



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/01.07.12.08-NTC

**ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL  
(ZCAS): CRITÉRIO DE DETECÇÃO PARA USO EM  
CENTROS OPERACIONAIS DE PREVISÃO DE TEMPO**

Gustavo Carlos Juan Escobar

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SGMUDP>>

INPE  
São José dos Campos  
2019

**PUBLICADO POR:**

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE  
Gabinete do Diretor (GBDIR)  
Serviço de Informação e Documentação (SESID)  
CEP 12.227-010  
São José dos Campos - SP - Brasil  
Tel.:(012) 3208-6923/7348  
E-mail: pubtc@inpe.br

**COMISSÃO DO CONSELHO DE EDITORAÇÃO E PRESERVAÇÃO  
DA PRODUÇÃO INTELECTUAL DO INPE (DE/DIR-544):****Presidente:**

Dr. Marley Cavalcante de Lima Moscati - Centro de Previsão de Tempo e Estudos  
Climáticos (CGCPT)

**Membros:**

Dra. Carina Barros Mello - Coordenação de Laboratórios Associados (COCTE)

Dr. Alisson Dal Lago - Coordenação-Geral de Ciências Espaciais e Atmosféricas  
(CGCEA)

Dr. Evandro Albiach Branco - Centro de Ciência do Sistema Terrestre (COCST)

Dr. Evandro Marconi Rocco - Coordenação-Geral de Engenharia e Tecnologia  
Espacial (CGETE)

Dr. Hermann Johann Heinrich Kux - Coordenação-Geral de Observação da Terra  
(CGOBT)

Dra. Ieda Del Arco Sanches - Conselho de Pós-Graduação - (CPG)

Silvia Castro Marcelino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

**BIBLIOTECA DIGITAL:**

Dr. Gerald Jean Francis Banon

Clayton Martins Pereira - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

**REVISÃO E NORMALIZAÇÃO DOCUMENTÁRIA:**

Simone Angélica Del Ducca Barbedo - Serviço de Informação e Documentação  
(SESID)

André Luis Dias Fernandes - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

**EDITORAÇÃO ELETRÔNICA:**

Ivone Martins - Serviço de Informação e Documentação (SESID)

Murilo Luiz Silva Gino - Serviço de Informação e Documentação (SESID)



MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA, INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES  
**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS**

sid.inpe.br/mtc-m21c/2019/01.07.12.08-NTC

**ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL  
(ZCAS): CRITÉRIO DE DETECÇÃO PARA USO EM  
CENTROS OPERACIONAIS DE PREVISÃO DE TEMPO**

Gustavo Carlos Juan Escobar

URL do documento original:

<<http://urlib.net/8JMKD3MGP3W34R/3SGMUDP>>

INPE  
São José dos Campos  
2019

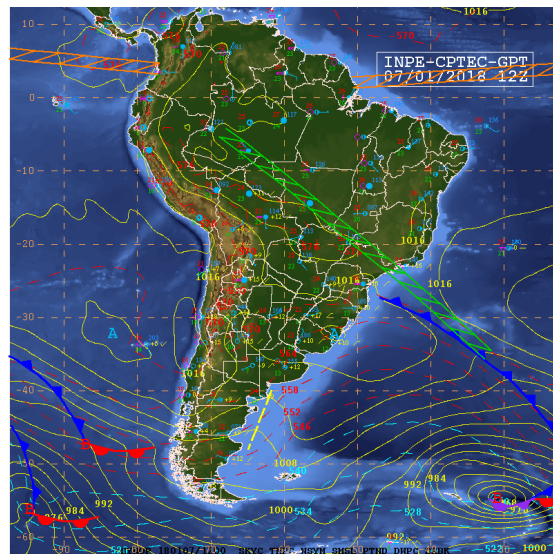
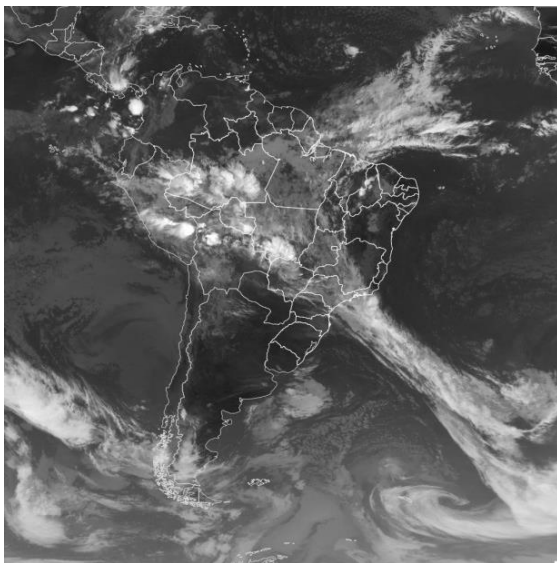


Esta obra foi licenciada sob uma Licença Creative Commons Atribuição-NãoComercial 3.0 Não Adaptada.

This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 3.0 Unported License.

# NOTA TÉCNICA

## Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS): critério de detecção para uso em centros operacionais de previsão de tempo



**Dr. Gustavo Carlos Juan Escobar**

**Pesquisador – Meteorologista**



## Introdução

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS é caracterizada por uma persistente banda de nebulosidade orientada no sentido noroeste-sudeste, que se estende desde a Amazônia até o oceano Atlântico sudoeste)(KODAMA, 1992; QUADRO, 1994; KOUSKY, 1988; CARVALHO et al, 2004), influenciando as precipitações desde o centro-sul da Região Norte até o norte do Paraná, incluindo a totalidade das Regiões Centro-Oeste e Sudeste e parte do Nordeste do Brasil. A ZCAS está associada com uma sequência de dias chuvosos que em muitas ocasiões provocam episódios de chuva extrema e, por consequência, desastres naturais como por exemplo inundações e deslizamentos de terra (REBOITA et al., 2017; SELUCHI e CHOU, 2009).

Nas últimas décadas tem-se avançado consideravelmente no conhecimento sobre o papel primordial da ZCAS no sistema monçônico da América do Sul, principalmente do ponto de vista científico e acadêmico (NOGUÉS-PAEGLE e MO, 1997; NOGUÉS-PAEGLE et al., 2002; REBOITA et al., 2010; MARENGO et al., 2012). Porém, do ponto de vista da previsão operacional de tempo, os meteorologistas previsores enfrentam uma série de dificuldades relacionadas com a identificação do sistema. Em particular, durante a estação chuvosa do Brasil (outubro - abril) é muito comum observar na análise diária das condições do tempo, situações meteorológicas que parecem desenvolver-se como ZCAS, porém que acabam evoluindo como situações típicas de verão, onde a convecção organizada responde fundamentalmente à componente termodinâmica.

