



# XVIII CBMET

CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA  
RECIFE PE | 03 A 06 DE NOVEMBRO DE 2014  
O PAPEL DA METEOROLOGIA NA CONSTRUÇÃO  
DE UMA SOCIEDADE SUSTENTÁVEL

# CPTEC Sistemas meteorológicos responsáveis pela formação de chuva na região sul do Brasil durante o verão de 2012-2013

Graziela Luzia<sup>(1)</sup>, José Paulo Bonatti, Sílvio Nilo Figueroa  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Cachoeira Paulista, SP  
<sup>(1)</sup>graziela.luzia@cptec.inpe.br

## RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar os principais sistemas meteorológicos que atuam no verão do Sul do Brasil, principalmente sobre o território do Rio Grande do Sul (RS) e Santa Catarina (SC), e apontar, dentre estes sistemas, quais são os responsáveis pela formação de precipitação nesta área. Adicionalmente, é apresentada uma avaliação do desempenho da nova versão do Modelo Global do CPTec (AGCM-CPTEC V.4.0) [1] em representar estes sistemas meteorológicos através da análise de variáveis como precipitação, campos de pressão, temperatura e vento meridional produzidos pelo modelo em comparação a produtos de análises de ERA-Interim e dados diários de precipitação do satélite TRMM 3B42 v.7. O período escolhido para estudo foi o verão de 2012-2013 (DJF-2012-2013). Neste trimestre, a passagem de sistemas frontais originados na Argentina ou Uruguai, a presença do Jato de Baixos Níveis (LLJ) e linhas de instabilidade foram os principais responsáveis pela formação de chuva na região. Sequências de dias sem a presença de chuva e com onda de calor, associados a uma circulação anticiclônica em 500 hPa por exemplo, também foram analisados. Em relação aos totais diários de precipitação, o modelo demonstrou uma boa representação, acompanhando os picos de máxima precipitação e os dias seguidos sem chuva durante o período estudado. O mesmo se pode dizer sobre a análise dos campos médios de pressão, temperatura e vento no período, demonstrando que o modelo apresentou desempenho satisfatório na representação dos sistemas meteorológicos que atuaram sobre a região no verão de 2012-2013 e a formação de chuva e estiagem em decorrência destes sistemas.

## INTRODUÇÃO

A região sul do Brasil apresenta precipitação bem distribuída ao longo do ano e totais pluviométricos elevados, entre 1750-2100 mm/ano [2]. De acordo com [3], a precipitação no sul do Brasil está associada a: 1) sistemas frontais que se deslocam do Pacífico, passam pela Argentina e seguem em direção ao nordeste brasileiro [4]; 2) ciclones e frentes frias que se desenvolvem sobre a Argentina, o Uruguai ou sul do Paraguai devido à presença de vórtices ciclônicos ou cavados em altos níveis sobre a costa oeste da América do Sul vindos do Pacífico [5] e também devido a condições frontogenéticas e/ou ciclogênicas originadas na região [6] [7]; 3) Complexos Convectivos de Mesoscala (CCM) ou Linhas de Instabilidade (LI) [8] [9]; 4) sistemas ciclônicos em níveis médios conhecidos como vírgula invertida [10] e 5) bloqueios atmosféricos [11]. Embora a maior ocorrência de frentes frias sobre o sul do Brasil seja no período do inverno, no verão elas também ocorrem com frequência considerável e são responsáveis por boa parte da precipitação. Em uma climatologia de 30 anos de ocorrência de frentes frias na América do Sul [12], resultados mostram que o território de SC é atingido, em média, por 4 a 6 frentes frias durante o trimestre DJF, enquanto que o RS, por 6 a 10 frentes frias. Esses sistemas frequentemente estão associados a episódios de forte precipitação, rajadas de vento e, ocasionalmente, a enchentes e deslizamentos em diversos municípios. No verão de 2012-2013 foram registrados 15 sistemas frontais que cruzaram o RS e/ou SC, segundo síntese sinótica mensal produzida pelo Grupo de Previsão de Tempo (GPT) [13] do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE) e a passagem destas frentes foram os principais responsáveis por formação de precipitação na região de estudo compreendida pelos estados de SC e RS (26°S – 33°S; 48,5°S – 56,5°S), conforme pode ser visto na Tab. 1.

## RESULTADOS

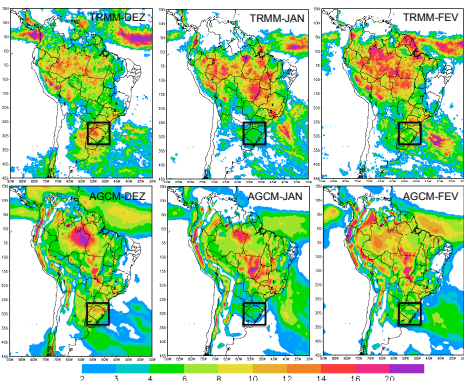


Fig. 1: Precipitação média mensal (mm/dia) para TRMM e média mensal a partir das previsões de 24h do AGCM.

