

# PREVISÕES REGIONAIS SAZONAIS E COMPARAÇÕES COM OBSERVAÇÕES PARA O SUL DO BRASIL DURANTE O EPISÓDIO EL NIÑO OSCILAÇÃO SUL 97/98

Luciano Ponzi Pezzi<sup>1</sup>

*Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC/INPE), Brasil*

## ABSTRACT

This paper presents results of forecast precipitation anomalies over Southern of Brazil obtained by a statistical downscaling seasonal model. The model uses SST Tropical Over Pacific and Atlantic areas as predictor fields. The spring and part of summer time forecasts for the strong ENSO episode 97/98 were analyzed. The model reproduced quite well the observed anomalies mainly concerning the signal of the observation. In spring (October-November-December/97) the model was able to reproduce also the observed magnitude of anomalies. These forecasts suggest that this model has skills to be used in forecasts activities, however it must be explored in more details.

**Palavras Chave:** Previsão Sazonal, Modelo Regional Climático, Região Sul, El Niño

## 1. Introdução

A Região Sul do País, compreendida pelos estados do Rio Grande do Sul (RS), Santa Catarina (SC) e Paraná (PR) situa-se em uma área de grande densidade de cultivo agrícola na América do Sul que é afetada pelo fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS). Em 1982/83 essa região perdeu aproximadamente 4.900.000 toneladas de grãos (Gasquez e Magalhães, 1987), (Berlato, 1992). O setor hidrelétrico, frente às adversidades climáticas, tem problemas desde o gerenciamento de seus reservatórios até a manutenção e operação da rede de distribuição da energia elétrica. Os sistemas de telecomunicações também enfrentam problemas similares devido à queima de equipamentos causados por descargas atmosféricas, rompimento das linhas de fibra ótica e também com o deslocamento da posição das antenas que recebem e transmitem os sinais dos satélites.

Frente a esses fatos percebe-se o quão importante é adquirir um melhor entendimento dos mecanismos climáticos que afetam a região, bem como o de desenvolver modelos capazes de realizar previsões climáticas sazonais para essa região.

Há algum tempo já vem sendo estudados os impactos do ENOS associados aos padrões de precipitação em várias partes do globo. Ropelewski and Halpert (1987) mostraram que em anos de El Niño ocorre um aumento de precipitação sobre a Região Sul a partir do mês de novembro do ano de surgimento do fenômeno e estende-se até o mês de fevereiro do ano seguinte. Grimm et al (1996) realizaram um estudo similar ao de Ropelewski and Halpert (1987) usando um conjunto de dados de precipitação mais denso (250 estações) sobre a Região Sul do Brasil. Os resultados reforçaram a relação do excesso de precipitação sobre essa região com o fenômeno El Niño. Entretanto, Grimm et al (1996) mostraram que em várias localidades do Sul do Brasil os efeitos devido ao ENOS já começam a ser verificados em várias sub-regiões a partir da primavera do ano de surgimento do fenômeno.

## 2- O Modelo Estatístico

Usando-se o Sistema de Modelagem Estatística dos Oceanos (SIMOC) desenvolvido por Repelli e Nobre (1998), também descrito em

---

<sup>1</sup> e\_mail: luciano@cptec.inpe.br

Pezzi et al (1998), foi construído um modelo estatístico de previsão sazonal para anomalias de precipitação na Região Sul do Brasil. Esse sistema, é um conjunto de rotinas implementadas de modo a operacionalizar o método de Análise de Correlações Canônicas (ACC), que é uma eficiente técnica estatística de correlação multivariada entre campos ou variáveis físicas. A técnica de ACC bem como a lógica que motivou o desenvolvimento do SIMOC pode ser visto em maiores detalhes em Barnett and Preisendorfer (1987). O SIMOC foi originalmente desenvolvido para se fazer estudos e previsões de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) como mostrados em Pezzi et al (1998). Porém nesse trabalho as rotinas foram adaptadas/desenvolvidas para se prever anomalias de precipitação sazonal sobre a Região Sul. Modelos similares a esse foram desenvolvidos para o norte do Nordeste brasileiro por Ubarana (1996) e também para a Venezuela, Rojas(1997).

