

Modulação espacial de episódios de ZCAS durante o verão austral

Felipe Marques de Andrade¹, Edilson Marton², José A. Aravéquia³

^{1,3} Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Rodovia Presidente Dutra, km 40, CEP:12630-000, Cachoeira Paulista – SP, ¹e-mail: felipe.marques@cptec.inpe.br

² Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Departamento de Meteorologia - Instituto de Geociências - Ilha do Fundão - Cidade Universitária, CEP: 21949-900, Rio de Janeiro - RJ

Resumo: Trinta eventos de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), registrados pelos boletins da Climanálise do CPTEC/INPE, são analisados em três verões, sendo que nove eventos ocorreram no verão 2005/2006, outros nove no verão 2006/2007 e doze eventos no verão 2007/2008. Estes eventos são caracterizados nos tipos ZCAS oceânica e continental, de acordo com o posicionamento das anomalias de Radiação de Onda Longa Emergente no topo da atmosfera. Adicionalmente, aplica-se o filtro de Lanczos para filtrar as anomalias de vento restando-se a banda temporal 30-70 dias. Os padrões anômalos de circulação associados com cada categoria de ZCAS revelam a presença de centros de ação com sinais opostos na região de manifestação da ZCAS, destacando a modulação das anomalias de convecção pelas ondas de Rossby provenientes do Pacífico sul, especialmente em escalas de tempo intrasazonais.

Abstract: Thirty South Atlantic Convergence Zone (SACZ) events are analyzed according to CPTEC/INPE Climanálise reports in three summer seasons. Nine events were registered in 2005/2006 summer, nine in 2006/2007 summer and twelve in 2007/2008 summer. These events are characterized as oceanic SACZ or continental SACZ according to maximum convective activity position inferred through the more negative values of Outgoing Long Wave Radiation Anomalies on atmospheric top. Additionally, Lanczos filter is applied to wind anomalies, considering 30-70 days temporal band. Anomalous circulation patterns associated with both SACZ categories reveals actions centers presence with opposite signs in the SACZ manifestation local, highlighting that Rossby waves from South Pacific are important to modulation of anomalies convection, especially in intraseasonal temporal bands.

Palavras-Chave: ZCAS, AROLE, Ondas de Rossby, Intrasazonal.

1 - Introdução

Uma análise observacional sobre a distribuição horizontal das anomalias convectivas associadas aos episódios de Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) geralmente evidencia um comportamento distinto em cada caso quanto ao posicionamento, intensidade, persistência e forma, em associação com a manifestação de distintos padrões de variabilidade atmosférica que modulam a convecção tropical (CT) sobre o centro-leste da AS (Carvalho et al., 2004). Carvalho et al. (2004) investigaram o comportamento da ZCAS considerando situações em que as anomalias convectivas mais intensas apareciam concentradas no continente ou no oceano separadamente e verificaram padrões distintos de circulação em escalas de tempo de 10-90 dias. Liebmann et al. (1999) também observaram estes padrões opostos considerando as influências das variabilidades submensais de 2-30 sobre a AS. Mo e N-Paegle (2001) ressaltaram que os trens de ondas de Rossby que se propagam do Pacífico sul para a AS em latitudes médias modulam as anomalias de circulação e de precipitação sobre a AS em escalas de tempo de baixa frequência. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo investigar o padrão de circulação sobre a AS associado com episódios de ZCAS em que apresentaram as anomalias convectivas mais intensas concentradas no continente ou no oceano, buscando verificar se as anomalias de circulação se comportam diferentemente para cada tipo de categoria, especialmente em escalas de tempo intrasazonais.

