

## Tendências da temperatura máxima de inverno no estado de São Paulo e sua relação com a estiagem

Bruno Paraluppi Cestaro<sup>1</sup>; Jonatan Dupont Tatsch<sup>1</sup>; Humberto Ribeiro da Rocha<sup>1</sup>, Osvaldo Machado R. Cabral<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratório de Clima e Biosfera, IAG/USP

<sup>2</sup>Embrapa Meio Ambiente

e-mail: brunocesta@model.iag.usp.br

### Resumo

Esse trabalho teve por objetivo a análise da relação entre a frequência de dias secos e a temperatura máxima média nos meses de inverno em 24 estações meteorológicas do estado de SP nas últimas duas décadas. Também se realizou o diagnóstico das tendências da Tmax de inverno, que indicou em geral um aumento de Tmax em 70% das estações, sendo maioria destas estações localizadas no norte do estado, enquanto as estações com tendências negativas são localizadas mais ao sul do estado.

### Introdução

Com a atual preocupação da sociedade com os cenários de mudanças climáticas previstos pelo IPCC é importante o diagnóstico das tendências climáticas das séries temporais de temperatura para melhor conhecimento dos fenômenos, atribuição de causas e mitigação. A variabilidade de longo prazo da temperatura pode decorrer de diversas causas como a variabilidade natural do clima, mudanças de uso da terra, urbanização e aumento da concentração de gases estufa.

O objetivo deste trabalho foi detectar as tendências da temperatura máxima e sua relação com frequência de dias secos durante os meses de inverno baseados nos dados de estações agroclimatológicas no estado de SP nas últimas duas décadas.

### Metodologia

Nesse trabalho foram utilizados dados de precipitação e temperatura máxima (Tmax) provenientes de 23 estações meteorológicas do IAC (Instituto de Agronomia de Campinas, Dufek 2008) e da estação meteorológica do IAG-USP (Universidade de São Paulo), localizadas

no estado de SP, com dados disponíveis para o período de 1980 a 2000. A localização das estações é mostrada na seção de resultados (ver Fig.2). Neste estudo somente a variável Tmax (e não a Tmin) foi selecionada para análise devido ao fato de que durante o dia a camada limite tende a ser mais acoplada a atmosfera (contrária à camada limite noturna onde o efeito do vento pode ser significativo) e, portanto mais representativa da temperatura média na camada superficial. O período de inverno foi selecionado para análise para tentar minimizar as diferenças de Tmax entre as estações devido ao efeito da variabilidade espacial da nebulosidade.

Os dados de temperatura e precipitação foram submetidos a um controle de qualidade. Estes procedimentos foram realizados com o pacote Rclimindex, escrito na linguagem R (<http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI>). A seguir determinou-se a Tmax média para o trimestre de inverno (Junho, Julho e Agosto) para cada ano do período. Com os dados de precipitação foi determinado o número de dias secos para o mesmo trimestre de cada ano. Uma regressão linear simples foi usada para avaliar a relação entre Tmax média e a % média de dias secos nos meses de inverno sobre o período de 1980-2000, para cada estação. Para o diagnóstico de tendência nas séries temporais de Tmax média no trimestre de inverno utilizou-se regressão linear simples (método de mínimos quadrados). A significância estatística foi avaliada com teste-t considerando-se o nível de significância de 5%.

## Resultados

A Fig.1 apresenta a relação entre frequência média de dias secos e a temperatura máxima média do trimestre de inverno para as estações do estado de SP no período de 1980-2000. Nota-se que no estado de SP, para os meses de inverno, há uma forte relação entre a em termos médios que um aumento de 10 °C da Tmax (19 a 29°C) está associado a um aumento de ~15% (0,8 a 0,95) na frequência de dias secos, conforme indicado pelos extremos da reta de regressão entre as variáveis cujo coeficiente de determinação ( $R^2$ ) resultante foi de 60%. O ponto mais discrepante ( $x=23,3$ ,  $y=0,77$ ) refere-se a Ubatuba, única estação litorânea do conjunto de dados(ver Fig.2). A estação com menor Tmax média no período analisado foi a de Itararé devido a sua elevada altitude.

