyoming (UWYO).
- Dados do modelo HYSPLIT (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Software GrADS (Grid Analysis and Display System).

A análise sinótica foi feita com base nos mapas de linhas de correntes, nos níveis 200, 500 e 1000hPa, além dos mapas de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e Advecção de Temperatura. Todos plotados através do software GrADS. Foram utilizadas, também, imagens de alta resolução do satélite GOES 13 e METEOSAT 10, em 2 canais: Infravermelho e Realçado, obtidas no CPTEC.

O estudo termodinâmico foi feito com base nos perfis verticais de temperatura e umidade, são eles: O 'Perfil Real' (Pr), obtido através de dados de radiossondagem, disponibilizados pelo CPTEC e UWYO, empregados na avaliação da qualidade dos perfis simulados.

Os Perfis Simulados (Ps), plotados nas coordenadas onde houve incidência de

raios, observadas pelas imagens do satélite TRMM. Todavia, nos casos de trovoadas observados apenas pelos dados do DECEA, foram utilizadas as coordenadas de Maceió como ponto de referência (9,6° S e 36° W).

Ademais, foram elaborados Perfis previstos (Pp) com 12, 24, 36 e 48 horas de antecedência a cada fenômeno. Para isso, utilizou-se as coordenadas iniciais da trajetória da parcela do ar calculada pelo modelo HYSPLIT. O Pp é construído a partir dos dados de temperatura do ar (T) e temperatura do ponto de orvalho (Td) correspondente a trajetória de cada nível. A análise da instabilidade dos perfis verticais foi realizada utilizando os índices de instabilidade:

Lifted Index

$$LI = T500 - T 500'$$

Energia Potencial Convectiva

$$CAPE = \int_{z=NCE}^{z=NE} g \frac{\Delta\theta_e}{\theta_{es}} dz$$

Para análise da Instabilidade Potencial (IP) e Latente (IL) foi feito um perfil simulado específico (Ps'), traçando a curva de temperatura do bulbo úmido (Tw) e a curva de temperatura do ar (T') que sofreu um levantamento correspondente a altura máxima encontrada em cada município. A curva Tw é usada para identificar as camadas onde há influência das IL e IP. Utilizando a curva T' é então calculada a CAPE2+ e os índices de instabilidade, através do diagrama SKEW T-LOG P. A CAPE2+ é então comparada com a CAPE+ do respectivo Ps para avaliar a mudança de instabilidade com o levantamento.

Resultados e Discussão:

Foram verificados 5 casos de trovoadas no ano de 2015 e 2 casos em 2016. Em 2015, 4 casos foram registrados pelo DECEA e um caso pelo TRMM. Os casos ocorridos em fevereiro de 2016 foram registrados pelo DECEA.

Na análise sinótica foram observados ventos alísios em baixos níveis, juntamente com a presença de POA associada à zona frontal, além de confluência. Em médios e altos níveis foi identificada a presença de VCAN e CJNEB, influenciando a ocorrência de precipitações e trovoadas na região. Em 200hPa observou-se a influência da advecção fria na instabilidade local, apresentando valores de intensidade fraca à alta. Foi verificada também a existência de

advecção quente com intensidade fraca à alta, apresentando valores de até 5K/dia; constatando, assim, a contribuição da advecção na intensificação do sistema somente em parte dos casos. A temperatura da superfície do mar (TSM) apresentou temperaturas próximas a 30°C durante os eventos, indicando uma onda de calor na superfície oceânica, adjacente ao litoral alagoano.

Em relação à análise termodinâmica, no geral, os índices CAPE+ e LI indicaram instabilidade moderada à alta com valores entre 1018 e 2000 J / kg e -3,8 a -7,1, respectivamente. Os Pp foram considerados satisfatórios com até 48h de antecedência em relação à curva T, e 12h antes de acordo com a curva Td, ou seja, não houveram desvios maiores que 2°C nas previsões citadas. Em todos os casos foram identificadas camadas de IP e IL associadas ao aumento significativo dos índices de instabilidade, prevendo uma atmosfera bastante instável. Constando, assim, a influência do relevo na formação das trovoadas, além de condições sinóticas propícias para a intensificação das mesmas.

Conclusões:

Os estudos mostraram que as trovoadas ocorreram predominantemente nos meses de “alto verão” (Dezembro à Fevereiro). As análises sinóticas revelaram a atuação dos seguintes sistemas durante os eventos: No nível de 200hPa, observou-se a predominância de VCAN e CJNEB; Em 500hPa, não houveram sistemas predominantes, mas sim distintos, como cavados, confluência, linhas retas e VCAN; No nível de 1000hPa, Nota-se a presença dos Alísios em grande parte dos casos.

