

SIMULAÇÃO DAS SÉRIES DE TEMPERATURA MÁXIMA E MÍNIMA MENSAL PARA FLORIANÓPOLIS (SC) ATRAVÉS DO USO DE REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA

Flavio Varone GONÇALVES*

RESUMO

Estudos climatológicos exigem séries meteorológicas com um longo período de observação, porém tais séries geralmente possuem muitos dados faltosos. No Brasil a situação é crítica, porque as séries observadas possuem um grande percentual de falhas. Então, propõe-se através deste trabalho o uso do método de Regressão Linear Múltipla para recuperar as séries de temperatura máxima e mínima mensal do ar para a localidade de Florianópolis, Santa Catarina, utilizando outras doze estações situadas no Rio Grande do Sul e Santa Catarina, para um longo período de observação. A avaliação do método foi feita no período independente, através da análise do erro relativo, o que mostrou que a simulação dos dados foi satisfatória.

INTRODUÇÃO

Para a realização de estudos climatológicos consistentes, precisamos que as séries de dados meteorológicos tenham um longo período de observação. Porém, geralmente, tais séries, possuem um grande número de dados faltosos. No Brasil, a situação é ainda mais difícil, pois as séries observadas tem um grande percentual de falhas, prejudicando trabalhos e avaliações científicas.

Com o objetivo de resolver tal problema, foram criados e desenvolvidos os métodos de controle e recuperação de dados. Existem diferentes métodos de recomposição de séries de dados meteorológicos, alguns utilizam o método de Regressão Linear Múltipla, outros simulam séries através de Análise Multivariada, com o uso de Componentes Principais (Diniz, 1994, Ceballos e Braga, 1991).

Neste trabalho, propõe-se, através do uso do método de Regressão Linear Múltipla, a recomposição das séries de temperatura máxima e mínima mensal para Florianópolis, Santa Catarina, com um longo período de observação, utilizando como estações de apoio outras doze localidades da região sul do Brasil.

*Mestrado em Meteorologia, Universidade Federal de Pelotas
E-mail: fvarone@cpmet.ufpel.tche.br

A avaliação do método de recuperação dos dados foi feita no período independente, o que mostrou que a simulação de dados faltosos foi satisfatória.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados de temperatura máxima e mínima, de estações do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, utilizados neste trabalho, doze foram fornecidas pelo 8º Distrito de Meteorologia (INMET) e uma pela Estação Agroclimatológica da Embrapa de Pelotas.

As estações de Bagé, Bom Jesus, Caxias, Encruzilhada do Sul, Iraí, Porto Alegre, Pelotas, São Luiz Gonzaga, Santa Maria, Santa Vitória do Palmar e Torres, situadas no Rio Grande do Sul, e Lages, Santa Catarina, serviram como estações de apoio para a simulação dos dados de Florianópolis. O uso de estações gaúchas se justifica pela grande dificuldade de se obter dados de estações catarinenses. A recuperação dos dados foi feita com o uso do método de regressão linear múltipla:

$$\hat{y} = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n$$

onde, \hat{y} - dado recuperado, x_1, x_2, \dots, x_n - valores dos dados meteorológicos de outras estações, $a_0, a_1, a_2, \dots, a_n$ - coeficientes de regressão correspondentes.

As equações de Regressão Linear Múltipla foram criadas com a utilização do procedimento Stepwise. A avaliação do método de recuperação de dados, foi feita através do cálculo dos erros relativo (\mathbf{e}), médio (\mathbf{m}) e absoluto (\mathbf{d}):

$$\mathbf{e} = \frac{\mathbf{S}_{er}}{\mathbf{S}_s};$$

$$\mathbf{S}_{er} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n}};$$

$$\mathbf{m} = y - \hat{y}_i;$$

$$\mathbf{S}_s = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^m (x_j - \bar{x}_j)^2}{m}};$$

$$\mathbf{d} = |y_i - \hat{y}_i|;$$

onde, \mathbf{S}_{er} - erro quadrático, \mathbf{S}_s - desvio padrão, n - número de casos a simular, y_i - valores dos dados reais, \hat{y}_i - valores dos dados simulados, x_i - valores dos dados da série, \bar{x} - valor médio da série. Pode se supor como boa a simulação em que $\mathbf{e} \leq 1$ e ruim quando $\mathbf{e} > 1$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feita a análise do percentual de dados faltosos para a séries de temperatura máxima e mínima mensal em treze estações do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, desde o início das observações. Este percentual é, em média, igual a 20% para a temperatura máxima e 21,4% para a temperatura mínima (Gonçalves e Kim, 1998), fato este que justifica a recuperação dos dados faltosos. A estação de Florianópolis apresentou um percentual de falhas de 19,2% e 19,8 para as temperaturas máxima e mínima, respectivamente, dentro do período de 1901-1994.

