

# VARIABILIDADE INTERANUAL DA PRECIPITAÇÃO SOBRE A REGIÃO SUL/SUDESTE DA AMÉRICA DO SUL SIMULADA PELO MODELO DE CIRCULAÇÃO GLOBAL DA ATMOSFERA CPTEC/COLA

Iracema F. A Cavalcanti  
Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC)  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE)  
iracema@cptec.inpe.br

Alice Grimm  
Departamento de Física  
Universidade do Paraná

Vicente Barros  
Departamento de Ciencias de la Atmosfera  
Universidad de Buenos Aires

## Resumo

Neste estudo, é feita uma análise da variabilidade interanual da precipitação sobre a região sudeste da América do Sul, que engloba o sul do Brasil, Uruguai, Paraguai e parte da Argentina (região SSE) com dados resultantes de uma simulação de 10 anos com o Modelo de Circulação Global da Atmosfera CPTEC/COLA. Considerando os resultados do ensemble de nove integrações, o modelo simula bem as anomalias em anos de El Niño e La Niña, quando as condições forçantes de contorno são intensas na região tropical. Em outros anos, quando o ensemble não representa bem as anomalias, a maioria dos membros apresenta o mesmo sinal que as observações, indicando uma convergência em direção da situação observada, ou alguns membros apresentam a mesma intensidade das observações.

## 1-Introdução

A região sudeste da América do Sul (SSE), que compreende o sul do Brasil, Paraguai, Uruguai e Argentina, é uma região que apresenta alta taxa populacional, grandes áreas agrícolas e intenso aproveitamento de potencial hidroelétrico. A região possui importantes bacias hidrográficas e sofre significativos efeitos de anomalias climáticas produzidas pelos eventos El Niño e La Niña. A análise de anomalias de precipitação na região durante esses eventos foi realizada, por exemplo, por Grimm et al. (1998, 2000), Pisciottano et al. (1994) e Aceituno (1988).

Previsões climáticas sazonais para esta região tem grande utilidade, em virtude das decisões que podem ser tomadas para minimizar os efeitos de anomalias extremas na agricultura, nos recursos hídricos e na vida social e econômica da região. Previsões sazonais tem sido realizadas pelo CPTEC, com um modelo de circulação global (MCGA CPTEC/COLA), mensalmente, desde 1995. As características climatológicas globais de uma simulação de 10 anos com este modelo, bem como o comportamento dos membros do ensemble para várias regiões e o balanço de energia do globo foram discutidos em Cavalcanti et al. (2001). Uma análise regional da precipitação simulada sobre a América do Sul foi apresentada em Cavalcanti et al. (2000). O modelo simula bem a variabilidade sazonal de precipitação sobre a América do Sul, embora a intensidade não seja bem representada. Nos cálculos das anomalias, parte do erro sistemático é eliminado, porém é necessário um conhecimento maior da variabilidade interanual da precipitação no modelo. O principal objetivo deste estudo é analisar as anomalias de precipitação do modelo para a região SSE, nas quatro estações do ano, durante o período de 1982-1991.

## 2-Metodologia

Resultados do MCGA CPTEC/COLA, na resolução T62L28, para um período de 10 anos, obtidos de nove integrações, são utilizados para analisar as anomalias de precipitação na região SSE. As condições de contorno forçantes são as temperaturas da superfície do mar (TSM) mensais observadas no período de 1982 a 1991. Médias sazonais das anomalias de precipitação foram calculadas para a comparação com as anomalias dos dados observados de precipitação CMAP (Xie e Arkin, 1997). Médias espaciais das anomalias na área de  $25^{\circ}\text{S}$ - $40^{\circ}\text{S}$ ;  $60^{\circ}\text{W}$ - $40^{\circ}\text{W}$  também foram calculadas para cada membro do ensemble, para o ensemble e para as observações, nas quatro estações dos 10 anos. Anos com excesso de chuva e com ocorrência de secas foram identificados nas observações e comparadas com os resultados do modelo. Ocorrências de inundações na Bacia do Rio Paraná também foram identificadas e analisadas em comparação com dados de precipitação observados e simulados.

