

**PKS**

PUBLIC  
KNOWLEDGE  
PROJECT

**REVISTA DE GEOGRAFIA  
(UFPE)**

[www.ufpe.br/revistageografia](http://www.ufpe.br/revistageografia)

**OJS**

OPEN  
JOURNAL  
SYSTEMS

## **MÉDIAS E VARIABILIDADE DOS TOTAIS MENSAIS E ANUAIS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ, RS**

*Paola da Costa Silveira<sup>1</sup>*

*1- Mestra em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil.  
Professora de Geografia da E.E.E.B. Presidente Roosevelt, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil – e-mail:  
paoladscs@gmail.com*

*Artigo recebido em 29/04/2014 e aceito em 19/07/2015*

### **RESUMO**

Esse trabalho objetivou analisar as médias e a variabilidade da precipitação pluviométrica na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS. Foram utilizados os totais mensais e anuais da precipitação pluviométrica de 13 estações pluviométricas instaladas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí e no seu entorno. Foram determinadas as médias, o desvio padrão, o coeficiente de variação e os valores extremos dos totais mensais e anuais das precipitações pluviométricas. Constatou-se que as médias dos totais mensais das chuvas estão distribuídas de forma similar ao longo dos doze meses do ano e que, os valores do desvio padrão e coeficiente de variação entre os valores mensais e anuais, bem como os valores extremos absolutos mensais e anuais são elevados.

**Palavras-chave:** Estatística; Desvio Padrão; Coeficiente de Variação.

## **MEAN AND VARIABILITY OF TOTAL MONTHLY AND ANNUAL RAINFALL THE BASIN OF RIVER VACACAÍ, RS**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to analyze the average and the variability of rainfall in the area of the Vacacaí River basin, in RS. It were used the monthly and yearly totals of rainfall from 13 rain stations installed in the area of the Vacacaí River basin and the vicinity. It were determined the averages, the standard deviation, the coefficient of variation and the extreme values from the monthly and yearly totals of rainfall. It was observed that the average, from the monthly totals, are distributed in a similar way along the twelve months of the year, and that the values of the standard deviation and the coefficient of variation between the monthly and annual values, as well as the monthly and yearly absolute extreme values are high.

**Keywords:** Statistics; Standard Deviation; Coefficient of Variation.

## INTRODUÇÃO

A quantificação da precipitação pluviométrica é fundamental para a caracterização da disponibilidade hídrica em uma bacia hidrográfica, tendo em vista que a chuva é um dos elementos climáticos que influencia, diretamente, as atividades humanas como abastecimento de água, irrigação, manutenção do sistema viário, dimensionamento e delimitação de áreas de preservação natural, saneamento básico e construção civil que são condicionadas, em grande parte, pela variação temporal das precipitações pluviométricas. O crescimento e o desenvolvimento vegetal e o bem-estar animal também são dependentes dessa variação temporal.

A sua quantificação temporal, que pode ser realizada por cálculos como médias, variabilidade, assimetria, frequência, intensidade, probabilidade, tempo de retorno e distribuição espacial, possibilita beneficiar-se da distribuição das chuvas ao longo do ano na busca de alternativas para minimizar os riscos advindos de eventos extremos, como enxurradas e períodos longos de estiagem.

Na área e no entorno da bacia hidrográfica do rio Vacacaí existem várias estações pluviométricas (Fernandes *et al.*, 1996). Silveira *et al.* (2011) determinaram a homogeneidade das séries históricas de dados registrados, mas a quantificação temporal ainda não havia sido realizada. Assim, é importante que a variação temporal das séries de dados registrados nas estações pluviométricas localizadas na área e no entorno desta bacia hidrográfica sejam quantificadas, servindo de base para a tomada de decisões na gestão e no gerenciamento dos recursos hídricos.

No presente estudo objetivou-se quantificar as médias, a variabilidade e os valores extremos dos totais mensais e anuais da precipitação pluviométrica registrados nas estações pluviométricas localizadas na área e no entorno da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, estado do Rio Grande do Sul.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados os totais mensais e anuais da precipitação pluviométrica de 13 estações pluviométricas (Tabela 1), todas com período igual ou superior a 20 anos de observações. As séries históricas dos totais mensais das 13 estações são homogêneas (Silveira *et al.*, 2011). Na Tabela 1 estão relacionadas as estações pluviométricas utilizadas, as instituições a que pertencem, as coordenadas geográficas e o período de observações.

