

# **Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estados Climáticos - CPTEC.**

*Olívio Bahia do Sacramento Neto<sup>1</sup>, Gustavo Carlos Juan Escobar<sup>1</sup>, Philipp Edson Dias da Silva<sup>1</sup>*

Centro-de Previsão de tempo e Estudos Climáticos – CPTEC/INPE. Rodovia Presidente Dutra km 40, s/n. Cachoeira Paulista – SP – Brasil, email: [olivio.neto@cptec.inpe.br](mailto:olivio.neto@cptec.inpe.br), [gustavo.escobar@cptec.inpe.br](mailto:gustavo.escobar@cptec.inpe.br), [philipp.dias@cptec.inpe.br](mailto:philipp.dias@cptec.inpe.br)

**ABSTRACT:** The daily difficulty in identifying and mainly predict episodes of South Atlantic Convergence Zone (SACZ) and the difficulty of differentiating it from an episode of the Humidity Convergence Zone (HCZ) took us to the establishment of some criteria, which arose from observations, analysis and daily discussions among forecasters within the Group of Weather Forecast (GPT) of CPTEC. These criteria somehow served as the basis for the production of objective tools designed to help in the daily diagnosis and prognosis of these systems by forecasters of GPT / CPTEC. These criteria and tools are presented as a way to establish a standard of diagnosis and prognosis, in consensus with other operational centers of Meteorology. The criteria and tools used can be discussed and improved, but are suitable for identifying both SACZ episodes and (HCZ).

**Palavras-chave:** SACZ, Humidity Convergence Zone (HCZ), extreme events, heavy rain.

## **1. INTRODUÇÃO**

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos principais sistemas meteorológicos que garante o regime hídrico sobre o Centro-Oeste e o Sudeste do Brasil. Em alguns períodos, percebe-se a formação de um canal associado a convergência de umidade e massa, bastante similar a ZCAS, mas, sem a configuração clássica descrita na literatura. A este padrão similar, não clássico, o Grupo de Previsão de Tempo (GPT) do CPTEC, passou a denominar de ZCOU, ou, Zona de Convergência de Umidade. Identificar a presença destes sistemas (ZCAS/ZCOU) com períodos maiores a quatro dias é facilmente descrito em diversas publicações como Chaves e Nobre (2004), Escobar e Carvalho da Costa (2005), Jones e Carvalho (2002), Kodama (1992a), Sanches (2002), no entanto, diagnosticá-lo, diariamente, e, principalmente, prognosticá-lo, com certa antecedência, dentro de um ambiente operacional, ainda é um grande desafio, frente às ferramentas e metodologias utilizadas atualmente. Na tentativa de superar estes desafios diários e auxiliar grupos operacionais de previsão de tempo, apresenta-se este trabalho, que tem como objetivos apresentar os critérios de identificação destes sistemas meteorológicos, segundo a visão operacional do GPT/CPTEC, assim como, apresentar as ferramentas objetivas utilizadas diariamente para o diagnóstico e o prognóstico de ZCAS/ZCOU, dentro deste mesmo ambiente operacional e, também, tentar estabelecer um padrão concensual de diagnóstico e prognóstico junto aos demais centros operacionais de meteorologia.

## **2. METODOLOGIA**

A elaboração das ferramentas objetivas desenvolvidas foram baseadas em critérios estabelecidos pelo GPT, através de observações diárias de eventos de Zonas de Convergência