## 3-Anomalias de precipitação na região SSE

Analisando as respostas do modelo para o período de 10 anos da simulação, observa-se que o modelo simula bem as anomalias de precipitação em anos em que há intensas forçantes de TSM que geram intensas forçantes na atmosfera. As melhores simulações de anomalias de precipitação na região SSE ocorreram em anos de episódios El Niño ou La Niña. Destacam-se os períodos de MAM 83, JJA 83 (anomalias positivas) (Fig.1) e DJF 84/85, MAM 89, SON 89 (anomalias negativas) (Fig.2). O padrão de dipolo norte-sul, com déficit de chuvas no nordeste e excesso de chuvas no SSE em anos El Niño foi bem representado pelo modelo, em todas as estações. Nos anos La Niña nota-se que o modelo simula o dipolo de precipitação oposto, com anomalias positivas intensas sobre o Nordeste e anomalias negativas no Sul, também durante todas as estações, embora haja uma variabilidade espacial maior do que no caso do El Niño. Diferenças maiores situam-se no Centro/Sudeste do Brasil.

Durante episódios El Niño é freqüente a ocorrência de enchentes na região SSE, como as ocorridas em 1983 (Kousky e Cavalcanti, 1984). As maiores anomalias de caudal do Rio Paraná, observadas na estação de Corrientes ( $27.47^{\circ}\text{S}$ ,  $58.83^{\circ}\text{W}$ ), durante o período da simulação, ocorreram no ano de 1983, chegando a mais de  $30.000\text{ m}^3/\text{s}$  nos meses de maio, junho e julho de 1983 (Fig. 3). O modelo simulou intensas anomalias positivas de precipitação na região do Rio Paraná durante este período.

Nos outros anos nota-se uma redução na habilidade do modelo em reproduzir as anomalias na região SSE. Entretanto, uma análise da resposta dos membros do ensemble mostra que alguns deles reproduzem bem as anomalias observadas, levando em consideração a média espacial da região SSE, como será discutido na próxima seção.

