



Tendências na variabilidade climática de Santa Catarina, Brasil

Rosandro B. Minuzzi¹

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar a variabilidade mensal da temperatura máxima, temperatura mínima, temperatura média e chuva em Santa Catarina, em três diferentes períodos entre 1955 e 2008, para: 1) identificar pontos de mudança no comportamento climático durante o período de estudo e 2) determinar as tendências climáticas nesses períodos. Na identificação do ponto de mudança das séries temporais, utilizou-se o Teste de Homogeneidade Normal Padrão (THNP). Os testes da Análise de Regressão e de Mann-Kendall foram utilizados para testar a tendência das variáveis meteorológicas em diferentes períodos divididos pelo ponto de descontinuidade. Identificou-se mudança no comportamento da temperatura máxima (temperatura mínima) entre os anos de 1995 a 1997 (entre os anos de 1988 a 1991) apresentando, desde meados da década de 1950, tendência de diminuição (aumento). Para a temperatura média e a chuva não há um período definido de mudanças no comportamento temporal mas um leve sinal de aumento na tendência.

Palavras-chave: climatologia, temperatura do ar, chuva

Trends in climatic variability in the State of Santa Catarina, Brazil

ABSTRACT

The objective of this work was to analyse the monthly variability of maximum temperature, minimum temperature, average temperature and rainfall in Santa Catarina, in three different periods from 1955 to 2008, in order to: 1) identify points with climatic change behavior, and 2) determine the climatic trends for these periods. To identify the points of climatic changes of time series the Standard Normal Homogeneity Test (SNHT) was used. The Regression Analysis and Mann-Kendall tests were used to assess the meteorological variables trends in different periods divided into points of discontinuity. Changes were identified in the behavior of the maximum temperature (minimum temperature) during 1995 to 1997 (from 1988 to 1991) showing a tendency to decrease (increase) since the mid 1950s. Considering the average temperature and the rainfall there is no defined period of change in temporal behavior, but a slight trend of increase.

Key words: climatology, air temperature, rainfall

INTRODUÇÃO

As várias expressões usadas para descrever as variações no clima, tais como variabilidade climática, flutuação climática, tendência climática, ciclo climático e mudança climática, referem-se a algumas escalas temporais apropriadas, válidas apenas quando aplicadas em tais escalas. De fato, o clima não é constante e nem sempre foi como hoje o conhecemos; provas desta afirmativa são os registros de mudanças climáticas globais e, em particular, os regionais, que mostram periodicidades de anos a séculos, durante os quais o clima foi sistematicamente variável.

Na escala regional essas mudanças são muito divergentes mas nem sempre acompanham a tendência global, principalmente em referência à temperatura, como apresentado por Bonsal et al. (2001), que analisaram a variabilidade espacial e temporal das temperaturas extremas no Canadá para o período de 1950-1998 e encontraram grandes diferenças na escala regional e sazonal. Chung & Yoon (2000) destacaram que na Coreia, entre 1974 a 1997 a temperatura média anual nos grandes centros urbanos aumentou em torno de 1,5 °C, enquanto nas estações marinhas e localizadas na zona rural os aumentos foram em torno de 0,58 °C. Silva (2004) em estudo realizado para o Nordeste do Brasil encontrou tendência de aumento nas temperaturas média, máxima e, principalmente, mínima do ar, na maioria das estações utilizadas e para os três períodos analisados (anual período seco e chuvoso). Para a chuva, nas poucas situações estatisticamente significativas a tendência foi de decréscimo.

A variação na escala espacial e temporal na tendência da chuva é apontada, por Alexandrov et al. (2004), que mostram tendência positiva da chuva durante a primavera e inverno na Bulgária, e negativa no verão e outono, e Gemmer et al. (2004) que encontraram tendências mensais positivas e negativas, simultaneamente, em diferentes áreas da China, no período de 1951 a 2002.

