

# MODELO DE PREVISÃO CLIMATOLÓGICA DO NÚMERO DE DIAS DE CHUVA PARA A REGIÃO ECOCLIMÁTICA DO BAIXO VALE DO URUGUAI NO RIO GRANDE DO SUL

GRACIELA R. FISCHER<sup>1</sup>, GILBERTO B. DINIZ<sup>2</sup>, JULIO RENATO Q. MARQUES<sup>3</sup>

1 Doutoranda Meteorologia Agrícola, Depto. Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa – UFV, Campus Universitário, Viçosa – MG, 36571-000. Tel. (31) 3899 1901, e-mail: [graciela\\_fischer@yahoo.com.br](mailto:graciela_fischer@yahoo.com.br)

2 Meteorologista, Prof. Doutor, Faculdade de Meteorologia, Centro de Pesquisas e Previsão Meteorológicas/ UFPel, Pelotas-RS.

3 Meteorologista, Prof. Doutor, Faculdade de Meteorologia, Centro de Pesquisas e Previsão Meteorológicas/ UFPel, Pelotas-RS.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

**RESUMO:** Este trabalho apresenta um modelo de previsão climatológica para o Número de Dias de Chuva (NDC) da região ecoclimática 8, referente ao Baixo Vale do Uruguai, oeste do Rio Grande do Sul, utilizando as Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) como variáveis preditoras. Foram usados dois conjuntos de dados: o primeiro formado por dados mensais de NDC e o segundo, composto por dados de TSM, ambos para o período de 1982 a 2005. A série foi dividida em dois períodos: o dependente, compreendendo o intervalo de 1982 a 2002, para determinação das equações preditivas, bem como os coeficientes de regressão, e o período independente, cujo intervalo foi de 2003 a 2005, para validação do modelo. Os dados de TSM foram utilizados para, através das equações de regressão, estabelecer as relações entre as variáveis. Para todos os meses na região analisada, obtiveram-se bons resultados na previsão de NDC. A série de dados prevista e a observada seguem um mesmo padrão de distribuição, embora existam alguns valores previstos que apresentam diferenças dos observados, essas não são significativas. No período independente, a série prevista mostra as maiores diferenças em relação aos valores observados.

**PALAVRAS-CHAVES:** previsão climática, número de dias de chuva, temperatura da superfície do mar.

## CLIMATE PREDICTION MODEL OF THE NUMBER OF RAINFALL DAYS TO ECOCLIMATIC REGION OF BAIXO VALE DO URUGUAI IN THE RIO GRANDE DO SUL

**ABSTRACT:** This study show the climate model predicted to the Number of Rainfall Days (NRD) of ecoclimatic region, regarding Baixo Vale do Uruguai, west of Rio Grande do Sul, using Sea Surface Temperature (SST) as predicted variables. In this research, were used two sets of data: the first formed by monthly datas of NRD and the second datas, composed of datas of the SST, from period 1982 to 2005. The series were divided into two periods, the dependent, comprehending the gap from 1982 to 2002, for determination of predicted equations as well as the factor of regression, and the independent period, which gap was from 2003 to 2005, for validation of the model. The datas of SST were used to, through the equations of regression, establish the relations between the variables. For two months analysed, were obtained good results in the prediction of NRD. The series of predicted data and observed data, proceeds the same standard of distribution of this variable, although there are some foreseen values that present differences in observed values, but are not significant.

In the independent period, the foreseen series show the biggest differences in relation to the observed values.

