

## COMPARAÇÃO ENTRE O FLUXO DE RADIAÇÃO DE ONDA LONGA NO TOPO DA ATMOSFERA EMITIDA POR SISTEMAS CONVECTIVOS DE MESOESCALA: ESTUDO DE CASO

ALLEF PATRICK CAETANO DE MATOS<sup>1</sup>; KELLI SILVA DE LARA<sup>2</sup>; ANDRÉ BECKER NUNES<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – allefpatrikmatos@hotmail.com

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – kelli.delara@hotmail.com

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – beckernunes@gmail.com

### 1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCM) provocam chuvas volumosas e tempestades, que muitas vezes geram impactos socioeconômicos, nos locais por onde passam. Wallace e Hobbs (1993) define o Sistema Convectivo de Mesoescala (SCM) como uma banda ou zona de nuvens e precipitação, em uma escala de 100 km ou mais em pelo menos uma direção, que são geradas pela interação de células convectivas. Estes sistemas podem ser definidos de acordo com suas características físicas dentre os quais um tipo extremo denominado Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM) (Maddox, 1980). De acordo com o autor os CCMs se formam em ambientes quentes e úmidos, e são identificados nas imagens de satélite como um escudo de nuvens frias de formato aproximadamente circular, com tempo de vida superior a 6 horas. Ao longo do seu ciclo de vida os Sistemas Convectivos podem apresentar células convectivas, de grande desenvolvimento vertical, com temperaturas dos topos no infravermelho ao redor dos -70°C.

As nuvens presentes no escudo de nuvens frias dos SCMs em geral absorvem Radiação de Onda Longa (ROL) emitida pela superfície terrestre. Posteriormente emitem essa radiação isotropicamente e em menor quantidade por possuírem temperaturas menores que a da superfície terrestre, conforme mostra a lei de Stefan Boltzmann. Assim baixos valores do fluxo de ROL são registrados no topo da atmosfera, em contraste com uma atmosfera seca e sem nuvens que tenderá a registrar altos valores do fluxo de ROL. Poucos estudos têm sido feitos com relação aos fluxos de Radiação de Onda Longa associados a eventos de SCMs, em especial os fluxos emitidos pelas nuvens no topo da atmosfera. Estudar estes fluxos podem ajudar a entender o comportamento destes sistemas e até mesmo criar mais um critério para identificação baseado na anomalia de fluxo de ROL, em especial para o CCM. O objetivo deste trabalho é comparar a anomalia de ROL na alta atmosfera causado por um CCM e por um SCM genérico, e desta forma verificar qual dos dois sistemas causa maior anomalia.

### 2. METODOLOGIA

Para identificação dos Sistemas Convectivos serão utilizados imagens do satélite Goestacionário, GOES (Geostationary Operational Environmental) no canal infravermelho termal, com temperatura dos topos realçadas. Para o Complexo Convectivo de Mesoescala (CCM), em especial, os critérios originais de classificação apresentado por Maddox (1980) que levam em conta o tamanho, a forma e o tempo de vida devem ser obedecidos. Os dados a serem utilizados serão do modelo MERRA (Modern Era Retrospective Analysis for Research and Applications) 3d, com espaçamento de grade de 2/3º de longitude e 1/2º de

latitude, resolução temporal de 3 horas e 42 níveis verticais (da superfície até 0,001 hpa) (Rienecker et. al, 2011), para serem visualizados no pacote de visualização do NCAR Command Language (NCL). Os sistemas em questão serão observados pelo campo de anomalia de ROL, obtida da subtração entre o campo de ROL do dia dos eventos (CCM em 21/10/2013 e o SCM em 10/12/2012) e a média (1980-2015) de ROL para a estação (Outubro à Dezembro).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primavera costuma apresentar muitas ocorrências de SCMs por ser uma estação de transição, o que implica em um aumento progressivo da incidência da radiação solar sobre a América do Sul, causando maior aquecimento superficial em contraste com entradas de ar frio polar que ainda ocorrem nesta estação. Estes contrastes podem originar SCMs e em alguns casos podem evoluir para CCMs. A figura 1 mostra a média do fluxo de ROL na alta atmosfera para o período compreendido entre outubro e dezembro de 1980 a 2015.