Dias et al. (2009) fizeram uma associação da mudança no comportamento da temperatura e da chuva com a variabilidade climática interdecadal e constataram um aumento significativo da temperatura do ar e da chuva anual na região litorânea de Santa Catarina, no período de 1950 a 2000. Devido a uma mudança nas anomalias, de negativas para positivas, em meados da década de 1970, os pesquisadores sugeriram que isto pode estar associado a fenômenos de escala planetária, como o El Niño Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação Decadal do Pacífico (Pacific Decadal Oscillation - PDO). Molion (2006) também segue este raciocínio, lembrando que a frequência de intensos eventos El Niño foi maior entre 1977 e 1998, o que pode ter contribuído, em parte, para o maior aquecimento nos anos recentes, já que o El Niño aquece a baixa troposfera, como o de 1997/98, que elevou em 0,8 °C a temperatura média global.

Os danos à sociedade, economia e ambiente decorrentes do clima, são constantemente noticiados pela imprensa. Das atividades econômicas, Pereira et al. (2002) destacam que a agricultura é aquela com maior dependência das condições climáticas, por afetar todas as etapas das atividades agrícolas, desde o preparo do solo para semeadura até a colheita, o transporte, o preparo e o armazenamento dos produtos.

Ante as projeções constantemente divulgadas quanto às mudanças no clima e seus prováveis impactos nos ecossistemas, tornam-se necessárias informações e ferramentas cada vez mais precisas nas escalas regional e global, visando aprimorar e atualizar a tomada de decisões e práticas rotineiras na produção agrícola, inserindo-as nas políticas de adaptabilidade e mitigação.

Assim, este estudo visa analisar a variabilidade mensal das temperaturas máxima, mínima, média e chuva em Santa Catarina, no período de 1955 a 2008 para: 1) identificar pontos de mudança no comportamento climático durante o período de estudo e 2) determinar as tendências climáticas nesses períodos.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se dados diários de temperaturas máxima, mínima e média, além de dados mensais de chuva do período de 1955 a 2008, de quatro estações meteorológicas localizadas no estado de Santa Catarina (Figura 1), pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e à Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI).

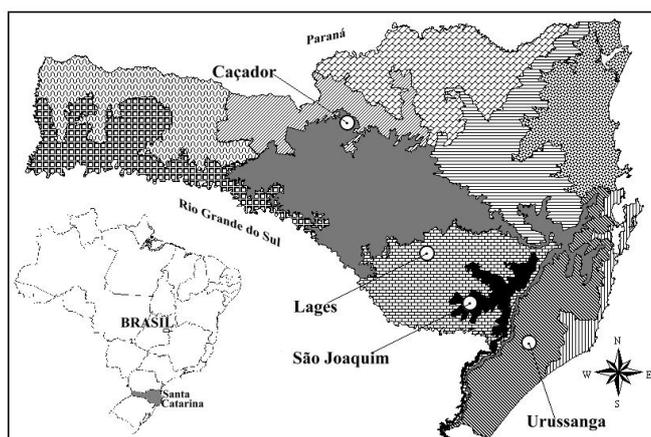


Figura 1. Localização geográfica das estações meteorológicas utilizadas no estudo delimitado por regiões climaticamente homogêneas de Santa Catarina, de acordo com Braga & Ghellre (1999)

O teste não-paramétrico, denominado ‘run test’ ou teste de sequência, foi aplicado para avaliar a homogeneidade mensal das séries meteorológicas. Recomendado pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), em sua Nota Técnica nº 81, o referido teste consiste na contagem do número de ocorrência de valores observados da série temporal, situados abaixo e acima da mediana, testando o resultado da contagem mediante o uso de uma tabela de distribuição.

Como forma de minimizar os prováveis fatores (erros de leitura, mudanças de instrumentos, etc) responsáveis pelas séries definidas como estatisticamente não homogêneas, foi empregado novamente o teste de sequência, reduzindo o tamanho da série a partir do ano de 1961.

Dois métodos foram utilizados para testar a tendência das variáveis meteorológicas, a saber: o teste da Análise de Regressão e o teste de Mann-Kendall. A análise de regressão

foi utilizada para indicar alterações climáticas por meio da significância do coeficiente angular, enquanto o teste de Mann-Kendall, proposto por Mann (1945) e Kendall (1975), avalia a presença de tendência através do valor Z:

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S > 0 \\ 0 & S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{\text{Var}(S)}} & S < 0 \end{cases} \quad (1)$$

sendo a estatística S, obtida pela soma de todas as contagens do número de vezes em que o valor da série temporal é menor que os valores restantes e Var(S) a variância. Um valor positivo do coeficiente de Mann-Kendall indica tendência de aumento da variável, enquanto um valor negativo aponta tendência de decréscimo, desde que significativo a nível de 5%. Ambos os testes foram aplicados para três períodos sendo que, para a identificação do ponto de descontinuidade das séries temporais, empregou-se o Teste de Homogeneidade Normal Padrão (SNHT - Standard Normal Homogeneity Test).