2 - Dados e Metodologia

O período selecionado abrange os meses de outubro a março (verão estendido) dos anos de 2005 a 2008 e de acordo com os boletins climáticos da CLIMANÁLISE do CPTEC/INPE (<http://www6.cptec.inpe.br/revclima/boletim/>), ocorreram trinta episódios de ZCAS, dos quais nove eventos se manifestaram durante o verão 2005/2006, outros nove no verão 2006/2007 e doze eventos no verão 2007/2008. Para caracterizar os aspectos da CT utilizam-se dados médios diários de Radiação de Onda Longa Emergente no topo da atmosfera (ROLE), os quais são provenientes dos satélites de órbita polar da National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) (<http://www.noaa.gov>). A circulação atmosférica é descrita com dados médios diários do vento zonal e meridional e da altura geopotencial, que são provenientes das Reanálises do National Centers for Environmental Prediction – National Center for Atmospheric Research (NCEP-NCAR) (<http://www.cdc.noaa.gov>). As anomalias diárias de ROLE (AROLE), vento e altura geopotencial são calculadas subtraindo-se os valores médios de longo período (1980-1994), representativos de cada dia do ano, dos respectivos valores diários, formando uma série temporal de anomalias. Os dados de ROLE e de Reanálise do NCEP são distribuídos em uma grade regular de 2.5° x 2.5°. A metodologia consiste na identificação da característica predominante em cada episódio de ZCAS e este aspecto é determinado através do posicionamento dos valores mais negativos da AROLE no oceano ou no continente, os quais indicam regiões de convecção ativa. Portanto, onde se observou em cada episódio o valor mais negativo de AROLE concentrado no oceano (continente), a ZCAS foi classificada como ZCAS oceânica (continental). As anomalias de vento foram submetidas a um processo de filtragem onde se utilizou um filtro passa-banda de Lanczos (Duchon, 1979) na escala temporal de 30-70 dias com o intuito de investigar o comportamento intrazonal das anomalias de circulação que modulam o comportamento convectivo sobre a AS.

3 - Resultados

3.1 - Variabilidade espacial das AROLE

A partir das informações descritas na metodologia, a Fig. 3.1 foi gerada agrupando-se os três verões em cada tipo de evento, totalizando vinte e sete casos do tipo ZCAS oceânica e três do tipo continental. Nota-se um predomínio de eventos do tipo oceânico no total de ZCAS considerado. A linha vermelha representa a posição climatológica da ZCAS, inferida através dos menores valores de ROLE, para os meses de novembro a fevereiro referente ao período de 1980 a 2007 (Figura não mostrada). A presença de anomalias de convecção na região da ZCAS pode ser vista nas duas categorias, sendo que no tipo continental a CT apresenta-se mais alinhada com a sua posição climatológica (Fig. 3.1.a), enquanto no caso oceânico estão ligeiramente deslocadas ao norte da climatologia (Fig. 3.1.b). No caso oceânico, a convecção se estende desde a costa sudeste do Brasil até o Atlântico Sul. Este padrão de convecção aparece juntamente com inibição de convecção nas regiões Sul e Nordeste do Brasil. Estes resultados se assemelham com os obtidos por Carvalho et al. (2004). O tipo ZCAS continental destaca máximo de convecção mais concentrado na região Sudeste, alinhado com a posição climatológica, e sinais de inibição de convecção na parte norte da AS, Atlântico Tropical e outro sinal menos intenso na região Sul do Brasil. Estes resultados não concordam com os obtidos por Carvalho et al. (2004) que verificaram uma distribuição de AROLE negativas concentradas em grande parte do centro-oeste Brasil, Paraguai e Bolívia.

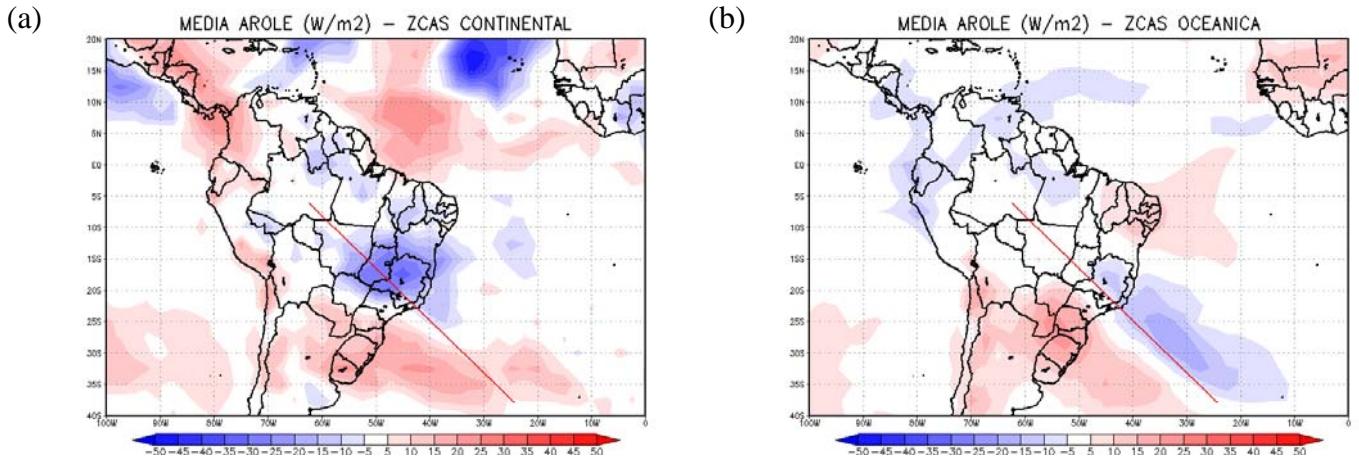


Fig. 3.1: Composição da média das AROLE (W/m^2), agrupando os três verões, para casos de ZCAS do tipo: (a) continental; (b) oceânica. Sombreado de cores azuis (vermelhas) indica regiões com convecção (inibição da convecção). A linha vermelha representa a posição climatológica da ZCAS.

