

# INFLUÊNCIAS REMOTAS NA PREVISIBILIDADE INTRASSAZONAL DA ZCAS

Felipe M. de ANDRADE<sup>1,2</sup>, José A. ARAVÉQUIA<sup>1</sup>

<sup>1</sup>CPTEC/INPE - Cachoeira Paulista - São Paulo - <sup>2</sup>[felipe.marques@cptec.inpe.br](mailto:felipe.marques@cptec.inpe.br)

**RESUMO:** A previsibilidade intrassazonal da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é analisada através dos campos de função de influência de um modelo barotrópico divergente e de composições dos diagramas de Hovmöller. Os resultados sugerem que as principais regiões precursoras do sinal intrassazonal que modula a ZCAS em diferentes localizações geográficas são o Pacífico sul central e o sul/sudeste (S/SE) da Austrália, onde posteriormente a energia é conduzida através da propagação de um trem de onda de Rossby forçado pela divergência anômala em 200 hPa. O deslocamento da Oscilação de Madden-Julian é mais evidente antes do início dos eventos que ocorreram ao norte da posição climatológica da ZCAS, enquanto a forçante no S/SE da Austrália parece ser mais importante na modulação de eventos localizados ao sul da posição climatológica da ZCAS.

**ABSTRACT:** The intraseasonal predictability of South Atlantic Convergence Zone (SACZ) events is examined through use of influence function for a divergent barotropic model and Hovmöller diagrams composites. The results suggest that the intraseasonal precursor signal responsible to SACZ modulate in different geographical locations comes from central of South Pacific and south/southeastern (S/SE) of Australia, where energy is then conducted through the Rossby wave propagation forced by anomalous divergence at 200 hPa. The Madden-Julian Oscillation displacement is most evident before start of events that occurred to the north climatological SACZ position, while forcing in S/SE of Australia appears to be more important in the modulation of events located to the south climatological SACZ position.

## 1 – INTRODUÇÃO

A modulação intrassazonal da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é articulada por padrões de teleconexão atmosférica que conectam regiões remotas do globo com distintas áreas de manifestação da ZCAS. Estudos têm constatado que o sinal intrassazonal responsável por esta modulação pode ser proveniente da propagação tropical da Oscilação de Madden-Julian (OMJ) em escalas de tempo de 30-60 dias e/ou de uma interação do tipo trópico-extratropical, em que um trem de onda de Rossby forçado pela divergência anômala em altos níveis da troposfera estabelece uma conexão entre a Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCPS) e a ZCAS em escalas de tempo de 10-90 dias (GRIMM E SILVA DIAS, 1995). Uma melhoria no potencial de previsibilidade de médio e longo prazo do estabelecimento de um evento de ZCAS em uma determinada localização geográfica necessita, por exemplo, de uma investigação mais

detalhada dos mecanismos físicos remotos que estariam modulando a intrassazonalidade do fenômeno. Neste sentido, o objetivo deste estudo é analisar o comportamento da variabilidade intrassazonal precursora responsável pela modulação da ZCAS em uma determinada localização geográfica, buscando identificar e rastrear as principais áreas de gênese e o ciclo evolutivo do sinal intrassazonal que, posteriormente, alcança as regiões de manifestação da ZCAS.

## **2 – DADOS E MÉTODOS DE ANÁLISE**

Para representação da circulação atmosférica associada com eventos de ZCAS, utiliza-se dados de altura geopotencial em 200 hPa provenientes das reanálises do NCEP-NCAR. A distribuição horizontal da atividade convectiva é descrita através de informações contidas no campo observado e interpolado de Radiação de Onda Longa Emergente no topo da atmosfera (ROLE) proveniente da média diária das passagens diurna e noturna dos satélites de órbita polar da NOAA. Ambos os dados são distribuídos em uma grade regular com resolução de  $2.5^\circ \times 2.5^\circ$  em latitude e longitude para o período de outubro a março de 1990 a 2009.