**KEYWORDS:** Forecast climate, Number of Rainfall Days, Sea Surface Temperature.

**INTRODUÇÃO:** O Estado do Rio Grande do Sul possui uma economia principalmente voltada à agricultura, o enriquecimento desta região está diretamente ligado ao clima, principalmente à precipitação, que é uma das variáveis meteorológicas mais importantes para o bom desenvolvimento das culturas agrícolas. Diante disso, diversos trabalhos têm sido realizados caracterizando a distribuição espacial e temporal da precipitação pluvial no Estado como, por exemplo, MORENO (1961). Ao longo do território do Rio Grande do Sul, a precipitação pluvial caracteriza-se bem distribuída durante todo o ano, não há nenhum local onde a precipitação acumulada seja deficiente ou apresente-se com excesso. A precipitação pluvial anual média é da ordem de 1.500mm ao ano, sendo inferior a este valor na metade sul do Estado e superior na metade norte (NIMER, 1979). Segundo Puchalski (2000), o Estado apresenta anomalias positivas de precipitação pluvial em anos de El Niño e negativas em anos de La Niña. Os totais de precipitação pluvial correspondem a todo o período considerado, não sendo levado em conta se foram bem distribuídos ao longo do período ou se ocorreram em um único dia. Com o Número de Dias de Chuva (NDC), é possível ter-se uma idéia da intensidade da precipitação pluvial, pois, ao se analisar o mesmo total de chuva em intervalos de tempo distintos, revela-se qual a intensidade e a variabilidade quantitativa da mesma. Este trabalho teve como objetivo determinar as relações preditivas entre o NDC e as Temperaturas da Superfície do Mar (TSM), da região ecoclimática 8, referente ao Baixo Vale do Uruguai, oeste do Rio Grande do Sul. Esta região foi escolhida devido a sua importância na produção agrícola no Estado.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Para esta pesquisa foram usados dois conjuntos de dados. O primeiro refere-se aos dados mensais de NDC da estação meteorológica de São Borja, Rio Grande do Sul, para o período de 1982 a 2005, perfazendo um total de 24 anos de dados. A série foi dividida em dois períodos: o dependente, compreendendo o intervalo de 1982 a 2002, para determinação das equações preditivas, bem como dos coeficientes de regressão, e o período independente, cujo intervalo foi de 2003 a 2005, para validação do modelo. Estes dados foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (8<sup>o</sup> Distrito de Meteorologia – Porto Alegre), com séries já preenchidas as falhas através de técnicas apropriadas. O segundo conjunto de dados refere-se à TSM dos Oceanos Atlântico e Pacífico a partir de 10°N a 60°S e 120°E a 30°E, numa grade de 5°x5°, obtidos da NOAA-CIRES Climate Diagnostic Center no período de 1982 a 2005, para os meses de maio e novembro.

Os dados de NDC das estações meteorológicas foram separados mensalmente e alocado em sua região ecoclimática. O total mínimo diário para considerar ocorrência de chuva foi 0,1mm. O modelo preditivo foi desenvolvido utilizando-se regressão linear múltipla, a série temporal de NDC foi usada como a série de dados preditantes (variáveis dependentes) e os dados de TSM foram empregados como variáveis preditoras ou independentes para estabelecer os coeficientes da equação de regressão. O período de defasagem é de 4 meses - tem-se um mês para o trabalho com os dados obtidos de TSM e os próximos três meses utilizados para a previsão das variáveis dependentes. As relações foram feitas entre a TSM dos meses de maio e novembro, para determinar equações preditivas do NDC para os meses de jul-ago-set e jan-fev-mar; respectivamente, como pode ser visualizado no esquema abaixo: TSM<sub>mai</sub>→ prevendo NDC de jul-ago-set

TSMnov → prevendo NDC de jan-fev-mar

O modelo de regressão foi construído sobre a base de dados dependentes, obtendo-se, assim, as equações de regressão, bem como seus coeficientes. A partir de então, essas equações, passaram a ser usadas para prever o NDC, tanto do período dependente quanto do independente. A equação de regressão foi obtida através da matriz, apresentada a seguir, onde as três primeiras colunas referem-se aos dados de NDC dos meses a serem previstos e as 672 colunas restantes são dados de TSM. Inicialmente, relaciona-se a primeira coluna com os dados de TSM, depois a segunda coluna com os dados de TSM e o mesmo é feito com a terceira coluna. Os coeficientes de regressão são encontrados através do uso da Técnica dos Mínimos Quadrados.

$$X_{(n,p)} = \begin{pmatrix} X_{11} & X_{12} & X_{13} & \dots & X_{1p} \\ X_{21} & X_{22} & X_{23} & \dots & X_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & X_{n3} & \dots & X_{np} \end{pmatrix}$$

Onde:  $n=24$  (número de anos da série de dados, 1982-2005),  $p=675$  (totais de pontos com séries temporais mensais de NDC e séries temporais de TSM). Depois de estabelecidas as equações, foram calculados os valores de NDC, que foram comparados com os observados, a fim de avaliar o modelo. No processo de validação do modelo, utilizou-se o erro relativo ( $\epsilon$ ) que permite avaliar se o método nos fornece resultados aceitáveis ou se estes não são adequados. O erro relativo foi calculado tanto para o período dependente como para o período independente, com a finalidade de analisar, separadamente, sua eficácia. Também foi calculada a correlação entre os dados observados e previstos, para considerar a relação entre eles, bem como o skill (precisão) do método.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Conforme descrito na metodologia, a partir da série de dados observados, foi construída a série de dados prevista, utilizando os últimos 3 anos da série (2003 a 2005) como período independente para a validação do método. A seguir são mostrados os resultados das séries previstas e as observadas para o trimestre de verão e inverno, (janeiro, fevereiro, março e julho, agosto, setembro, respectivamente) para a região ecoclimática analisada. Os gráficos do mês de janeiro apresentam dados a partir de 1983 porque, para prever os três primeiros meses do ano de 1982, seriam necessários dados de TSM de 1981, e neste trabalho foram empregados dados de TSM a partir do ano de 1982. A Fig. 1 mostra os resultados das séries calculadas e observadas para os três meses de verão e três meses de inverno, referente à região ecoclimática R8.