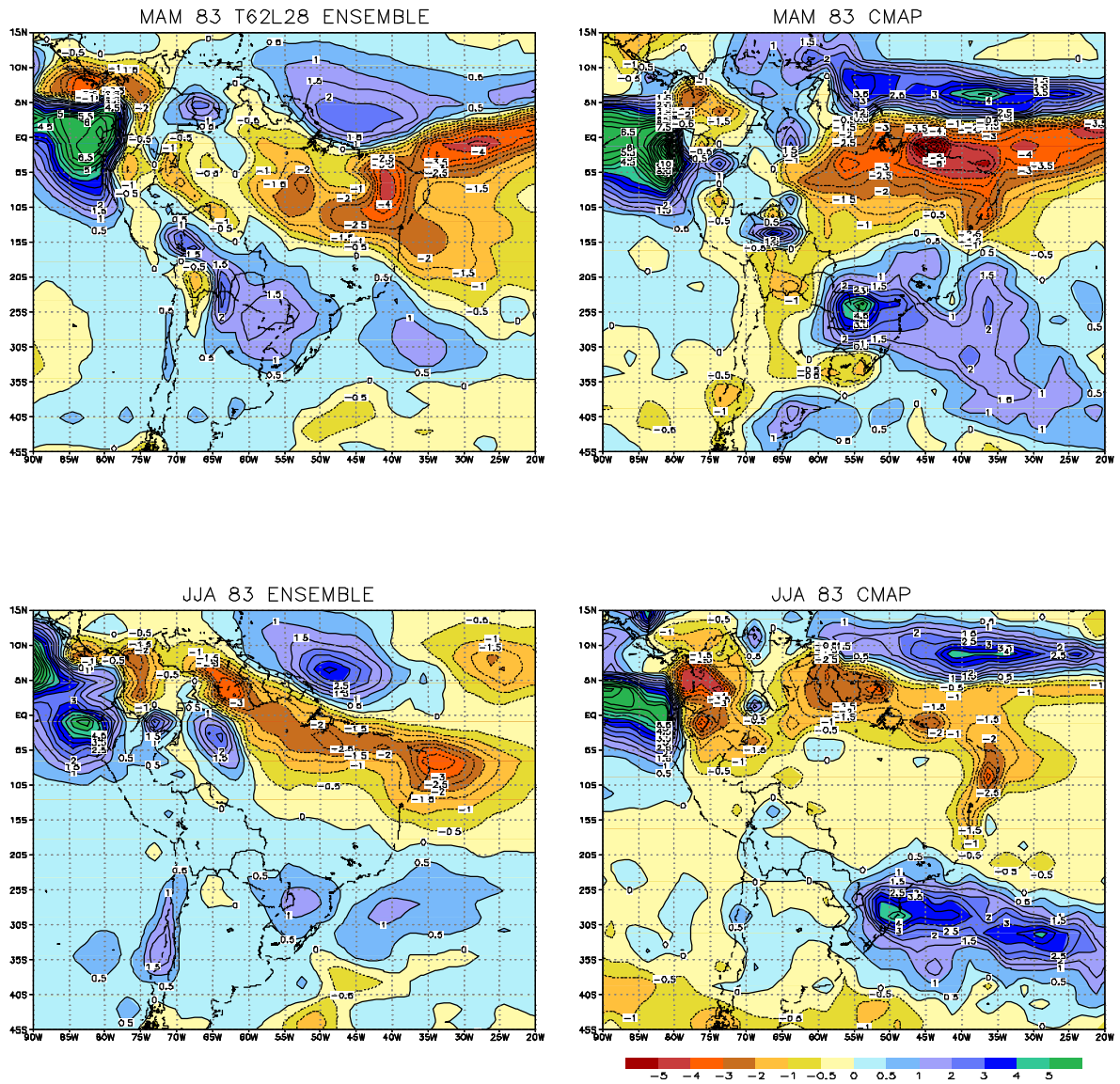


Fig.1- Anomalias de precipitação simuladas pelo modelo (esquerda) e observadas (direita) em períodos de El Niño.