#### Media do Fluxo de ROL no topo da Atmosfera (W/m<sup>2</sup>)

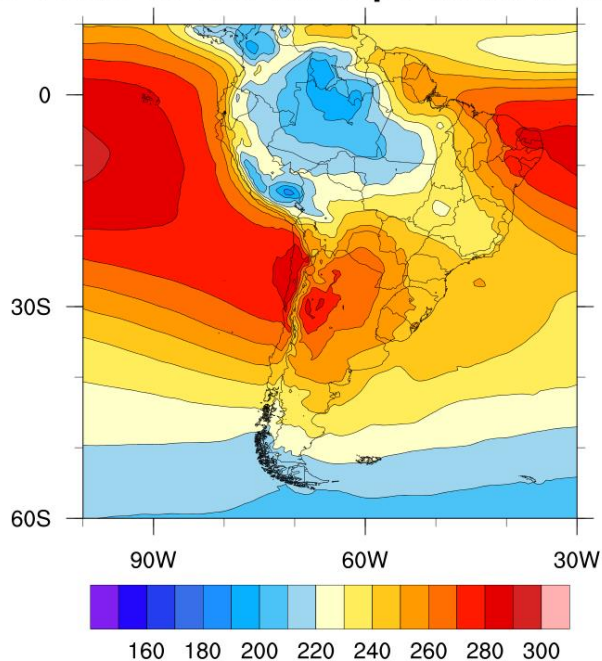


Figura 1 – Média (1980-2015) do Fluxo de Radiação de Onda Longa ( $W\ m^{-2}$ ) no topo da Atmosfera entre Outubro e Dezembro.

Na madrugada do dia 21 de Outubro de 2013 devido a disponibilidade de calor e de umidade transportado pelo Jato de Baixos Níveis, um CCM se formou sobre o Uruguai e parte da região sul do Brasil. Provocou chuvas fortes e tempestades em algumas cidades. Em Santa Rosa-RS as rajadas chegaram a 120,7 km/h na estação automática do INMET. A figura 2 mostra este sistema no seu tamanho máximo na imagem de satélite GOES do canal infravermelho realçado. Na noite do dia 10 de Dezembro de 2012 um SCM genérico (sem estar classificado dentro dos tipos existentes de SCM) se formou sobre o sul do Uruguai na vanguarda de uma frente fria e posteriormente avançou sobre o Rio

Grande do Sul (RS) provocando tempestades em várias cidades. Em Quaraí-RS as rajadas chegaram a 120 km/h na estação automática do INMET. A figura 2 mostra este sistema no seu tamanho máximo na imagem do satélite GOES no canal infravermelho realçado.

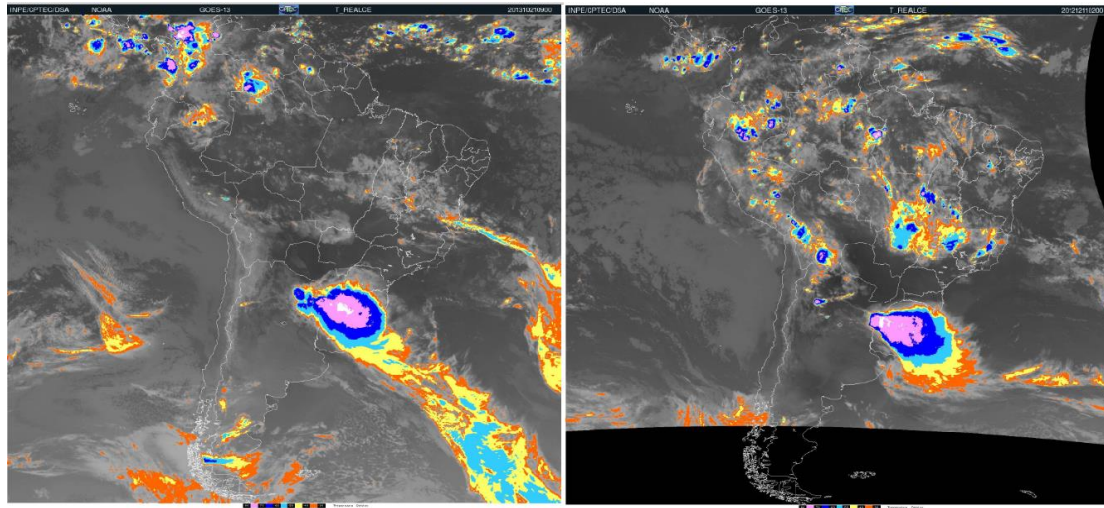


Figura 2 – Imagem de satélite da esquerda mostra o CCM em 21/10/2013 às 10 UTC e a da direita o SCM em 11/12/2012 às 2 UTC.

Fonte: DSA/ CPTEC –INPE.

Estes Sistemas Convectivos como mostrados na figura 2 possuem escudos de nuvens frias com baixa emissão de infravermelho termal. Assim há uma anomalia negativa da quantidade de Radiação de Onda Longa (ROL) no topo da Atmosfera acima destes escudos de nuvens frias. Como o CCM é um tipo extremo de SCM espera-se que provoque uma anomalia negativa mais acentuada no fluxo de ROL no topo da atmosfera se comparado ao SCM genérico. Tal suposição é confirmada na figura 3 que mostra um comparativo entre anomalia de ROL causada pelo CCM e pelo SCM.