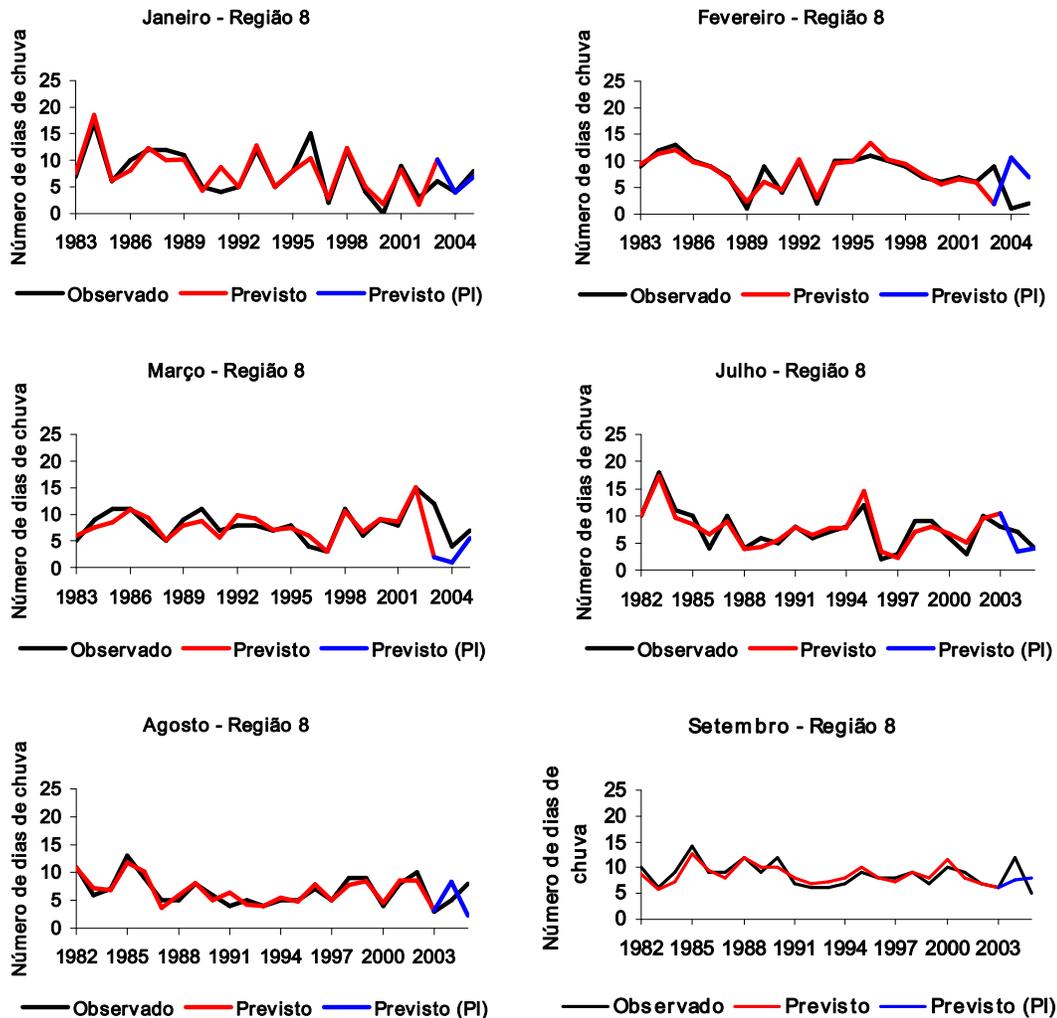


Figura 1- Série do Número de Dias de Chuva previsto e observado para os períodos dependente (PD), 1982-2002 e independente (PI), 2003-2005 para a Região 8.

Observa-se nessa região, que bons resultados na previsão de NDC foram obtidos nos meses analisados. As séries previstas e observadas seguem um mesmo padrão de distribuição desta variável; existem alguns picos em que os valores previstos apresentam diferenças dos valores observados, mas não são diferenças significativas. O melhor mês de previsão foi setembro, tanto para o período dependente como para o período independente. Janeiro foi o mês que apresentou maior diversidade entre os valores observados e previstos. Os melhores resultados da previsão de NDC apresentam-se no trimestre de inverno (jul-ago-set). Os resultados de Marques (2005) também indicaram que os meses de inverno apresentam os melhores ajustes nos modelos derivados da TSM, na previsão da precipitação pluvial do Rio Grande do Sul.