3.2 - Estrutura Dinâmica das categorias de ZCAS

A Fig. 3.2 apresenta os campos compostos, agrupando-se os três verões, da média das anomalias de ROLE (R) (sombreado), do vetor vento (V) e de altura geopotencial (Z) (contornos), em dois diferentes níveis de pressão para a ZCAS oceânica e continental. Para o caso oceânico no nível de 850 hPa (Fig. 3.2.a), nota-se a presença de um centro de baixa de geopotencial juntamente com uma circulação ciclônica, centrada em $30^{\circ}S$ e $30^{\circ}W$, e a presença de um escoamento de noroeste que se propaga desde a Colômbia, passa pela região Amazônica e segue em direção ao Atlântico sul com uma orientação preferencial de NW-SE. Este escoamento está relacionado com o transporte de umidade da Amazônia para a região de atuação da ZCAS. Em contrapartida, observa-se um escoamento de sudeste na costa leste da região sul do Brasil que flui em direção ao continente e consegue alcançar o Paraguai, norte da Argentina, Bolívia, Mato Grosso do Sul e parte do estado de São Paulo. Em 500 hPa (Fig. 3.2.b), o padrão de circulação para o caso oceânico revela a presença de uma baixa de geopotencial centrada em $30^{\circ}S$ e $40^{\circ}W$ no Atlântico sul. Este sistema apresenta uma inclinação para oeste em relação ao centro de baixa de geopotencial presente em 850 hPa, sugerindo um comportamento baroclínico. No sul do continente destaca-se a presença de uma alta anômala que parece estar conectada com um trem de ondas que se propaga do Pacífico Sul para a AS via latitudes médias. No caso continental em 850 hPa (Fig. 3.2.c), verifica-se a presença de uma baixa de geopotencial centrada em parte da região sudeste do Brasil e Mato Grosso do sul, juntamente com um escoamento de norte que se propaga desde a Venezuela, passa pela região Amazônica e segue em direção ao sudeste do Brasil, favorecendo o transporte de umidade dos trópicos para a ZCAS. Uma alta de geopotencial aparece centrada no Uruguai e parte do sul do Brasil, contribuindo para a inibição da atividade convectiva nestas regiões. Em 500 hPa (Fig. 3.2.d), verifica-se uma alta de geopotencial aparecendo bem definida em grande parte do sul do Brasil e centro-norte da Argentina. Uma baixa de geopotencial localizada no Pacífico sul em aproximadamente $50^{\circ}S$ prolonga-se em direção ao Atlântico passando pelo sul da Argentina, evidenciando o mesmo padrão em 850 hPa e indicando uma possível manifestação de trens de ondas vindos do Pacífico Sul, como no caso oceânico, mas com sinal oposto. Carvalho et al. (2004) e Liebmann et al. (1999) obtiveram estruturas que se assemelham em certos aspectos com as informações descritas anteriormente, embora tenham analisado nos níveis de 850 e 200 hPa o comportamento intrasazonal e submensal da atmosfera nas escalas de tempo de 10-90 e 2-30 dias, respectivamente. Um padrão ondulatório proveniente do Pacífico sul e propagando-se pelas latitudes médias foi identificado em ambos os estudos, mas apresentou centros de ação opostos na região da

ZCAS para cada tipo de análise das AROLE negativas (continente x oceano). A Fig. 3.3 apresenta as anomalias de linhas de corrente em 200 hPa filtradas na banda de 30-70 dias para o caso continental (Fig. 3.3.a) e o oceânico (Fig. 3.3.b). As linhas azuis curvadas foram inseridas para representarem a trajetória preferencial de propagação das ondas de Rossby e as letras A e C em vermelho representam as circulações anticiclônicas e ciclônicas, respectivamente. Nota-se que em ambos os casos existe a incursão de ondas via latitudes médias que se deslocam em direção ao equador ao cruzarem os Andes. Entretanto, as anomalias de circulação apresentam sinais opostos entre os dois casos, revelando a semelhança com as estruturas descritas em Carvalho et al. (2004) e Liebmann et al. (1999), o que destaca a importância das variabilidades de baixa frequência na modulação de ambas as categorias de ZCAS.

