

## **AVALIAÇÃO OBJETIVA DE PREVISÃO SAZONAL**

**Helio Camargo Junior, Christopher Alexander Cunningham Castro  
David Mendes, Nuri Oyamburo de Calbete, Marcos Barbosa Sanches  
e-mail: helio@cptec.inpe.br**

**Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC  
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE  
Rodovia Presidente Dutra, km 40 - CEP 12630-000**

### **ABSTRACT**

Os modelos de circulação geral da atmosfera (MCGA), em caráter climático, geralmente utilizam como condição de contorno a temperatura da superfície do mar (TSM). A TSM, por sua vez, explica boa porcentagem da variabilidade das chuvas em determinadas regiões do globo – as regiões de boa previsibilidade climática. Existem várias maneiras de avaliar a previsibilidade de determinada região. Correlações entre anomalias simuladas pelo modelo e observadas, avaliação da dispersão dos membros de um ensemble e scores (Brier, ROC, entre outros) vêm sendo amplamente utilizados com o intuito de melhorar a confiabilidade desse tipo de previsão, de modo a prover os usuários com informações de qualidade, e de fácil entendimento.

Neste trabalho, Hit Rate e Heidke Skill Score foram utilizados para avaliar algumas previsões para diversos períodos correspondentes às estações chuvosas de várias regiões. Os resultados indicam bons índices de acerto no semi-árido nordestino. De maneira geral, o setor central da América do Sul apresenta ampla variação nos índices de acerto. Neste setor, a alta variabilidade temporal e espacial dos fenômenos meteorológicos que atingem a região durante o período chuvoso, além da pequena influência das anomalias de TSM na variabilidade das chuvas no setor, contribuem para baixos índices de acerto na região. As regiões do globo nas quais a TSM explica boa porcentagem da variabilidade, geralmente possuem bons índices de acerto (Nordeste do Brasil e Amazônia).

### **1. INTRODUÇÃO**

O CPTEC (Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos) roda operacionalmente o modelo de circulação geral da atmosfera (MCGA) em modo climático (previsão sazonal de clima) experimentalmente por alguns anos (Cavalcanti *et al.*, 1998; Cavalcanti *et al.*, 1999). O modelo, com resolução espectral T62 e 28 níveis na vertical (Bonatti, 1996), utiliza temperatura da superfície do mar (TSM) como condição de contorno. As TSMs são especificadas de dois modos distintos. O primeiro deles é fazer a persistência do campo de TSM observado em determinado mês durante a integração. O segundo é utilizar as previsões de TSM do modelo acoplado do NCEP

(National Centers for Environmental Predictions) para o Pacífico Equatorial e do modelo de Análise de Correlações Canônicas do CPTEC para o Atlântico Tropical (Repelli e Nobre, 2000) e a persistência no restante dos oceanos. A previsão resulta da média de várias integrações do modelo com condições iniciais diferentes.

Nos últimos anos, previsões sazonais de clima vem sendo utilizadas como uma importante ferramenta no planejamento de atividades. Uma previsão de uma boa estação chuvosa, pode acarretar em uma diminuição do fornecimento de verbas ou cestas básicas, ou no investimento de um empréstimo por parte de um agricultor, entre outros.

Com o intuito de avaliar algumas previsões para diversos períodos correspondentes às estações chuvosas de várias regiões e prover os usuários com informações de qualidade, o propósito deste trabalho é utilizar scores (Hit Rate e Heidke Hit Skill Score) para a avaliação objetiva das previsões sazonais de clima para algumas áreas na América do Sul.