Proposto por Alexandersson (1986), o SNHT assume um desvio na média (Y) e estabelece, como hipótese nula, que a variável mensal Y_i (i é o ano de 1 a n) a ser testada é independente e identicamente distribuída; desta forma, o teste T(k) compara a média dos primeiros k anos de registros mensais com os últimos n-k anos:

$$T(k) = k\bar{z}_1^2 + (n-k)\bar{z}_2^2 \quad k = 1, \dots, n \quad (2)$$

onde:

$$\bar{z}_1 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \frac{(Y_i - \bar{Y})}{s} \quad (3a)$$

e

$$\bar{z}_2 = \frac{1}{n-k} \sum_{i=k+1}^n \frac{(Y_i - \bar{Y})}{s} \quad (3b)$$

Se o ponto de mudança está localizado no ano K, então T(k) atinge um máximo próximo ao ano $k = K$. O teste estatístico T_0 é definido como:

$$T_0 = \max_{1 \leq k < n} T(k) \quad (4)$$

A hipótese nula será rejeitada se T_0 estiver acima de determinado nível, que é dependente do tamanho da amostra. Os valores críticos a 5% e 1% para o teste estatístico de T_0 adotados neste estudo, foram definidos por Alexandersson & Moberg (1997).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra que o maior número de séries inconsistentes foi observado para a temperatura mínima e nas estações de Urussanga e Caçador.

Tabela 1. Resultados mensais do Run Test (RT) e dos pontos de mudança nas séries climáticas da temperatura máxima (A), da temperatura mínima (B), da temperatura média (C) e da chuva (D), nos municípios de Lages, Urussanga, São Joaquim e Caçador