Tab. 1: Resumo dos principais sistemas meteorológicos que atuaram sobre o RS e SC. FONTE: Síntese Sinótica Mensal – GPT/CPTEC-INPE

DATA	EVENTO
03/12	Onda frontal proveniente da Província de Buenos Aires atinge o litoral do RS no dia 2. A presença de forte calor, associado de ar cálido e de cavados em 200 hPa e em 500 hPa provocam temporais isolados na costa e norte do RS, sendo forte 15 km em Torres.
03/12	Onda frontal que se forma entre o Uruguai e a costa da Argentina no dia 07 e se desloca rapidamente para o RS no fim do dia, provocando tempestade no estado.
03/12	Onda frontal que atinge entre a Província de Buenos Aires e de Santa Fé no dia 10 e atinge o sul do RS no dia seguinte no dia 13. Inclusive com ciclone de baixa dentro do estado. A atividade pós frontal provocou temporais no RS, SC entre o município de Pelotas (dia 11).
03/12	Frente fria que passa na Província de Buenos Aires e depois pelo sul do RS antes pela manhã do dia 13. A presença de JIB, do calor e elevada umidade do ar em camada baixa de troposfera e de forte divergência em 200 hPa contribuem para tempestade no RS no dia 13.
03/12	No norte do dia 14 houve chuva forte entre o Uruguai e o RS, causada pela passagem de uma linha de instabilidade, que também provocou chuvas fortes de 115 kmh na região da campênia gaúcha.
03/12	Frente fria que passou rapidamente pela Província de Buenos Aires com maior tempo significativo atingindo o sul do RS e o Atlântico no período da noite. Esse sistema estava associado a um sistema ciclone extratropical de 920 hPa no Atlântico com precipitação de 450 kmh.
03/12	Frente fria que se originou de um ciclone extratropical, passou a Patagonia e atingiu o litoral do RS no dia 19. Se deslocou para o Atlântico no fim do dia e a presença de Baixa do Bósque da Argentina provocou forte instabilidade no Rio Sul do RS.
03/12	O centro anterior evoluiu na formação de uma onda frontal entre a Província de Buenos Aires e de Córdoba no dia 20 no dia 22 pela manhã atingiu o litoral de SC, que também contribuiu para sequências de dias sem a presença de chuva no Rio Sul do RS.
03/12	Uma onda de calor se estabeleceu entre o Uruguai e o Sul do RS durante o período de 20 a 22 de dezembro, com temperaturas acima de 40°C entre o dia 21 e 25. O tempo quente esteve associado a presença de uma circulação anticiclônica em 500 hPa no Sul.
03/12	Frente que se formou no RJ, SC no dia 22 e se deslocou para o RS no dia 25. Processos temporais entre o Sul de Argentina e o RS com acumulação de chuva de 150 kmh em Caspary de SC e 170 kmh em Caraguai. No dia 27 atingiu o litoral do RS em processo de dissipação.
03/12	Frente fria que chegou do Uruguai, passou pelo Rio Grande do Sul e se deslocou rapidamente para o RS. Gerou uma linha de instabilidade que se propagou pelo RS provocando tempestades com fortes ventos, com rajadas que atingiram até 100 kmh.
03/12	O JIBs bastante intenso, aliado ao movimento difuso em altitude e por perturbações ciclônicas em nível médio, decorreu a formação de onda de instabilidade que provocou acumulados significativos de precipitação no Sul do RS. O Jato do Centro do RS chegou a 120 kmh entre o dia 7 e 9.
03/12	Frente fria que passou no Rio Sul do RS e se propagou para o RS no dia 8 e se propagou até Santa Vitória do Palmar e Buenos Aires no dia 12 do dia 9.
03/12	Frente fria que passou pelo Rio Sul do RS no dia 22 atingindo o Sul do RS e o Atlântico no dia 24. No dia 24 o tempo quente no RS.
03/12	Frente fria que chegou do Rio Sul do RS e se deslocou rapidamente para o RS, atingindo o litoral do RS no dia 25. Depois de passar pelo RS, a presença de uma perturbação ciclônica em altitude e temperatura estavam bastante elevadas, aliado de forte divergência no movimento aloft na campênia, sul e litoral do RS. Ventos atingiram 100 kmh em Rio Grande do Sul.
03/12	Tempestade associada a uma circulação anticiclônica em 500 hPa no Rio Sul do RS, com ventos fortes de 100 kmh no Rio Sul do RS. Ventos atingiram 100 kmh em Rio Grande do Sul.
03/12	O JIBs, com a formação de um VCAN entre o Paraguai e a Região Sul do Brasil entre 250 hPa e 500 hPa com chuva forte em algumas áreas do Sul do RS.
03/12	Frente fria que chegou do RJ, SC, Rio de Janeiro no dia 17 e se propagou para o sul do RS no dia 19. No dia 20 houve uma perturbação ciclônica no sul do RS, com ventos fortes de 100 kmh no Rio Sul do RS. A presença de uma onda profunda levou tempestades com rajadas de vento que atingiu o norte do RS entre o dia 21 e 23. Era acompanhada a chuva com intensidade de 100 kmh.
03/12	Tempestade que se formou no sul do RS e atuou até o litoral de SC no dia seguinte, com chuva localizada forte entre o litoral sul do RS.
03/12	Frente fria que passou pelo RJ, SC, Rio de Janeiro no dia 24, no mesmo tempo houve uma colisão entre a Patagônia e o Atlântico. No dia seguinte a frente se organizou lentamente pelo RS e a atividade pós frontal provocou chuva localizada forte entre o norte e centro do RS. No dia 26 chegou ao RS.

