

Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul

Lívia Alves Alvarenga*

Resumo

A necessidade de estudar as condições atmosféricas da variabilidade de precipitação é relevante para compreender o ciclo hidrológico e para planejar atividades produtivas. No sudeste brasileiro, precipitações associadas à Zona de Convergência do Atlântico Sul e Sistemas Frontais podem deflagrar enormes problemas. O presente trabalho faz uma revisão bibliográfica a respeito da precipitação no sudeste brasileiro, abordando eventos extremos de precipitação, e destaca um evento de precipitação no sul de Minas Gerais.

Palavras-chave: Instabilidade atmosférica. Zona de Convergência. Sistemas frontais. Precipitação.

1 Introdução

O clima pode ser definido como uma generalização ou uma integração das condições do tempo para certo período, em determinada área. O clima de uma região é condicionado por fatores como precipitação, umidade relativa, radiação solar, temperatura do ar, velocidade do vento, direção do vento e pressão atmosférica. Esses fatores, por sua vez, são influenciados por altitude, latitude, topografia, características do solo e da vegetação, entre outros aspectos (Vianello, 1991; Varejão, 2005).

Um dos elementos climáticos mais importantes é a precipitação, pois ela afeta diretamente o ciclo da água e outros elementos climáticos. A precipitação muitas vezes causa alagamentos e deslizamentos de terra. A ausência pode ocasionar longos períodos de seca ou má distribuição da precipitação sobre grandes regiões do Sudeste do Brasil.

Traço climático marcante do sudeste brasileiro é a distribuição espacial e temporal da precipitação, fator ambiental de maior importância da região, influenciando fortemente os aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos. Devido aos arranjos entre os controles de grande escala, os distúrbios de meso-escala e condições locais como topografia, exposição de vertentes e uso da terra, a precipitação apresenta enorme variação inter e intra anual. A pluviosidade se apresenta com dois períodos bem característicos: um período concentra grande parte da precipitação, e outro período possui decréscimo acentuado. A incursão das massas polares é um fator de peso para a alta variabilidade da pluviosidade anual. Esse quadro complexo sofre também influência de outros condicionantes, como configuração e persistência da ZCAS (Zona de Convergência do Atlântico Sul) ou posição da corrente do jato, que pode dificultar a penetração de massas polares, mantendo-as mais ao sul (Nunes et al., 2009).

O foco deste estudo foi abordar as principais perturbações atmosféricas associadas à precipitação no sudeste brasileiro, por meio de revisão de literatura e de um caso de precipitação na região do sul de Minas Gerais.

2 A precipitação na região sudeste do Brasil

Alves et al. (2002) dizem que para compreender a estação chuvosa no Sudeste Brasileiro (SEB) é necessário levar em consideração os processos atmosféricos de diferentes escalas de tempo. A estação chuvosa tem início entre 23 de setembro e 7 de outubro no sul da região sudeste. Alves et al. (2005) também enfatizam que mais de 80% do total anual de chuvas encontra-se entre os meses de

outubro e março nesta região. O período chuvoso começa mais cedo no sul da região sudeste em decorrência de frentes frias. No norte, observa-se um atraso da estação chuvosa de 2 a 3 meses em relação ao sul, coincidindo com a atuação da ZCAS em dezembro. Em anos de maior aquecimento do oceano Pacífico, as chuvas começam mais cedo; há atraso em anos em que as temperaturas da superfície do mar são mais frias.

Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e Sistemas Frontais (SF) são sistemas meteorológicos distintos. A ZCAS é definida como uma persistente banda de nebulosidade, mais ativa durante a estação de verão da América do Sul. A ZCAS se caracteriza pelo escoamento de umidade convergente em baixos níveis da troposfera, orientado no sentido noroeste e sudeste (Nogués-Paegle; Mo, 1997). Os sistemas frontais, ou frentes, são definidos como uma zona de transição entre duas massas de ar de diferentes densidades e temperaturas, que se aproximam e tendem a se manter individualizadas, conservando suas particularidades (Vianello, 1991).

Segundo Kousky (1979), as frentes frias afetam o clima da América do Sul o ano todo. Elas são facilmente identificadas em imagens de satélite e geralmente se deslocam de sudoeste para nordeste sobre o continente e o oceano Atlântico adjacente.

A menor frequência de passagem dos SF pode indicar maior permanência desse sistema em determinada localidade, favorecendo maior precipitação.

