

ANÁLISE E COMPARAÇÃO DA OCORRÊNCIA DE RUAS DE CÚMULOS EM BAIXAS E MÉDIAS LATITUDES

*Patrícia Porta Nova da Cruz*¹; *Eliton Lima de Figueiredo*²; *André da S. Maia*³; *Gabriel Pereira*⁴; *Bruno Miranda de Brito*

¹ Mestranda, Instituto de Ciências Atmosféricas ICAT-UFAL, Maceió- AL. p_portanova@yahoo.com.br; ² Mestrando, ICAT-UFAL elitonlf@gmail.com; ³ Graduando em Meteorologia Bacharelado -ICAT-UFAL ands_maia@hotmail.com;

⁴ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) - São José dos Campos, São Paulo - SP, Bra. gabriel@dsr.inpe.br; ⁵ Graduando em Meteorologia Bacharelado -ICAT-UFAL brunobmb6@hotmail.com.

RESUMO: Neste trabalho foram analisados dois casos de ocorrência de Ruas de Cúmulos um em latitudes baixas sobre o Norte da América do Sul e outro em latitudes médias na região sobre a Argentina Estes eventos foram visualizados através das imagens do satélite GOES-12 (Geostationary Operational Environmental Satellite) e do sensor MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) a bordo da plataforma TERRA no dia 04/03/2008 nos horários de 13:55 e de 11:40 UTC, respectivamente. Apesar de não estar associado a condições de tempo significativas, este fenômeno é de grande importância para a aviação. No estudo foram utilizados dados de reanálise do (National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research) NCEP/NCAR do (NOAA), diagramas, dados de radiosondagem e imagens de satélite supracitadas com o objetivo de comparar a estrutura deste evento em latitudes distintas.

ABSTRACT: In this study two Street of Clouds occurrence cases were analyzed, the first in low latitudes on South America's north region and the other over Argentina, in medium latitudes. These cases were observed through the images from GOES-12 (Geostationary Operational Environmental Satellite) satellite and MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) onboard the EOS Terra platform in the 13:55 and 11:40 UTC from 03/04/2008, respectively. Although this phenomenon is not directly related to significant weather conditions, it is extremely important to aviation. Reanalysis data from NCEP/NCAR (National Centers for Environmental Prediction / National Center for Atmospheric Research) of the (NOAA) (National Oceanographic and Atmospheric Administration), diagrams, radiosonde data and satellite images aforementioned on purpose of comparing the structure of this event in different latitudes.

.Palavras chaves: Análise Sinótica, Perfil do Vento, Sinotic analysis, Wind profile.

1. INTRODUÇÃO

As Ruas de Cúmulos aparecem tanto sobre a superfície continental quanto marítima, diferindo apenas em seu tamanho pois, sobre o mar, quanto mais distante da costa mais largas se apresentam. Estes fenômenos podem ser visualizados nas imagens de satélite em várias bandas de nuvens paralelas, chegando, em alguns casos, a um comprimento de 20 a 200 km e largura de 2 a 10 km. Estas faixas de nuvens consistem em cúmulos individuais alinhados. A organização de nuvens em filas pode ser explicada pela existência de vórtices de rolo horizontal na camada limite, formando nuvens no centro desse sistema. Se há suficiente cisalhamento vertical do vento $\partial V/\partial z$, principalmente na camada limite convectiva, os rolos são gerados em pares com circulações contrárias, formando assim o alinhamento das nuvens em alas, onde os eixos de rotação são orientados aproximadamente paralelos a direção dos ventos médios. Estas circulações não são fortes o suficiente para serem medidas, entretanto organizam as termas mais significantes em linhas paralelas de espaçamento igual a aproximadamente duas vezes a profundidade da camada limite. Em condições favoráveis de umidade para a formação de nuvens cúmulos, os rolos se tornam visíveis como filas paralelas às nuvens, o que descreve o evento estudado (WALLACE e HOBBS, 2006). A variação da direção do vento no perfil vertical não é expressiva, mostrando-se em torno de 20 a 30 graus (MANUAL OF SYNOPTIC SATELLITE METEOROLOGY, 2008).