### 3 – Dados e metodologia do modelo estatístico para o Sul do Brasil

Na construção do modelo usou-se como preditor médias mensais de TSM no domínio de 40°S a 25°N e 130°E a 15°W, para o período de 1950 a 1992. Essa área abrange toda a parte tropical e uma parte extratropical no hemisfério sul dos oceanos Atlântico e Pacífico. Diaz e Studzinski (1998), mostraram que a precipitação no sul do Brasil (RS) e Uruguai é influenciada por ambos oceanos. O conjunto de TSM utilizado, é oriundo do National Center for Environmental Prediction (NCEP/NOAA) e é descrito em Smith et al (1996). Como preditando usou-se totais mensais de precipitação em 51 estações que distribuem-se homogeneamente sobre a região Sul do Brasil no período de 1950 a 1992. Esses dados são oriundos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Departamento Nacional de Energia Elétrica (DNAEE), Instituto de Pesquisas Agrônomicas (FEPAGRO), Companhia Paranaense de Energia Elétrica (COPEL) e ITAIPU Binacional. É importante ressaltar que esse modelo é rodado mensalmente

no CPTEC, porém ainda em caráter experimental.

### 4 - Comparações das previsões com as observações no período de primavera e verão do episódio ENOS 97/98.

Neste item são apresentadas comparações entre as observações e as previsões feitas pelo SIMOC para a Região Sul. São mostradas médias sazonais das anomalias acumuladas de precipitação ocorridas em quatro trimestres no período de agosto de 1997 a janeiro de 1998, e as respectivas previsões feitas com antecedência de 1 a 3 meses, **Fig. 1 a Fig. 4**

A **Fig. 1a** mostra as anomalias observadas no trimestre Agosto-Setembro-Outubro/97. As anomalias de precipitação ficaram acima da média, principalmente no Noroeste do RS, Centro e Oeste de SC e Sudoeste do PR. **Fig. 1b a Fig. 1d** mostram as previsões feitas com o SIMOC para esse mesmo período (Agosto-Setembro-Outubro/97), porém com o modelo sendo inicializado com condições iniciais (CI) diferentes. A **Fig. 1b** é uma previsão feita com um mês de antecedência, onde usou-se a TSM de Julho/97 para se prever o trimestre em questão. A **Fig. 1c**, também é uma previsão porém feita com dois meses de antecedência, usou-se a TSM de Junho/97. A **Fig. 1d** é outra previsão, porém com três meses de antecedência (TSM de Maio/97). Pode-se perceber que as previsões feitas com 2 e 3 meses de antecedência obtiveram melhores resultados, quando comparadas com as observações do que a previsão realizada apenas com um mês de antecedência. De um modo geral essas previsões (**Fig. 1c e 1d**) foram capazes de reproduzir o sinal correto da observação, mostrando anomalias de precipitação acima da média em quase toda a região.

O trimestre Setembro-Outubro-Novembro/97 (**Fig. 2a**), mantém o mesmo padrão de anomalias observadas do anterior, porém com a área de anomalias máximas (superiores a 100 mm) aumentada em extensão. Nesse caso as previsões feitas de 1 a 3 meses de antecedência (**Fig. 2b a Fig. 2d**) reproduzem um pouco melhor do que o trimestre anterior o

padrão das anomalias observadas, em relação ao sinal. Todas as previsões, apontam para o excesso de precipitação durante o trimestre analisado. De um modo geral, os valores previstos superestimam as observações.

Em Outubro-Novembro-Dezembro/97 (**Fig. 3a**) ocorreram as maiores anomalias positivas de precipitação de todo o período analisado, com anomalias superiores a 100 mm em praticamente toda a Região Sul, exceto no Norte do PR. Uma área com máximos superiores a 200 mm, concentrou-se no noroeste do RS. Esse quadro excessivamente anômalo causou sérios danos ao oeste do RS deixando várias cidades inundadas. Nesse período acontecem os maiores impactos do ENOS no Sul do Brasil durante o seu ano de surgimento. **Fig. 3b** a **Fig. 3d** mostram que o modelo foi capaz de prever o observado, com até 3 meses de antecedência. Em todos os casos o modelo reproduziu o mesmo sinal das anomalias observadas. Nesse caso, além do sinal o modelo também indicou magnitudes de anomalias similares àquelas ocorridas sobre o noroeste do RS (local onde ocorreram os maiores valores de precipitação) com valores em torno dos 200 mm e com 1 e 2 meses de antecedência (**Fig. 3b** e **Fig. 3c**).