Em termos gerais, a circulação atmosférica média associada com eventos de ZCAS mostra um padrão em altitude que inclui a presença da Alta da Bolívia (AB) e do Vórtice Ciclônico em Altos Níveis no Nordeste do Brasil (VCAN-NEB). A situação sinótica mais frequente em superfície está associada à atuação de um sistema frontal estacionário, principalmente no oceano e na altura da Região Sudeste do Brasil.

A forte divergência em altitude provocada pela AB ajuda a manter a convecção sobre boa parte do Centro Oeste, Sudeste e Norte do Brasil, entanto que o sistema frontal estacionário em superfície serve para dar início à convergência de umidade na camada baixa da atmosfera. Uma vez estabelecido este padrão de circulação de superfície e altitude, os sistemas transientes continuam passando ao sul do paralelo 30S e acabam sendo absorvidos pela zona de convergência da ZCAS. Assim, a convergência de massa e umidade continua se auto alimentando, o que favorece a manutenção do sistema. Desta maneira a circulação atmosférica fica determinada por um padrão de circulação muito estável que faz com que os eventos de ZCAS persistam por vários dias, aproximadamente entre 4 e 10 dias.

Em termos de previsão de tempo, o meteorologista previsor, em determinadas ocasiões, identifica situações associadas à forte convergência de umidade na baixa troposfera que persistem durante alguns dias, mas que não têm associado os típicos sistemas meteorológicos de ZCAS, como por exemplo, a AB, o VCAN-NEB, ou a presença de um sistema frontal. Em função desta forte variabilidade sinótica, em 2009 considerou-se apropriado criar um novo sistema conhecido como Zona de Convergência de Umidade (ZCOU)(SACRAMENTO NETO et al., 2010), que de alguma forma considerava aqueles sistemas similares à ZCAS, porém que não cumpriam os principais requisitos de ZCAS definidos pela comunidade científica e acadêmica. Esta nova metodologia foi incorporada no ambiente operacional do CPTEC, porém ao longo dos anos trouxe muita divergência na hora de ser utilizada na rotina operacional, devido a que os meteorologistas previsores mostravam bastante dificuldade para diferenciar uma ZCAS de uma ZCOU. A partir desta experiência, desde o ponto de vista operacional, acha-se mais apropriado abolir o termo ZCOU e considerar este extinto sistema como parte da variabilidade sinótica dos eventos de ZCAS. Desta forma, os previsores meteorologistas terão menos dificuldades na identificação deste

sistema, minimizando o grau de subjetividade que existe em todo ambiente operacional de análise e previsão de tempo.

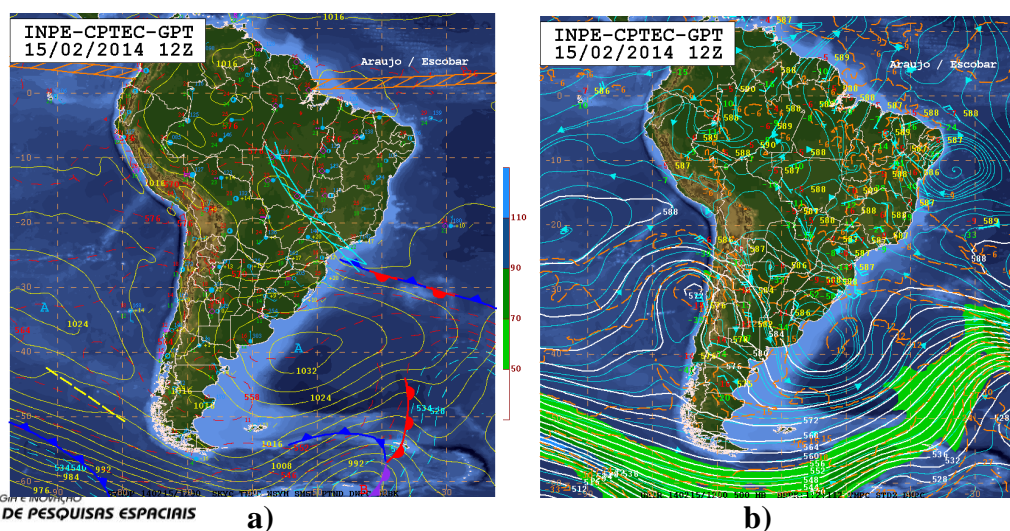
Em resumo, na análise diária do tempo é possível observar mais de um padrão sinótico associado com episódios de ZCAS. A experiência adquirida no ambiente operacional do CPTEC, tem permitido identificar os principais sistemas de tempo e as principais variáveis meteorológicas associadas com os episódios de ZCAS. Assim, em função desta dificuldade que existe nos centros operacionais de análise e previsão de tempo, o intuito desta Nota Técnica é apresentar um critério prático e objetivo de detecção de episódios de ZCAS para ser aplicado nos principais centros operacionais do Brasil.

## Variabilidade sinótica associada com ZCAS

Em termos gerais existem três padrões sinóticos principais associados com a ocorrência de episódios de ZCAS na América do Sul (ESCOBAR e CARVALHO, 2005; ESCOBAR, 2018). As **Figuras 1, 2 e 3** mostram três situações meteorológicas reais de ZCAS associadas com estes padrões sinóticos.

O primeiro padrão sinótico mostra em superfície (**Figura 1a**) a presença do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (**ASAS**) posicionado no oceano a sudeste da Província de Buenos Aires (Argentina), adquirindo características de tipo bloqueio. Nota-se um sistema frontal estacionário na costa do Sudeste, favorecendo a convergência de umidade em direção ao continente. Em certas ocasiões, com este padrão de circulação em superfície também é possível observar sistemas de baixa pressão com características subtropicais próximos da costa do Rio de Janeiro (RJ) e de São Paulo (SP) ajudando à manutenção da ZCAS.

Em 500 hPa (**Figura 1b**) nota-se um intenso anticiclone sobre o centro-sul do Brasil, cuja crista associada se estende em direção ao oceano Atlântico. Este sistema dinâmico de alta pressão se encontra praticamente em fase com o anticiclone em superfície, indicando uma estrutura vertical de características barotrópicas, associada tipicamente com situações de bloqueio. A leste da crista nota-se a presença de um cavado frontal sobre o Atlântico cujo eixo se estende em direção ao norte do RJ e sul do Espírito Santo (ES).