As condições de tempo para a gênese de nuvens de cúmulos se diferenciam da necessária para formação de nuvens associadas por advecção intensa pelo fato dos cúmulos não penetrarem além do topo da camada de inversão atmosférica. O nível do topo de nuvem é o lugar de onde as termas ascendem, e também a altura na qual o vapor d'água e os poluentes vindos da superfície são rapidamente misturados (WALLACE e HOBBS, 2006).

Fica clara, pelo que foi dito, uma das importâncias desse fenômeno na área da Micrometeorologia, que também é de grande valia para a aviação, pois através dele as termais ascendem o que permite o piloto a voar em linha reta enquanto sobe.

Este trabalho tem como objetivo analisar dois casos de ocorrência de Ruas de Cúmulos no mesmo dia em latitudes distintas.

2.METODOLOGIA

A região de estudo compreende duas localidades, uma caracterizando baixas latitudes onde o regime de vento predominante são os alísios e outra à latitudes médias onde predominam os sistemas transientes.

As baixas latitudes serão também chamadas neste trabalho de região norte, pois se localiza sobre o Norte da América do Sul, enquanto as latitudes médias serão também região Sul, por abranger a Argentina e o Rio da Prata.

Neste estudo foram utilizadas imagens do satélite GOES – 12 no canal visível e do sensor MODIS em composição RGB, obtidas nos sites do Servicio Meteorológico Nacional - www.smn.gov.ar/ (para a região de latitude média) e do Level 1 and Atmosphere Archive and Distribution System (LAADS) - ladsweb.nascom.nasa.gov/ (para a região de latitude baixa) respectivamente, devido ao tratamento e resolução de ambas imagens e dados obtidos no *site* do National Centers for Environmental Predictions (NCEP - www.cdc.noaa.gov), dos Estados Unidos para gerar campos de advecção de temperatura em superfície (°C/s), vento em superfície e à 925 hPa através do software GrADS (Grid Analysis and Display System). Utilizaram-se também dados de radiosondagens e diagramas para os aeroportos Tiriós na cidade de Óbidos – PA e Ezeiza na cidade de Buenos Aires – AR, gerados pelo Department of Atmospheric Science - University of Wyoming obtidos pelo [site weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html](http://site.weather.uwyo.edu/upperair/sounding.html).

3.RESULTADOS

Foi utilizado apenas o canal visível dos sensores mencionados, pelo fácil reconhecimento das ruas de cúmulos, o que não acontece nos canais infravermelho e vapor d'água, pois a convecção para gênese desse fenômeno está limitada a baixos níveis troposféricos por serem nuvens baixas. Nestas imagens foram sobrepostos os campos de vento em superfície gerados pelo GrADS. As ruas de nuvens podem ser vistas como bandas de nuvens paralelas, em branco nas imagens abaixo (figura 1). Sendo indicadas pelas setas: em azul sobre a região de latitude baixa e em vermelho sobre a região de latitude média.