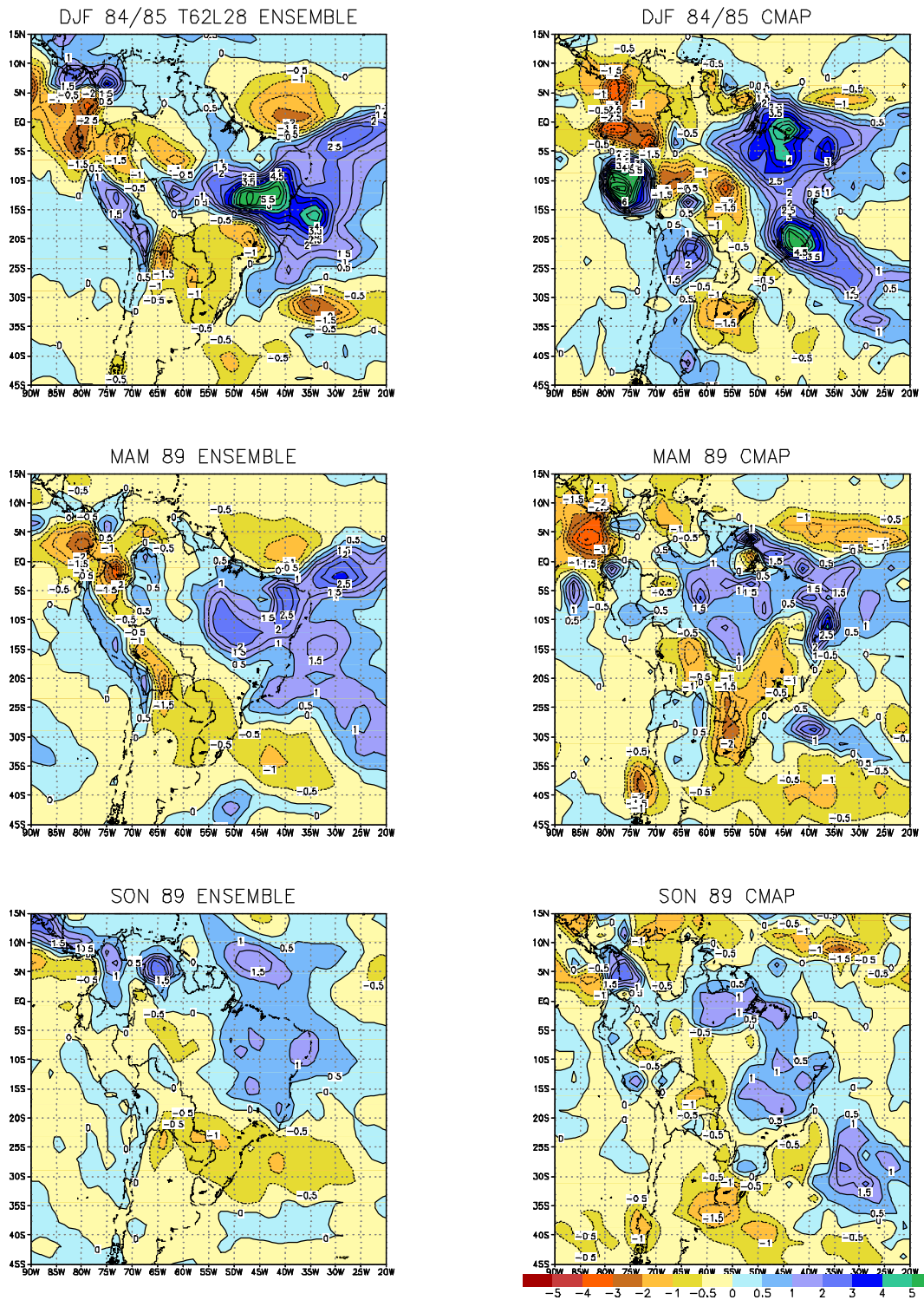


Fig.2- Anomalias de precipitação simuladas pelo modelo (esquerda) e observadas (direita) em períodos de La Niña.

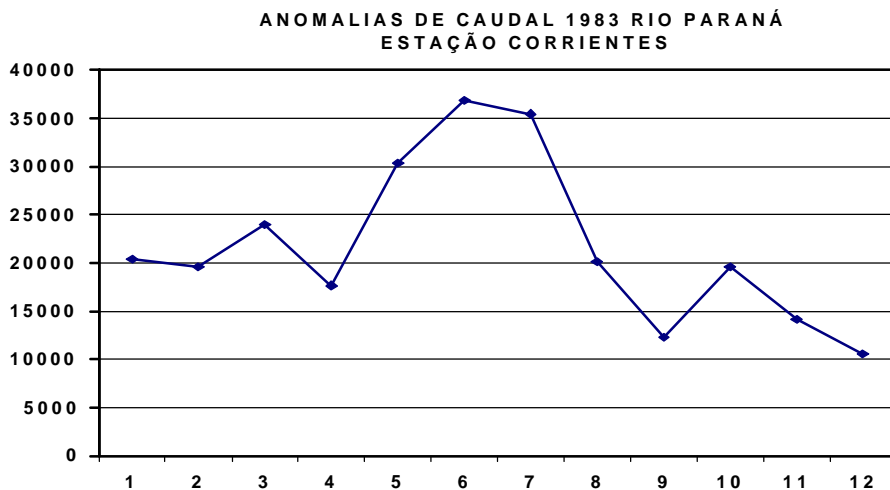


Fig.3- Anomalias de caudal em m<sup>3</sup>/s no Rio Paraná, Estação Corrientes, nos 12 meses de 1983.

#### 4-Distribuição dos membros do ensemble

Nesta análise é feita a média espacial das anomalias de precipitação na área SSE (25<sup>0</sup>S-40<sup>0</sup>S; 60<sup>0</sup>W-40<sup>0</sup>W) para cada membro do ensemble, nas quatro estações do ano. A distribuição dos membros do ensemble para DJF é apresentada na Fig. 4. A maioria dos membros simula o sinal das anomalias nos anos de 82/83, 83/84, 84/85, 87/88 e 90/91. Nos anos de 86/87 e 88/89 há uma divisão maior entre os membros, com praticamente o mesmo número de membros com sinais opostos. Em 89/90, embora a maioria dos membros indique sinais opostos ao observado, há dois membros que simulam bem o sinal e a intensidade. A pior simulação foi no ano de 85/86, quando apenas um membro simulou o sinal correto.