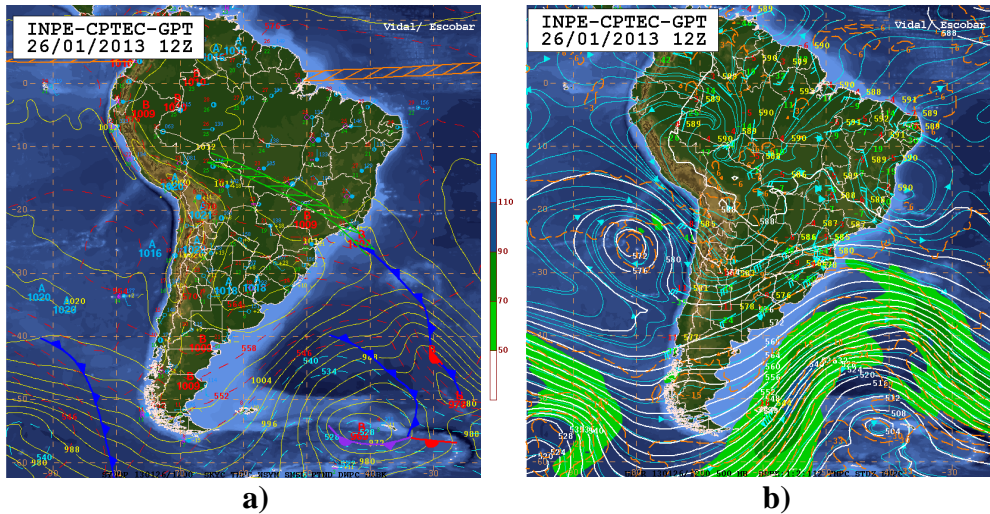


**Figura 1:** Cartas sinóticas de superfície (a) e de 500 hPa (b) associadas com o primeiro padrão sinótico de ZCAS. 15 de fevereiro de 2014 às 12Z.

Este sistema de baixa pressão dinâmico reflete em superfície através de um cavado invertido possivelmente relacionado com um sistema frontal estacionário ou em frontólise.

Este padrão sinótico é o principal modo de variação da circulação atmosférica associada com eventos de ZCAS.

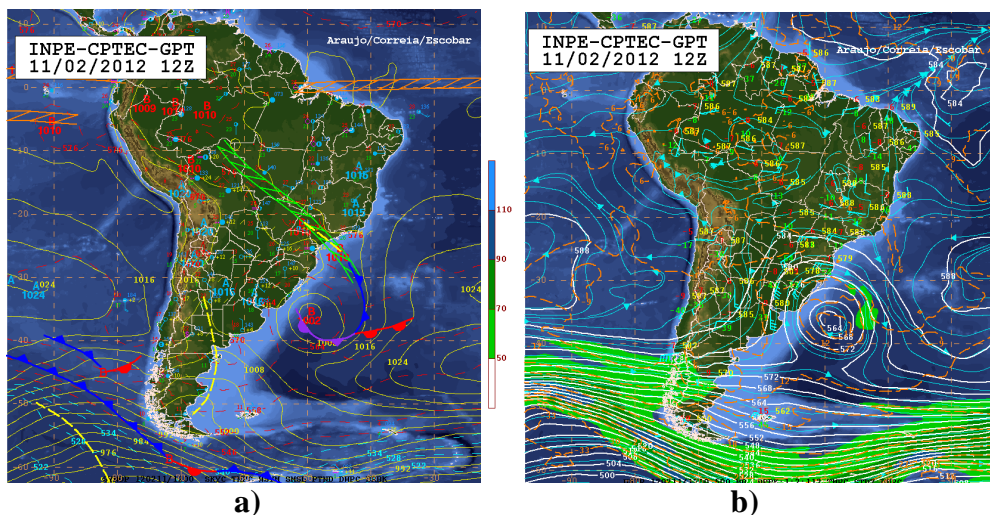
O segundo padrão sinótico está associado com a atuação de uma frente fria clássica em superfície (**Figura 2a**), penetrando desde o RJ até o interior de Mato Grosso do Sul (MS).



**Figura 2:** Cartas sinóticas de superfície (a) e de 500 hPa (b) associadas com o segundo padrão sinótico de ZCAS. 26 de janeiro de 2013 às 12Z.

Em 500 hPa (**Figura 2b**) observa-se a atuação de um cavado frontal no oceano Atlântico e uma profunda crista no interior do continente, dando suporte à frente fria em superfície. A forte convergência de massa e umidade provocada por este sistema baroclínico serve como gatilho para iniciar um evento de ZCAS.

Por último, o terceiro padrão sinótico mostra em superfície (**Figura 3a**) um sistema de baixa pressão sobre o oceano Atlântico que se propaga desde superfície até 500 hPa, favorecendo a forte intensificação dos ventos de quadrante norte e contribuindo para aumentar a advecção de ar quente e úmido desde a região amazônica em direção às Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.

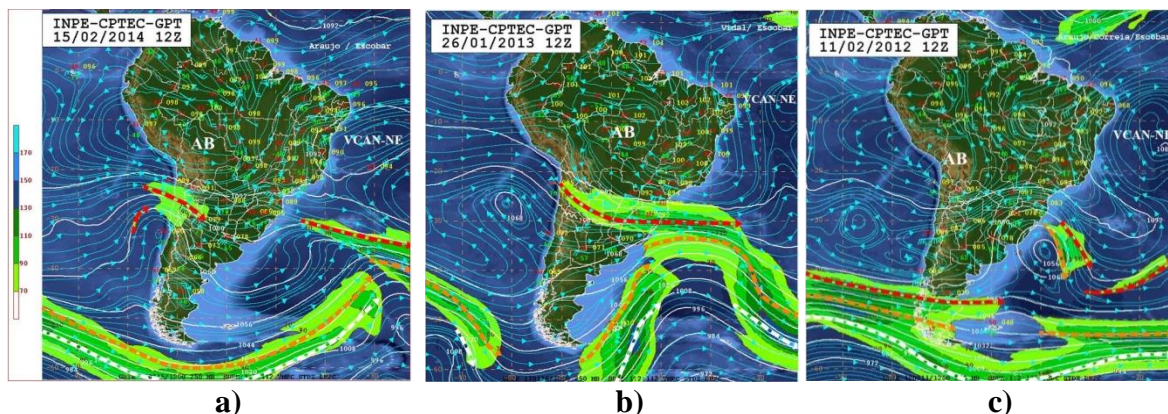


**Figura 3:** Cartas sinóticas de superfície (a) e de 500 hPa (a) associadas com o terceiro padrão sinótico de ZCAS. 11 de fevereiro de 2012.



Em 500 hPa (**Figura 3b**) nota-se um intenso cavado cujo eixo se estende de forma meridional desde MS até o oceano Atlântico, dando suporte dinâmico à intensa baixa descrita em superfície.

Em relação à presença da AB e do VCAN-NEB, nota-se que também existe uma ampla variabilidade no que se refere ao posicionamento destes sistemas nos episódios mais frequentes de ZCAS. A **Figura 4** mostra a localização de ambos os sistemas de altitude nas três situações sinóticas de ZCAS analisadas. No primeiro padrão sinótico (**Figura 4a**), ambos sistemas aparecem localizados aproximadamente na sua posição climatológica típica de ZCAS. Porém, nos outros dois padrões sinóticos (**Figura 4b e c**), os dois sistemas aparecem deslocados e um pouco desconfigurados.



**Figura 4:** Cartas sinóticas de 250 hPa associadas com os três padrões mais frequentes de ZCAS. 15-02-14 às 12Z (a), 26-01-13 às 12Z (b) e 11-02-12 às 12Z (c).

