

## QUANTIFICAÇÃO DAS ONDAS DE CALOR EM PELOTAS (RS) E A CORRELAÇÃO COM A ATIVIDADE SOLAR

RIBEIRO, Bruno Zanetti <sup>1</sup>; NUNES, André Becker <sup>2</sup>

*<sup>1</sup>Bolsista do Programa de Educação Tutorial (PET/MEC/SESu) do curso de graduação em Meteorologia - Universidade Federal de Pelotas – UFPel.  
bruno\_z\_r@hotmail.com*

*<sup>2</sup>Professor do Departamento de Meteorologia/FMet – Universidade Federal de Pelotas – UFPel.  
andre.nunes@ufpel.edu.br*

### 1. INTRODUÇÃO

As ondas de calor são períodos prolongados com temperatura excessivamente alta, responsáveis por danos à saúde e prejuízos econômicos devidos à alta demanda de energia. Não existe uma metodologia unificada que defina uma onda de calor, principalmente por causa das variações geográficas do clima.

Nos últimos anos muitos cientistas passaram a acreditar que a atividade solar seja capaz de alterar o clima. Esta atividade é quantificada a partir do número de manchas solares, que varia de um máximo a outro em cerca de 11 anos (Ciclo Solar de 11 Anos). Friis-Christensen e Lassen (1991) obtiveram resultados os quais demonstram que a amplitude da variabilidade solar tem alta relação com as temperaturas no Hemisfério Norte em 130 anos observados, utilizando temperaturas médias de estações meteorológicas em todo o hemisfério.

Embora o ciclo solar de 11 anos cause uma alteração na radiação incidente no topo da atmosfera de cerca de 0,1% em relação à média (1366 W/m<sup>2</sup>), em um grande período de tempo o clima terrestre pode sofrer consideráveis variações. Além disso, a atividade solar é dosadora de uma série de outros fenômenos, como liberação de raios cósmicos de alta energia e ejeção de massa coronal. Os raios cósmicos incidentes na alta atmosfera são responsáveis pela sua ionização e influenciam na cobertura de nuvens, o que tem relação direta com o balanço energético da Terra (Svensmark e Friis-Christensen, 1997), e consequentemente com o clima.

No período de 1645 a 1715 o Sol apresentou pouquíssimas manchas, e o período ficou conhecido como Mínimo de Maunder. Este coincide com um período de temperaturas abaixo da média na Terra (Eddy, 1976), em que foram observados alguns dos piores invernos no Hemisfério Norte.

Este trabalho tem o objetivo de estudar a frequência das ondas de calor em Pelotas (RS) e correlacioná-las com os dados de atividade solar no período de 1931 a 2009. Assim, pretende-se melhor o comportamento das ondas de calor ao longo do tempo e melhorar sua previsibilidade.

### 2. METODOLOGIA (MATERIAL E MÉTODOS)

Para identificar uma onda de calor foi calculado o valor correspondente ao percentil 90 dos dados de temperatura máxima de acordo com dois métodos: no primeiro, calculou-se o percentil 90 para cada mês utilizando os dados do mês em todos os anos da série (1931 – 2009). Os valores encontrados estão expostos na Tabela 1. No segundo, utilizou-se a série inteira de dados, e o valor obtido correspondente ao percentil 90 foi 29,6°C. Portanto, se o valor correspondente fosse ultrapassado por três dias consecutivos, caracterizaria uma onda de calor. Os dados de temperatura máxima diária são da Estação Agroclimatológica de Pelotas (31°52'00"S, 52°21'24"O), pertencente à rede do INMET..

Mês	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Temperatura(°C)	32,8	32,2	31,0	28,2	26,0	23,8	24,0	24,8	24,2	26,6	28,8	31,5

Tabela 1: Valores correspondentes ao percentil 90 para cada mês.

Os dados referentes à atividade solar foram disponibilizados através do *website* da NASA - National Aeronautics and Space Administration (<http://solarscience.msfc.nasa.gov/>), os quais contabilizam a média de manchas solares em cada mês da série utilizada. Após a contagem das ondas de calor foi calculada a correlação linear entre as séries.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Pelo primeiro método utilizado para caracterizar as ondas de calor percebe-se que no mês de Julho é mais frequente a ocorrência do fenômeno (Figura 1). Isto porque este método identifica a onda de calor como uma anomalia de cada mês, sendo o inverno caracterizado por variações de temperatura devido à maior frequência de sistemas frontais. Novembro foi o mês que apresentou o menor número de ondas.