Diante deste resultados partiu-se para uma análise de tendência de Tmax para as estações cujos resultados são mostrados na Fig. 2. Observa-se que a maioria das estações (70%) apresentaram tendências de aumento da Tmax média de inverno no período, embora apenas duas com tendência significativa (São Roque e Campinas). A magnitude das tendências positivas de Tmax foram até +1,4°C/10 anos (Votuporanga

no extremo norte de SP). Somente 6 estações (25%) mostraram tendências negativas da Tmax, com apenas uma estatisticamente significativa (Capão Bonito), que por sua vez indicou maior tendência negativa (-0,7 °C/10 anos) em magnitude. Em geral as estações mais ao norte do estado indicaram tendências positivas enquanto as estações com tendências negativas são localizadas mais ao sul do estado.

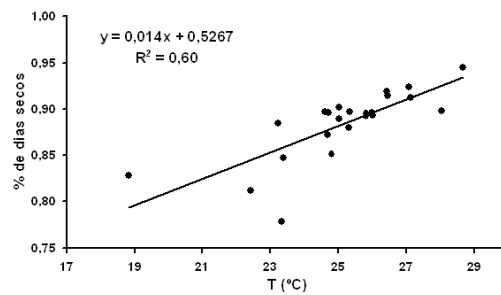


Figura 1. Comparação entre porcentagem de dias secos e a Tmax média no trimestre de inverno sobre o período de 1980-2000, para as estações meteorológicas no estado de SP.

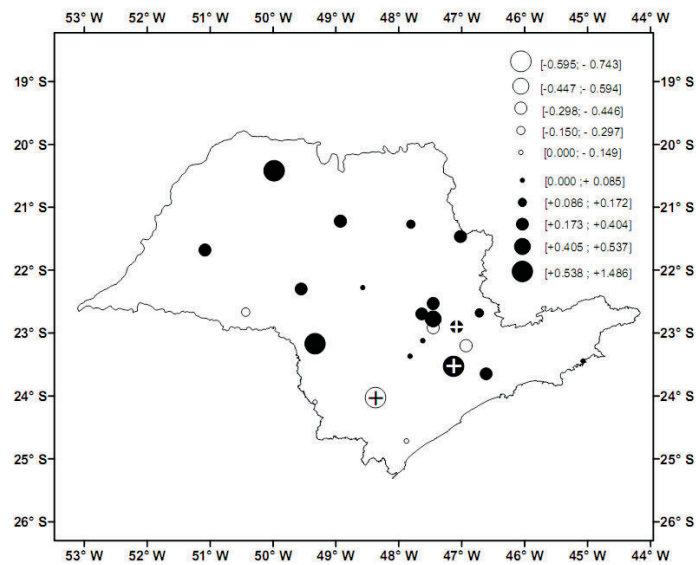


Figura 2. Mapa da localização das estações com as respectivas tendências (°C/10 anos) de Tmax para o trimestre de inverno entre 1980 e 2000. Tendências positivas (negativas) representadas por círculos preenchidos (vazios), com tamanho proporcional a magnitude. Tendências significativas são indicadas com uma cruz sobre o símbolo.

### **Conclusão**

A Tmax média nos meses de inverno observada por estações meteorológicas no estado de SP mostram uma forte relação com a frequência de dias secos. Em geral as estações mais ao norte do estado indicaram tendências positivas enquanto as estações com tendências negativas são localizadas mais ao sul do estado.

### **Agradecimento**

Os autores agradecem aos dados meteorológicos do IAC disponibilizados por Amanda Sabatini Dufek.

### **Bibliografia**

Dufek, A.S. 2008. Temperatura do ar em um cenário futuro de mudanças climáticas e impactos da variabilidade da TSM na geração de ciclones na costa Sul Americana. Dissertação de mestrado do Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Disponível em <<http://www.teses.usp.br>>.