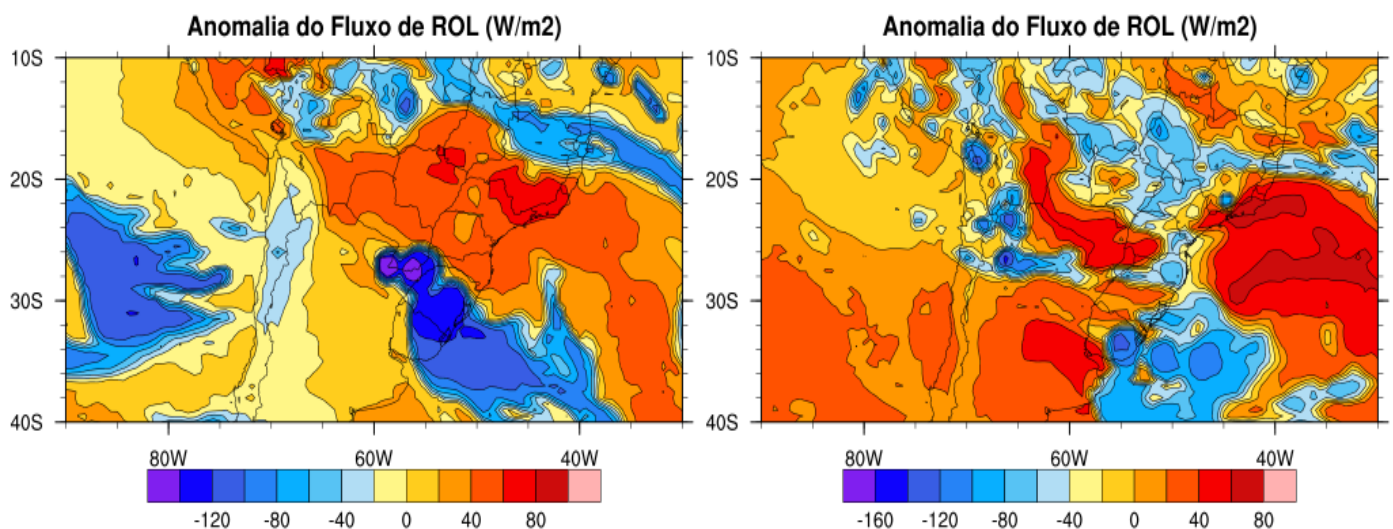


Figura 3 – Anomalia de ROL ( $\text{W m}^{-2}$ ) no topo da atmosfera. Figura da esquerda é anomalia causada pelo Complexo Convectivo de Mesoescala e a figura da direita a anomalia causada pelo Sistema Convectivo de Mesoescala genérico.



Apesar de no caso do SCM a anomalia estar um pouco mais ao sul se comparado a cobertura de nuvens na imagem de satélite, percebe-se que essas anomalias foram menores em magnitude, enquanto que no caso do CCM houve grandes desvios da ordem  $-140 \text{ W m}^{-2}$ . Isso evidencia o fato que o CCM apresenta mais nuvens com desenvolvimento vertical e portanto com topos mais frios se comparado ao SCM genérico.

#### 4. CONCLUSÃO

Os Complexos Convectivos de Mesoescala em média provocam mais impactos na sociedade que os Sistemas Convectivos genéricos, pois tendem a gerar instabilidades mais severas. Como são nuvens com desenvolvimento vertical apresentam baixas temperaturas em seus topos e portanto baixa emissão de ROL. Como foi mostrado neste estudo de caso a maior anomalia de ROL foi causado pelo CCM mostrando que este possuía mais nuvens com desenvolvimento vertical e portanto era mais intenso que o SCM genérico.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DSA – CPTEC/INPE. Disponível em:<[http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic](http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes/formulario.logic). Acesso: 01/06/2016.

MADDOX, R. A. Mesoscale Convective Complexes, **Bulletin of the American Meteorological Society**. v.61, n.11, p.1374 – 1387, 1980.

RIENECKER, M.M. et al. MERRA: NASA's Modern-Era Retrospective Analysis for Research and Applications, **Journal of Climate – American Meteorological Society**., v. 24, n. 14, p. 3624 – 3648, 2011.

WALLACE, John M; HOBBS, Peter V. **Atmospheric Science – An Introductory Survey**. 2.ed. San Diego: Elsevier, 2006. 345 p.