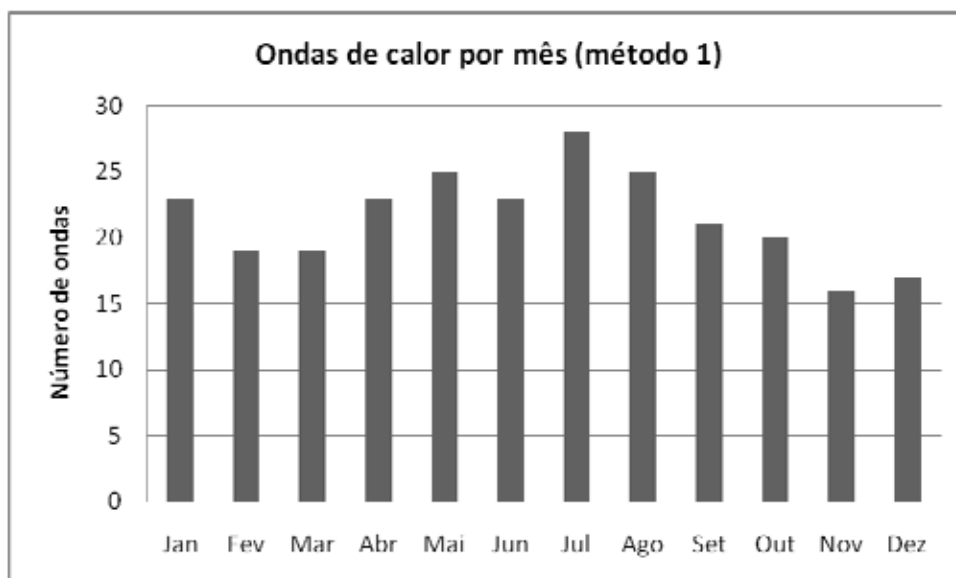


Figura 1: Número de ondas de calor em cada mês da série utilizando o método 1.

Com o segundo método, que identifica a onda relativa ao ano inteiro, observou-se que a grande maioria das ondas ocorre no verão, principalmente no mês de Janeiro (gráfico não mostrado), o que era esperado.

A evolução das ondas de calor ao longo dos anos utilizando os dois métodos é similar. A linha de tendência linear nos dois gráficos (Figuras 2 e 3) apresentou coeficiente negativo baixo, que permite concluir uma pequena diminuição na ocorrência de ondas de calor.

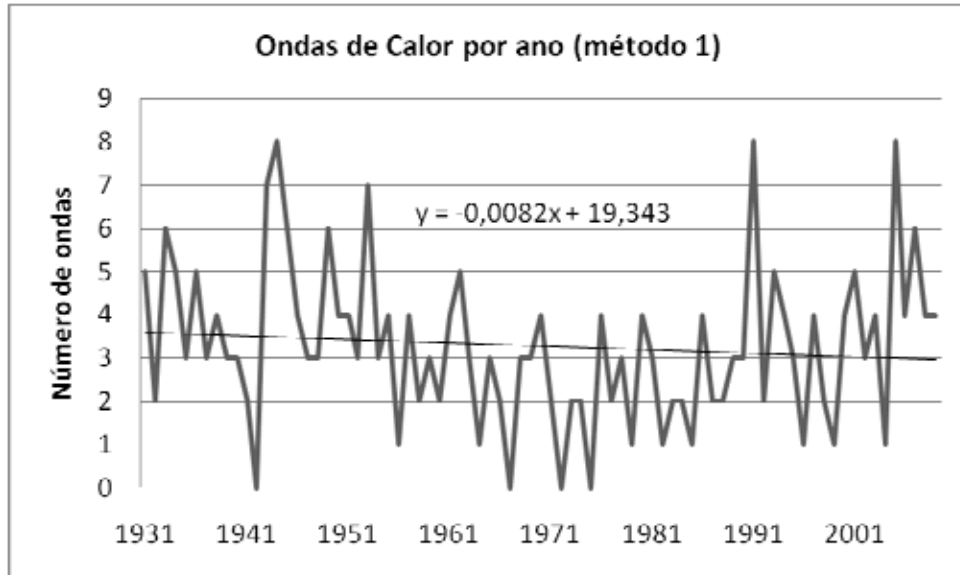


Figura 2: Número de ondas de calor em cada ano utilizando o método 1.