de Umidade, e de parâmetros estabelecidos na literatura. Utilizaram-se diversas variáveis meteorológicas que, mediante suas combinações, resultaram em cartas objetivas, preparadas para a identificação de episódios de ZCAS/ZCOU. Abaixo, os critérios de identificação de eventos de ZCAS segundo a visão operacional do GPT/INPE/CPTEC: 1- A banda de nebulosidade associada à ZCAS nem sempre aparece bem definida e homogênea. Este comportamento é similar à ZCIT (Zona de Convergência Intertropical) ou, as frentes, isto significa que, os sistemas podem estar presentes, porém, com pouca atividade. Por exemplo, a ZCIT pode estar presente apesar não ser detectada pelo campo de nebulosidade; 2- Presença do Jato Subtropical (JST) que, geralmente, contorna um cavado e dá suporte dinâmico ao sistema que atua na superfície (cavado ou frente subtropical); 3- O ramo norte do Jato Polar (JPN) pode aparecer em algumas ocasiões acoplado ao JST nos casos onde aparece a presença de uma frente fria (clássica) no oceano; 4- Existe um significativo gradiente de temperatura potencial equivalente em 850 hPa (GTPE\_850), se estendendo desde o oceano até o interior do continente. Isto acontece principalmente aos eventos de ZCAS associados a persistência de nebulosidade e abundante precipitação. Em algumas ocasiões o GTPE\_850 apenas aparece no oceano e não sobre o continente. Nesses casos, nota-se também um apreciável gradiente de Água Precipitável (valores acima de 40 mm). Também existe um gradiente significativo de temperatura de ponto de orvalho em superfície, praticamente em fase com o GTPE\_850; 5- O fluxo de umidade em 850 hPa aparece bem determinado, direcionado desde a região amazônica até o oceano, passando pelo Centro-Oeste e Sudeste do Brasil; 6- O campo de velocidade vertical omega ascendente (negativo) em 500 hPa aparece praticamente em fase com o fluxo convergente em 850 hPa; 7- A Alta da Bolívia (AB) e o cavado do Nordeste (CNe), ou Vórtice do Nordeste (VNe), aparecem bem definidos apenas nos casos de ZCAS clássicos. Porém, nem sempre estes sistemas aparecem bem caracterizados durante um evento de ZCAS. Geralmente, a AB sempre aparece, apesar de se apresentar desconfigurada em várias oportunidades. O VNe pode não aparecer em casos de ZCAS; 8- A Zona de Convergência de Umidade em baixos níveis, provocada pela presença das características mencionadas anteriormente, deve persistir, pelo menos, 4 (quatro dias) para poder ser caracterizada como ZCAS. Será contabilizado como primeiro dia de ZCAS o momento em que se configurará o fenômeno; 9- Se o processo durar menos de quatro dias o evento será caracterizado apenas como Zona de Convergência de Umidade ou, simplesmente, ZCOU.

Definição de ZCOU: O GPT sugere a definição de ZCOU, quando se configurarem as seguintes condições meteorológicas: 1- Similar a ZCAS, porém, com duração de apenas 3 dias. Lembrando que a partir do quarto dia, caso o padrão persista, o sistema é caracterizado como ZCAS; 2- Quando a ZCAS começa a se dissipar, porém ainda pode ser identificada uma banda de nuvens organizada. Neste último caso, nota-se que a convergência em 850 hPa pode apresentar duas áreas preferenciais: uma direcionada no sentido noroeste/sudeste e, a outra, direcionada no sentido norte/sul (para o norte da Argentina, Paraguai e o oeste da Região Sul do Brasil, mediante a presença do Jato de Baixos Níveis (JBN) e/ou pela aproximação de uma frente fria ou de um cavado na média troposfera; 3- Poderá ocorrer ZCOU com duração maior que três dias. Neste caso a ZCOU não necessariamente precisa apresentar o padrão verificado nos tópicos anteriores (1 e 2). Porém, há necessidade que ainda seja observado o

deslocamento de cavados na troposfera média entre o norte e nordeste da Argentina, Paraguai, MS e a Região Sul. Neste caso, o JBN poderá, até, nem aparecer; 4- Para casos de ZCOU segundo 2 e 3 a nebulosidade não aparece bem organizada como no caso 1; 5- Para todos os casos de ZCAS ou de ZCOU (caso 1) poderá ser observado que a convergência em 850 hPa estará “praticamente” em fase com o campo de omega negativo em 500 hPa; 6- Para os casos de ZCOU 2 e 3 a convergência em 850 hPa aparece relativamente defasada com o campo de Omega negativo em 500 hPa. Mesmo assim, observa-se uma área relativamente bem organizada de ascensão do ar em 500 hPa. Em determinados episódios podem ocorrer simultaneamente as duas regiões de convergência de umidade, sendo que a direcionada para o sul do Brasil, ou Argentina, não gera nebulosidade. Essa situação coincide com a transição para a ZCOU. Neste caso poderá se manter a ZCAS ou diretamente colocar ZCOU.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando um dia específico de um episódio de ZCAS ocorrido no período de 12 a 16/02/2009, nota-se o campo de direção e velocidade do vento, os Jatos e a difluência em 250 hPa (Figura 01A). Esta última, alinhada no sentido noroeste/sudeste, entre o sul da Amazônia e o Atlântico a leste dos Estados do RJ e de SP. Esta difluência reforça o levantamento nas camadas mais baixas da troposfera sobre estas áreas; Na Figura 01B, observa-se o campo de linha de corrente em 850 hPa, indicando a convergência de umidade e massa que está em fase com os campos de água precipitável (azul) e de ômega negativo (linhas amarelas), todos bem alinhados, desde o sul da Amazônia ao Atlântico. Nota-se, (Figura 01C), ômega negativo, umidade relativa e geopotencial com um comportamento similar. A imagem de satélite mostra o alinhamento da banda de nebulosidade (Figura 01D). A linha em verde (Figura 01E) indica, sobre a superfície, a presença da ZCAS estendendo-se entre o continente e o Atlântico.