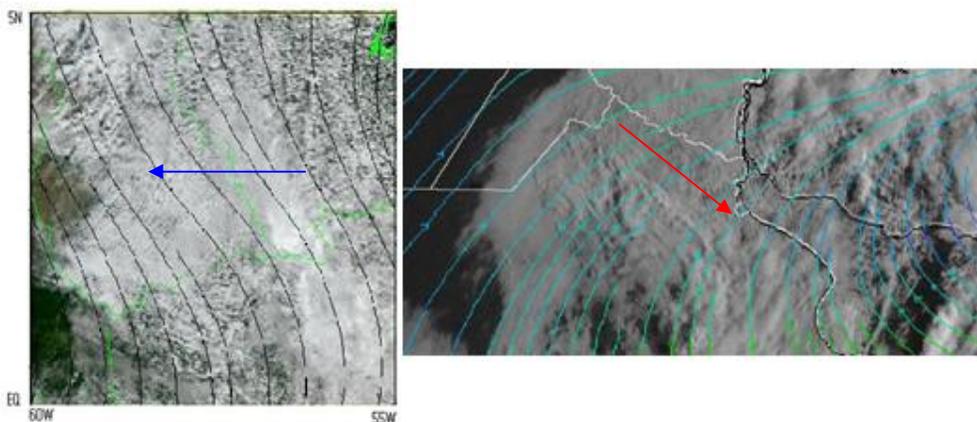


Figura 1 - Imagens dos satélites MODIS/TERRA e GOES – 12 com a sobreposição dos ventos em superfície para as regiões sobre o Norte da América do Sul e sobre a Argentina, respectivamente.

Foram sobrepostos os campos de ventos à superfície e à 925 hPa, onde pode ser observado um cisalhamento vertical do vento, possibilitando a distinção da formação de Ruas de Cúmulos. Observa-se que na região de latitude baixa os ventos em superfície estão orientados a esquerda do evento e a direita no nível de 925 hPa. Na latitude média o vento em superfície está orientado a direita do fenômeno e a esquerda em

925 hPa. Este cisalhamento é fundamental para caracterizar a formação dos vórtices de rolo onde as Ruas de Cúmulos se originam.

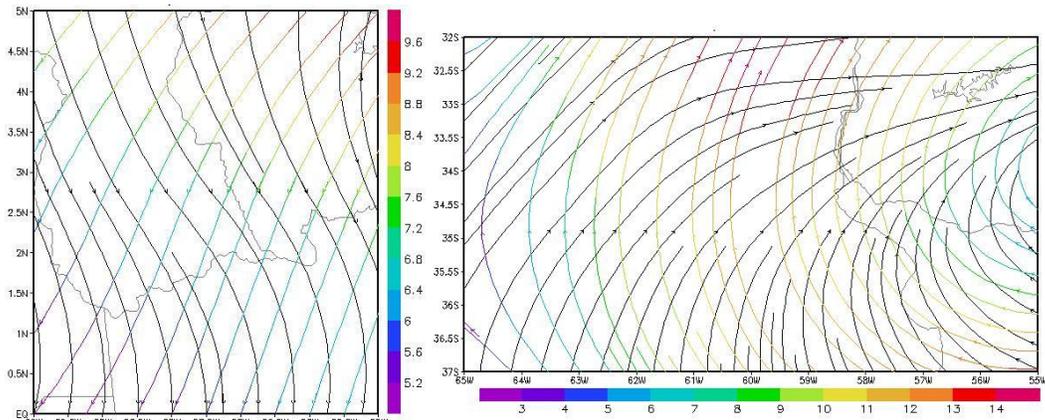


Figura 2 – Sobreposição dos campos de vento em superfície (linhas pretas) e no nível de 925 hPa (com magnitude) para as duas regiões.

No diagrama termodinâmico para os dois casos, foi encontrado um perfil vertical da temperatura de atmosfera condicionalmente instável com uma alta umidade em baixos níveis, o que permite a formação de nuvens cúmulos, uma vez que são nuvens baixas. Isto pode ser observado na figura abaixo (figura 3).