No período de Novembro-Dezembro-Janeiro/98 (**Fig. 4a** a **Fig. 4d**), as anomalias ficaram acima da média em toda a área (superiores a 100 mm), com a porção mais ao sul do RS apresentando os menores valores (entre 50 e 100 mm.). As previsões para esse período apresentaram um melhor desempenho para a porção central da Região (sul do PR, SC e norte do RS). A previsão feita com a TSM de Outubro/97 (um mês de antecedência), apresentou o melhor desempenho. Nas demais áreas o modelo não obteve um bom desempenho.

## 5. - Conclusões

Nesse trabalho foram apresentados os resultados de um modelo regional estatístico baseado no método de Análise de Correlações Canônicas (ACC). O modelo prevê anomalias de precipitação trimestrais para a Região Sul do Brasil (PR, SC e RS) e usa como campo preditor

as anomalias mensais observadas de TSM dos Oceanos Atlântico e Pacífico. O modelo reproduziu as anomalias observadas de um modo geral, acertando as previsões principalmente no que tange ao sinal da anomalia de precipitação observada. O período em que o modelo apresentou os melhores resultados foi no trimestre Outubro-Novembro-Dezembro/97. Nesse trimestre o modelo conseguiu reproduzir o sinal das anomalias observadas (**Fig. 3b** a **3d**) e também as magnitudes aproximadas (**Fig. 3b**). Uma provável hipótese para o maior sucesso dessa previsão é a de que nesse período ocorrem os maiores impactos do ENOS em seu ano de surgimento. Em particular no ano de 97, verificou-se que as anomalias de precipitação ficaram acima da média em toda a Região e também foram as maiores anomalias ocorridas de todo o período analisado.

O exercício de previsão e comparação com as observações para a Região Sul, no período de primavera e início de verão no ano de 1997, mostrou que o modelo regional estatístico apresenta uma boa potencialidade para ser usado na previsão sazonal dessa Região. Porém essa potencialidade de previsão deve ser explorada para outras situações bem como ser estendida para outros períodos do ano.

**Agradecimento:** O Autor agradece a Carlos Repelli e Vinicius Ubarana pelo auxílio, críticas e sugestões na adaptação e desenvolvimento das rotinas computacionais do SIMOC para a criação do modelo da Região Sul do País.

## 6 - Referências Bibliográficas

- Barnett, T. P. and R. Preisendorfer, Origins and levels of monthly and seasonal forecast skill for United States surface air temperatures determined by canonical correlation analysis, *Monthly Weather Review*, 115,1825-1849,1987.
- Diaz, A. F., Studzinski, C. D., Mechoso, C. R. 1998. Relationships between Precipitation Anomalies in Uruguay and Southern Brazil and Sea Surface Temperature in the Pacific and Atlantic Oceans. *Journ. of Climate*. Vol 11.(2):251-271.
- Grimm, A. M., Teleginski, S. E., Freitas, E. D., Costa, S. M. S., Ferlizi, P. G., Gomes, J., 1996. Anomalias de precipitação no Sul do Brasil em eventos El Niño. *IX Congresso Brasileiro de Meteorologia*,

Sociedade Brasileira de Meteorologia, Campos Pezzi, L. P., Repelli, C. A., Nobre, P., Cavalcanti, I. F. A., Sampaio, G. 1998. Forecasts of Tropical Atlantic SST Anomalies using a Statistical Ocean Model at CPTEC/INPE-Brazil. Exp. Lon. Lead For. Bull.7(1).

Ropelewski, C. F., and Halpert, M. S., Global and regional scale precipitation patterns associated with El Nino/Southern Oscillation. *Monthly Weather Review*, 115,1606-1626,1987.