As médias dos totais mensais e anuais da precipitação pluviométrica para cada estação pluviométrica foram calculadas somando-se o valor mensal de cada ano, considerando-se todo o período de observação e dividindo-se pelo número de anos com observações (Oliveira Filho *et al.*; 2001).

**Tabela 1:** Relação das estações pluviométricas, com 20 anos ou mais de observações, localizadas na área e no entorno da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS, instituições a que pertencem, coordenadas geográficas e período de observações.

| Estações             | Instituição          | Latitude  | Longitude | Altitude<br>(m) | Período de observações |         |
|----------------------|----------------------|-----------|-----------|-----------------|------------------------|---------|
|                      |                      | (S)       | (w)       |                 | Início                 | Término |
| São Marcos           | DPH <sup>1</sup>     | 29°40'00" | 53°41'00" | 90              | 1953                   | 1983    |
| Boca do Monte        | FEPAGRO <sup>2</sup> | 29°41'24" | 53°48'42" | 158             | 1964                   | 2008    |
| Santa Maria          | INMET <sup>3</sup>   | 29°43'27" | 53°43'12" | 95              | 1912                   | -       |
| Passo das Tropas     | DPH <sup>1</sup>     | 29°45'00" | 53°29'00" | 44              | 1957                   | 1979    |
| São José da Porteira | DPH <sup>1</sup>     | 29°47'00" | 53°59'59" | 153             | 1954                   | 1979    |
| Caranguejo           | DPH <sup>1</sup>     | 29°50'00" | 54°00'00" | 106             | 1957                   | 1984    |
| Pau Fincado          | DPH <sup>1</sup>     | 29°55'00" | 54°20'00" | 200             | 1954                   | 1984    |
| Formigueiro          | DPH <sup>1</sup>     | 30°00'00" | 53°30'00" | 110             | 1951                   | 1981    |
| Cachoeira do Sul     | INMET <sup>2</sup>   | 30°02'00" | 52°53'00" | 73              | 1912                   | 1974    |
| Barro Vermelho       | ANA <sup>4</sup>     | 30°08'27" | 53°09'43" | 100             | 1951                   | 2006    |
| São Sepé             | DPH <sup>1</sup>     | 30°10'00" | 53°35'00" | 110             | 1951                   | 1974    |
| São Gabriel-Fepagro  | FEPAGRO <sup>2</sup> | 30°20'27" | 54°19'01" | 109             | 1963                   | 2008    |
| Caçapava do Sul      | INMET <sup>3</sup>   | 30°30'00" | 53°29'00" | 420             | 1944                   | 1966    |

Fonte: Agência Nacional de Águas, 2009 (adaptado)

<sup>1</sup>DPH – Departamento de Portos e Hidrovias; <sup>2</sup>FEPAGRO – Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária;

<sup>3</sup>INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e <sup>4</sup>ANA – Agência Nacional de Águas

A variabilidade dos totais mensais e anuais foi determinada por meio do desvio padrão e coeficiente de variação com o uso de planilhas do Excel 2007. O desvio padrão ( $\sigma$ ) foi determinado segundo a equação 1:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \quad (1)$$

em que X é o total mensal ou anual de precipitação pluviométrica,  $\bar{X}$  a média dos totais mensais ou anuais e n o número de anos com observações (Siegel, 1975).

Para o cálculo do coeficiente de variação (CV) foi utilizada a equação 2:

$$CV = \frac{\sigma}{\bar{X}} 100 \quad (2)$$

Para a determinação dos valores extremos das precipitações foram utilizados o maior e o menor valor de ocorrência extrema de precipitação pluviométrica dos totais mensais e seu respectivo ano de ocorrência.

O mapa hipsométrico foi confeccionado utilizando-se imagens SRTM - *Shuttle Radar Topography Mission* - nomenclaturas SH-22-Y-A, SH-22-Y-B, SH-22-Y-C, SH-22-Y-D (Miranda, 2005). A partir das imagens foram extraídas curvas de nível pelo uso da ferramenta *countour* do *ArcMap 9.3*, sendo posteriormente aplicada a ferramenta *merge* para união dos *shapes* das curvas de nível (Silveira, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 está representada a variação hipsométrica da área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, onde é possível observar a predominância do compartimento geomorfológico da Depressão Central (com altitudes entre 30 e 120 metros acima do nível do mar).