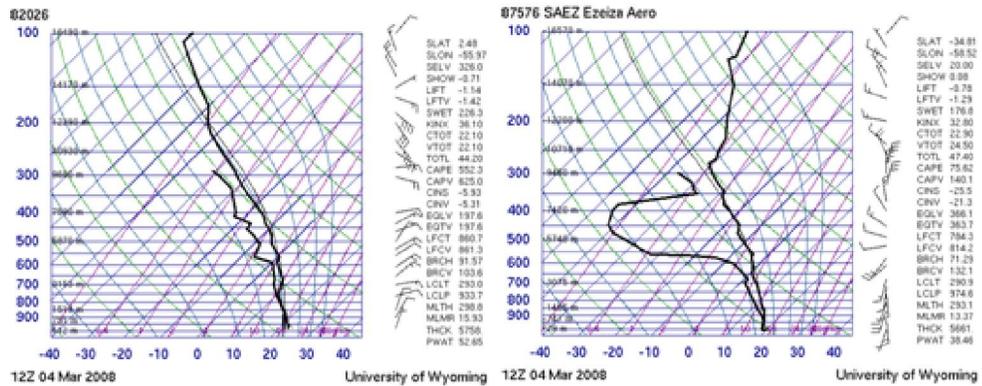


Figura 3 – Skewt-logp para as sondagens a esquerda Tiriós e a direita Ezeiza.
Fonte: University of Wyoming

Com os dados das radiosondagens foram gerados perfis do vento com a altura, para níveis de até 700hPa, porque estas nuvens se formam aproximadamente a 1 - 2 km de altura, podendo variar de altura dependendo da latitude, pois a camada limite, onde elas se formam, é mais alta em baixas latitudes que em médias.

NORTE (LATITUDE BAIXA)				SUL (LATITUDE MÉDIA)			
PRESSÃO	ALT.	DIR.	MAGNITUDE	PRESSÃO	ALT.	DIR.	MAGNITUDE
hPa	m	graus	kt	hPa	m	graus	kt
974	326	20	4	1007	20	200	6
952	532	5	10	1000	79	200	11
925	791	20	13	930	701	175	20
901	1018	30	10	925	747	175	20
858	1439	22	11	870	1268	200	18
850	1519	20	11	858	1386	200	18
840	1619	20	12	856	1406	185	18
762	2444	75	9	850	1465	185	16
750	2578	76	10	816	1804	200	17
700	3153	80	16	782	2156	195	17
				761	2382	175	12
				718	2864	185	12
				700	3075	210	12

Tabela 1 – Os valores obtidos pelas sondagens da Universidade do Wyoming

Foi observado que os perfis verticais de magnitude dos ventos nos dois casos apresentaram semelhanças, entretanto com valores abaixo do esperado. Os ventos em superfície foram fracos passando a moderados proporcionalmente à altura, chegando a um máximo no nível de aproximadamente 925 hPa para ambos os casos. Logo após começam a diminuir sua intensidade, com exceção da região Norte, que apresenta um novo aumento de magnitude a partir do nível 760hPa, sendo válido ressaltar a insignificância desse aumento para este estudo.