Quanto à permanência dos sistemas meteorológicos já discutidos, Lima et al. (2010) enfatizaram que os SF e as ZCAS são os principais sistemas meteorológicos responsáveis pela precipitação na região sudeste do Brasil. Essas duas perturbações são distintas em um aspecto: a duração. Segundo Lima et al. (2010), o SF é uma perturbação transitória que afeta a região por um ou dois dias, enquanto que a ZCAS é um sistema quase-estacionário que permanece sobre o SEB por mais de três dias em média.

3 Os eventos extremos de precipitação

Eventos extremos de precipitação podem causar danos locais. Liebmann et al. (2001) relatam que esses eventos ocorrem de novembro a março e que existe variação interanual em seu número. Nesse estudo, entretando, a contagem de eventos extremos não foi bem correlacionada com a precipitação média sazonal.

Vasconcellos (2008) relata a influência de diversas escalas na ocorrência de precipitação extrema na região da Serra do Mar que integra o sudeste brasileiro. Na análise das séries temporais diárias de precipitação para a área, foram selecionados dois casos extremos de precipitação maiores ou iguais a 100 mm/dia. Por meio da análise da climatologia da precipitação (período de 1980-2006), Vasconcellos (2008) observou que a precipitação diminui do verão para o inverno e que as estações estão cada vez mais extremas. As primaveras e os verões são cada vez mais chuvosos e os outonos e os invernos cada vez mais secos. No verão, a ZCAS, e, no inverno, os Sistemas Frontais são os principais contribuintes para a precipitação e também as principais causas dos extremos de precipitação.

Lima et al. (2010) enfatizaram que os eventos de precipitação intensa no verão austral, no sudeste do Brasil, associam-se na maioria a dois tipos de perturbações atmosféricas: Frente Fria (53%) e Zona de Convergência do Atlântico Sul (47%). A importância de distinguir características sinóticas de um evento de precipitação intensa e de um evento de precipitação normal também foi abordada por Lima et al. (2010). As evoluções dessas características foram identificadas através das anomalias em relação à climatologia de campos compostos de variáveis atmosféricas. As anomalias associadas aos eventos de precipitação intensa foram significativamente mais fortes do que aquelas associadas aos eventos de precipitação normal, em todas as variáveis atmosféricas fundamentais estudadas. Esses resultados, especialmente os de intensidade do vento, anomalia de pressão e convergência de umidade podem ser úteis para prever precipitações intensas.

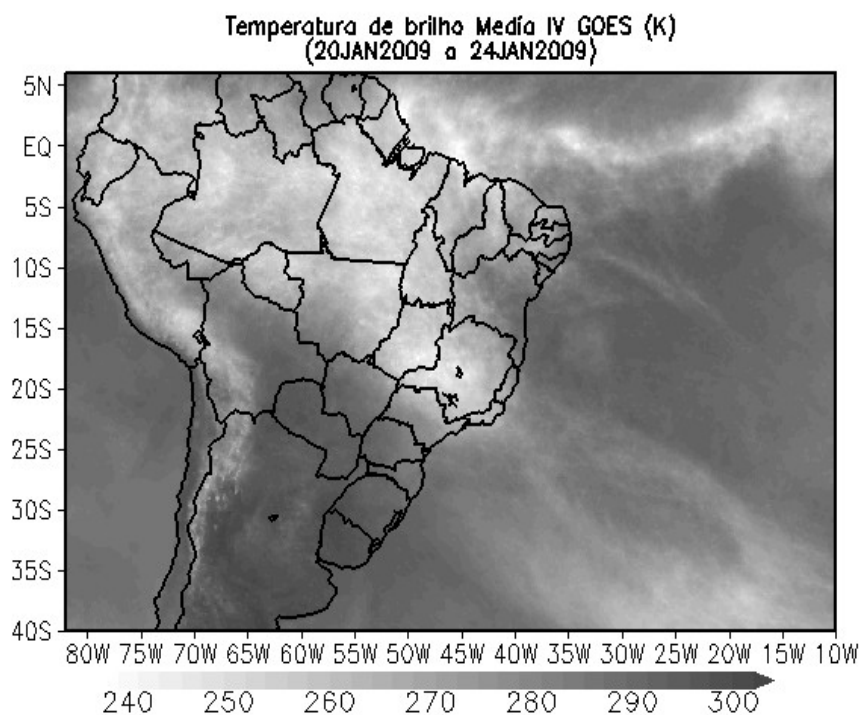
Dufek e Ambrizzi (2008) enfatizam que inundações e eventos de seca podem causar danos econômicos e ecológicos. Alterações nas propriedades físicas da superfície podem modificar o ciclo da água e os fluxos de energia (radiação solar, troca de calor), o que pode gerar impactos no clima