A recuperação de séries temporais de temperatura máxima e e mínima mensal para Florianópolis, foi feita através do método de Regressão Linear Múltipla, onde como preditores foram utilizados os valores dos dados das outras doze estações. A análise dos coeficientes de regressão, mostrou que todos os valores estão acima do nível de significância.

A avaliação da recuperação foi feita nos dados independentes. Foram retirados 36 valores das variáveis em estudo e recuperados através do método, estes valores não foram utilizados para criar as equações, que foram geradas com os dados originais de cada estação. Os erros calculados foram analisados mensalmente e em cada estação.

A análise do erro relativo mostrou que a recuperação dos dados na estação de Florianópolis podem ser considerados satisfatórios. No caso da temperatura máxima, o valor do erro relativo foi igual a 0,63 e os erros absoluto e médio apresentaram os valores 0,53 e 0,22, respectivamente. Para a temperatura mínima o erro relativo foi igual a 0,48, e 0,43 e -0,03, os respectivos valores dos erros absoluto e médio.

A análise mensal dos erros, mostrou que o erro relativo apresentou meses onde a recuperação foi mais satisfatória. Para a temperatura máxima, os valores variaram entre 0,29 em agosto e 0,95 e 0,98, no bimestre janeiro-fevereiro. Na temperatura mínima o mês de novembro apresentou o melhor resultado, com um valor igual a 0,06, porém, os meses de junho e dezembro foram aqueles que apresentaram os valores mais próximos de um, com 0,84 e 0,94, respectivamente. Mas, no geral, podemos considerar a simulação dos dados de ambas as variáveis como satisfatória, pois as médias dos erros relativos foram iguais a 0,63 e 0,48, para as temperaturas máxima e mínima, respectivamente. Os erros absoluto e médio, conforme a análise, não apresentaram variações consideráveis. Os resultados são apresentados na TABELA 1.

TABELA 1 – Média dos erros relativo (ϵ), médio (μ) e absoluto (δ) para as temperaturas máxima e mínima mensal em Florianópolis, Santa Catarina.

MÊS	T. MÁXIMA			T. MÍNIMA		
	ϵ	μ	δ	ϵ	μ	δ
JANEIRO	0,95	0,57	0,57	0,53	0,00	0,33
FEVEREIRO	0,98	0,23	0,23	0,56	0,03	0,37
MARÇO	0,68	-0,07	0,07	0,61	0,33	0,33
ABRIL	0,60	0,13	0,13	0,34	-0,07	0,33
MAIO	0,32	-0,03	0,03	0,31	-0,37	0,37
JUNHO	0,63	0,70	0,70	0,84	-0,33	1,13
JULHO	0,32	0,07	0,07	0,33	0,20	0,47
AGOSTO	0,29	0,00	0,00	0,35	-0,10	0,37
SETEMBRO	0,69	0,40	0,40	0,54	0,13	0,53
OUTUBRO	0,51	0,40	0,40	0,37	-0,33	0,33
NOVEMBRO	0,84	0,13	0,13	0,06	-0,03	0,03
DEZEMBRO	0,77	0,13	0,13	0,94	0,20	0,60
MÉDIA	0,63	0,22	0,24	0,48	-0,03	0,43

Foram feitas avaliações nos meses de janeiro, abril, julho e outubro, que consistiam na retirada de todos os dados da série e sua posterior simulação, verificando a eficácia ou não do método. Foram simulados os dados do período de 1910-1994 e a não recuperação dos dados anteriores se deve ao fato das outras estações não possuírem dados neste período. Os valores do erro relativo para os meses avaliados não superaram o valor um em nenhum dos casos, o que mostra que o método pode ser aplicado para simulação de séries mensais. Os resultados são apresentados na TABELA 2.