Mês	Lages		Urussanga		São Joaquim		Caçador	
	RT	SNHT	RT	SNHT	RT	SNHT	RT	SNHT
A. Temperatura máxima								
jan	H ⁽¹⁾	1996*	NH	1988**	H	1996**	NH	1996**
fev	H	1996**	H	1992**	NH	1996**	NH	1996**
mar	H	1995 ^{ns}	H	1992 ^{ns}	H	1995**	H	1995 ^{ns}
abr	H	1996 ^{ns}	NH	2000 ^{ns}	H	1996 ^{ns}	H	1996 ^{ns}
mai	NH	1996**	H	2000**	H	1996**	NH	1996**
jun	H	1995 ^{ns}	H	2001*	H	1995 ^{ns}	NH	1995 ^{ns}
jul	H	1995 ^{ns}	H	1998**	H	1987 ^{ns}	H	1995*
ago	H	1997 ^{ns}	NH	2002**	H	2002 ^{ns}	H	1996*
set	NH	1997 ^{ns}	H	2000*	H	1995*	H	1997*
out	NH	1996 ^{ns}	NH	1996*	H	1996*	H	1994*
nov	H ⁽¹⁾	1996*	H	1996**	NH	1996**	H	1996**
dez	H ⁽¹⁾	1997**	NH	2000**	NH	1996**	NH	1997**
B. Temperatura mínima								
jan	NH	1992**	NH	1991**	H	1992**	NH	1989**
fev	H	1991**	NH	1991**	H	1991*	NH	1991**
mar	NH	1989**	NH	1989**	H ⁽¹⁾	1989*	NH	1989**
abr	NH	1988**	NH	1988**	NH	1989**	NH	1988*
mai	H	1990 ^{ns}	H	1990*	H	1990 ^{ns}	NH	1990 ^{ns}
jun	H	1999*	NH	1990**	H	1999**	NH	1988**
jul	H	1955 ^{ns}	H	1993 ^{ns}	H	1993 ^{ns}	NH	1991*
ago	H	1993*	H	1994**	NH	1992**	NH	1988**
set	H	1990 ^{ns}	NH	1990**	H	1990*	H	1990*
out	NH	1989**	NH	1989 ^{ns}	NH	1989**	NH	1989**
nov	H ⁽¹⁾	1988 ^{ns}	NH	1989 ^{ns}	NH	1989**	NH	1988**
dez	NH	1988**	NH	1989**	NH	1988**	NH	1988**
C. Temperatura média								
jan	NH	1994 ^{ns}	H	1994 ^{ns}	H	2007 ^{ns}	NH	1960 ^{ns}
fev	H ⁽¹⁾	1962 ^{ns}	H	1957 ^{ns}	H	1955 ^{ns}	H	1955 ^{ns}
mar	H ⁽¹⁾	2000 ^{ns}	H	1998 ^{ns}	H	2000 ^{ns}	H	2000 ^{ns}
abr	H	1984 ^{ns}	H	1984 ^{ns}	H ⁽¹⁾	1999 ^{ns}	H	2000 ^{ns}
mai	H	1956 ^{ns}	H	1956 ^{ns}	H	1956 ^{ns}	H	1957 ^{ns}
jun	H	1999 ^{ns}	H	1999 ^{ns}	H	1999 ^{ns}	H ⁽¹⁾	1999**
jul	H	1955 ^{ns}	H	1955 ^{ns}	H	1955 ^{ns}	H	1960 ^{ns}
ago	H	1994 ^{ns}	H	2000 ^{ns}	H	1993 ^{ns}	H	1958 ^{ns}
set	H	1963 ^{ns}	H ⁽¹⁾	2007 ^{ns}	H	1982 ^{ns}	H	1959 ^{ns}
out	H ⁽¹⁾	1999 ^{ns}	NH	1955 ^{ns}	NH	1999 ^{ns}	NH	1959 ^{ns}
nov	H	1984 ^{ns}	H	1984 ^{ns}	H	2006 ^{ns}	H	1960 ^{ns}
dez	NH	1990 ^{ns}	NH	1987 ^{ns}	H	1990 ^{ns}	NH	1959 ^{ns}
D. Chuva								
jan	H	1983 ^{ns}	H	1982 ^{ns}	NH	1982 ^{ns}		
fev	H	1979 ^{ns}	H	2003 ^{ns}	H	2003 ^{ns}		
mar	H	1958 ^{ns}	H	2006 ^{ns}	H	2006 ^{ns}		
abr	H	1997 ^{ns}	H	1955 ^{ns}	NH	1955 ^{ns}		
mai	H	1982 ^{ns}	H	2003 ^{ns}	H	1982 ^{ns}		
jun	NH	1981 ^{ns}	H	2003 ^{ns}	H	1981 ^{ns}		
jul	H	1992 ^{ns}	H	1979 ^{ns}	H	1982 ^{ns}		
ago	H	1957 ^{ns}	H	1987 ^{ns}	H	1987 ^{ns}		
set	H	1987 ^{ns}	H	1968 ^{ns}	H	2006 ^{ns}		
out	H	1996 ^{ns}	H	2007 ^{ns}	H	2007 ^{ns}		
nov	H	2005 ^{ns}	H	2005 ^{ns}	H	2005 ^{ns}		
dez	NH	1974 ^{ns}	H	1974 ^{ns}	H	1974 ^{ns}		

H-Homogênea. NH-Não homogênea. ⁽¹⁾Homogênea somente a partir de 1961. ^{ns}Não significativo. *Significativo a 5%. **Significativo a 1%

No contexto geral, não se pode aferir com exatidão se o grande número de pontos de mudança significativos encontrados nas séries da temperatura máxima (Tabela 1A) e da temperatura mínima (Tabela 1B) é uma resposta ao comportamento do tempo e clima ou por influências não naturais, haja vista que houve situações não homogêneas com ponto de descontinuidade significativo e vice-versa.

Tratando-se, porém, de estações localizadas em diferentes regiões climáticas (Figura 1) e se comparando os resultados dos pontos de descontinuidade entre si, percebe-se uma coerência nos resultados, independente da sua significância ou não. Na temperatura máxima os pontos ficaram centrados entre os anos de 1995 e 1997 nas estações de Lages, Caçador e São Joaquim. Em Urussanga não houve uma identificação relativamente tão definida, apesar dos pontos de mudança se terem concentrado no final e no início dos séculos XX e XXI, respectivamente.

A semelhança dos pontos de descontinuidade da temperatura mínima entre as estações foi mais evidente, estando centralizados entre os anos de 1988 a 1991 (Tabela 1B).