Inicialmente foram selecionados para investigação 81 episódios de ZCAS registrados pelos boletins mensais da Climanálise do CPTEC/INPE. Posteriormente, as anomalias de ROLE (AROLE) e de altura geopotencial (AZ) foram calculadas subtraindo-se os valores climatológicos (1980-2009), representativos de cada dia do ano, dos respectivos valores diários para cada variável. Para cada período de ZCAS selecionado gerou-se uma figura da média de AROLE (não mostrado) com o intuito de analisar o comportamento médio espacial da atividade convectiva anômala mais intensa, inferida através dos valores mais negativos. Dos 81 episódios analisados, 28 eventos apresentaram os valores mais negativos concentrados entre o norte do Paraná e o centro-sul do Rio de Janeiro (região referida como área Sul, localizada ao sul da posição climatológica da ZCAS), 31 eventos destacaram convecção anômala concentrada entre o norte do Rio de Janeiro e o sul da Bahia (região referida como área Central, localizada aproximadamente na posição climatológica da ZCAS), enquanto 22 eventos apresentaram valores negativos distribuídos em grande parte do nordeste do Brasil e Atlântico sul adjacente (região referida como área Norte, localizada ao norte da posição climatológica da ZCAS). Sendo assim, optou-se por analisar separadamente o comportamento intrassazonal dos episódios de ZCAS considerando as três áreas distintas de manifestação. Para representação da variabilidade intrassazonal, os dados de AROLE e AZ foram filtrados na banda temporal de 10-90 dias através da utilização do filtro passa-banda de Lanczos com 245 pesos. Para identificação das fontes anômalas de calor responsáveis pela modulação do sinal intrassazonal em cada área de manifestação da ZCAS, calculou-se as funções de influência (FI) utilizando um modelo barotrópico espectral divergente (MBED) baseado nas equações de água rasa na esfera e nas funções de Hough (ARAVÉQUIA, 2003). Este modelo permite especificar diretamente uma forçante no campo de massa que está relacionada com a fonte anômala de calor, além de incluir

intrinsecamente os efeitos da subsidência de compensação. As variáveis prognosticadas pelo MBED são as próprias amplitudes dos distúrbios do escoamento e as FI são construídas a partir do próprio modelo forçado em cada ponto de grade do domínio. Neste trabalho as integrações realizadas pelo MBED utilizaram o estado básico climatológico mensal em 200 hPa proveniente do NCEP-NCAR, sendo interpolado para grade gaussiana equivalente ao truncamento do modelo (R23). Estas integrações foram realizadas para o período de 60 dias (período em que a resposta atmosférica estacionária pode ser alcançada) considerando o estado básico do mês de janeiro, que representa satisfatoriamente o comportamento médio da circulação atmosférica durante o verão austral. Finalmente, para análise da propagação do sinal intrassazonal observado, diagramas de Hovmöller para a AROLE filtrada em 10-90 dias são analisados em diferentes faixas latitudinais buscando identificar as possíveis regiões precursoras deste sinal que, posteriormente, alcança as distintas áreas de atuação da ZCAS.

### 3 – RESULTADOS

As Figs. 1.(a), (b) e (c) [(d), (e) e (f)] mostram, respectivamente, diagramas de Hovmöller mediados na faixa latitudinal de (10°S-10°N) [(30°S-10°S)] para a AROLE filtrada em 10-90 dias considerando uma composição de todos os eventos ocorridos nas áreas Sul, Central e Norte desde 25 dias antes do início dos eventos até 25 dias após o início dos mesmos. O dia inicial dos eventos é representado pela defasagem temporal (0). Na faixa latitudinal de (10°S-10°N) nota-se que a propagação da AROLE negativa apresenta um comportamento associado com a OMJ, principalmente para os eventos ocorridos nas áreas Central e Norte da ZCAS, onde um deslocamento a partir do centro-leste do Índico em direção ao Pacífico central exibiu uma duração de aproximadamente 20-25 dias, destacando convecção anômala no centro-oeste do Pacífico no dia inicial dos eventos [Figs. 1.(b), (c) e (f)], um aspecto que em média não é observado para os episódios de ZCAS ocorridos na área Sul [Fig. 1.(a)]. Na faixa latitudinal de (30°S-10°S) verifica-se que em média o sinal intrassazonal propaga-se da região central do Pacífico sul para as áreas Sul e Central da ZCAS cerca de 10 a 15 dias após ter modulado a ZCPS [Figs. 1.(d) e (e)] (GRIMM E SILVA DIAS, 1995). Por outro lado, eventos de ZCAS ocorridos na área Norte sofrem influências a partir da propagação do sinal proveniente do centro-leste do Pacífico sul, que alcança a área norte da ZCAS cerca de 5 a 10 dias depois [Fig. 1.(c)]. As Figs. 2.(a), (b) e (c) ilustram o campo de FI para a AZ considerando três distintos pontos de interesse (ponto vermelho) associados com o abaixamento do geopotencial nas proximidades de cada uma das áreas de manifestação da ZCAS. As Figs. 2.(d), (e) e (f) apresentam, respectivamente, a composição da AZ filtrada em 10-90 dias para todos os eventos de ZCAS ocorridos nas áreas Sul, Central e Norte no dia inicial de cada evento. A interpretação física do campo de FI indica que em regiões onde existem contornos positivos (negativos) de AZ a presença de uma fonte de calor anômala propicia o aumento (abaixamento) do