TABELA 2. Erros relativo (ϵ), médio (μ) e absoluto (δ) para as temperaturas máxima e mínima mensal em Florianópolis, Santa Catarina, com a simulação da série completa.

MÊS	T. MÁXIMA			T. MÍNIMA		
	ϵ	μ	δ	ϵ	μ	δ
JANEIRO	0,74	0,09	0,50	0,52	0,09	0,34
ABRIL	0,57	0,08	0,52	0,60	0,08	0,68
JULHO	0,35	0,10	0,35	0,60	0,16	0,77
OUTUBRO	0,76	-0,03	0,46	0,50	0,09	0,42

Nas figuras 1 e 2, são mostradas as variações dos dados observados e recuperados das temperaturas máxima e mínima para os meses de janeiro e julho na estação meteorológica de Florianópolis, a partir do início das observações.

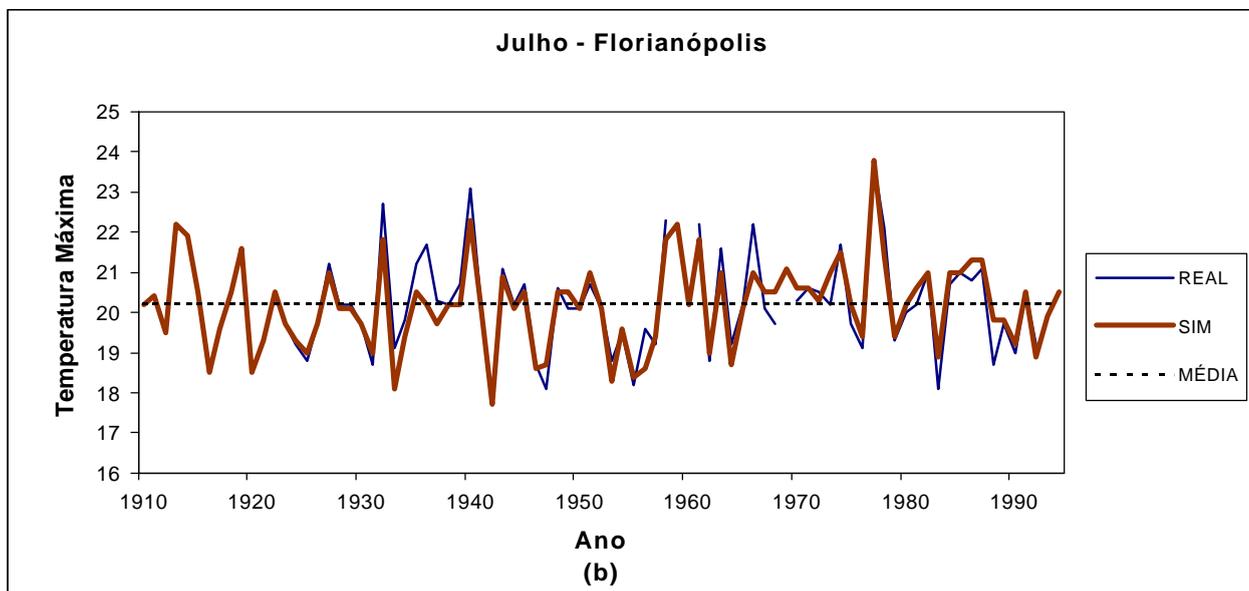
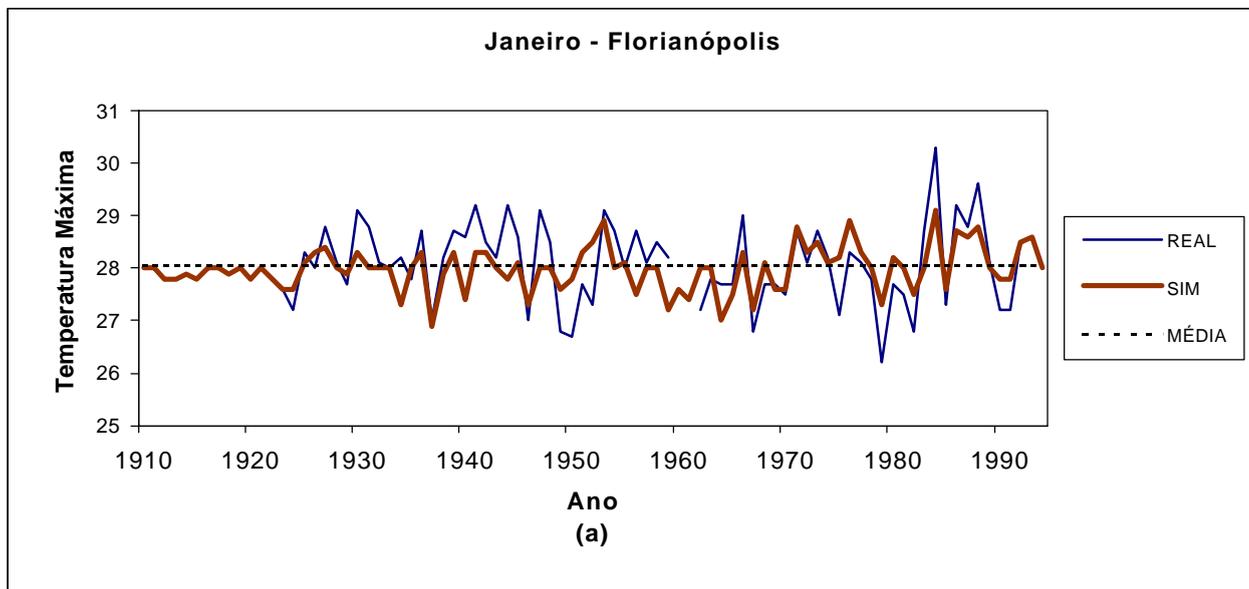