Para a temperatura média (Tabela 1C) e chuva mensal (Tabela 1D), não houve um período definido do ponto de descontinuidade, seja nas séries de uma mesma estação como em relação às outras.

Estudos como os de Dias et al. (2009) e Molion (2006) apontam o final da década de 1970 e os anos 1980 como períodos de mudança no comportamento climático. Jones et al. (2001) mostram que a temperatura média do ar global aumentou em dois períodos durante o século XX: o primeiro de 1910 a 1945 e o outro no final da década de 1970 até o final do século XX, com um aumento abrupto em relação a qualquer outra situação semelhante à observada no último milênio.

Chmielewski et al. (2004) encontraram tendência de aumento linear na temperatura média anual de 0,36 °C por década na Alemanha e também chamam a atenção para a forte mudança desta variável a partir do final dos anos 1980. Obasi (2003) encontrou que 11 dos 13 anos mais quentes do século XX ocorreram a partir da década de 1990. Desde 1976 a temperatura média global tem aumentado em uma taxa três vezes maior do que em relação à tendência observada em todo o século.

As informações da Tabela 2 mostram tendência evidente de diminuição (aumento) da temperatura máxima (mínima) em quase todos os meses, independente da homogeneidade ou não das séries, sugerindo uma diminuição na amplitude térmica.

Easterling et al. (1997) também chegaram à mesma conclusão quanto a amplitude térmica. Os pesquisadores analisaram as tendências nos extremos da temperatura do ar global e a consequente implicação na amplitude térmica. Com dados de 5400 estações meteorológicas distribuídas pelo mundo (54% da superfície terrestre) encontraram tendência de aumento da temperatura máxima de 0,88 °C por século. Com o aumento da temperatura mínima de 1,86 °C por século, ficou constatado um decréscimo da amplitude. Na América do Sul, para o aumento significativo da temperatura mínima principalmente a partir da década de 1970, os cientistas apontaram, como fator principal, o aumento da nebulosidade.

A tendência da temperatura mínima (Tabela 2B) observada desde meados da década de 1950, tem sido mais abrupta

(diminuição de 0,4 a 1,2 °C por década) do que em relação à temperatura máxima (aumento de 0,2 a 0,7 °C por década) (Tabela 2B). O grande número de pontos de mudança significativos encontrados para essas duas variáveis meteorológicas, indica que tais tendências foram mais visíveis antes dos pontos de mudança (Tabelas 1A e 1B).

Apesar das tendências supracitadas dos extremos da temperatura do ar, não se pode afirmar, categoricamente, que eles são uma resposta ao comportamento do clima em razão do número de séries consideradas estatisticamente não homogêneas, sobretudo da temperatura mínima.

Relativamente e apesar do menor número de tendências significativas, os sinais foram unânimes em indicar um aumento da temperatura média do ar entre 0,1 a 0,5 °C por década (Tabela 2C) e da chuva entre 14 a 21 mm, por década (Tabela 2D).

Devido ao pequeno número de pontos de descontinuidade significativos, a análise de tendência para essas duas variáveis foi feita somente para toda a série; entretanto, os registros dessas variáveis meteorológicas são estatisticamente mais confiáveis e o número de pontos de descontinuidade no início/fim das séries temporais dessas variáveis (Tabelas 1C e 1D) sugere que as tendências climáticas podem ser persistentes.

Os resultados da chuva são coerentes com os obtidos por Obregón & Marengo (2007) que, analisando séries históricas de chuvas anuais nos últimos 50 anos, constataram aumento no total de chuvas para toda a Região Sul do País, assim como na frequência e intensidade dos eventos extremos. Haylock et al. (2006) também encontraram tendência de aumento para o Sul do Brasil em 11 dos 12 índices anuais de chuva diária para a América do Sul durante a segunda metade do século XX, como o total anual e eventos extremos.

Com dados de 1928 a 1998 registrados em Urussanga, Back (2001) encontrou tendência significativa de aumento na precipitação e da temperatura média anual durante o 4º trimestre. No Nordeste do Brasil, Santos et al. (2010) também encontraram tendência de aumento na temperatura média anual para séries de 1961 a 2007.