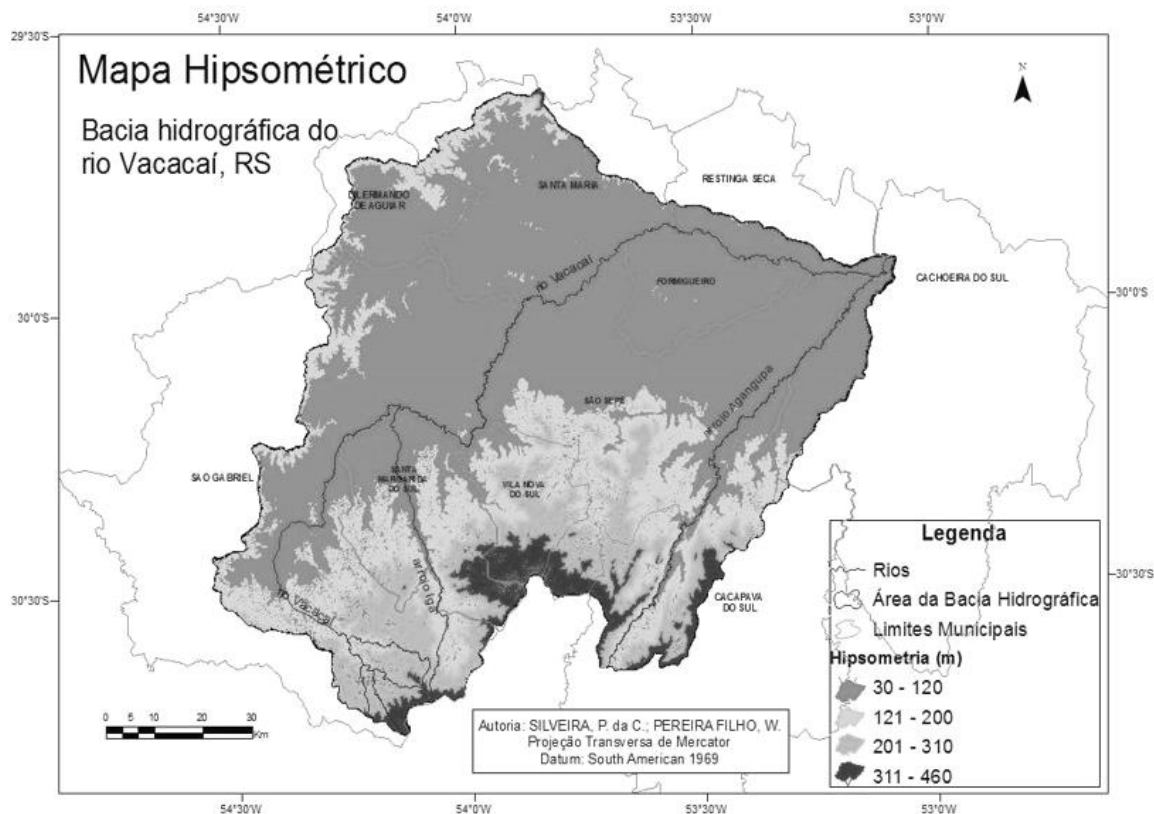
As maiores altitudes (acima de 200 metros) encontram-se no Escudo Rio-Grandense, altitudes similares são encontradas, ainda, no extremo norte da bacia hidrográfica, em área do Planalto Rio-Grandense localizada no município de Santa Maria. Ainda é possível identificar as nascentes do rio Vacacaí na área do Escudo Rio-Grandense em altitude superior a 310 metros e sua foz no município de Cachoeira do Sul, com valores altimétricos inferiores a 120 metros.

Na Tabela 2 estão representadas as médias dos totais mensais e anuais de precipitação pluviométrica e o número de anos com observações das 13 estações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí e no seu entorno, com número igual ou superior a 20 anos com observações. Constata-se que os valores das médias estão distribuídos de forma similar ao longo dos doze meses do ano para todas as estações pluviométricas. Isso ocorre mesmo naquelas estações com os menores períodos com coleta de dados, assim pode-se inferir que para a área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí o regime pluviométrico é do tipo isoigro.