### Características técnicas relacionadas com os episódios de ZCAS

Aproximadamente 60% dos eventos de ZCAS ocorrem com algum desses três padrões sinóticos descritos acima. Na maioria dos casos, o sistema frontal que se encontra no oceano, apresenta um fraco gradiente de temperatura e/ou de espessura 500/1000 e geralmente oscila entre o estado de SP e o sul da Bahia (BA). Em ocasiões o sistema frontal penetra no continente, principalmente na faixa leste entre os estados de SP e do RJ com maior gradiente de temperatura. Os demais episódios de ZCAS geralmente estão associados com cavados baroclínicos ou sistemas de baixa pressão que se formam no oceano Atlântico na altura do Sudeste.

A seguir apresentam-se algumas características técnicas relacionadas com os eventos de ZCAS:

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 às frentes, isto significa que os sistemas podem estar presentes com pouca atividade. Por exemplo, a ZCIT pode estar presente apesar de 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 baroclínico).
3. O ramo norte do Jato Polar (JPN) aparece em algumas ocasiões acoplado ao Jato Subtropical (JST) nos casos onde observa-se a presença de uma frente fria 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 nos eventos de ZCAS associados com a persistência de nebulosidade e abundante precipitação. Em algumas ocasiões o GTPE\_850 apenas aparece no oceano e não sobre o continente. Na maioria dos 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 gradiente o GTPE\_850.
5. O fluxo de umidade em 850 hPa aparece bem determinado, direcionado desde a região amazônica até o oceano Atlântico, passando pelo Centro-Oeste e Sudeste do Brasil.
6. O campo de velocidade vertical ômega ascendente (negativo) em 500 hPa aparece, na maioria das vezes, praticamente em fase com o fluxo convergente em 850 hPa.
7. A Alta da Bolívia (AB) e o Cavado do Nordeste (CNE) ou VCAN-NEB aparecem bem definidos apenas nos casos de ZCAS clássicos. Geralmente a AB sempre aparece, apesar de se apresentar desconfigurada em várias oportunidades. O VCAN-NEB 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 três dias para poder ser caracterizada como ZCAS. É contabilizado como primeiro dia de ZCAS o momento em que se configura o sistema.
9. No geral, depois de alguns dias (mais de três), a ZCAS começa a desconfigurar-se devido às passagens de transientes (cavados em superfície e altitude, ou frentes frias) pelo oceano na altura do Sul e Sudeste do Brasil). Porém, estes sistemas se acoplam à ZCAS inicial, fortalecendo-a, podendo ficar ao norte ou ao sul da posição original da ZCAS. Neste sentido, a ZCAS pode durar vários dias, porém, alterando a sua posição.
10. Ressalta-se que, durante a desconfiguração da ZCAS, ainda pode ser identificada uma banda de nuvens organizada relacionada a este sistema. Neste caso, nota-se que a convergência em 850 hPa apresenta duas áreas preferenciais: uma em direção à ZCAS original e outra em direção ao norte da Argentina, Paraguai e o oeste da Região Sul do Brasil, mediante a presença do Jato de Baixos Níveis (JBN). Este segundo ramo está relacionado com a aproximação ou a passagens dos transientes mencionados anteriormente.
11. Durante a desconfiguração da ZCAS, a banda de nebulosidade começa a perder organização e a convergência em 850 hPa aparece defasada com o campo de ômega negativo em 500 hPa e apenas direcionada na posição do JBN. Nesta fase, já não se observa mais um fluxo em 850 hPa direcionado para a região da ZCAS. Porém, o fluxo em 700 hPa ainda mantém uma certa convergência na posição da ZCAS, que permite identificar o sistema. Em síntese, pode-se dizer que a desconfiguração da ZCAS começa desde as camadas baixas e logo se propaga para os níveis superiores. Desta forma, uma vez que o escoamento em 850 hPa começa a configurar o JBN para o norte da Argentina e Paraguai, a ZCAS pode continuar pelo menos mais 24 ou 48 h,

dependendo da circulação dos ventos nos outros níveis da atmosfera. No geral, a continuidade do evento de ZCAS nesta situação é mantida pela atuação de um cavado na troposfera média e alta, representada nos níveis de 500 hPa e 250 hPa, respectivamente.

12. Existem outras situações meteorológicas que também podem determinar bandas de nebulosidade relativamente organizadas, porém não se ajustam aos critérios mais clássicos de ZCAS, mencionados anteriormente. Nestes casos, geralmente a convergência de umidade é observada principalmente nos níveis médios e altos da atmosfera, através da presença de um cavado identificado entre os níveis de 700 hPa e 250 hPa sobre as Regiões Sudeste e Nordeste do Brasil que se mantém praticamente estacionário por vários dias. A divergência em altitude provocada pela difluência dos ventos em altitude contribui para o aumento da convergência de massa em superfície, mantendo a nebulosidade organizada em forma de banda, porém um pouco mais larga. Simultaneamente também pode-se observar nebulosidade sobre parte da Argentina, Paraguai, MS e a Região Sul do Brasil devido ao deslocamento de cavados na troposfera média ou à aproximação de transientes (frentes frias ou cavados). Neste tipo de situações meteorológicas, os campos de ômega negativo e umidade relativa em 500 hPa são os mais apropriados para a identificação deste sistema. O JBN geralmente fica na sua posição climatológica, porém pode até nem aparecer.

### **Critério de detecção de episódios de ZCAS**

A seguir se apresenta um critério de detecção de episódios de ZCAS para ser utilizado pelos meteorologistas previsores que trabalham em centros operacionais de previsão de tempo. A seguir se detalha o procedimento rotineiro proposto para ser executado pelos meteorologistas previsores durante os 4 turnos de trabalho (00h – 06h; 06h -12h; 12h-18h; 18h-24h).