Ressalta-se que, devido ao grande número de dados faltosos, a análise da chuva para Caçador não foi utilizada no estudo, bem como o cálculo da temperatura média foi estimada pelo parâmetro denominado “temperatura compensada” que utiliza as temperaturas observadas às 24 e às 12 h (TMG), além da temperatura máxima e mínima.

Assim, pode-se aferir que, em tese, o aumento da temperatura média do ar é uma resposta ao comportamento da temperatura mínima, não só pela tendência de aumento mas, também, pelos maiores coeficientes angulares em relação aos obtidos para a temperatura máxima.

Apesar da Figura 2 mostrar o comportamento temporal e respectivas tendências para toda a série, antes e após o ponto de mudança das temperaturas para apenas um mês por município, estas são representativas ao observado na maioria dos meses, ou seja, de diminuição da temperatura máxima, de aumento da temperatura mínima e eventualmente um aumento da temperatura média. As ilustrações atestam as afirmações destacadas anteriormente de que as tendências significativas

Tabela 2. Coeficientes angulares mensais significativos a 5% da temperatura máxima (A), da temperatura mínima (B), da temperatura média (C) e da chuva (D) nos municípios de Lages, Urussanga (Uruss), São Joaquim (SJ) e Caçador (Caç) ⁽²⁾

Mês	Lages	Uruss	SJ	Caç								
	Toda a série				Antes do ponto de mudança climática				Após o ponto de mudança climática			
A												
Temperatura máxima												
jan	-0,03	-0,06	-0,06	-0,04	ns	-0,04	-0,03	ns	ns	-0,07	ns	ns
fev	-0,04	-0,05	-0,05	-0,04	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
mar	-0,02	-0,03	-0,03	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
abr	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
mai	-0,05	-0,05	-0,05	-0,07	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
jun	ns	-0,03	-0,02	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
jul	-0,03	-0,07	-0,04	-0,05	ns	-0,04	ns	ns	ns	ns	ns	ns
ago	ns	ns	ns	-0,04	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
set	-0,04	-0,04	-0,06	-0,06	ns	ns	-0,04	ns	ns	ns	ns	ns
out	-0,03	-0,04	-0,03	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
nov	-0,03	-0,05	-0,04	-0,04	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
dez	ns	-0,05	-0,04	ns	ns	ns	ns	0,04	ns	ns	ns	ns
B												
Temperatura mínima												
jan	0,04	0,07	0,05	0,09	ns	ns	ns	0,08	ns	ns	ns	ns
fev	0,04	0,05	0,04	0,07	ns	ns	0,04	0,07	ns	-0,1	ns	ns
mar	0,05	0,08	0,07	0,09	ns	0,04	ns	ns	ns	ns	ns	ns
abr	0,06	0,08	0,07	0,12	ns	ns	0,04	0,12	ns	ns	ns	ns
mai	0,04	0,07	0,05	0,1	ns	ns	ns	0,13	-0,12	-0,13	-0,11	ns
jun	0,05	0,07	0,07	0,12	ns	ns	0,06	ns	ns	ns	ns	ns
jul	ns	0,05	0,05	0,09	ns	ns	ns	0,09	ns	ns	ns	ns
ago	0,04	0,07	0,08	0,1	ns	0,04	0,05	ns	ns	ns	ns	ns
set	ns	0,06	0,03	0,07	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
out	0,05	0,07	0,07	0,12	ns	ns	ns	0,06	ns	ns	ns	ns
nov	0,06	0,08	0,06	0,1	ns	ns	0,04	0,08	ns	ns	ns	ns
dez	0,05	0,07	0,06	0,07	ns	ns	0,03	0,06	ns	ns	ns	ns
C												
Temperatura média						D						
jan	ns	0,01	ns	ns	jan	ns	ns	ns	-	-	-	-
fev	ns	ns	ns	ns	fev	ns	ns	ns	-	-	-	-
mar	ns	0,03	0,02	ns	mar	ns	ns	ns	-	-	-	-
abr	0,02	0,03	0,03	ns	abr	ns	ns	ns	-	-	-	-
mai	ns	ns	ns	ns	mai	ns	ns	1,5	-	-	-	-
jun	ns	ns	ns	0,05	jun	ns	ns	ns	-	-	-	-
jul	ns	ns	ns	ns	jul	1,38	ns	1,5	-	-	-	-
ago	ns	ns	0,02	ns	ago	ns	ns	ns	-	-	-	-
set	ns	ns	ns	ns	set	ns	ns	ns	-	-	-	-
out	0,02	ns	ns	ns	out	2,14	ns	ns	-	-	-	-
nov	ns	0,02	ns	ns	nov	ns	1,38	1,56	-	-	-	-
dez	ns	0,02	ns	ns	dez	ns	ns	ns	-	-	-	-

ns = Não-significativo. ⁽²⁾Análise não realizada para a chuva na estação de Caçador, devido ao número de falhas da série

