

## ANÁLISE DA VARIAÇÃO SAZONAL E CORRELAÇÕES CLIMÁTICAS DA TEMPERATURA DO AR NA CIDADE DE PORTO ALEGRE NO PERÍODO DE 1960-2009

**CRUZ, William Cesar de Freitas<sup>1</sup>; NUNES, André Becker<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup>*Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) – Faculdade de Meteorologia, Pelotas, RS., willcesarcruz@gmail.com<sup>1</sup>, andre.nunes@ufpel.edu.br<sup>2</sup>.*

### 1 INTRODUÇÃO

Vários trabalhos científicos vêm indicando um clima global em cenário de aquecimento (por exemplo, Kellog 1991), o que provavelmente tende a ser mais facilmente observado em centros urbanos de grande porte devido ao efeito urbanístico de ilha de calor. Desta forma, este trabalho investiga se a cidade de Porto Alegre apresenta algum sinal de aumento de temperatura do ar ao longo das últimas cinco décadas comparando as climatologias de 1960-1989 e 1980-2009. Além disso, são apresentadas as correlações com índices climáticos, para que se avalie a influência das anomalias climáticas na temperatura máxima, média e mínima em Porto Alegre.

### 2 METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Neste estudo são usadas as médias mensais dos dados de temperatura do ar mínima, média e máxima, obtidos da estação meteorológica de superfície de Porto Alegre (30°01'58"S, 51°13'48") – vinculada ao INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) por meio do 8° Distrito de Meteorologia. Foram obtidas médias mensais ao longo de todo o período analisado – 1960 à 2009 – para que se compare a variação da climatologia de 1980-2009 com a de 1960-1989. Para a análise das correlações, foram usados seis índices climáticos MEI (Multivariate El Niño Index), ONI (Oceanic Niño Index), IOS (Índice de Oscilação Sul), ODP (Oscilação Decadal do Pacífico), OQB (Oscilação Quase-Bienal) – todos obtidos do site do NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), e IAS (Índice do Atlântico Sul) (Santos, 2011). Estas correlações foram calculadas para 4 domínios temporais distintos: zero, um, dois e três meses de defasagem entre o dado do índice climático e o da temperatura. A significância estatística dos coeficientes de correlação linear entre os índices climáticos e os valores de temperatura foi verificada por meio do teste t-Student, que utiliza a seguinte fórmula para a obtenção do resultado (Lopes, 2006):

$$t = r \sqrt{\frac{n-2}{1-r^2}}$$

Onde t é comparada com o valor da tabela de distribuição t de Student com n-2 graus de liberdade, n = número de variáveis da série de dados e r é o coeficiente de correlação.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos abaixo (figuras 1,2 e 3) mostram a variação sazonal do comportamento da temperatura máxima, média e mínima respectivamente entre os períodos 1980-2009 e 1960-1989.

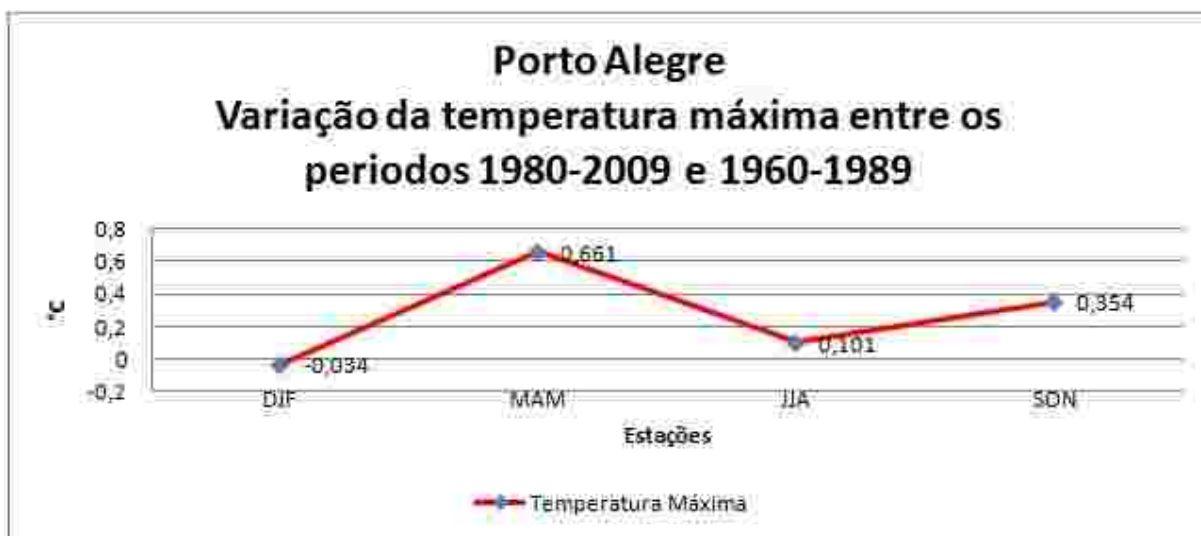


Figura 1. Variação sazonal do comportamento da temperatura máxima entre os períodos 1980-2009 e 1960-1990. DJF representam os meses relativos ao verão, MAM ao outono, JJA ao inverno e SON a primavera.