geopotencial sobre o ponto de interesse (GRIMM E SILVA DIAS, 1995). Através dos campos de FI observa-se que o ponto de interesse para cada área de manifestação da ZCAS é afetado remotamente pelas porções tropical e subtropical da ZCPS na região central do Pacífico sul e pelas regiões sul/sudeste da Austrália, especialmente os eventos ocorridos nas áreas Sul e Central. Estes resultados indicam que fontes anômalas de calor sobre estas regiões podem contribuir para o abaixamento do geopotencial em 200 hPa nos pontos de interesse através da propagação de energia intrassazonal conduzida por um trem de onda de Rossby.

#### 4 – CONCLUSÕES

As observações apresentadas pelos diagramas de Hovmöller concordam com os resultados dos campos de FI, destacando a fonte de calor na região central do Pacífico sul tropical/subtropical como uma forçante eficiente em produzir a energia intrassazonal que cerca de 5-10 (10-15) dias depois se propaga para a América do Sul através da dispersão de um trem de onda de Rossby, podendo contribuir para a modulação dos eventos de ZCAS na área Norte (Sul e Central). A propagação da OMJ entre o leste do Índico e o oeste do Pacífico é destacada principalmente antes do início dos eventos de ZCAS ocorridos nas áreas Central e Norte, enquanto as regiões sul/sudeste da Austrália possivelmente exercem maior influência na modulação intrassazonal de eventos de ZCAS nas áreas Sul e Central, como verificado pelos campos de FI. Uma sugestão para trabalhos futuros seria analisar a variabilidade intrassazonal do posicionamento da ZCAS através da ondeleta cruzada e da coerência entre as regiões remotas verificadas como principais forçantes intrassazonais precursoras e as três áreas de manifestação da ZCAS.

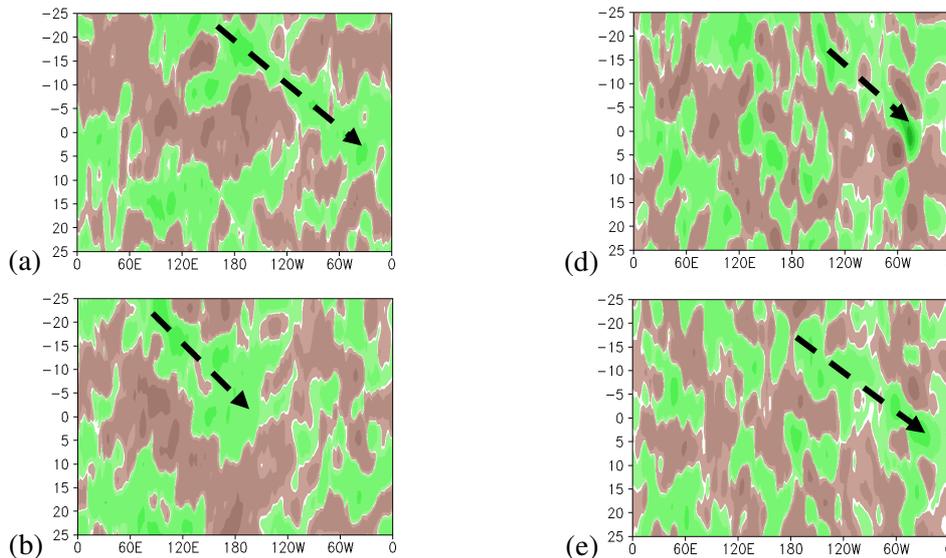


Figura 1: (a), (b) e (c) [(d), (e) e (f)] - Diagramas de Hovmöller mediados em  $(10^{\circ}\text{S}-10^{\circ}\text{N})$  [ $(30^{\circ}\text{S}-10^{\circ}\text{S})$ ] para a AROLE filtrada em 10-90 dias considerando uma composição de todos os eventos ocorridos nas áreas Sul, Central e Norte desde 25 dias antes do início dos eventos até 25 dias após o início dos mesmos, respectivamente. Sombreado em verde (marrom) ilustra AROLE negativa (positiva). Setas tracejadas indicam trajetórias de propagação dos sinais intrassazonais associados com a modulação da ZCAS. (Continua).