Figura 1 – Séries observadas e simuladas, de temperatura máxima mensal, para os meses de janeiro (a) e julho (b) em Florianópolis (SC).

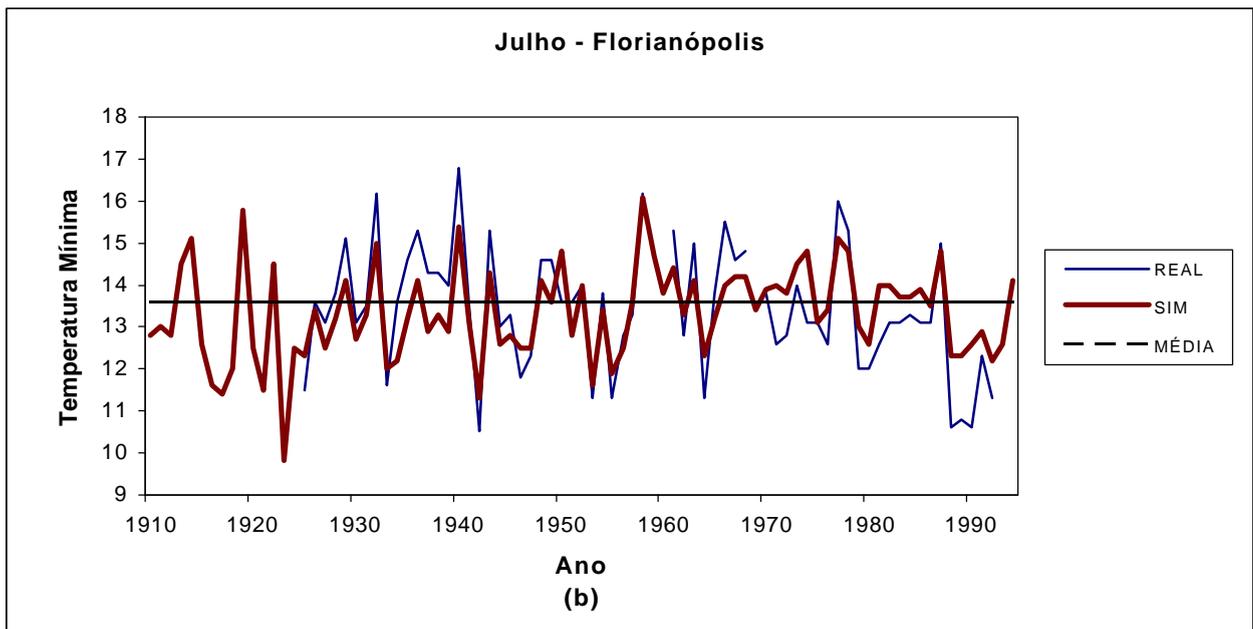
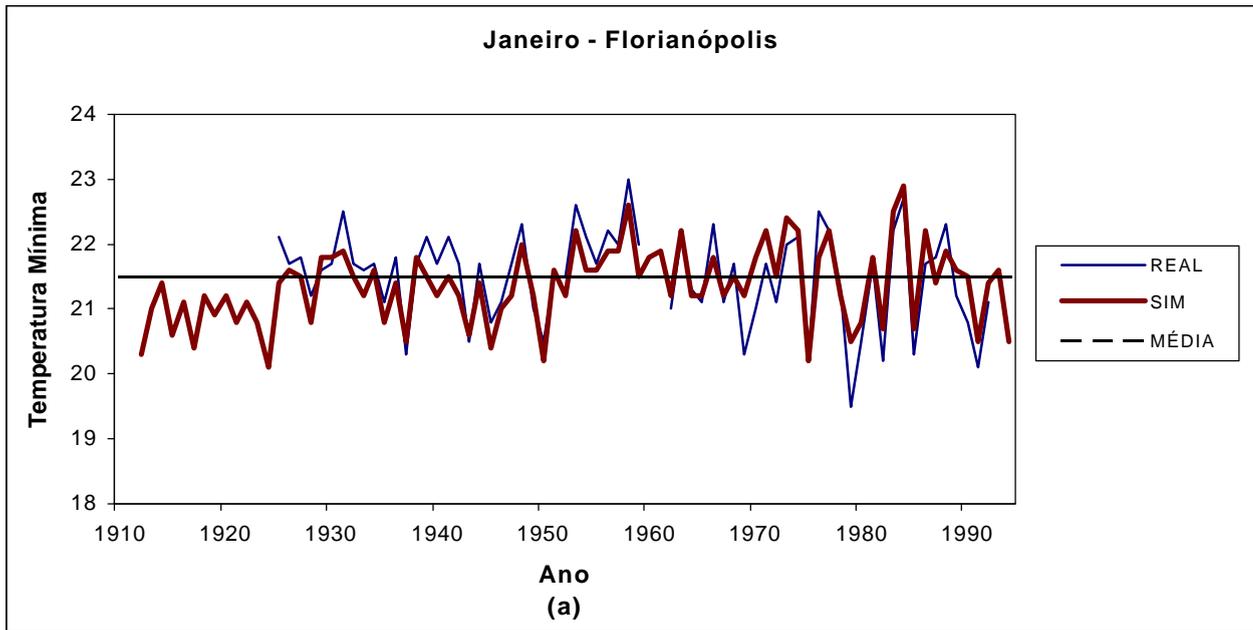