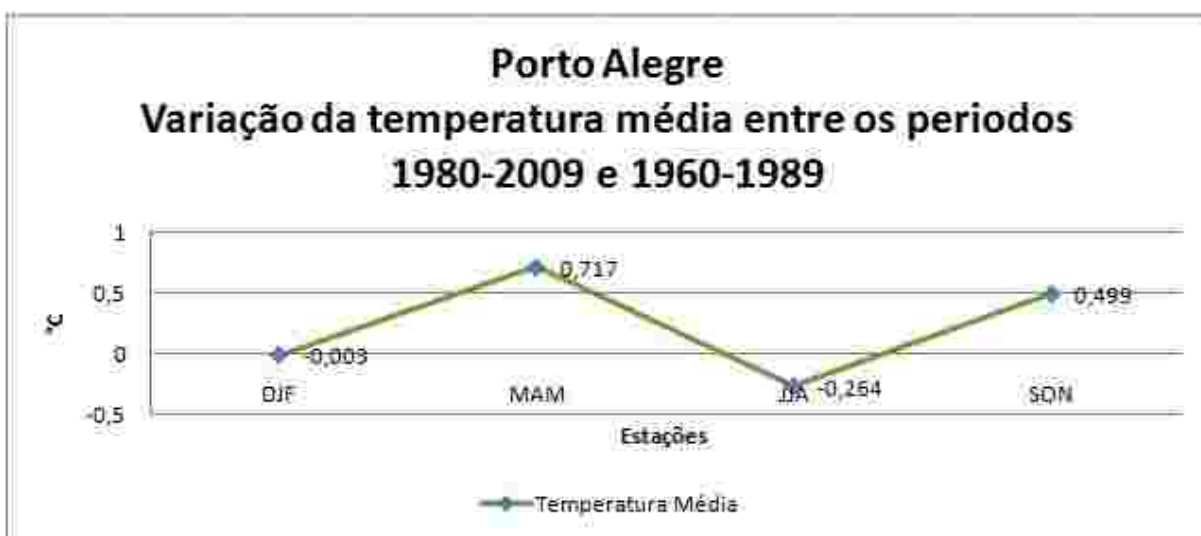


Figura 2. Idem a Figura 1, mas para a temperatura média.

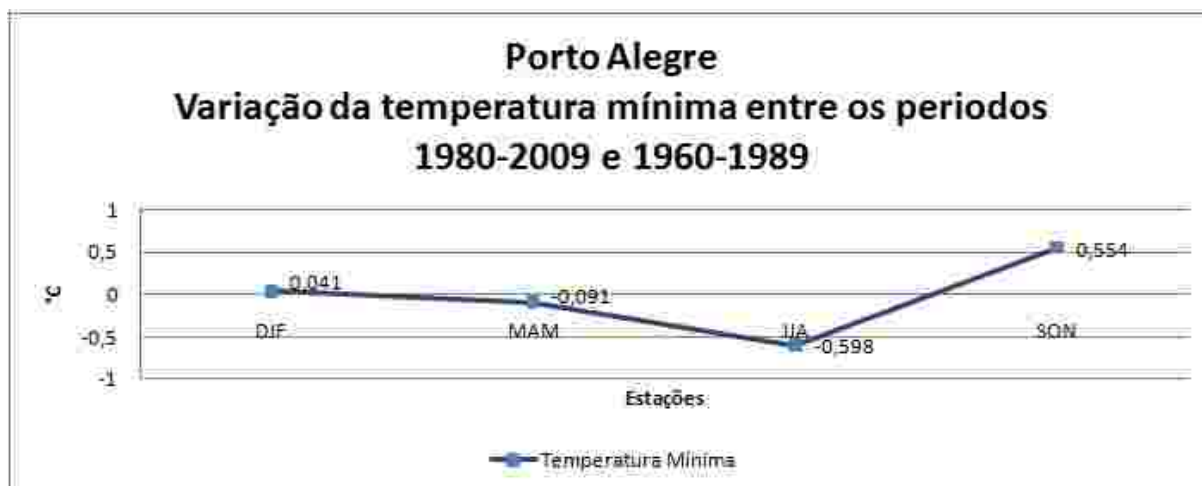


Figura 3. Idem a Figura 1, mas para a temperatura mínima.