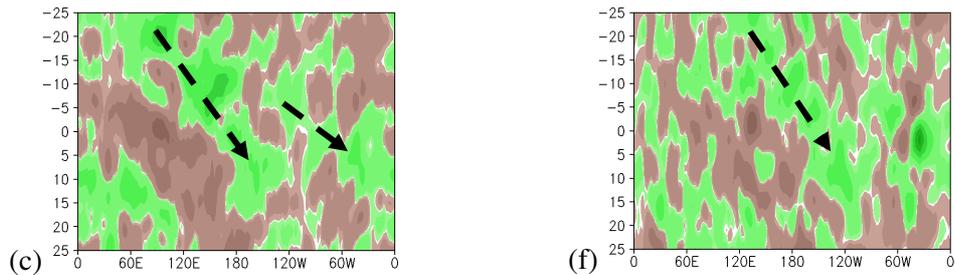


Figura 1: (Conclusão).

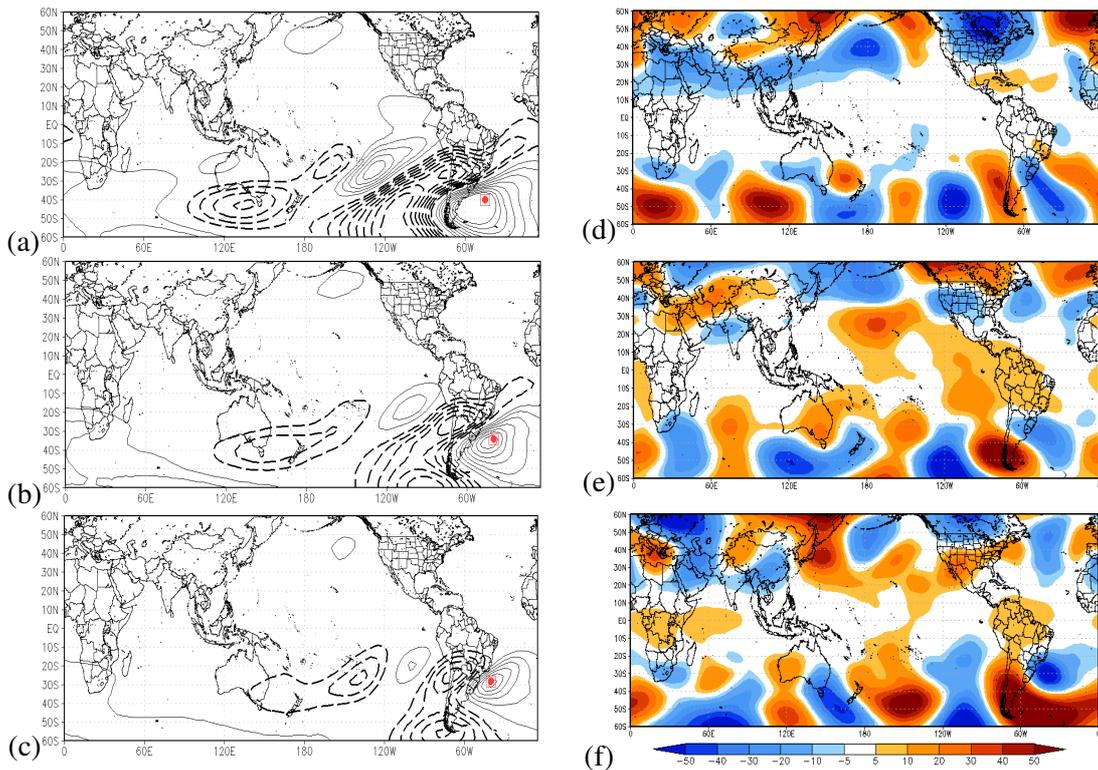


Figura 2: (a), (b) e (c) FI da AZ para pontos de interesse na ZCAS; Composição da AZ filtrada em 10-90 dias para o dia inicial de todos os eventos de ZCAS ocorridos nas áreas (d) Sul, (e) Central e (f) Norte. Ponto vermelho em (a), (b) e (c) ilustra os pontos de interesse associados com o abaixamento do geopotencial nas proximidades de cada área de manifestação da ZCAS e os contornos sólidos (tracejados) de AZ indicam valores positivos (negativos). Em (d), (e) e (f) sombreado em azul (laranja) indica valores negativos (positivos) de AZ-1090dias.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAVÉQUIA, J. A., 2003. **Funções de Influência com dependência temporal: Aplicações na interpretação da deriva de prognósticos de tempo e da gênese de anomalias climáticas.** 257 p. Tese de doutorado em meteorologia. Instituto Astronômico, Geofísico e de Ciências Atmosféricas – Universidade de São Paulo, São Paulo - SP.
- GRIMM, A. M.; SILVA DIAS, P. L., 1995. Analysis of tropical-extratropical interactions with influence functions of a barotropic model. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v.52, p.3538-3555.