## 2. METODOLOGIA

As áreas em estudo estão indicadas na figura 2.1 para as rodadas avaliadas. Subjetivamente, a dispersão entre as curvas de um ensemble dá uma idéia da confiabilidade de determinada previsão. Pouca dispersão pode indicar boa previsibilidade, enquanto alta dispersão geralmente indica baixa previsibilidade. Para avaliar de uma maneira mais objetiva a previsão sazonal de clima, dividiram-se os resultados da previsão de precipitação em categorias: acima da normal, ligeiramente acima da normal, normal, ligeiramente abaixo da normal e abaixo da normal. A ordenação de séries históricas de precipitação (CMAP) dispostas em grade regular (2,5° x 2,5°) e dos resultados da rodada de 10 anos (1982-1991) do Modelo de Circulação Geral do CPTEC/COLA, com 9 condições iniciais, permitiu a separação em 3 categorias de mesmo tamanho (tercis). A comparação entre os resultados da previsão dispostos em categorias e da precipitação observada, também disposta em categorias, permitiu definir acertos (“hit”) ou erros do modelo (“no-hit”). Para isto usaram-se dois métodos: Hit Rate e Heidke Hit Skill Score. Os cálculos foram feitos para o trimestre chuvoso das regiões em estudo, durante o El Niño 97/98 e La Niña 99/00.

### 2.1 – Hit Rate

Se, em determinado ponto de grade, a categoria observada é igual a prevista, a previsão é correta (hit). Se a categoria observada é um dos tercis previstos á previsão não é totalmente correta (half hit).

$$\text{Hit Rate (H)} = \frac{\sum \text{hits}}{\sum \text{previsões}}$$

## 2.2 – Heidke Hit Skill Score

O Heidke skill score (S) é derivado do hit rate, e é calculado por:

$$S = \frac{H - P}{100 - P}$$

Onde P é a probabilidade de uma previsão ser correta (P = 33.3%).

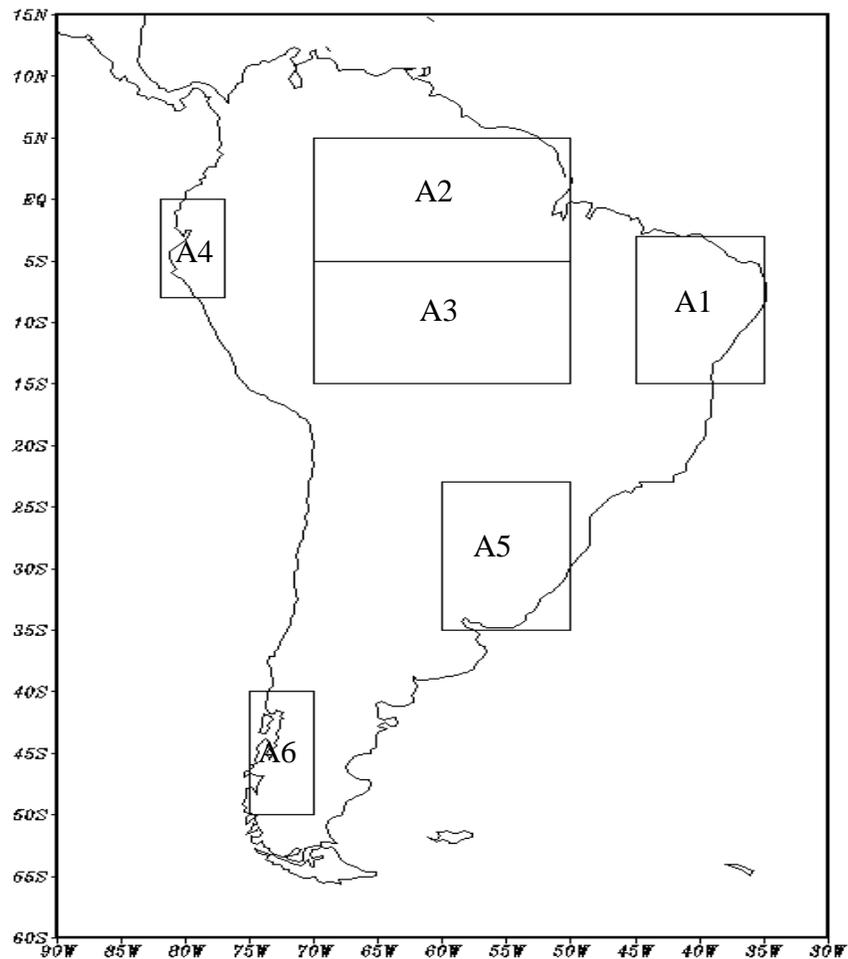


Figura 2.1 – Áreas utilizadas para o cálculo dos scores

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas a seguir, seguem os resultados do cálculo dos scores para as áreas em estudo:

TABELA 3.1 – RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE HIT RATE E HEIDKE SKILL SCORE – EL NIÑO 97/98

trim. chuvoso/ano/tsm-mmaa	H	S
Á 1 - MAM/1998/pers1197	0.48	0.22
A 2 – MAM/1998/pers1197	0.21	-0.18
A3 – DJF/1997-1998/pers1197	0.11	-0.33
A4 – FMA/1998/pers0198	0.33	0.00
A5 – SON/1997/pers0997	0.15	-0.27
A6 – MJJ/1998/pers0498	0.31	-0.03

TABELA 3.2 – RESULTADOS DOS CÁLCULOS DE HIT RATE E HEIDKE SKILL SCORE – LA NIÑA 99/00

trim. chuvoso/ano/tsm-mmaa	H	S
Á 1 - MAM/2000/prev0200	0.26	-0.11
A 2 – MAM/2000/prev0200	0.41	0.12
A3 – DJF/1999-2000/pers1199	0.09	-0.49
A4 – FMA/2000/pers0100	0.31	0.03
A5 – SON/1999/prev0899	0.11	-0.33
A6 – MJJ/1999/prev0499	0.20	-0.19

Em geral, os scores obtidos durante o episódio El Niño 97/98, a maioria dos casos com a persistência do padrão de anomalia de TSM (primeira coluna das tabelas) são mais altos que os obtidos durante o episódio La Niña 99/00. Em casos com o Oceano Pacífico Equatorial com TSMs elevadas, o mesmo parece ter um caráter dominante em relação a outros fatores que contribuem para a variabilidade das chuvas nas regiões em estudo. As figuras 3.1-3.6 mostram a dispersão dos membros do ensemble para cada área da Tabela 3.1.

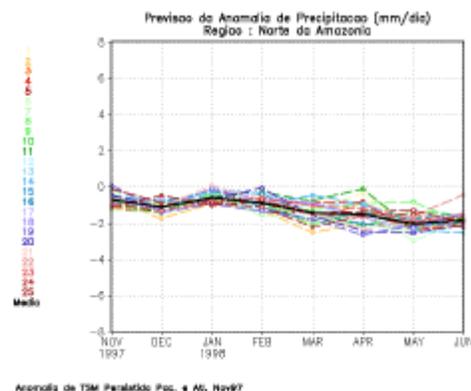
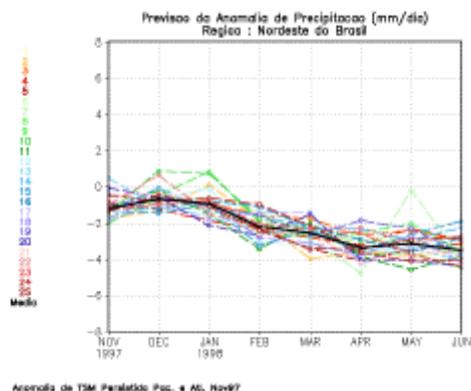


Fig. 3.1 - Dispersão dos membros – anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Nov 1997 – área 1 (A1).

Fig. 3.2 - Dispersão dos membros – anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Nov 1997 – área 2 (A2).