Repelli, C. A., and Nobre, P., Statistical Prediction of Sea Surface Temperature over the Tropical Atlantic. *CPTEC, Internal Report, Jan. 1998*. Cachoeira Paulista, São Paulo. Brasil.

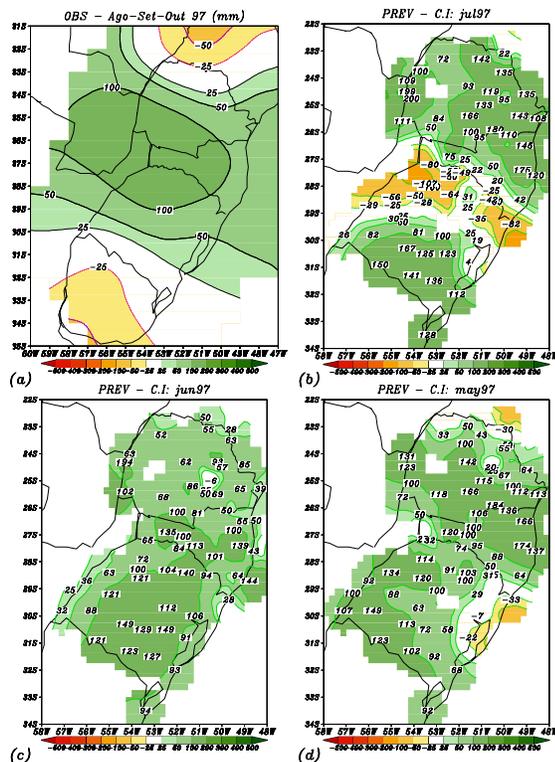
Rojas, M. I., Aplicacion del Sistema de Modelaje Estadístico de Los Océanos - Simoc en el estudio de las anomalias de precipitación en Venezuela.

do Jordão -SP, Anais Vol 2:1098-1102.

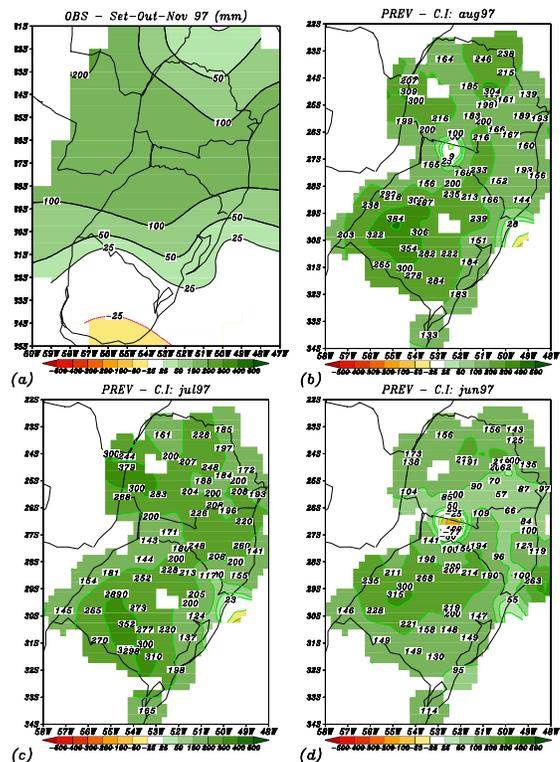
*Relatório técnico das atividades exercidas como pesquisadora visitante no INPE/CPTEC. Proyecto IAI-WMO-GEF-RLA/92/G34. Out. 1997. Cachoeira Paulista - SP.*

Smith, T. M., Reynolds, R. W., Livezey, R. E., Stokes, D. C., Reconstruction of historical Sea Surface Temperatures using empirical Orthogonal Functions. *J. Climate*, 9:1403-1420, 1996.