Em adição, verificou-se que a temperatura média climatológica de Porto Alegre subiu de 20,211°C (1960-1989) para 20,448°C (1980-2009). Abaixo, a Tabela com as correlações entre as temperaturas e os índices climáticos:

	sem defasagem			defasagem de 1 mês			defasagens de 2 meses			defasagens de 3 meses		
	T.Máx	T.Méd	T.Mín	T.Máx	T.Méd	T.Mín	T.Máx	T.Méd	T.Mín	T.Máx	T.Méd	T.Mín
IAS	75%	95%	97,50%	99,50%	99,50%	99,95%	99,50%	99,95%	99,95%	99,50%	99,50%	99,50%
IOS	--	--	60%	75%	60%	60%	75%	75%	60%	75%	60%	60%
MEI	75%	75%	60%	--	--	--	--	--	60%	60%	60%	75%
ODP	95%	90%	90%	--	--	--	90%	90%	90%	99,50%	99,50%	99%
OQB	99%	99%	99,95%	99,95%	99,95%	99,95%	99,95%	99,95%	99,95%	99,50%	99,50%	99,50%
ONI	60%	--	60%	75%	60%	--	60%	60%	--	--	--	--

Tabela 1. Tabela mostrando os valores da significância da correlação das temperaturas com os índices climáticos.

Salienta-se a necessidade de se correlacionar mensalmente os fenômenos climáticos com os eventos, ao invés de anualmente, pois tanto os fenômenos climáticos quanto a temperatura apresentam variações intra-anuais que não devem ser desconsideradas.

#### 4 CONCLUSÃO

Os gráficos das diferenças entre as climatologias de 1960-1989 e 1980-2009 mostram um cenário de aquecimento (diferenças positivas) na maioria dos casos, exceto para o verão (temperatura máxima e média), outono (temperatura mínima) e inverno (temperatura média e mínima). Ou seja, das doze situações (4 estações e 3 variáveis), observou-se aquecimento em sete. Contudo, ressalta-se que considerando a média das três temperaturas, o verão teve um acréscimo mínimo de 0,0013°C, o outono teve acréscimo de 0,429°C, o inverno apresentou um decréscimo de 0,254°C e a primavera um acréscimo de 0,469°C. Ou seja, considerando os valores médios, enquanto o verão praticamente não teve alteração, o inverno apresenta-se um pouco mais frio, e outono e primavera tornaram-se consideravelmente mais quente. No geral, a temperatura média climatológica subiu de 20,211°C (1960-1989) para 20,448°C (1980-2009).

Em climatologia, normalmente se considera que uma correlação é estatisticamente significativa se tiver um nível de significância de pelo menos 95%. Assim, nota-se grande correlação linear entre a OQB e a temperatura de Porto Alegre, para todas as temperaturas e com resultados ainda mais linearmente correlacionados nos casos com defasagem. Da mesma forma o IAS, mas com resultados não significantes no caso da temperatura máxima sem defasagem. No caso da ODP, as correlações mais significativas foram observadas nos casos com defasagem de 3 meses. Não foi observada nenhuma correlação linear entre a temperatura do ar e o ENOS (El Niño – Oscilação Sul), como verificado através dos índices IOS, MEI e ONI, o que concorda com as correlações lineares feitas com médias anuais, de acordo com Cruz e Nunes (2011).

## 5 REFERÊNCIAS

Cruz, W. M., Nunes, A. B.. Análise do comportamento temporal da temperatura do ar na cidade de Porto Alegre no período de 1960-2008. In: Encontro Sul-Brasileiro de Meteorologia, 4, 2011, Pelotas, **Anais eletrônicos...**, Pelotas, UFPel.

Kellogg, William W., 1991: Response to Skeptics of Global Warming. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, **72**, 499–511. doi: 10.1175/1520-0477(1991)072

Lopes, F. Z., **Relação entre o MEI (MULTIVARIATE ENSO INDEX) e a precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS: UFPel, 2006. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas, 2006.

Santos, E. B. **Índices oceânicos e sua relação com a precipitação pluvial do Rio Grande do Sul**. Pelotas, RS: UFPel, 2011. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Pelotas, 2011.