

## SISTEMAS CONVECTIVOS EM SÉRIE: ESTUDO DE CASO 23 A 26 DE NOVEMBRO DE 2015

Brunno Cardoso da Silva<sup>1</sup>; Leonardo Calvetti<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas – [brunosilva52@gmail.com](mailto:brunosilva52@gmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Pelotas – [icalvetti@gmail.com](mailto:icalvetti@gmail.com)

### 1. INTRODUÇÃO

Sistemas convectivos de mesoescala (SCM) são aglomerados de tempestades multicelulares que iniciam e se desenvolvem em conjunto por várias horas e se propagam por centenas de quilômetros. As tempestades dentro dos SCM podem se associar (*merging*) ou se dividir (*splitting*) e ainda ondas de gravidade geradas pelo seu desenvolvimento podem originar novas áreas de convecção quilômetros de distância (Houze, 2018). A região tropical do Brasil possui uma característica única de circulação atmosférica onde os ventos alísios interagem com a Cordilheira dos Andes conduzindo umidade a área quente do oeste da América do Sul (Rehbein et al., 2018). Por consequência, sistemas convectivos de grande extensão territorial se desenvolvem na região central do Brasil durante a primavera e verão produzindo precipitação de grande intensidade (Pereira Filho et al., 2015). Neste trabalho foi analisado um evento de SCM em série durante 4 dias consecutivos, entre 23 e 26 de novembro de 2015.

### 2. METODOLOGIA

A análise dos SCM foi realizada por meio da análise de imagens de satélite, essencialmente com o canal infravermelho IR4 do satélite geoestacionário GOES 13, diagramas termodinâmicos Skew-T Log-P obtidos da universidade de Wyoming, cartas de superfície e altitude do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e reanálises ERA 5 (Hersbach e Dee, 2016). A análise consistiu em compreender a iniciação e o desenvolvimento dos SCM a partir da circulação dos ventos em vários níveis da atmosfera, estudo da advecção de umidade e temperatura além da identificação da presença de características sinóticas que contribuíram para a formação das tempestades.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dias 23, 24, 25 e 26 de novembro de 2015, vários sistemas convectivos atuaram sobre o Brasil central causando grandes prejuízos a população em vários municípios e estados (Figura 1). O destaque está pela dimensão dos sistemas convectivos, com mais de 700 km de extensão (Figura 2), considerando temperatura de brilho menor que  $-70^{\circ}\text{C}$ , o que representa nuvens profundas com topos maiores que 12 km de altura, segundo algumas sondagens na região. Outra característica foi a duração dos sistemas, pois mantiveram a convecção ativa entre 6 e 24h com propagação por centenas de quilômetros, o que é bastante diferente de latitudes médias e da maioria dos estudos.