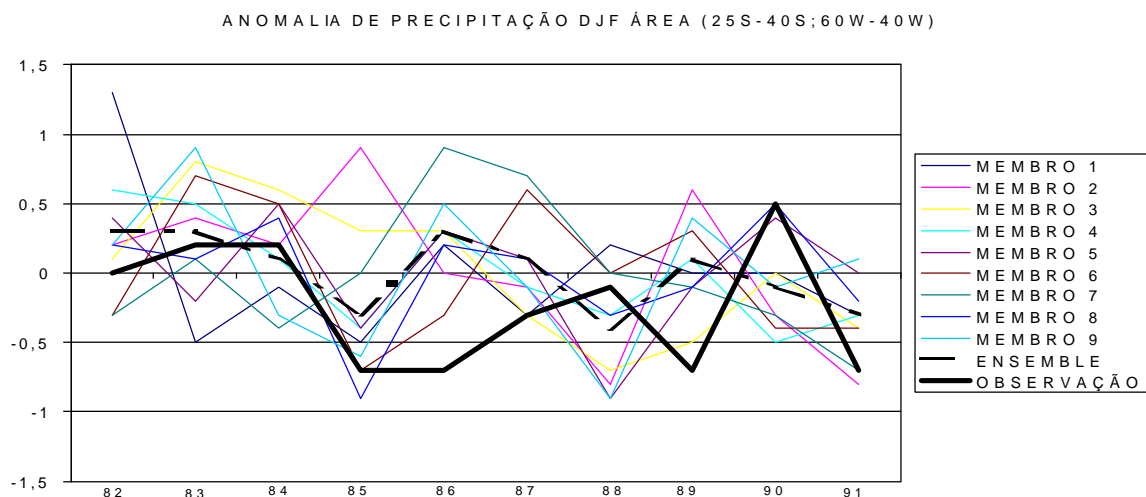


Fig.4- Média espacial das anomalias de precipitação na área SSE para cada membro, ensemble e observação, na estação de verão.

Na estação de MAM, a melhor simulação foi no ano de 83, quando todos os membros simularam o sinal correto das anomalias (Fig. 5), e a pior foi no ano de 82, quando a intensidade da anomalia negativa foi grande e oito membros simularam anomalias positivas. Os anos de 87, 88 e 89 também foram bem simulados, quando apenas um membro apresentou sinal oposto ao observado. Em 86 houve divisão entre os membros, com aproximadamente o mesmo número de membros com sinais opostos. Em 84, 85 e 91 a maioria dos membros apresentou sinais opostos ao observado, embora alguns dos membros tenham simulado a correta intensidade.

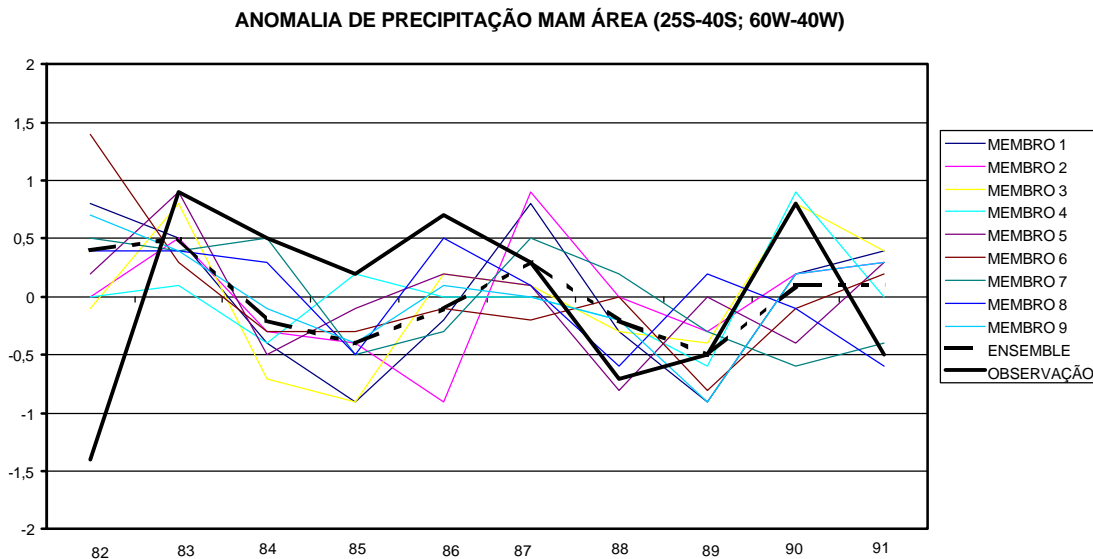


Fig.5- Média espacial das anomalias de precipitação na área SSE para cada membro, ensemble e observação, na estação de outono.