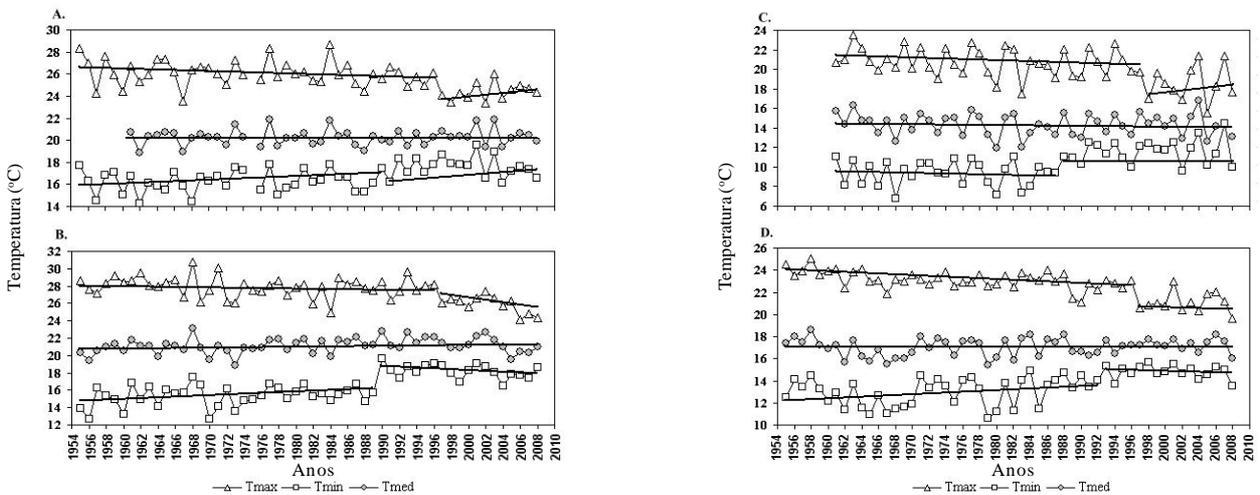


Figura 2. Comportamento temporal das temperaturas máxima, média e mínima para Lages em fevereiro (A), para Urussanga em novembro (B), para Caçador em setembro (C) e para São Joaquim em janeiro (D), com suas respectivas tendências em períodos divididos pelo ponto de mudança climática

observadas em toda a série temporal dos extremos máximo e mínimo da temperatura são devidas, em grande parte, ao comportamento climático antes do ponto de mudança. Em algumas situações, a tendência (mesmo que não significativa) observada após o ponto de mudança, possui um sinal oposto ao observado para toda a série, como na temperatura máxima de fevereiro em Lages (Figura 2A), de setembro em Caçador (Figura 2C), da temperatura mínima de novembro em Urussanga (Figura 2B) e de janeiro em São Joaquim (Figura 2D), podendo ser prenúncio de uma mudança no ciclo climático, ou seja, que em alguns períodos do ano pode estar ocorrendo uma variabilidade e não uma mudança climática. Tratando-se de uma variabilidade climática, isto significa que a tendência observada desde a década de 1950 não deverá ser gradual durante os próximos anos, apesar de que o período utilizado neste estudo talvez não seja o suficiente para identificar com maior exatidão um ciclo climático.

CONCLUSÕES

1. Identificaram-se mudanças no comportamento da temperatura máxima (temperatura mínima) entre os anos de 1995 a 1997 (entre os anos de 1988 a 1991) apresentando, desde meados da década de 1950, tendência de diminuição (aumento).

2. Não houve um período definido de mudança no comportamento temporal da temperatura média e da chuva, mas um leve sinal de aumento na tendência.

AGRADECIMENTOS

À EPAGRI e ao INMET, pela disponibilidade dos dados meteorológicos, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPq, pela concessão de bolsa durante a elaboração do estudo.