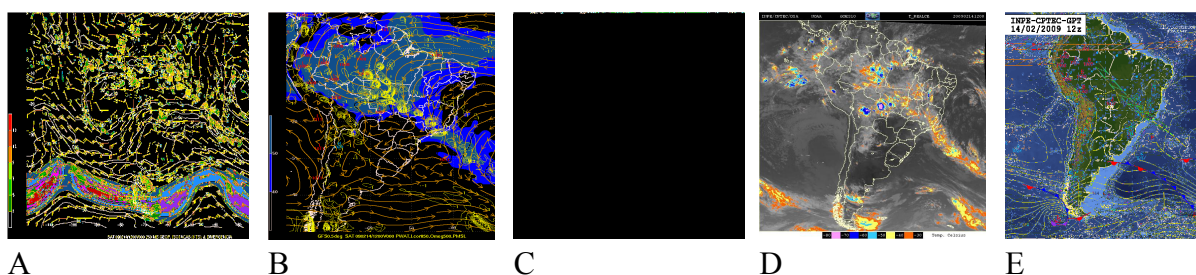


Figura 01- Campos utilizados para a identificação de episódio de ZCAS/ZCOU: vento, jato e divergência (linhas verde/amarelada), no nível de 250 hPa (A); água precipitável (azul), linha de corrente em 850 hPa e ômega em 500 hPa (linhas amarelas) (B); umidade relativa (verde), geopotencial (linhas amarelas) e ômega (linhas azuladas) no nível de 500 hPa (C); imagem de satélite (D) e análise sinótica em superfície (E) do dia 14/02/2009 às 12Z.

Na Figura 02, mostra-se a análise de um dia específico de um episódio de ZCOU ocorrido no período entre 01 a 12/03/2010. Nota-se a difluência mais significativa alinhada, de forma bastante zonal, entre o sul da Amazônia e o centro-norte de MG (Figura 02A). Nota-se (Figura 02B) uma área preferencial de convergência dos ventos em 850 hPa alinhada ao campo de ômega em 500 hPa e água precipitável, refletindo o comportamento descrito em

altitude. Percebe-se uma área secundária de convergência dos ventos direcionada no sentido norte/sul, entre o leste da Bolívia até a divisa da Província de Buenos Aires e o Uruguai. Este comportamento faz com que o Jato de Baixos Níveis apareça bifurcado, com um ramo direcionado à região da Zona de Convergência de Umidade (noroeste/sudeste) e o outro ramo direcionado no sentido norte/sul em direção ao norte da Argentina. Esta bifurcação é uma das principais características que diferencia a ZCOU de uma ZCAS. Este último sistema é caracterizado por apenas uma área de convergência de umidade. Em 500 hPa (Figura 02C) é possível observar de maneira nítida um alinhamento entre o campo de umidade relativa e omega negativo, característica que permite identificar a área de convergência de massa e umidade neste nível. Este levantamento é provocado por um cavado, cujo eixo se estende entre o Atlântico e o Sudeste do Brasil. Nesta mesma figura é possível notar um outro cavado de onda mais curta no Pacífico, próximo da costa do Chile. A parte dianteira deste sistema de baixa pressão em altitude contribui para aumentar a convergência de massa em superfície, gerando-se desta maneira uma outra área de convergência de massa e umidade direcionada para o norte da Argentina e o oeste da Região Sul do Brasil. Observa-se um alinhamento, não tão organizado da nebulosidade desde o Atlântico, a leste do ES e sul da BA até o norte de RO e extremo sul do AM (Figura 02D). Na carta sinótica de superfície (Figura 02E), nota-se o posicionamento da ZCOU estendendo-se entre o norte de RO, passando por sobre o centro de MG, ES e Atlântico adjacente. Nesta mesma figura, nota-se a presença de uma área de baixa pressão sobre o norte da Argentina que reflete a influência do cavado em 500 hPa descrito na Figura 02C. Este sistema de baixa pressão ajuda a formar o canal secundário de convergência dos ventos entre a Bolívia, Argentina e Uruguai. Este comportamento, de certa forma, não reflete as características de uma ZCAS clássica, por isso, este sistema foi denominado de ZCOU.