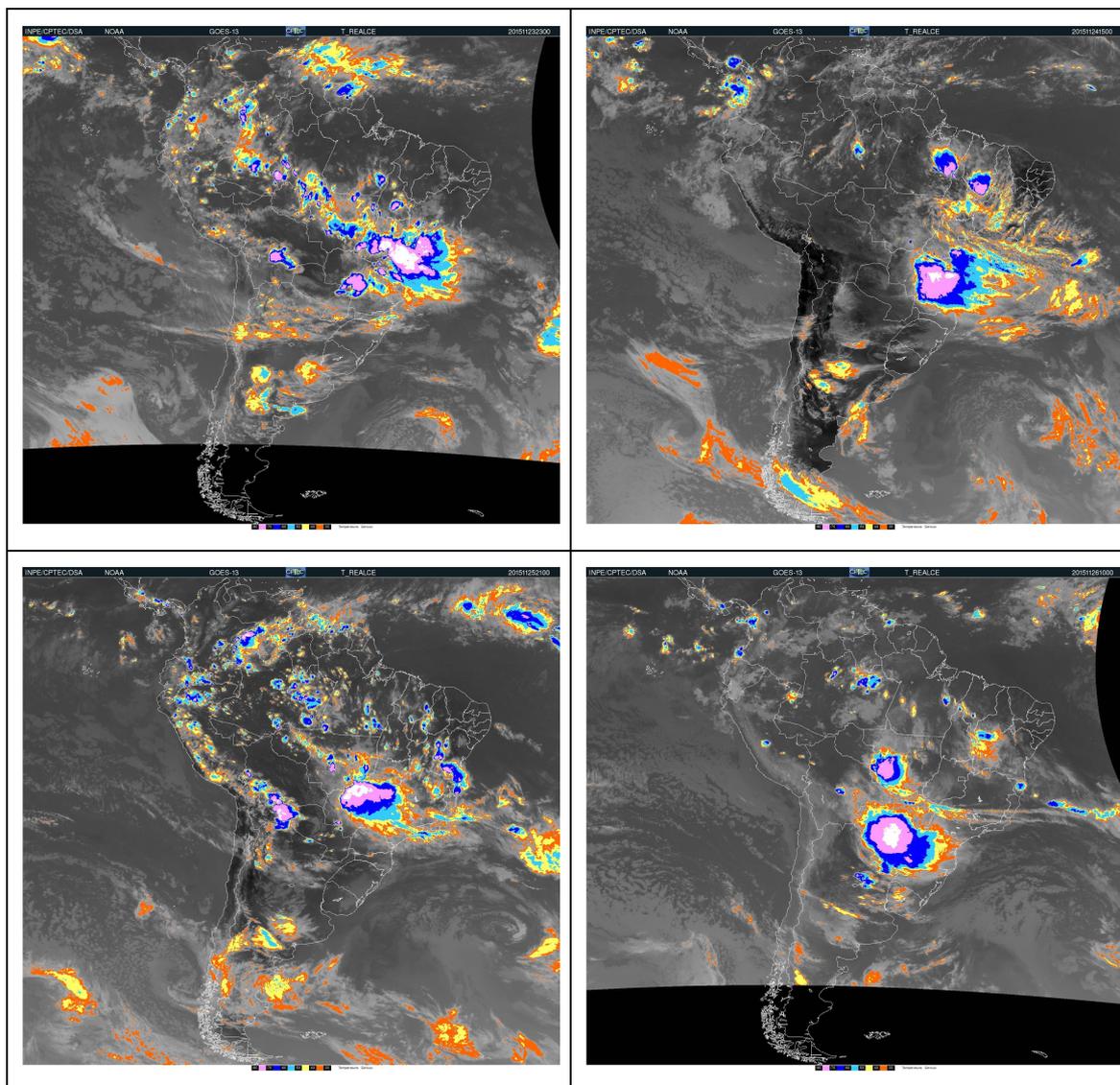


Figura 1: Imagens de satélite IR do GOES 13 para os dias 23 (a), 24(b), 25(c) e 26(d) de novembro de 2015.

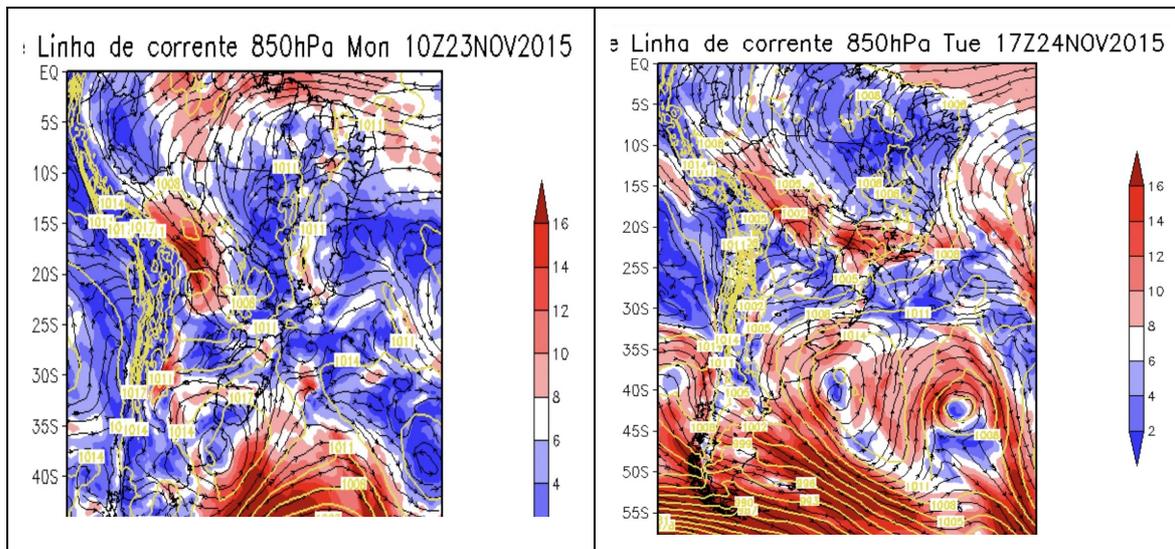
A partir de algumas sondagens próximas dos horários de desenvolvimento dos sistemas convectivos e complexo convectivo de mesoescala pode-se observar um ambiente típico de região tropical, com profunda instabilidade vertical, valores de energia potencial convectiva disponível (CAPE) com valores próximos de 2000 J/kg e intenso cisalhamento horizontal nos níveis mais baixos da troposfera (Figuras 2a e 2b). Outra característica marcante é a presença de ar mais seco nos níveis entre 600 e 400 mb, potencializando ainda mais a instabilidade. Alguns dos sistemas convectivos tinham características de Complexo Convectivo de Mesoescala segundo a definição de Maddox (1980) com extensão quase do tamanho de um estado (Figura 2a). No caso do dia 24 de novembro (Figura 2a e 2c) a extensão da área com temperatura menor que  $-52^{\circ}\text{C}$  foi de aproximadamente 280.000 km<sup>2</sup>, enquanto que a classificação de Maddox indica ao menos 50.000 km<sup>2</sup>