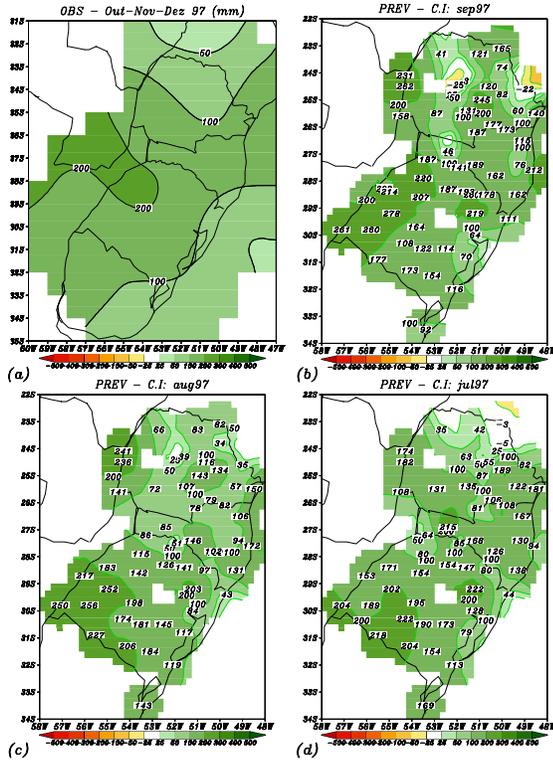
Ubarana, V. N., Adaptação do Sistema de Modelagem Estatística dos Oceanos - Simoc - para o prognóstico de anomalias de precipitação. Verificação para a Região Norte do Nordeste do Brasil. *Relatório técnico das atividades exercidas como pesquisador visitante no INPE/CPTEC. Processo nr.460494/96-1 Dez. 1996. Cachoeira Paulista - SP.*



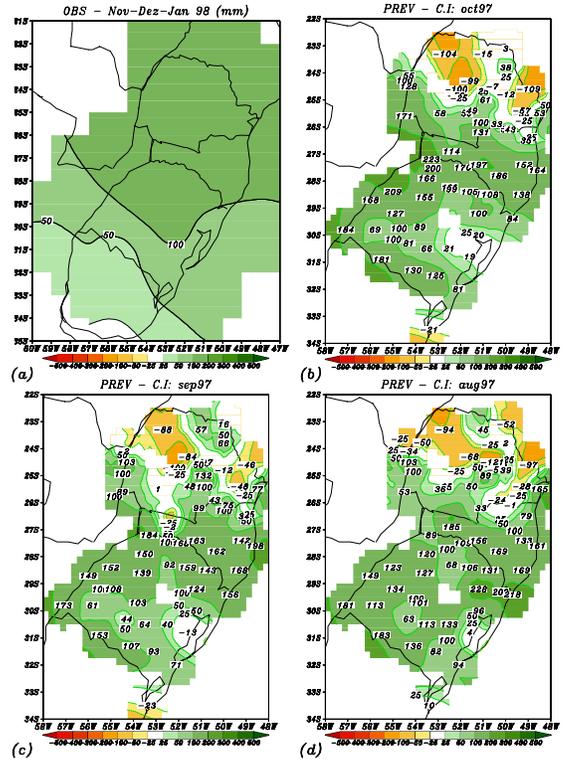
**Fig. 1.** Anomalias observadas de precipitação para a Região Sul do Brasil. Trimestre Agosto-Setembro-Outubro/97 (1a). SIMOC para o mesmo período, com 1 mês de antecedência (CI 07/97) (1b), 2 meses (CI 06/97) (1c) e 3 meses (CI 05/97) (1d).



**Fig. 2.** Anomalias observadas de precipitação para a Região Sul do Brasil. Trimestre Setembro-Outubro-Novembro/97 (2a). o SIMOC para o mesmo período, com 1 mês de antecedência (CI 08/97) (2b), 2 meses (CI 07/97) (2c) e 3 meses (CI 06/97) (2d).



**Fig. 3.** Anomalias observadas de precipitação para a Região Sul do Brasil. Trimestre Outubro-Novembro-Dezembro/97 (3a). SIMOC para o mesmo período, com 1 mês de antecedência (CI 09/97) (3b), 2 meses (CI 08/97) (3c) e 3 meses (CI 07/97) (3d).



**Fig. 4.** Anomalias observadas de precipitação para a Região Sul do Brasil. Trimestre Novembro-Dezembro-Janeiro/98 (4a). SIMOC para o mesmo período, com 1 mês de antecedência (CI 10/97) (4b), 2 meses (CI 09/97) (4c) e 3 meses (CI 08/97) (4d).