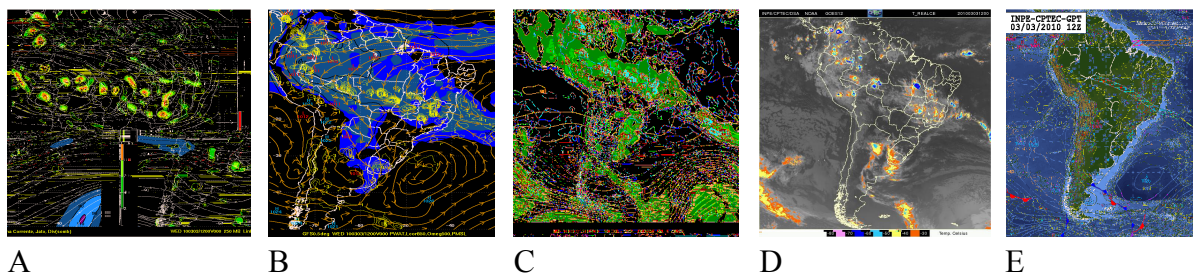


Figura 02- Campos utilizados para a identificação de episódio de ZCAS/ZCOU: vento, jato e divergência em 250 hPa (A); água precipitável (azul), linha de corrente em 850 hPa e ômega em 500 hPa (linhas amarelas) (B); umidade relativa (verde), geopotencial (linhas amarelas) e ômega (linhas azuladas) no nível de 500 hPa (C); imagem de satélite (D) e análise sinótica em superfície (E) do dia 03/03/2010 às 12Z.

#### 4. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos neste estudo mostraram que o estabelecimento de critérios e o desenvolvimento de ferramentas mais objetivas, que possam ser utilizadas diariamente dentro de um ambiente operacional, auxiliam a visão do meteorologista para a tomada de decisão rápida no momento de determinar que sistema meteorológico atua sobre determinada área. Esta ferramenta de análise é muito importante tanto no diagnóstico quanto na previsão de

eventos de zonas de convergência de umidade. A aplicação desta ferramenta para a detecção e prognóstico de eventos de ZCAS e ZCOU mostrou-se eficaz. Para o caso de ZCAS, a convergência de massa em camadas baixas e médias aparecem praticamente em fase, podendo-se identificar apenas uma zona de convergência de umidade se estendendo desde o sul da Região Norte até o oceano Atlântico Sul. Esta característica é possível detectar claramente através da sobreposição dos campos de linha de corrente em 850 e omega em 500 hPa. O campo de Água Precipitável e de umidade relativa em 500 hPa também ajudam a quantificar a umidade do ar na troposfera média, permitindo inferir o campo de nebulosidade. Para o caso de ZCOU é possível identificar duas regiões de convergência de massa e umidade, uma direcionada à região de ZCAS e outra para o centro-norte da Argentina e o oeste da Região Sul do Brasil. Esta segunda região de convergência de umidade é gerada pela aproximação de um cavado na troposfera média no Pacífico, próximo do norte do Chile. Desta maneira, o campo de linha de corrente em 850 hPa aparece desfasado com o campo de omega em 500 hPa. Esta seria a diferença principal entre um episódio de ZCAS e de ZCOU. Há necessidade de acompanhamento contínuo destes sistemas meteorológicos e das ferramentas utilizadas a fim de aprimorá-las e de buscar maior rapidez e eficiência na hora de detectar a presença de uma ZCAS/ZCOU; importante também disseminar esta metodologia e ferramentas junto à comunidade meteorológica, principalmente a que atua nos ambientes operacionais de previsão de tempo, no intuito de buscar soluções concensuais dentro de uma mesma linguagem nos ambientes operacionais do país.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVES, R. R.; NOBRE, P. Interactions between sea surface temperature over the South Atlantic Ocean and the South Atlantic Convergence Zone. *Geophys. Res. Lett.*, v. 31, n. 3, 2004.
- ESCOBAR, G., C., J. e Carvalho da Costa, I. Situações meteorológicas associadas a episódios da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). *IX Congresso Argentino de Meteorología*. Período: 3-7 de Outubro de 2005.
- JONES, C.; CARVALHO, L. M. V. Active and break phases in the South American monsoon system. *Journal of Climate*, v. 15, p. 905-914, 2002.
- KODAMA, Y. Large-Scale Common Features of Subtropical Precipitation Zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: Characteristics of Subtropical Frontal Zones. *J. Meteor. Soc. Japan*, v. 70, p. 813-836, 1992a.
- SANCHES, M. B. Análise Sinótica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) Utilizando-se a Técnica de Composição. São José dos Campos. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – *Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais*, 2002.