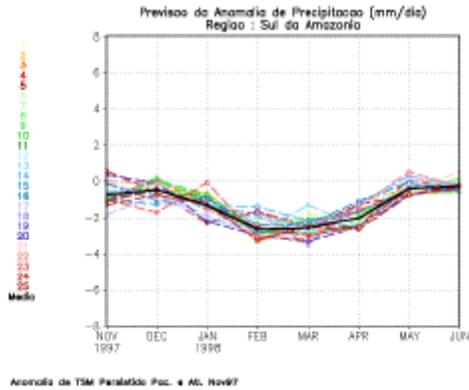


Fig. 3.3 - Dispersão dos membros – anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Nov 1997 – área 3 (A3).

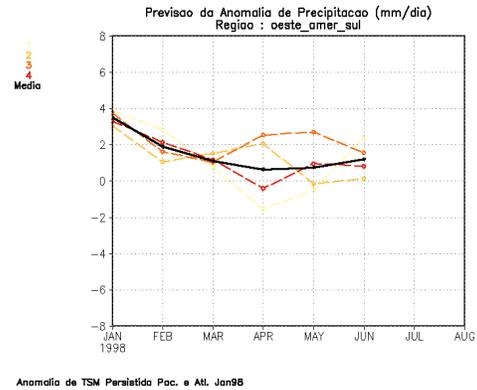


Fig. 3.4 - Dispersão dos membros – anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Jan 1998 – área 4 (A4).

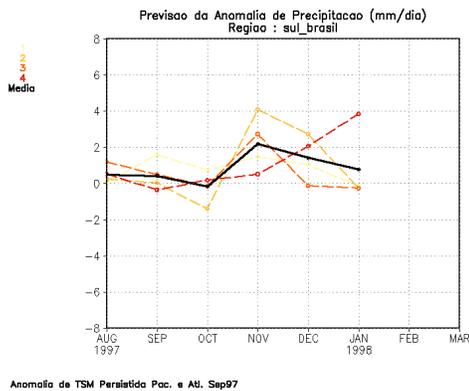


Fig. 3.5 - Dispersão dos membros – anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Set 1997 – área 5 (A5).

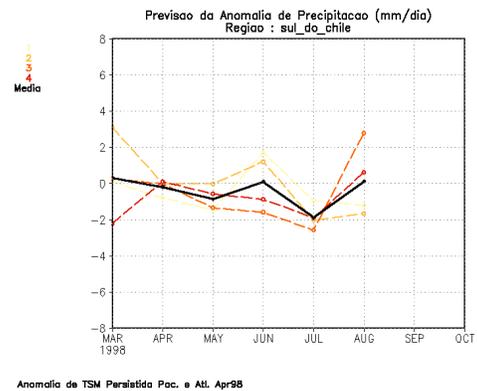


Fig. 3.6 - Dispersão dos membros – anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Abr 1998 – área 6 (A6).

Os maiores valores de Hit Rate e Heidke Skill Score foram obtidos para o Nordeste do Brasil. Para MAM de 1998, o campo preditor indicava aquecimento no Oceano Pacífico Equatorial, o que correspondeu ao El Niño 1997-1998. A simulação da rodada de 10 anos do MCGA do CPTEC/COLA, sugere que para anos de episódios Niño intensos, a previsão tem bom skill para o Nordeste do Brasil (Marengo *et al.*, 2001). Em média, as dispersões indicam que, para essas rodadas, previsões mais confiáveis podem ser feitas para o Nordeste do Brasil, Amazônia (setores norte e sul) e oeste da América do Sul.

Durante o episódio La Niña 99/00, os maiores scores foram obtidos para o setor norte da Amazônia, com anomalia de TSM de fevereiro de 2001 como condição de contorno. As figuras 3.7-3.12 mostram a dispersão dos membros do ensemble para cada área da Tabela 3.2.