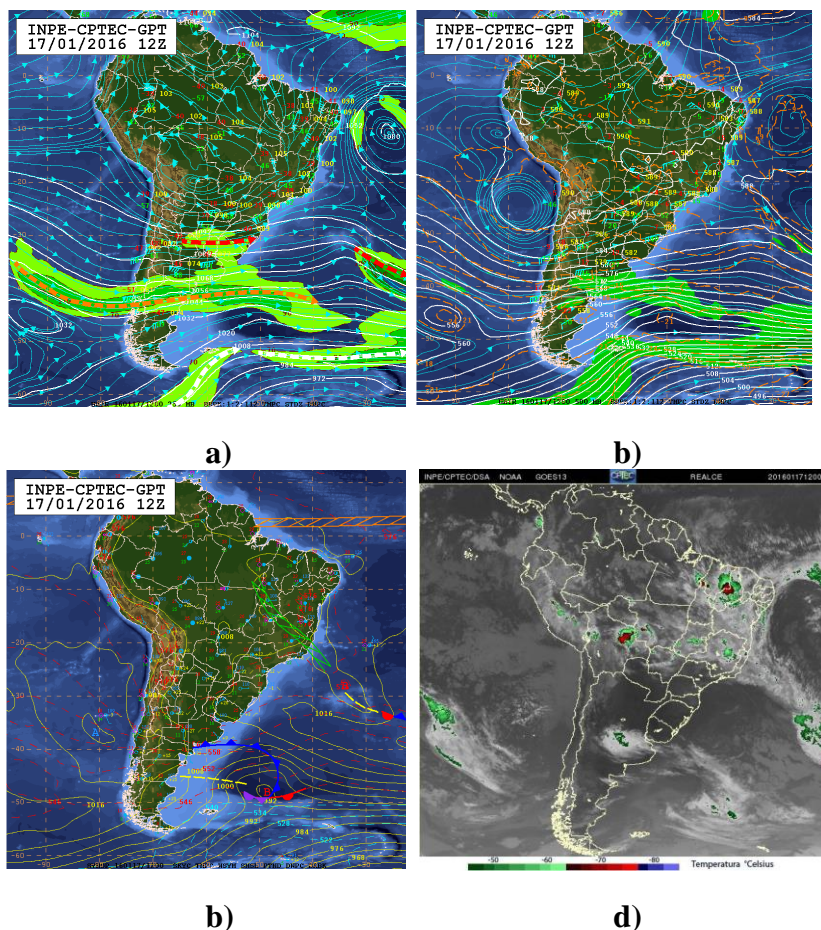
1. Elaboração do diagnóstico sinótico, através da análise das cartas de superfície e altitude dos 4 horários sinóticos (00Z, 06Z, 12Z e 18Z) e da imagem de satélite no canal infravermelho. Em altitude se analisam as cartas de 850 hPa, 700 hPa, 500 hPa e 250 hPa.
2. Mediante a combinação de diferentes variáveis meteorológicas derivadas do modelo numérico global (GFS) (Global Forecast System) com resolução horizontal de 25 km são geradas diariamente de forma automática três cartas específicas para a identificação de ZCAS, a partir dos softwares GRADS e GEMPAK (General Meteorological Package). Os limiares selecionados para cada uma das variáveis meteorológicas utilizadas, foram definidos segundo a experiência adquirida na rotina operacional. As saídas gráficas geradas contêm informação relevante da estrutura dinâmica e termodinâmica da atmosfera com o intuito de identificar de forma mais objetiva a configuração de episódios de ZCAS.

As três cartas específicas para a identificação de ZCAS contêm as seguintes informações:

- i) **Carta 1:** linha de corrente em 850 hPa (linha preta), água precipitável acima de 45 mm (área sombreada colorida) e velocidade vertical ascendente (omega negativo) em 500 hPa em Pa/s (linha amarela);
- ii) **Carta 2:** linha de corrente (linha preta), altura geopotencial em mgp (linha azul), umidade relativa superior a 80 % (área sombreada em verde) e velocidade vertical ascendente (omega negativo) em 500 hPa em Pa/s (linha vermelha);
- iii) **Carta 3:** linha de corrente em 850 hPa (linha marrom), água precipitável em mm (área sombreada colorida), velocidade vertical ascendente (omega negativo) em 500 hPa em Pa/s (linha amarela) e pressão atmosférica ao nível médio do mar em hPa (linha preta).

Com o objetivo de verificar qualitativamente esta metodologia operacional e medir sua eficiência, o critério de detecção foi aplicado para dois episódios de ZCAS que apresentaram diferentes padrões sinóticos.

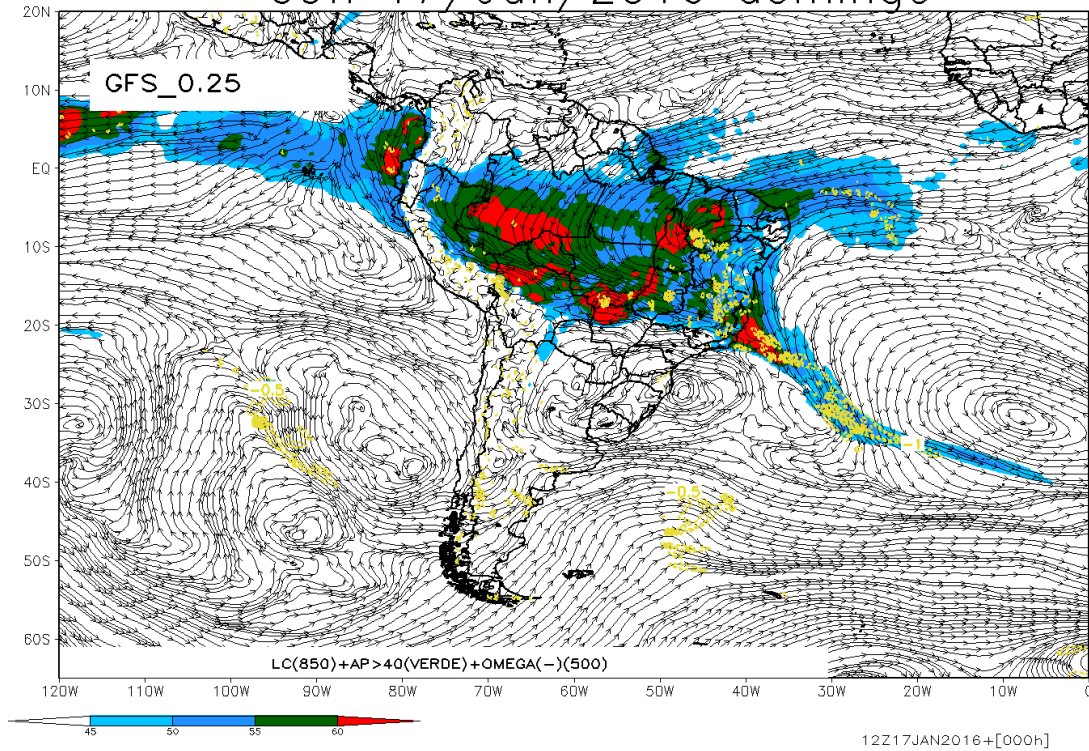
O primeiro episódio de ZCAS analisado ocorreu entre os dias 12 e 17 de janeiro de 2016 e esteve associado com a atuação de um cavado em superfície sobre o oceano ao sul do RJ. A **Figura 5** mostra a situação sinótica de superfície e de altitude junto a imagem de satélite correspondente ao dia 17 de janeiro. Em 250 hPa (**Figura 5a**) é possível observar a AB e o VCAN-NEB localizados aproximadamente na sua posição climatológica. A combinação de ambos os sistemas de altitude contribui para a manutenção da divergência o que favorece a intensificação da convergência de massa nas camadas baixas. Na imagem de satélite (**Figura 5d**) se vê claramente a atuação do VCAN-NEB centrado no oceano como assim também a banda de nebulosidade se estendendo desde o interior do continente em direção ao oceano Atlântico. Em 500 hPa (**Figura 5b**) nota-se um reflexo dos sistemas meteorológicos descritos na carta de 250 hPa. Também, observa-se claramente um cavado no oceano Atlântico, a leste da Região Sul do Brasil e a oeste do meridiano 30°W, associado com a presença de um sistema de baixa pressão em superfície. Sobre o continente da Região Sudeste não há gradiente significativo de altura geopotencial, indicando como é de esperar nesta época do ano, uma atmosfera barotrópica. Desta forma, o forte movimento vertical ascendente associado com a banda de nuvens observada sobre o continente é provocada pela forte divergência gerada em 250 hPa. Em superfície (**Figura 5c**) é possível notar sobre o oceano, um cavado invertido se estendendo em direção ao norte do RJ. Este sistema de baixa pressão favorece a convergência de massa e umidade desde o interior do continente até o oceano, dando manutenção ao evento de ZCAS.