local ou regional, afetando circulação do ar, padrões de precipitação e temperaturas. O trabalho de Dufek e Ambrizzi (2008) evidenciou a importância de estudos que levem em conta as mudanças do uso da terra e seus impactos. É possível que as mudanças no clima alterem a temperatura, a precipitação, e aumentem a variabilidade dos eventos de precipitação.

Em 21 de janeiro de 2009, a região sul de Minas Gerais, no sudeste do Brasil, sofreu forte evento de precipitação. Dentre as várias cidades afetadas, optou-se por destacar Perdões, que enfrentou graves problemas deflagrados pelo rompimento de lagoas na região e transbordamento do Ribeirão Campinas na cidade.

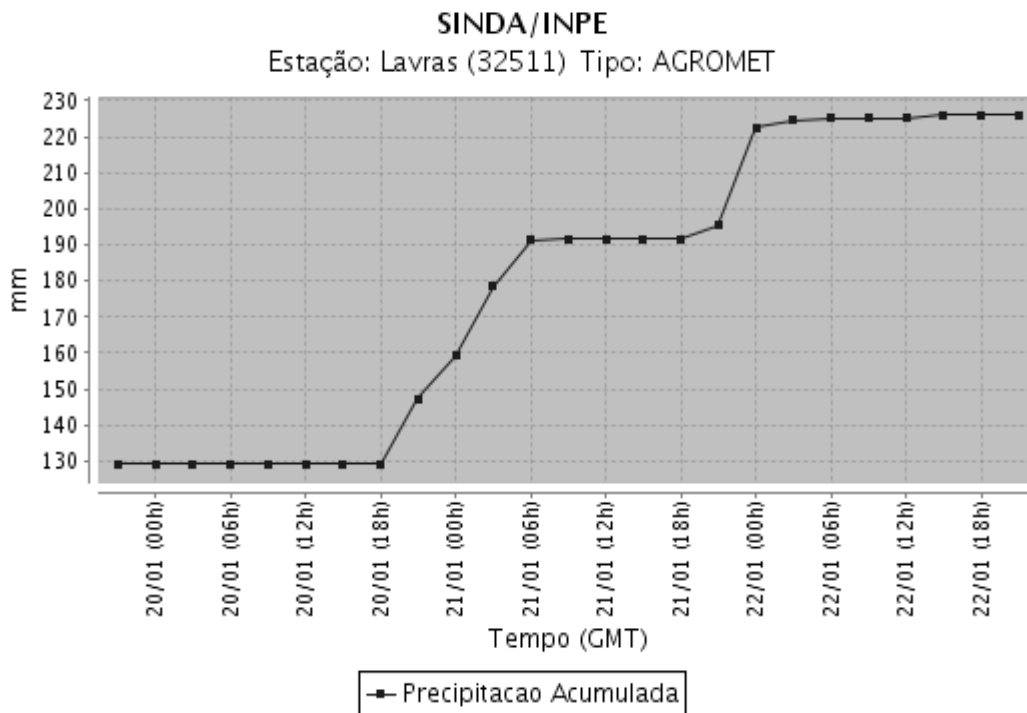
Na análise sinótica do evento foi verificado, segundo dados do Boletim Climanálise, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE), de 20 a 24 de janeiro de 2009, a ocorrência de uma ZCAS. Esta afetou grande parte da região sudeste e centro-norte da região centro-oeste (Figura 1). O campo de precipitação acumulada evidenciou, na região Sul de Minas Gerais, um volume compreendido entre 25 e 175 mm de precipitação, na forma de chuva, no mesmo período.

Figura 1. Atuação da ZCAS de 20 a 24 de janeiro de 2009. Temperatura de brilho médio do satélite GOES.