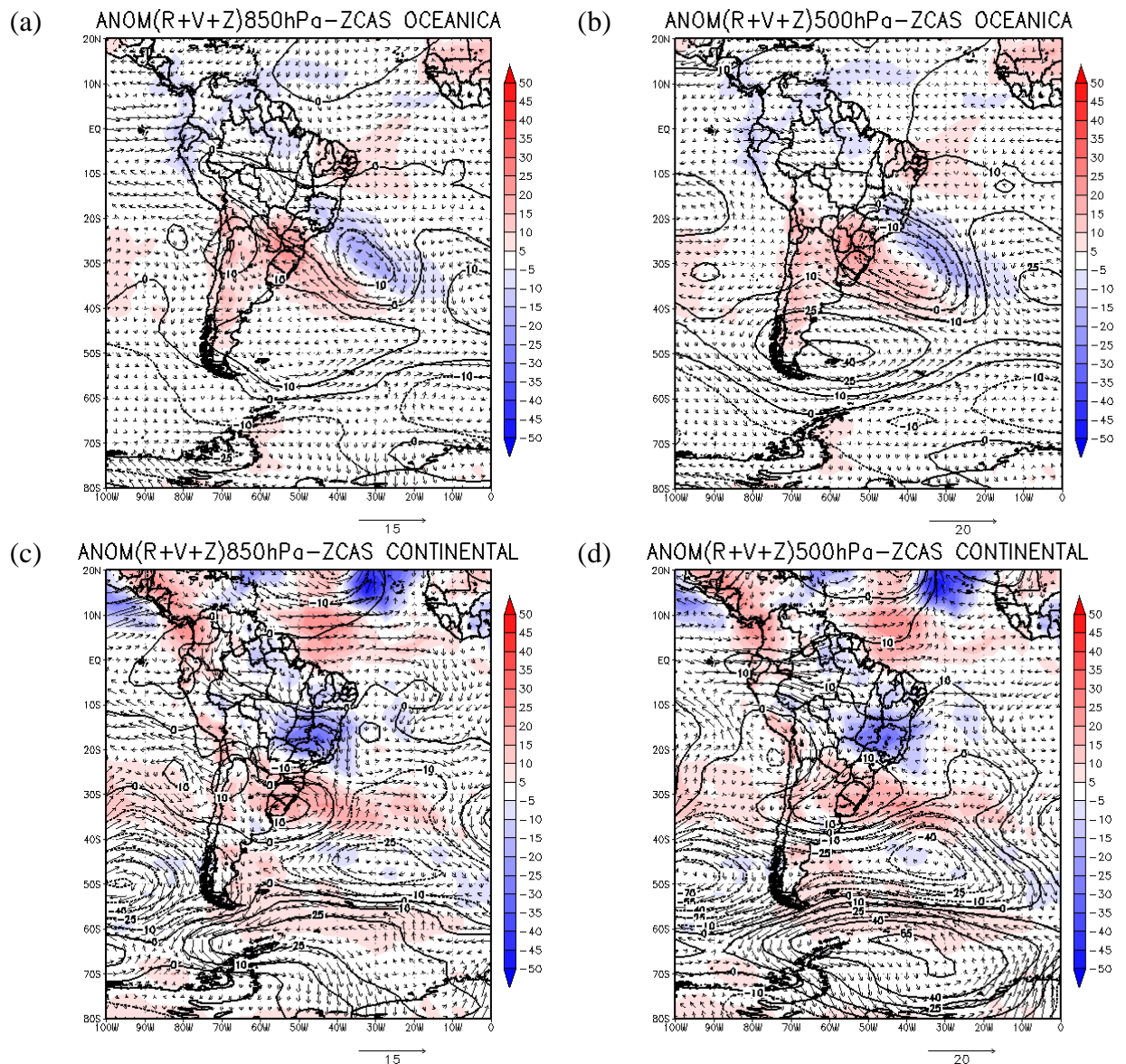


Fig. 3.2: Idem a Fig.1, exceto para as anomalias do vetor vento (m/s) e de altura geopotencial (m/gp) para as categorias de ZCAS nos seguintes níveis de pressão: (a) oceânica (850 hPa); (b) oceânica (500 hPa); (c) continental 850 hPa; (d) continental em 500 hPa.