**Figura 5:** Situação meteorológica de ZCAS correspondente ao dia 17 de janeiro de 2016 às 12Z. a) Carta sinótica de 250 hPa, b) Carta de 500 hPa, c) Carta sinótica de Superfície e d) imagem de satélite no canal infravermelho realçada.

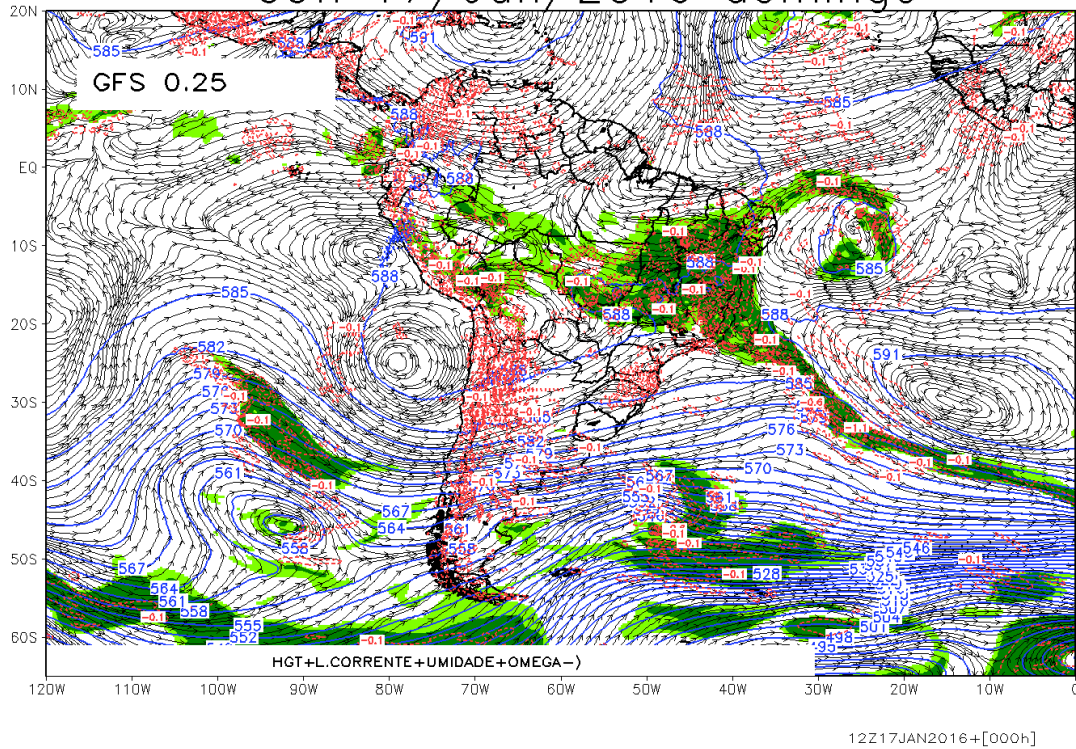
A carta 1 (**Figura 6a**) permite identificar o fluxo de umidade desde o norte do continente até o interior das Regiões Centro-Oeste, Sudeste e parte do Nordeste. Notam-se também valores elevados de água precipitável acima de 45 mm em toda a região de influência da ZCAS. Pode-se observar um fluxo de quadrante sul desde o oceano até o sul de Goiás (GO) e grande parte de MS e um fluxo de quadrante norte desde o sul da região amazônica até o oceano, atravessando grande parte do Sudeste. Desta forma é possível identificar a convergência de massa e umidade na região da ZCAS. A carta 2 (**Figura 6b**) mostra um cavado significativo no oceano dando o suporte dinâmico ao cavado em superfície descrito na anteriormente (**Figura 5b**).

09h 17/Jan/2016 domingo



a)

09h 17/Jan/2016 domingo



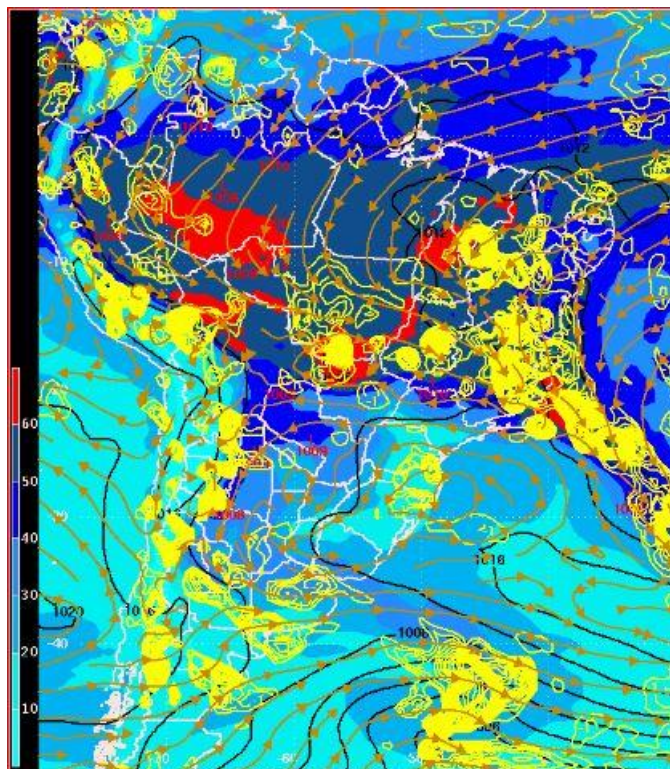
b)

**Figura 6:** Cartas específicas para identificação de ZCAS. Carta 1 (a) e Carta 2 (b).

A advecção de vorticidade ciclônica provocada por este sistema na sua parte dianteira favorece o mecanismo de levantamento representado pelo campo de omega negativo. Sobre o