LITERATURA CITADA

Alexandersson, H. A homogeneity test applied to precipitation data. *Journal of Climatology*, v.6, p.661-675, 1986.

Alexandersson, H.; Moberg, A. Homogenization of Swedish temperature data. Part 1: Homogeneity test for linear trends. *International Journal of Climatology*, v.17, p.25-34, 1997.

Alexandrov, V.; Schneider, M.; Koleva, E.; Moisselin, J. M. Climate variability and change in Bulgaria during the 20th century. *Theoretical and Applied Climatology*, v.79, p.133-149, 2004.

Back, A. J. Aplicação de análise estatística para identificação de tendências climáticas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.717-726, 2001.

Bonsal, B. R.; Zhang, X.; Vicent, L. A.; Hogg, W. D. Characteristics of daily extreme temperatures over Canada. *Journal of Climate*, v.14, p.1959-1976, 2001.

Braga, H. J.; Ghellre, R. Proposta de diferenciação climática para o Estado de Santa Catarina. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 11 e Reunião Latino-Americana de Agrometeorologia, 2, 1999, Florianópolis. Anais... Florianópolis: SBAGro, 1999. CD-Rom

Chmielewski, F. M.; Muller, A.; Bruns, E. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crop in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, v.121, p.69-78, 2004.

Chung, Y. S.; Yoon, M. B. Interpretation of recent temperature and precipitation trends observed in Korea. *Theoretical and Applied Climatology*, v.67, p.171-180, 2000.

Dias, M. A. F. S. As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina: Um estudo de caso visando à melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos. São José dos Campos: INPE, 2009. 67p.

Easterling, D. R.; Horton, B.; Jones, P. D.; Peterson, T. C.; Karl, T. R.; Parker, D. E.; Salinger, M. J.; Razuvayev, V.; Plummer, N.; Jamason, P.; Folland, C. K. Maximum and minimum temperature trends for the Globe. *Science*, v.277, p.364-367, 1997.

Gemmer, M.; Becker, S.; Jiang, T. Observed monthly precipitation trends in China 1951-2002. *Theoretical and Applied Climatology*, v.77, p.39-45, 2004.

Haylock, M. R.; Peterson, T. C.; Alves, L. M.; Ambrizzi, T.; Anunciação, Y. M. T.; Baez, J.; Barros, V. R.; Merlato, M. A.; Bidegain, M.; Coronel, G.; Corradi, V.; Garcia, V. J.; Grimm, A. M.; Karoly, D.; Marengo, J. A.; Marino, M. B.; Moncunill, D. F.; Nechet, D.; Quintana, J.; Rebello, E.; Rusticucci, M.; Santos, J. L.; Trebejo, I.; Vicent, L. A. Trends in total and extreme South American rainfall in 1960-2000 and links with Sea Surface Temperature. *Journal of Climate*, v.19, p.1490-1512, 2006.

Jones, P. D.; Osborn, T. J.; Briffa, K. R. The evolution of climate over the last millennium. *Science*, v.292, p.662-667, 2001.

Kendall, M. G. Rank correlation methods. London: Charles Griffin, 1975. 120p.

Mann, H. B. Nonparametric tests against trend. *Econometrica*, v.13, p.245-259, 1945.

Molion, L. C. B. Aquecimento global, El Niños, manchas solares, vulcões e oscilação decadal do Pacífico. *Revista Climanalise*, n.1, p.1-5, 2006.

Obasi, G. O. P. Statement at the International Symposium on Climate Change: Beijing China. Geneva: WMO. 2003. 4p.

Obregón, G.; Marengo, J. A. Caracterização do clima do século XX no Brasil: Tendências de chuvas e temperaturas médias e extremas. Mudanças climáticas globais e efeitos sobre a biodiversidade. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007. 91p. Relatório n.2

Pereira, A. R.; Angelocci, L. R.; Sentelhas, P. C. Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 2002. 478p.

Santos, D. N.; Silva, V. de P. R.; Sousa, F. A. S.; Silva, R. A. Estudo de alguns cenários climáticos para o Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.14, p.492-500, 2010.

Silva, V. de P. R. On climate variability in Northeast of Brazil. *Journal of Arid Environments*, v.58, p.575-596, 2004.