Foi verificada a ocorrência de advecção fria e quente de forma alternada durante os eventos. Geralmente, a ocorrência de advecção fria ocorre no centro do cavado enquanto a quente ocorre entre o oeste e o centro da crista, contribuindo para a intensificação desses sistemas, influenciando a instabilidade e ocorrência de precipitação, juntamente com a formação de trovoadas em todos os casos analisados.

Além disso, as trovoadas se formaram predominantemente na faixa litorânea, onde houve o domínio de TSM alta.

A parte termodinâmica da previsão foi baseada na análise dos Perfis Previstos e Perfis Simulados. Os Pp, construídos através das trajetórias das parcelas de ar pelo

modelo HYSPLIT, mostraram bons resultados na previsão de curvas de estratificação de temperatura até 48h de antecedência. Para a previsão das curvas de temperatura do ponto de orvalho, os resultados foram satisfatórios com 12 a 24 horas de antecedência.

A análise dos Ps' mostrou que em todos os casos houve influência da IL e da IP, sendo mais expressiva a segunda. A camada de IL mínima atingiu o nível 930hPa, enquanto a camada de IP máxima alcançou 590hPa. Observou-se um aumento significativo na instabilidade de acordo com os índices CAPE+ e LI.

Assim, a totalidade dos resultados obtidos, comprova a influência do relevo e dos sistemas sinóticos averiguados, na formação e/ou intensificação das trovoadas.

Referências bibliográficas

- ALCÂNTARA, F. Manual de análise do Diagrama “Skew-T, log P”. Ministério da Aeronáutica, Diretoria de Rotas Aéreas. 45-54, 1969.
- BRITO, B. M.; LEVIT, V.; FEDORAVA, N.; TENÓRIO, R. S.; SANTOS, D. M. B.; SILVA, B. F. P. Utilização do Modelo HYSPLIT para a Previsão de Trovoadas no Aeroporto Zumbi dos Palmares, Maceió, Alagoas. In: XV Congresso Brasileiro de Meteorologia, São Paulo, 2008a.
- CARDOSO, I. “Os números (surpreendentes) de Mortes por Raios no Brasil”. Scientific American Brasil, Ed. nº 110, p.42-45, jul. 2011.
- CPTEC. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos. Disponível em: <<http://bancodedados.cptec.inpe.br/>>. Acessado em: 20 fev. 2016.
- CORDEIRO, E. S. ; N. M. Da Silva; V. Levit; N. Fedorova; “Análise termodinâmica e frequência de trovoadas entre os anos de 2008 a 2012 em Maceió, Alagoas” Revista Brasileira de Geografia Física v.6, n.5, 1208-1226, 2013.
- DINIZ, G. B. Meteorologia Física. Projeto gráfico Rafael Lüder. Pelotas: Editora Universitária UFPEL, 2006.
- ECMWF. The European Centre for Medium-Range Weather Forecasts. New Data

Server. Disponível em: <<http://data-portal.ecmwf.int/data/d/interimfulldaily/levtype=pl/>>. Acesso em: 27 fev. 2016.

ELAT, Ranking dos Municípios. Disponível em:<http://www.inpe.br/webelat/homepage/menu/infor/ranking.de.municipios.php>. Acessado em: 20 jun 2016.

HYSPLIT, HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory, Disponível em: <<http://www.arl.noaa.gov/ready/hysplit4.html>>. Acesso em: 5 mar. 2015.

NCEP/NCAR NATIONAL CENTERS FOR ENVIRONMENTAL PREDICTION. Reanalysis data. Disponível em: <<http://www.esrl.noaa.gov/psd/cgibin/dbsearch/SearchMenus.pl>>. Acesso em 27 fev. 2016.

NASA LIGHTNING IMAGING SENSOR. Rainfall Measuring Mission – TRMM. Disponível em: <http://lightning.nsstc.nasa.gov/cgibin/lis/lis_cal.pl?date=2014+November> Acesso em 28 fev. 2016.

PONTES DA SILVA, B. F. ;Fedorova, N. ;Levit, V. ; Peresetsky, A. ; Brito, B. M. “Sistemas sinóticos associados as precipitações intensas no estado de Alagoas” Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.3, pp 323 - 338, 2011.

SILVEIRA, M. H. S. Análise termodinâmica dos complexos convectivos de mesoescala atuantes na costa leste do nordeste brasileiro. Tese de Mestrado. Maceió-Al, 2012. 59p.