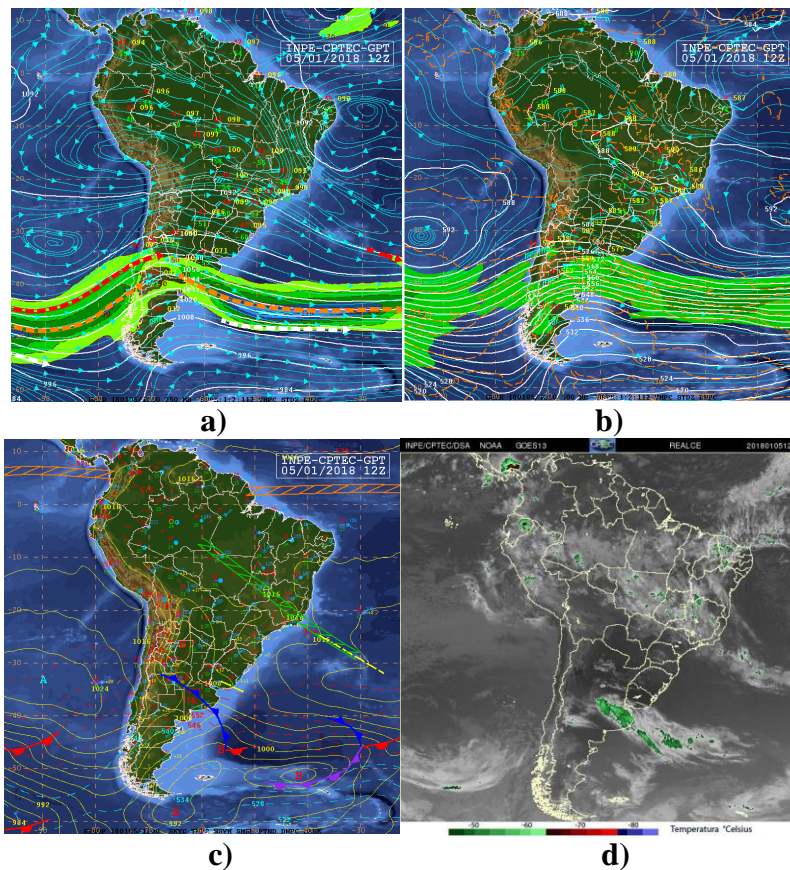
continente também se observa uma ampla área com mecanismo de levantamento (omega negativo), neste caso provocado pela forte divergência observada em altitude (**Figura 5a**). Nota-se também que a ampla área de omega negativo apresenta valores de umidade relativa superiores a 80%.

A carta 3 (**Figura 7**) permite observar que o campo de omega negativo em 500 hPa encontra-se praticamente em fase com o escoamento em 850 hPa, principalmente na área de atuação da ZCAS, aproximadamente entre o Estado do RJ, Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG). Nesta carta também é fácil de observar a convergência do fluxo desde o interior do continente até o oceano Atlântico.



**Figura 7:** Carta específica para identificação de ZCAS. Carta 3.

O segundo padrão sinótico de ZCAS (**Figura 8**) mostra as cartas de superfície e altitude junto a imagem de satélite correspondente ao dia 5 de janeiro de 2018. Em 250 hPa (**Figura 8a**), observa-se a AB deslocada um pouco para oeste, no sudoeste do Peru e o VCAN-NEB sobre o oceano a leste da Região Nordeste. Observa-se também um amplo cavado, cujo eixo se estende quase forma meridional entre o centro da Argentina e o MS, dominando grande parte do centro-sul do Brasil. A parte dianteira deste sistema dá suporte dinâmico ao cavado em superfície. Observa-se a ausência do jato subtropical sob a influência da ZCAS. A imagem de satélite (**Figura 8d**) permite identificar claramente o VCAN-NEB e a banda de nebulosidade associada com a ZCAS. A carta de 500 hPa (**Figura 8b**) mostra um reflexo dos principais sistemas meteorológicos observados em 250 hPa, principalmente ao sul do paralelo 25°S. Um cavado de onda curta e de características barotrópicas é observado sobre o sul de MG, contribuindo a intensificação da convergência de massa em superfície. A carta de superfície (**Figura 8c**) mostra um cavado invertido no oceano se estendendo em direção ao sul do RJ dando suporte à ZCAS e uma frente fria no centro da Argentina.



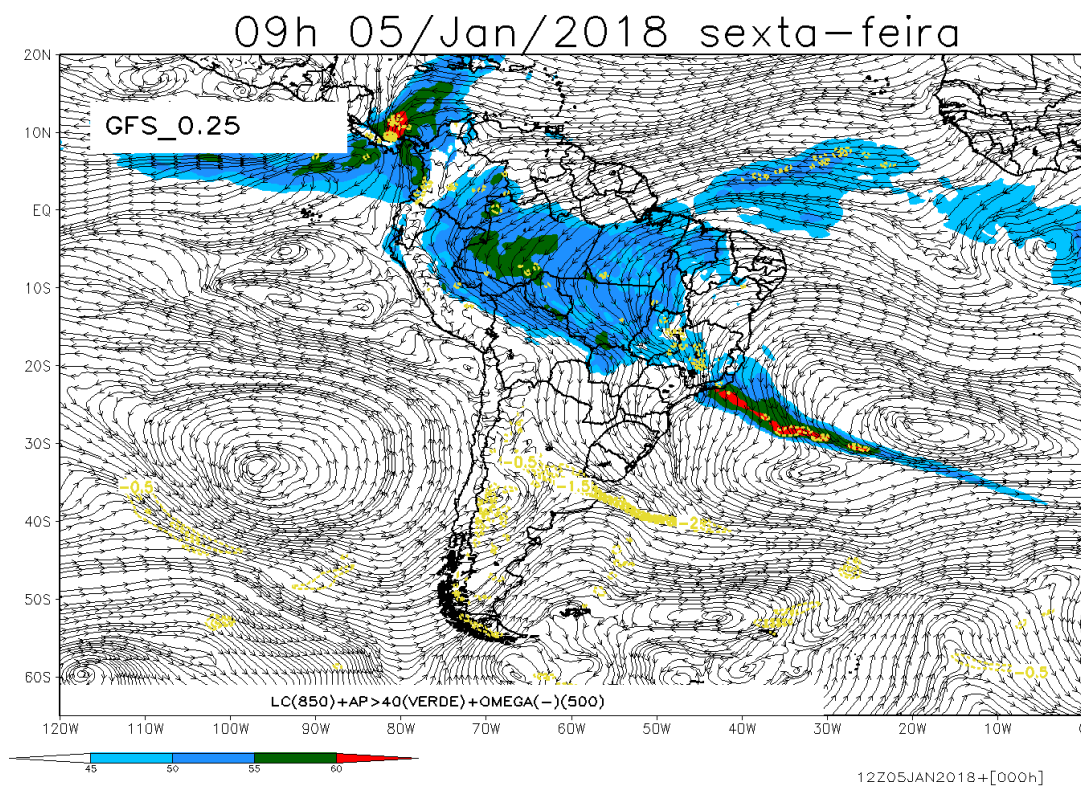
**Figura 8:** Situação meteorológica de ZCAS correspondente ao dia 5 de janeiro de 2018 às 12Z. a) Carta sinótica de 250 hPa, b) Carta de 500 hPa, c) Carta sinótica de Superfície e d) imagem de satélite no canal infravermelho realçada.