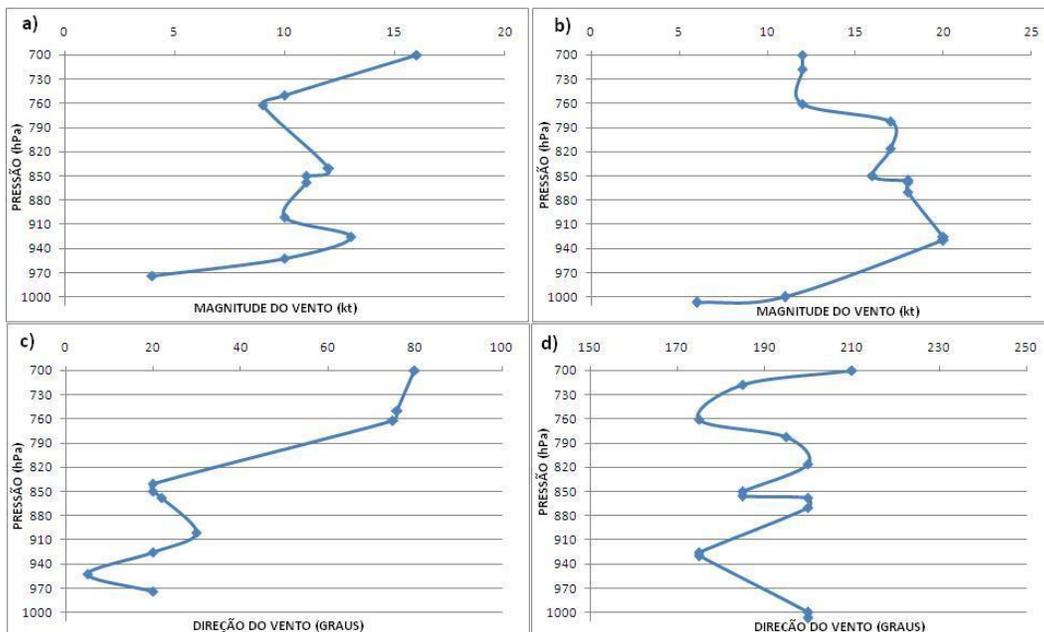


Figura 4 - Gráficos do perfil de vento: na latitude baixa a) magnitude (kt) e c) direção (graus) ; na latitude média b) magnitude (kt) e c) direção (graus)

Como era esperado, o perfil do vento não varia mais do que 20 a 30 graus de direção, exceto em latitudes baixas no nível de 840hPa a 762hPa que apresenta um salto de 20 a 76 graus respectivamente, entretanto não foram encontradas referências para este comportamento.

Normalmente Ruas de nuvens desenvolvem-se debaixo de uma leve advecção fria que freqüentemente ocorre na parte traseira de uma Frente Fria, como foi visto no caso da região Sul. Também foi encontrada uma área de advecção fria sobre a região da ocorrência do evento na região Norte, como pode ser visto no campo de advecção em superfície (figura 5).

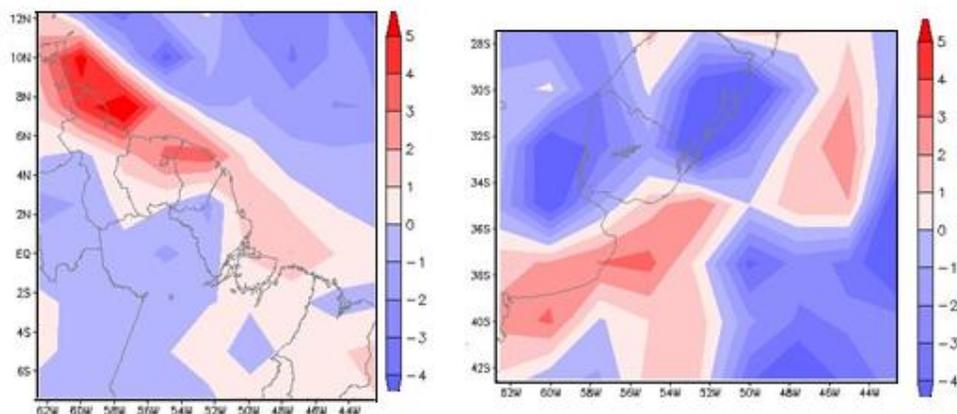


Figura 5 – Advecção de Temperatura ($*10^5$) em superfície para as duas localidades

4.CONCLUSÕES

Apesar de serem regiões com características sinóticas significativamente diferentes, foram encontradas algumas semelhanças para a formação das Ruas de Cúmulos nestes dois casos, como, por exemplo - uma leve advecção fria sobre as duas regiões, perfis de vento com magnitudes fracas a moderadas, direção do vento não variando acima de 30 graus até aproximadamente 840hPa, instabilidade condicional em baixos níveis e a variação de ventos em superfície orientados a uma direção, em relação às Ruas de Cúmulos, e em outra no nível de 925 hPa.

5.REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

WALLACE, J. M.; HOBBS, P. V. Atmospheric Science – An Introductory Survey, 2nd Edition (2006, ISBN 10: 012732951 X).

MANUAL OF SYNOPTIC SATELLITE METEOROLOGY MAIN PAGE Version 6.5

www.zamg.ac.at/docu/Manual/SatManu/main.htm?/docu/Manual/SatManu/Basic/Parameters/TFP.htm em 14.04.2008.