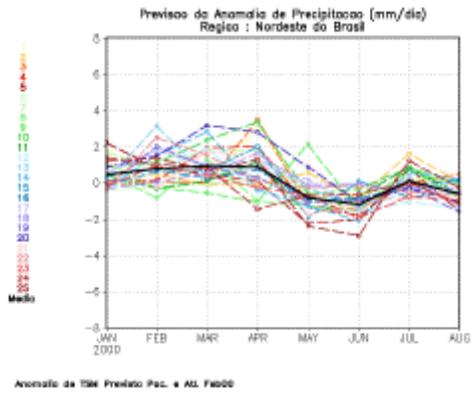


Fig. 3.7 - Dispersão dos membros anomalia de TSM prevista: Pacífico e Atlântico – Fev 2000 – área 1 (A1).

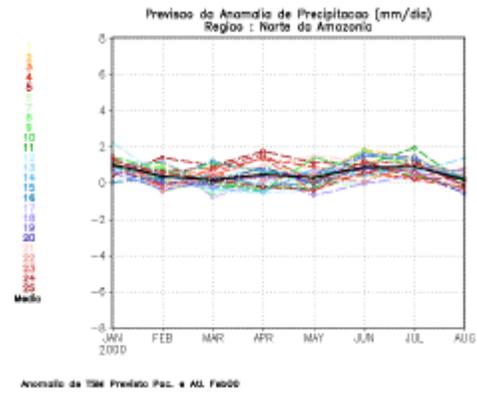


Fig. 3.8 - Dispersão dos membros anomalia de TSM prevista: Pacífico e Atlântico – Fev 2000 – área 2 (A2).

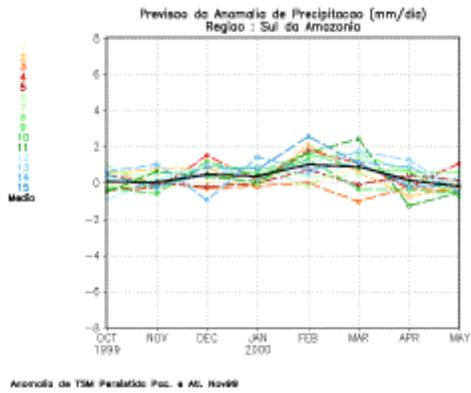


Fig. 3.9 - Dispersão dos membros anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Nov 1999 – área 3 (A3).

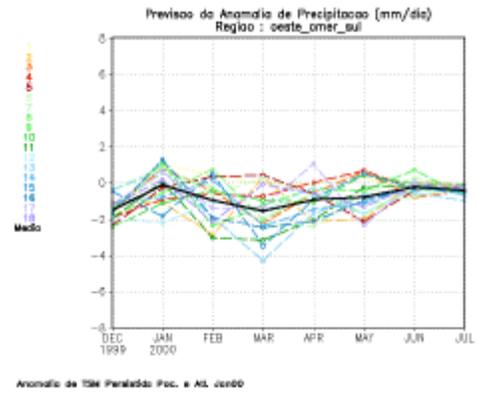


Fig. 3.10 - Dispersão dos membros anomalia de TSM persistida: Pacífico e Atlântico – Jan 2000 – área 4 (A4).

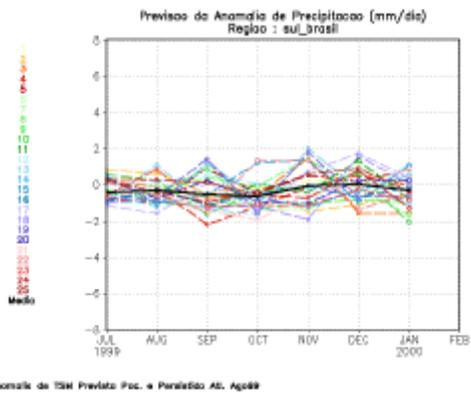


Fig. 3.11 - Dispersão dos membros anomalia de TSM prevista: Pacífico e persistida: Atlântico – Ago 1999 – área 5 (A5).