A carta 1 (**Figura 9a**) mostra um fluxo predominante de quadrante norte sobre grande parte do Brasil com duas áreas preferenciais de convergência de massa e umidade; uma direcionada à ZCAS entre o Goiás (GO) e o sul de MG e outra em direção ao centro da Argentina relacionada com a aproximação da frente fria descrita na **Figura 8c**. Nesta mesma carta pode-se identificar a ZCAS através do campo de água precipitável com valores superiores a 45 mm.

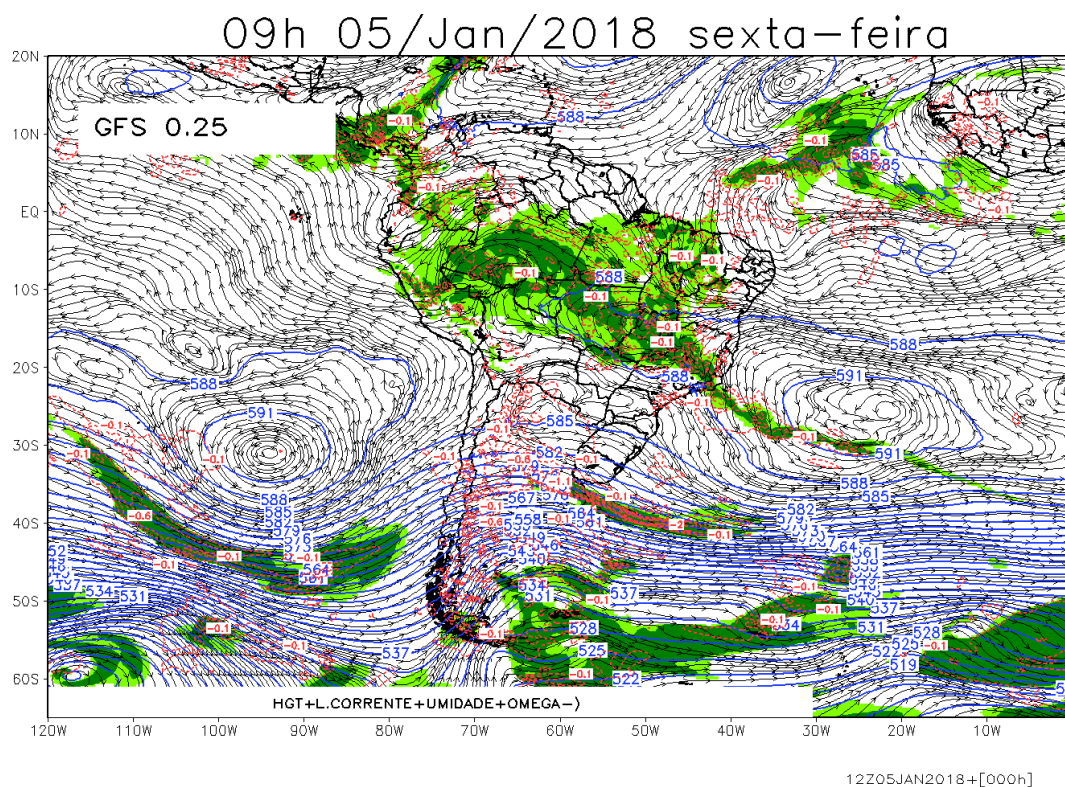
A carta 2 (**Figura 9b**) mostra um cavado no Centro-sul do Brasil e um cavado de onda mais curta sobre o sul de MG, como foi descrito na **Figura 8b**. Assim como foi observado em 850 hPa, o escoamento em 500 hPa é praticamente de quadrante norte na região da ZCAS, diferente do caso anterior onde se observava uma componente sul ao sul do paralelo 20°S. Observa-se também na mesma **Figura 9b**, que os valores de umidade relativa superiores a 80% estão aproximadamente em fase com o campo de omega negativo em 500 hPa em grande parte da área da ZCAS, aproximadamente entre o sul do Pará (PA) e o RJ.

A carta 3 (**Figura 10**) permite resumir o resultado descrito nas cartas 1 e 2, respectivamente. Nota-se o campo de omega negativo em 500 hPa bem definido e com uma distribuição bastante homogênea na posição aproximada da ZCAS.





a)



b)

**Figura 9:** Cartas específicas para identificação de ZCAS. Carta 1 (a) e Carta 2 (b).



ESCOBAR, G. C. J. Climatologia sinótica associada com episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). In: **XX Congresso Brasileiro de Meteorologia**, realizado de 27 a 30 de novembro de 2018, em Maceió-AL.

KOUSKY, V. E. Pentad outgoing longwave radiation climatology for the South American sector. **Revista Brasileira de Meteorologia**, n. 3, p. 217-231, 1988.

KODAMA, Y. M. 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.**, 70, 813–835, 1992.

MARENGO, J. A.; LIEBMANN, B.; GRIMM, A. M.; MISRA, V. SILVA DIAS, P. L.; CALVALCANTI, I. F. A.; CARVALHO, L. M. V.; BERBERY, E. H.; AMBRIZZI, T.; VERA, C. S.; SAULO, A. C.; NOGUES-PAEGLE, J.; ZIPSER, E.; SETH, A.; ALVES, L. M. Review recente developments on the South American monsoon system. **International journal of Climatology**, v. 32, n. 1, p. 1-21, 2012.

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

NOGUÉS PEAGLE, J.; MECHOSO, C. R.; e coautores. Progress in Pan America CLIVAR Research: Understanding the South American Monsoon. **Meteorologica**, v. 27, p. 3-30, 2002.

QUADRO, M. F. de L. Estudo de Episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) sobre a América do Sul. 1994. 123 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) - **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, 1994.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 25, n. 2, p. 185-204, 2010.

REBOITA, M. S.; MARIETTO, D.M.G.; SOUZA, A.; BARBOSA, M. Caracterização Atmosférica quando da ocorrência de eventos extremos de chuva na região Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Climatologia**. [S.l.], v. 21, ago. 2017.

SACRAMENTO NETO, O. B.; ESCOBAR, G. C. J.; DIAS DA SILVA, P. E., 2010. Método objetivo para identificar episódios de Zonas de Convergência de Umidade (ZCOU) no ambiente operacional do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. In: **XVI Congresso Brasileiro de Meteorologia**, Belém – PA. Anais do XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia. SBMET, 2010.

SELUCHI, M. E., E S. C. CHOU. Synoptic patterns associated with landslide events in the Serra do Mar, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, 98, 67-77, 2009.