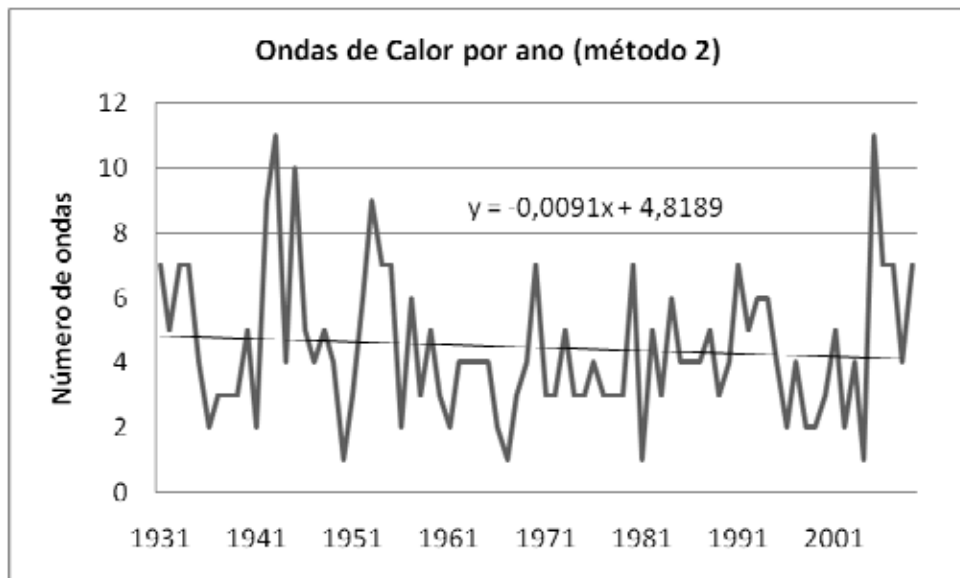


Figura 3: Número de ondas de calor em cada ano utilizando o método 2.

A comparação da frequência de ondas de calor com a atividade solar foi realizada para os dois métodos de identificação das ondas. Calculou-se a correlação linear entre o número mensal de ondas de calor com a média mensal de manchas solares. No primeiro método, com o percentil 90 calculado para cada mês, a correlação foi de -0,0271. O segundo método teve correlação de -0,0635. Estes valores indicam que não há relação entre as séries de dados.

Os ciclos solares ficam evidentes na Figura 4. A série de 78 anos abrangeu praticamente 7 ciclos solares (Figura 4).

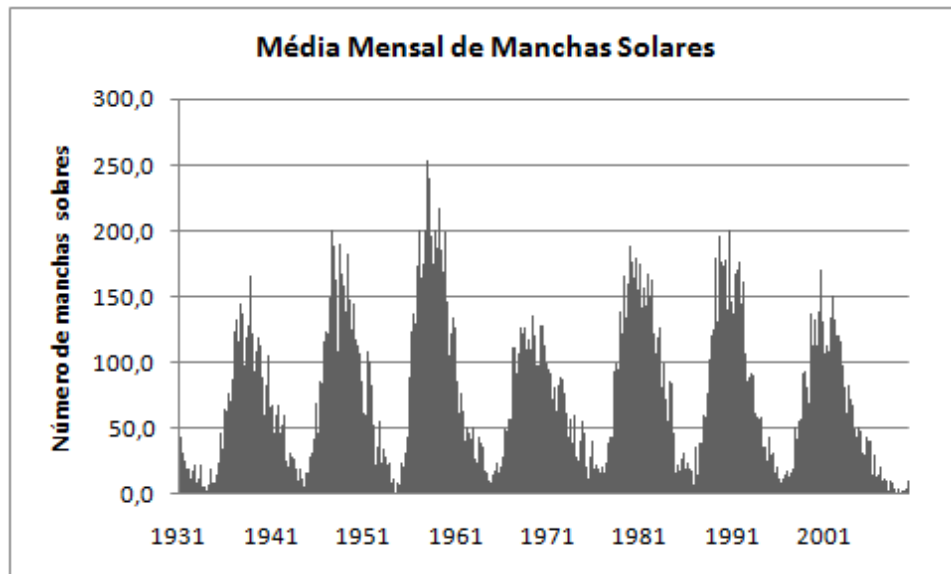


Figura 4: Ciclo Solar de 11 anos de 1931 a 2009.

#### 4. CONCLUSÕES

O presente estudo permitiu concluir que existiu uma diminuição mínima da frequência de ondas de calor em Pelotas (RS), utilizando dois métodos para caracterizar o fenômeno. A correlação existente entre as duas variáveis em estudo foi muito baixa, portanto a atividade solar não tem influência direta na frequência de ondas de calor em Pelotas (RS). Contudo, devido à complexidade do Sol e das diferentes formas de interferência deste sobre o clima terrestre, não é possível concluir que a atividade solar não afeta indiretamente a atmosfera da Terra, portanto são necessários estudos mais aprofundados do assunto.

#### 5. REFERÊNCIAS

EDDY, J.A. The Maunder Minimum, **Science**, Amsterdam, v. 192, n. 4245, p. 1189 – 1202, 1976;

FRIIS-CHRISTENSEN, E., LASSEN, K. Length of the Solar Cycle: An Indicator of Solar Activity Closely Associated with Climate. **Science**, Amsterdam, v. 254, n. 5032, p. 698 - 700, 1991;

NASA – MARSHALL SOLAR PHYSICS. Disponível em: <<http://solarscience.msfc.nasa.gov/>> . Acesso em: 27 de Julho de 2010.

SVENSMARK, H., FRIIS-CHRISTENSEN, E. Variation of Cosmic Ray Flux and Global Cloud Coverage – a Missing Link in Solar-climate Relationships. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, Amsterdam, v. 59, n. 11, p. 1225 – 1232, 1997;