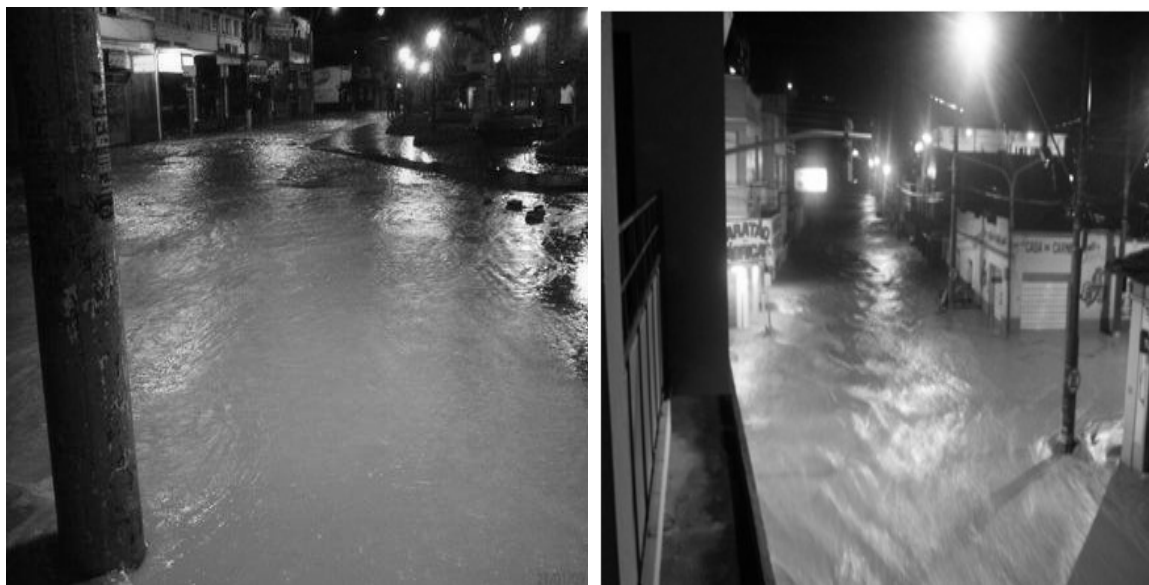
Fonte: CPTEC/INPE, Boletim Climanálise.

Figura 2. Precipitação acumulada da Estação Agrometeorológica de Lavras-MG (Código: 32511), em 21 de janeiro de 2009.



Fonte: CPTEC/INPE

Figura 3. Centro da cidade de Perdões em 21 de janeiro de 2009.



(a)

(b)



(c)

(d)

Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=BWP-1VHitaQ>

A precipitação do dia 21 de janeiro de 2009 na cidade de Lavras, próximo a cidade de Perdões (Distância de 27 km), registrou o valor acumulado de 60 mm (Figura 2). No trabalho de Beijo et al. (2005), durante 90 anos de observações (1914-2003), na determinação das estimativas pontual e intervalar da precipitação diária máxima provável para os tempos de retorno de 2, 5, 10, 20, 30, 50 e 75 anos, para períodos de quinze dias, um mês e um ano na região de Lavras (MG), utilizando a distribuição de Gumbel, foi observado que a precipitação registrada no dia 21 de janeiro de 2009 (Figura 2), acumulado diário de 60 mm, encontra-se no intervalo de 53 a 74 mm com Tempo de Retorno de 2 a 5 anos para o mês de janeiro.

Em Perdões, o centro da cidade foi atingido e o nível da água subiu até 2 m de altura, segundo relato dos moradores da cidade (Figura 3). Os danos causados foram materiais e não ocorreram mortes no referido evento de precipitação.

Os autores Brandão e Fisch (2009) também relatam que a interação entre o clima e o homem é inevitável. Fenômenos naturais como a Zona de Convergência do Atlântico Sul causam grandes impactos na sociedade em virtude das chuvas de verão agravadas por esse fenômeno, provocando enchentes em várias regiões do Brasil. As enchentes são um dos fatores de risco para a população de diversas localidades. O objetivo do trabalho de Brandão e Fisch (2009) foi verificar a passagem e a evolução de dois eventos da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) que ocorreram nos verões de 2000 e 2006, e relaciona com as fortes precipitações que atingiram a região sudeste do Brasil, especificamente o município de Guaratinguetá, no estado de São Paulo, com o aumento do nível das águas do Rio Paraíba do Sul e de seus afluentes, provocando enchentes em doze bairros considerados áreas de risco do município. Também foi enfatizado que a ocupação desordenada gera vários problemas de escoamento superficial, colocando em dúvida a eficácia dos métodos utilizados para garantir a drenagem urbana.