Figura 2 – Séries observadas e simuladas, de temperatura mínima mensal, para os meses de janeiro (a) e julho (b) em Florianópolis (SC).

CONCLUSÕES

A análise da recuperação dos dados, no período independente, para as temperaturas máxima e mínima mensal, em Florianópolis, Santa Catarina, mostrou que a recuperação dos dados foi satisfatória, pois em nenhum caso, estação ou mês, o erro relativo foi superior a um ($e \leq 1$).

Portanto, podemos concluir que, a recuperação dos dados, através de Regressão Linear Múltipla, para as variáveis estudadas, é satisfatória.

BIBLIOGRAFIA

BECKER, C. T., BRAGA, C. C., CEBALLOS, J. C. Regionalização da Precipitação e Temperatura no Estado do Rio Grande do Sul a partir Análise Agrupamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7. São Paulo. Anais ... São Paulo, SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA, p. 225-232, v.1. 1992.

CEBALLOS, J.C; BRAGA, C.C. Simulação de Séries Temporais de Irradiação Solar: Uma aplicação ao estado da Paraíba. SERIMET. DCA/UFPb, n.3, p. 92, 1991.

DINIZ, G. B. Séries Temporais de Irradiação Solar: Recuperação de Dados Mediante Componentes Principais.

Campina Grande: UFPb 1994 Dissertação de Mestrado em Meteorologia.

DINIZ, G. B. Recomposição de Séries Temporais de Temperatura Máxima e Mínima de Estações do Rio Grande do Sul e Santa Catarina Usando Análise Multivariada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA , 10. Brasília. **Anais ...**, Brasília, SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA. 1998.

GONÇALVES, F. V.; KIM, I. Recuperação de dados climatológicos do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA , 10. Brasília. **Anais ...**, Brasília, SOCIEDADE BRASILEIRA DE METEOROLOGIA. 1998.