A variabilidade interanual é bem representada em JJA, exceto em 86 e 87. Para esta estação, a maioria dos membros simulou corretamente o sinal das anomalias observadas nos casos extremos de 83 (anomalia positiva) e 88 (anomalia negativa), embora com valores menores (Fig.6). A melhor simulação do período ocorreu em 1989, quando o valor do ensemble foi próximo ao observado. Em 83, 85, 88 e 89, 8 dos 9 membros simularam o sinal correto. Em 90 e 91, seis dos nove membros apresentaram o mesmo sinal de anomalias que a observação; em 82 e 87, cinco membros simularam o sinal correto e em 84 e 86, apenas dois reproduziram o mesmo sinal da observação. Considerando o ensemble, em oito anos foi simulado o sinal correto (82,83,84,85,88,89,90 e 91), sendo que em 84 e 90 o valor do ensemble foi muito pequeno comparado com a observação. Apenas em um ano o ensemble apresentou sinal oposto (86).

A distribuição dos membros para SON é apresentada na Fig. 7. A maioria dos membros simulou o sinal correto nos anos de 1982, 1984, 1985, 1987, 1988 e 1989. As melhores simulações ocorreram para 1982, 1988 e 1989. Por outro lado, em 1991 somente 2 membros simularam corretamente o sinal das anomalias. Pode-se ver a convergência da maioria dos membros em 1982, 1985 e 1988.

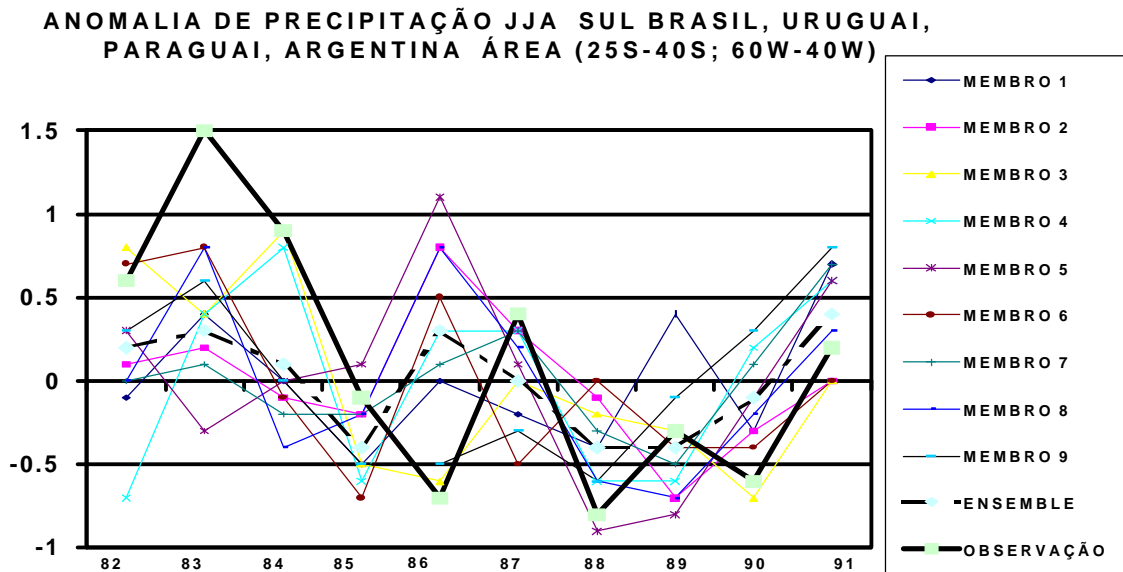


Fig. 6- Média espacial das anomalias de precipitação na área SSE para cada membro, ensemble e observação, na estação de inverno.