**Avaliação do desempenho do método através do Coeficiente de Correlação entre a série de dados observada e a série de dados prevista:** O coeficiente de correlação ( $r$ ) entre a série de dados observada e a série de dados prevista são mostradas na Tab. 1, onde se pode observar que dois coeficientes registraram valores menores que 70%. O trimestre de inverno apresentou os maiores coeficientes de correlação, caracterizando o trimestre de melhor skill. A relação mais evidente, caracterizando melhor skill, entre os dados observados e previstos foi constatada no mês de julho, e os meses de fevereiro e março verificaram-se as menores

correlações. Conforme valores calculados, levando em consideração o número de pares da amostra, qualquer coeficiente de correlação da Tab. 1 são significativos a 1%.

Tabela 1 - Coeficientes de correlação entre a série de dados observada e prevista. Período, 1982 – 2005.

Mês	Região 8	Mês	Região 8
Janeiro	0,90	Julho	0,91
Fevereiro	0,61	Agosto	0,78
Março	0,67	Setembro	0,77

Uvo et al. (1998), através de uma pesquisa realizada para o Nordeste do Brasil, também verificaram que alguns meses apresentam maior correlação da precipitação pluvial com TSM que outros. **Teste do modelo:** A forma de aferição quanto à eficiência do modelo adotado neste trabalho foi realizada através do erro relativo ( $\epsilon$ ). Essa metodologia foi também usada por Diniz & Calvetti (1998) e Puchalski (2000). O método foi aplicado primeiramente para o período dependente e num segundo momento para o período independente. A Tab. 2 lista o erro relativo da previsão do NDC para a região ecoclimática utilizada, para o período dependente e independente, respectivamente.

Tabela 2 - Erro relativo ( $\epsilon$ ) da previsão do NDC para as regiões ecoclimáticas, período de 1982 a 2000 e o período de 2003 a 2005, respectivamente.

Mês	Região 8	Mês	Região 8
Janeiro	0,4	Janeiro	0,6
Fevereiro	0,3	Fevereiro	2,5
Março	0,4	Março	2,5
Julho	0,3	Julho	0,7
Agosto	0,4	Agosto	1,5
Setembro	0,5	Setembro	1,4

Verifica-se na Tab. 2 que os erros relativos estão abaixo de 1, o que caracteriza a eficiência do modelo. Os meses que apresentaram os menores erros relativos foram fevereiro e julho, já setembro obteve os maiores valores de erros relativos. Com isso, pode-se dizer que houve excelentes resultados para o período dependente. Ainda na Tab. 2, referente ao período independente, somente dois valores de erros relativos encontram-se abaixo de 1. Um dos fatos do erro relativo apresentar valores bem mais altos no período independente é que, dependendo do período utilizado no desenvolvimento do modelo, as condições oceânicas não apresentam uma variedade maior de situações anômalas e estas situações acontecerem no período de validação do modelo (período independente), criando uma situação nova que não entrou no cálculo dos coeficientes de regressão das equações preditivas. Deve-se ressaltar que esta pesquisa, por se tratar de previsão climática utilizando modelos estatísticos, referiu-se principalmente ao enfoque estatístico puro e simples, sem se aprofundar nas questões envolvendo processos físicos e dinâmicos da interação Oceano-Atmosfera.

**CONCLUSÃO:** A TSM é um bom preditor para o NDC. A defasagem temporal ideal entre essas variáveis no desenvolvimento de modelos preditivos é de até quatro meses. O trimestre de melhor previsão é o de inverno, devido este ser previsto com TSM dos meses de outono. Alcançaram-se resultados aceitáveis para todo o período em que foi realizado o trabalho.

#### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:**

- DINIZ, G.B.; CALVETTI, L. Regiões informativas de TSM (Hemisfério Sul) para previsão de temperatura máxima em algumas estações do Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 10.; CONGRESSO DA FLISMET, 8., 1998, Brasília. Anais... Rio de Janeiro: SBMet, 1998. CL-98137. 1 CD-ROM.
- MARQUES, J. R. Variabilidade espacial e temporal de precipitação pluvial no Rio Grande do Sul e sua relação com indicadores oceânicos. 2005. 210f. Tese (Doutorado-Agrometeorologia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- MORENO, J.A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul. 1961. 30p.
- NIMER, E. Climatologia do Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1979. 422p.
- PUCHALSKI, L. A. Efeito associado ao El niño e La Niña na temperatura média, precipitação pluvial e no déficit hídrico no Rio Grande do Sul. 200. 100 f. Dissertação (Mestrado - Agrometeorologia) – Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- UVO, C.B.; REPELLI, C.A.; ZEBIAK, S.E.; KUSHNIR, Y. The relationships between Tropical Pacific and Atlantic SST and Northeast Brazil monthly precipitation. Journal of Climate, v.11, n. 10, p. 551-562, 1998.