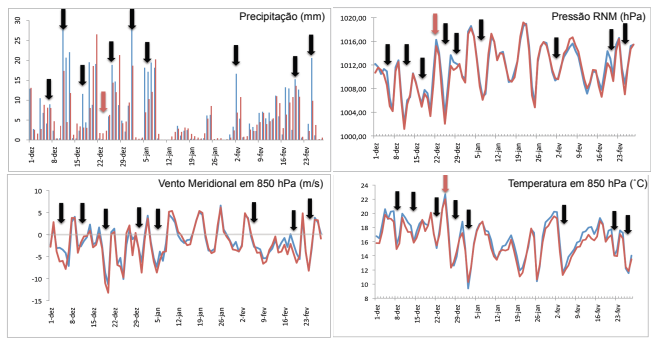


Fig. 2: Médias diárias das variáveis na área e no período de estudo. Em azul, TRMM 3B42 e em vermelho, médias a partir das previsões de 24h do AGCM-CPTEC.

## CONCLUSÕES

O trimestre DJF-2012-2013 foi um verão típico em termos de precipitação média e de sistemas meteorológicos atuantes, embora no mês de dezembro tenha havido a passagem um pouco acima da média de sistemas frontais. As figuras mostram ótima concordância entre o CPTec AGCM V.4.0 (T299L64) e reanálises para as variáveis temperatura, pressão reduzida ao nível do mar e vento meridional (Fig. 2). Para precipitação, no entanto, apresenta algumas diferenças entre modelo e observado, tanto no campo médio mensal (Fig. 1) como nos valores diários (Fig. 2), embora os picos de precipitação e os dias sem chuva coincidam bem. Alguns eventos destacados (Tab. 1 e Fig. 2) mostram uma boa simulação da passagem das frentes, apresentando a queda dos valores médios diários de pressão ao mesmo tempo da inversão de sinal do vento meridional e queda de temperatura. A onda de calor no dia 24/dez. em decorrência de uma circulação anticiclônica em 500hPa também pode ser verificada como um pico relativo de alta pressão e de temperatura.

## REFERÊNCIAS

[1] FIGUEROA et al. Performance of new CPTec AGCM V.4.0 for Tropical Rainfall Forecasting: Model description and sensitivity to consecutive parameterization and horizontal resolution (to be submitted to Weather and Forecasting, 2014).  
[2] RAO, V. S.; HADAK. Characteristics of Rainfall over Brazil Annual Variations and Connections with the Southern Oscillation. Theoretical and Applied Climatology, v.42, p.81-91, 1990.  
[3] REBOITA, M. S. et al. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, v.25, n.2, p.185-204, 2010.  
[4] KOUSSKY, V. E. Frontal Influences on Northeast Brazil. Monthly Weather Review, v.107, p.1140-1153, 1979.  
[5] MIKY FUNATSU, B., GAN, M. A.; CAETANO, E. A case study of orographic cyclogenesis over South America. Atmosfera, v.17, n.2, p.91-113, 2004.  
[6] SATYAMURTY, P.; MATTOS, L. F. Climatological lower tropospheric frontogenesis in the midlatitudes due to horizontal deformation and divergence. Monthly Weather Review, v.117, n.6, p.1355-1364, 1989.  
[7] REBOITA, M. S. Ciclones Extratropicais sobre o Atlântico Sul: Simulação Climática e Experimentos de Sensibilidade. Tese de Doutorado em Meteorologia, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas – IAG-USP, 2008.  
[8] FIGUEIREDO, J. C.; SCOLAR, J. O tempo de vida médio dos Sistemas Convectivos de Mesoscala na América do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 9, 1996, Anais... Campos do Jordão, SP, p. 984-986.  
[9] SALIO, P.; NICOLINI, M.; ZIPSER, J. Mesoscale convective systems over southeastern South American low-level jet. Monthly Weather Review, v. 135, p. 1290-1309, 2007.  
[10] BONATTI, J. P.; RAO, V. B. Moist baroclinic instability of North Pacific and South American intermediate-scale disturbances. Journal of the Atmospheric Sciences, v. 44, p. 2657-2667, 1987.  
[11] MARQUES, R.F.C.; RAO, V.B. A diagnosis of a long-lasting blocking event over the Southeast Pacific Ocean. Monthly Weather Review, vol. 127, p. 1761-1776, 1999.  
[12] CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSSKY, V. E. Frentes frias sobre o Brasil. Temp e Clima no Brasil, ed. Oficina de Textos.  
[13] <http://www.cptec.inpe.br/noticias/noticia/127051>. Síntese Sinótica Mensal do GPT/CPTEC-INPE conforme acessado em 31 de agosto de 2014.

Apoio: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