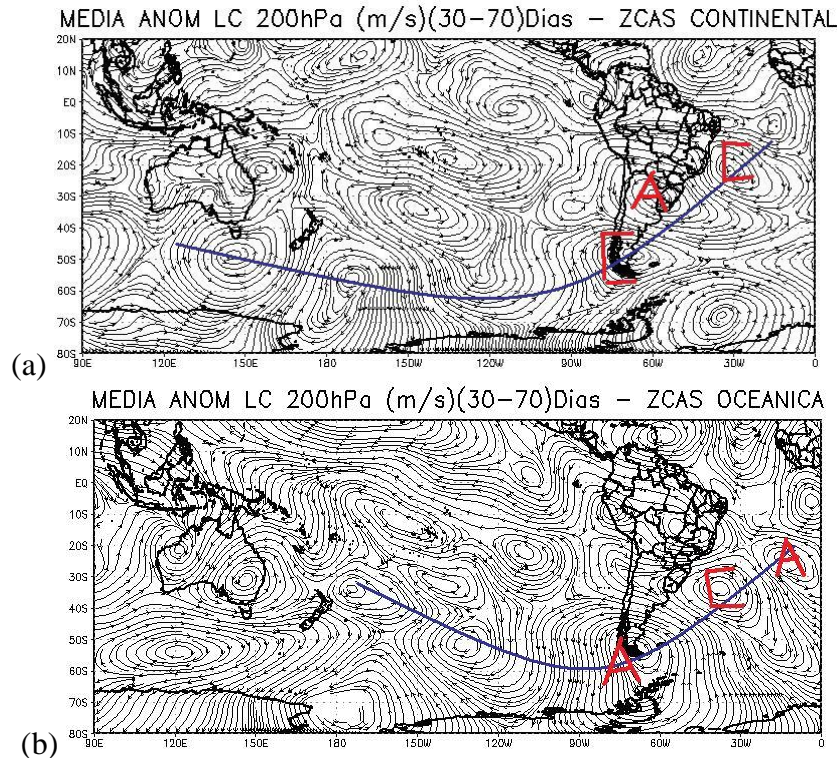


Fig. 3.3: Composição da média das anomalias de LC em 200 hPa filtradas em 30-70 dias, agrupando os três verões, para ZCAS: (a) continental; (b) oceânica. Veja texto para detalhes.

4 - Conclusões

A separação dos episódios de ZCAS em oceânica e continental, dependendo dos mínimos valores de AROLE, revelou estruturas anômalas de circulação com características opostas em grande parte do domínio de estudo. Dos trinta casos considerados, 27 foram classificados como oceânica e 3 como continental. Para a ZCAS oceânica a estrutura subtropical apresentou um comportamento baroclínico com a presença de um amplo cavado ligeiramente ao sul dos mínimos valores de AROLE. No caso continental, apesar da pequena representatividade em somente três casos, o padrão apresentou uma alta anômala de geopotencial em 500 hPa sobre o sul do Brasil, enquanto em 850 hPa se estabeleceu uma baixa térmica rasa. Em ambas as estruturas houve a manifestação de um trem de ondas de Rossby conectando o Pacífico sul com a AS, mas com os centros de ação apresentando sinais opostos para cada tipo de categoria. Estas anomalias de circulação também foram identificadas por Carvalho et al. (2004) e Liebmann et al. (1999) nos níveis de 850 e 200 hPa em escalas de tempo intrasazonais e submensais, respectivamente. Uma análise dos padrões intrasazonais para as categorias de ZCAS revelou a presença de trens de ondas com sinais opostos conectando o Pacífico sul e AS via latitudes médias, um aspecto importante para a modulação das anomalias de precipitação sobre a AS (Mo e N-Paegle, 2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, L. M. V.; C. JONES; LIEBMANN, B.: The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intraseasonal to Interannual Activity and Extreme Rainfall. *Journal of Climate*, v.17, 88-108, 2004.
- DUCHON, C. E. Lanczos filtering in one and two dimensions. *J. of Appl. Meteor.*, 18, 1016-1022, 1979.
- LIEBMANN, B.; KILADIS, G. N.; MARENGO, J. A.; AMBRIZZI, T. Submonthly convective variability over South America and South Atlantic Convergence Zone. *Journal of Climate*, 12, 1877-1891, 1999.
- MO, K. C.; N-PAEGLE, J. The Pacific-South American modes and their downstream effects. *International Journal of Climatology*, 21, 1211-1229, 2001.