4 Considerações gerais

Apesar das técnicas avançadas disponíveis, o bem estar da sociedade depende do clima. Essa dependência assume relevância crescente devido às necessidades de uma população em constante crescimento, com cada vez mais necessidades de consumo. A relação do homem com o clima não se

manifesta somente na produção de alimentos, mas também em inundações, secas ou temperaturas extremas, que afligem a agricultura, o comércio, o turismo e a indústria.

A bibliografia estudada fundamenta a associação de fortes eventos de precipitação no verão à ZCAS.

Rainfall in southeastern Brazil and their relationship with the South Atlantic Convergence Zone

Abstract

The need for a better understanding of atmospheric conditions associated with rainfall variability is extremely important for the hydrological cycle (recharging of water bodies) and for various sectors of production. In a given locality, in this case, can occur in the southeastern Brazilian huge problems triggered by rainfall associated with South Atlantic Convergence Zone and Front Systems, so the present work is a review about the rainfall in southeastern Brazil, and events extreme precipitation, and in particular highlights a case study of a precipitation event in southern Minas Gerais.

Keywords: Atmospheric instability, South Atlantic Convergence Zone and Front Systems; extreme precipitation events.

*Mestre em meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Doutoranda em recursos hídricos e sistemas agrícolas pelo Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Lavras (UFLA). livia.alvarenga@posgrad.ufla.br

Referências bibliográficas

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CAMARGO JR., H.; CASTRO, C. Início da estação chuvosa na região Sudeste do Brasil: Parte 1 – Estudos observacionais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 20, n. 3, p. 385-394, 2005.

ALVES, L. M.; MARENGO, J. A.; CASTRO, C. A. C. Início das chuvas na Região Sudeste do Brasil: Análise Climatológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** 2002. p. 1403-1410. CD-ROM.

BEIJO, L. A.; MUNIZ, J.A.; CASTRO, N. P. Tempo de retorno das precipitações máximas em lavras (MG) pela distribuição de Valores Extremos Tipo 1. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n.3, p. 657-667, 2005.

BRANDÃO, R. S.; FISCH, G. F. A Zona de Convergência do Atlântico Sul e seus impactos nas enchentes em áreas de risco em Guaratinguetá-SP. **Revista Biociências**, v. 14, n. 2, p. 95-103, 2009.

Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE). Figuras. São José dos campos, 2011. Disponível em: <<http://www.cptec.inpe.br>>. Acesso em: 2 de maio de 2012.

CLIMANÁLISE: Boletim de monitoramento e análise climática. **Edição especial**. São José dos Campos, 1996. Disponível em: <<http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim>>. Edições de 1999 a 2010.

DUFEK, A. S., AMBRIZZI, T. Precipitation variability in São Paulo state, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 93, p. 167-178, 2008.

KOUSKY, V. E. Frontal influences on Northeast Brazil. **Monthly Weather Review**.v. 107, p. 1140-1153, 1979.

LIEBMANN, B.; JONES, C.; CARVALHO, L. M. V. Interannual variability of daily extreme precipitation events in the state of Sao Paulo, Brazil. **Journal of Climate**, v. 14, n. 2, p. 208-218, 2001.

LIMA, K. C.; SATYAMURTY, P.; FERNÁNDEZ, J. P. R. Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in southeast Brasil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 101, n. 1-2, p. 121-135, 2010.

NOGUES-PAEGLE, J.; MO, K. C. Alternating wet and dry conditions over South America during summer. **Monthly Weather Review**, v. 125, p. 279-291, 1997.

NUNES, L. H.; VICENTE, A. K.; CANDIDO, D. H. Clima da região sudeste do Brasil.In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; JUSTI DA, M. G. A.; SILVA DIAS, M. A. F. **Tempo e clima**. São Paulo: Oficina de textos, 2009. Cap. 16, p. 243-256.

VAREJÃO-SILVA, M.A. **Meteorologia geral I**. Campina Grande: Editora Universitária, 2005.p. 1-449.

VASCONCELLOS, F. C. **Variabilidade atmosférica associada a casos extremos de precipitação na Região Sudeste do Brasil**. 2008. 110 p. (INPE-15226-TDI/1318). Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2008.

VIANELLO L. R.; ALVES A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Editora UFV, 1991. p. 1-446.