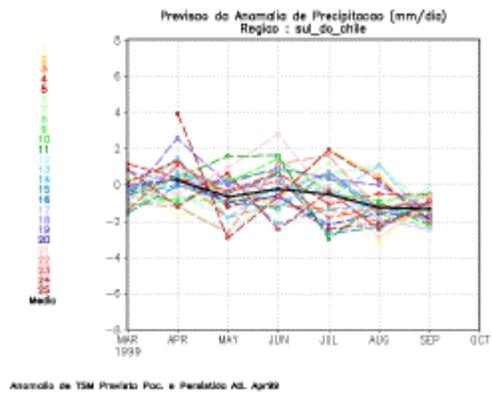


Fig. 3.12 - Dispersão dos membros anomalia de TSM prevista: Pacífico e persistida: Atlântico – Abr 1999 – área 6 (A6).

Em geral, para os casos do episódio La Niña 99/00 (Tabela 3.1), o espalhamento entre as curvas é maior em comparação com os casos do episódio El Niño 97/98 (Tabela 3.2). Nos dois casos, o Nordeste do Brasil (A1) e a Amazônia (A2 e A3) são, entre as regiões em estudo, as regiões onde a confiabilidade da previsão climática é maior em relação as outras. Em ambos os episódios, o setor oeste da América do Sul também obteve índices razoáveis relativamente.

#### 4. CONCLUSÕES

O Nordeste (A1) e a Amazônia (A2, A3) apresentaram menor espalhamento, indicando que as previsões sazonais têm boa confiabilidade nessas regiões, principalmente no episódio Niño 97/98. Relativamente, o oeste da América do Sul obteve scores razoáveis (A4). Para o episódio Niño, os scores foram, em geral, maiores que para o episódio Niña. Episódios Niños moderados ou fortes, aparentemente são dominantes em relação a outros parâmetros responsáveis pela variabilidade das chuvas nas regiões em estudo. Em anos em que o Oceano Pacífico se encontra anormalmente frio (episódios Niña) ou neutro, a variabilidade das chuvas fica modulada também pelo Oceano Atlântico (Regiões Nordeste, Amazônia e Sul, ou por outros fatores que sejam responsáveis pela variabilidade das chuvas nas regiões em estudo).

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bonatti, J., 1996: Modelo de Circulação Geral Atmosférico do CPTEC. *Climanálise Especial*. Outubro 1996. MCT/INPE/CPTEC.
- Ward, M. N.; Unganai; Garanganga, 1998, Sarcof Report, <http://www.ogp.noaa.gov/enso/retro/africa44.htm#199817>
- Cavalcanti, I.F.A.; Pezzi, L., Nobre, P., Sampaio, G., Camargo, H., 1998. Climate prediction of precipitation in Brazil for the Northeast rainy season (MAM) 1998. *Experimental Long -Lead Forecast Bulletin*, 7, 1, 24-27.
- Cavalcanti, I.F.A.; Pezzi L.P., Sampaio, G., Sanches, M. 1999: Climate prediction of precipitation in Brazil for the Northeast rainy season (MAM) 1999. *Experimental Long -Lead Forecast Bulletin*, 8, 1, 25-28.
- Repelli, C., Nobre, P., 2000: Statistical prediction of Sea Surface Temperature over the Tropical Atlantic. *International Journal of Climatology* ( in press).
- Cavalcanti, I. F. A., Satyamurty, P., Marengo, J., Trosnikov, I., Bonatti, J., Nobre, D'Almeida, C., Camargo, H., Sampaio, G., Castro, C., Camargo, H., Sanches, M., 2001: Climatological features represented by the CPTEC/COLA Global Climate Model. To be submitted, *Climate Dynamics*.

Marengo, J., I. Cavalcanti, Satyamurty, P., Nobre, C., Trosnikov, I., Sampaio, G., D'Almeida, C., Camargo, H., Sanches, M., Castro C., Pezzi L., 2001: Ensemble simulation of interannual climate variability using the CPTEC/COLA GCM for the period 1982-1991. To be submitted to *Climate Dynamics*.