O sistema convectivo no dia 23/11/2015 se formou sobre o Paraguai e se propagou zonalmente até a divisa entre São Paulo e Minas Gerais (linha vermelha Figura 3) e adquiriu trajetória para norte até a Bahia, seguindo por mais de 2000 km. O SCM estava posicionado ao sul da Alta da Bolívia e na saída do lado

equatorial do jato subtropical (não mostrados). Os SCM dos dias 23, 24 e 25 se propagaram por mais de 2000 km com duração superior de 24h com propagação inicial zonal e se deslocando na direção norte ou nordeste, ambos seguindo o padrão da circulação da alta da Bolívia e na área equatorial da saída do jato subtropical. No dia 26, o SCM se propagou no sentido noroeste sudeste por pouco mais de 12h, ainda com grande extensão territorial. Não se propagou para norte como nos três dias anteriores. Neste caso do dia 26 o jato subtropical não estava configurado e a alta da Bolívia estava associada a uma crista na região sul do Brasil com um jato de baixos níveis em 850 mb, configuração diferente dos casos anteriores.



Figura 2 : O vermelho é a trajetória do dia 23/11, o azul a do dia 24/11, o verde a do dia 25/11 e o rosa a do dia 26/11



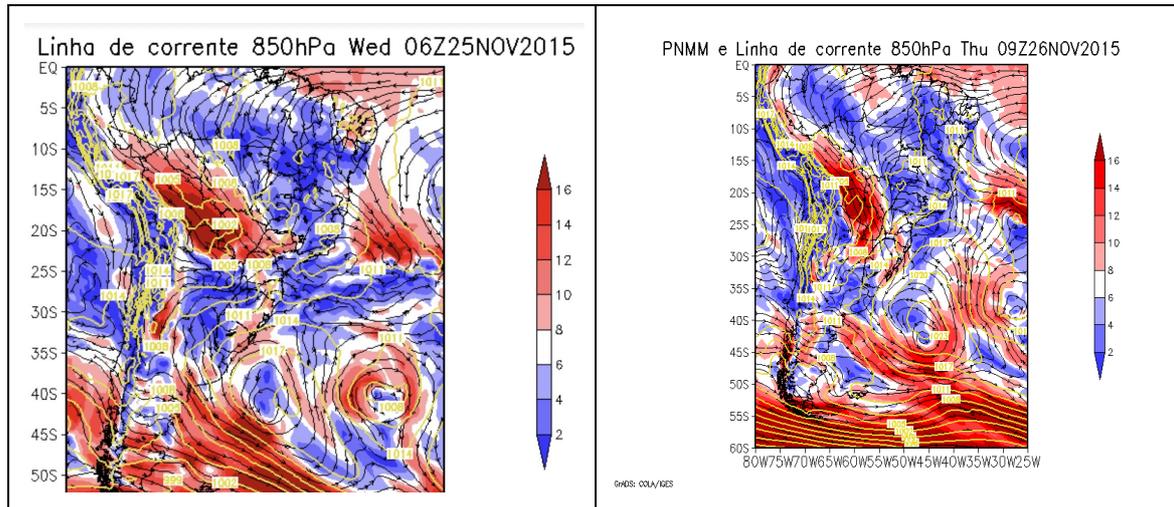


Figura 3 : Dados de reanálise de linha de corrente para os 4 dias do evento obtidos pelo ERA 5.

#### 4. CONCLUSÕES

Os sistemas convectivos em série dos dias 23 a 26 de novembro de 2015 se desenvolveram em um ambiente de instabilidade com convecção profunda e topos muito elevados, acima de 12 km e temperatura de brilho abaixo de 70°C com grande extensão territorial acima de 700 km. Outras duas características peculiares foram a duração, passando de 24h em três casos, e a propagação de mais de 2000 km nos três primeiros dias. Os SCM mais extensos e duradouros (dias 23, 24 e 25) estavam sob a área equatorial de saída do jato subtropical e de se propagaram no caminho da alta da Bolívia.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PEREIRA FILHO, A. , CARBONE, R. , TUTTLE, J. and KARAM, H. Convective Rainfall in Amazonia and Adjacent Tropics. *Atmospheric and Climate Sciences*, **5**, 137-161, 2015 doi: [10.4236/acs.2015.52011](https://doi.org/10.4236/acs.2015.52011).

REHBEIN, A. , AMBRIZZI, T. and MECHOSO, C. R., Mesoscale convective systems over the Amazon basin. Part I: climatological aspects. *Int. J. Climatol*, **38**: 215-229., 2018 doi:[10.1002/joc.5171](https://doi.org/10.1002/joc.5171)

Hersbach, H.; Dee, D. ERA5 reanalysis is in production. *ECMWF Newsl.* **2016**, 147, 7

HOUZE, R.A., [100 Years of Research on Mesoscale Convective Systems](https://doi.org/10.1175/AMSMONOGRAPHS-D-18-0001.1). *Meteorological Monographs*, **59**, 17.1–17.54, 2018. <https://doi.org/10.1175/AMSMONOGRAPHS-D-18-0001.1>

Velasco, I. e J.M. Fritsch, 1987: Mesoscale convective complexes in the Americas. *J. Geophys. Res.*, **92**, D8, 9591-9613.