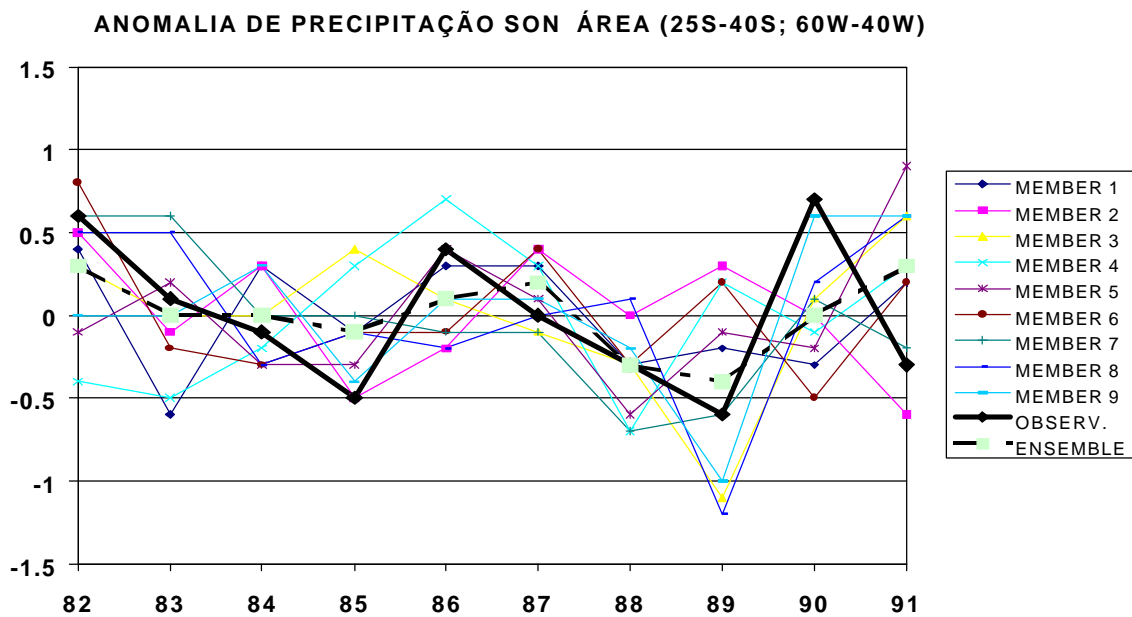


Fig. 7- Média espacial das anomalias de precipitação na área SSE para cada membro, ensemble e observação, na estação de primavera.

## 5-Conclusão

Neste estudo investigou-se a potencialidade do MCGA CPTEC/COLA em reproduzir o sinal das anomalias de precipitação sobre a região sul/sudeste da América do Sul. O ensemble simula bem o sinal das anomalias nos anos El Niño e La Niña, quando as condições de contorno forçantes de TSM são bem intensas. Em alguns anos a média do ensemble não representa bem os extremos de

anomalias na região, mas em muitos anos a maioria dos membros simula o sinal correto. Como resultado preliminar deste estudo, pode-se dizer que há potencialidade de previsão para esta região com o Modelo de Circulação Global CPTEC/COLA, porém devem ser considerados os sinais previstos pelos diversos membros do ensemble, na área, e não só a configuração média do ensemble em anos em que não se tem forçantes tropicais intensos. Percebe-se que nestes anos, as condições iniciais tem um papel importante e um número maior de integrações poderia melhorar os resultados. Análises adicionais serão realizadas para identificar as características da atmosfera associadas aos extremos de precipitação, nos dados observados e na simulação.

## Referências

Aceituno, P., 1988: On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector. Part I: Surface climate. *Mon. Wea. Rev.*, 116, 505-524.

Cavalcanti; I.F.A.; P. Satyamurty; J. A. Marengo; C. A. Nobre; I. Trosnikov; J.P.Bonatti; A. O. Manzi; T. Tarasova; C. D'Almeida; G. Sampaio; C. C. Castro; M. Sanches; H. Camargo; L. P. Pezzi. Climate characteristics in an ensemble simulation using CPTEC/COLA Atmospheric GCM. Relatório interno do INPE., 2001.

Cavalcanti, I.F.A , J. A. Marengo; P. Satyamurty; C.A. Nobre; I. Trosnikov; H. Camargo, C.C. Castro; M. Sanches, G.Sampaio; 2000. Características climatológicas sobre a América do Sul nos resultados de uma simulação de 10 anos com o MCGA CPTEC/COLA na versão T62L28. Anais do XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, Rio de Janeiro, 16-20 Out., 2000.(CD)

Grimm, A. M., S. E. T. Ferraz e J. Gomes, 1998: Precipitation anomalies in Southern Brazil associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, 11, 2863-2880.

Grimm, A. M., V. R. Barros, e M. E. Doyle, 2000: Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of Climate*, 13, 35-58.

Kousky, V.E.; I.F. A Cavalcanti, 1984. Eventos Oscilação do Sul/El Niño. Características, evolução e anomalias de precipitação. *Ciência e Cultura*, 36(11).

Pisciottano, G., A. Diaz, G. Cazes, e C.R. Mechoso, 1994: El Nino-Southern Oscillation impact on rainfall in Uruguay. *J. Climate*, 7, 1286-1302.

Xue, Y.; Sellers, P.J.; Kinter III, J.L.; Shukla, J. A simplified biophere model for global climate studies. *Journal of Climate*, v. 4, p. 345-364, 1991.