O maior valor, entre as médias dos totais mensais de precipitação pluviométrica, ocorreu no mês de setembro para a estação Caçapava do Sul (183,2mm), estando localizada em altitude superior aos 400 metros acima do nível do mar. É influência do relevo da área da bacia hidrográfica, principalmente da altitude, como está descrito na publicação de Silveira (2012). Quanto ao menor valor ao longo dos doze meses do ano, ele foi registrado no mês de novembro

na estação São Sepé, essa estando localizada em altitude aproximada a 100m acima do nível médio do mar e com período de registro (Tabela 1) inserido na fase fria da ODP - Oscilação Decadal do Pacífico (Streck *et al.*, 2009).

**Figura 1:** Mapa hipsométrico da área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS e



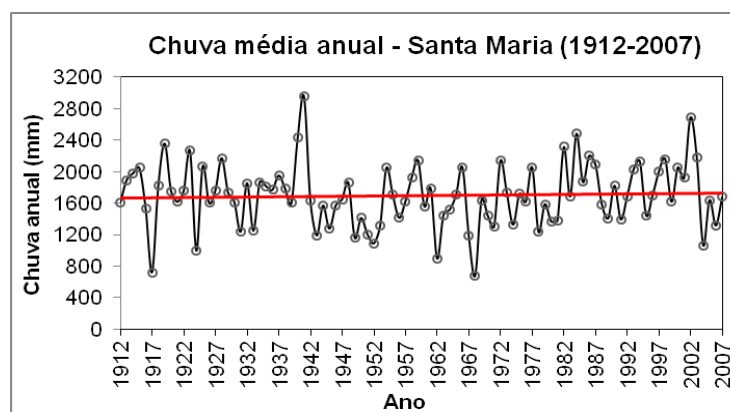
**Tabela 2:** Médias dos totais mensais e anuais (x) e número de anos (n) com observação das precipitações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS e seu entorno.

| Estações             |   | J     | F     | M     | A     | M     | J     | J     | A     | S     | O     | N     | D     | Ano    |
|----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| São Marcos           | N | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 30    | 31    | 31    | 31    | 31    | 31    | 31     |
|                      | X | 133,8 | 144,0 | 125,3 | 113,0 | 110,0 | 132,6 | 131,5 | 130,8 | 143,1 | 146,2 | 103,8 | 119,6 | 1501,7 |
| Boca do Monte        | N | 44    | 44    | 45    | 44    | 44    | 44    | 44    | 44    | 44    | 43    | 42    | 41    | 45     |
|                      | X | 140,3 | 126,0 | 136,3 | 144,2 | 117,0 | 133,4 | 140,6 | 118,6 | 145,4 | 158,5 | 124,1 | 119,9 | 1554,6 |
| Santa Maria          | N | 94    | 95    | 95    | 95    | 95    | 95    | 96    | 95    | 96    | 95    | 96    | 96    | 96     |
|                      | X | 148,2 | 132,2 | 137,7 | 145,7 | 150,9 | 156,5 | 142,7 | 125,9 | 160,1 | 161,4 | 119,0 | 132,8 | 1713,1 |
| Passo das Tropas     | N | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 22    | 23    | 23    | 22     |
|                      | X | 128,5 | 103,5 | 116,6 | 97,5  | 87,6  | 129,0 | 124,4 | 158,1 | 145,4 | 132,3 | 90,9  | 114,5 | 1428,2 |
| São José da Porteira | N | 23    | 23    | 24    | 24    | 24    | 24    | 23    | 22    | 23    | 22    | 23    | 23    | 21     |
|                      | X | 112,1 | 108,5 | 111,3 | 102,8 | 84,0  | 98,7  | 104,2 | 114,1 | 128,6 | 142,1 | 77,5  | 114,8 | 1326,8 |
| Caranguejo           | N | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 26    | 27    | 25     |
|                      | X | 114,9 | 109,3 | 119,0 | 101,5 | 108,3 | 133,6 | 130,7 | 141,4 | 136,8 | 145,3 | 106,6 | 115,1 | 1447,5 |
| Pau Fincado          | N | 30    | 30    | 31    | 31    | 30    | 31    | 31    | 31    | 31    | 31    | 30    | 31    | 29     |
|                      | X | 129,7 | 116,  | 107,8 | 109,5 | 119,7 | 133,3 | 136,0 | 115,7 | 133,3 | 140,2 | 97,8  | 106,6 | 1453,4 |

|                       |   |       |       |       |       |       |        |       |       |       |       |       |       |        |
|-----------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Formigueiro           | N | 30    | 30    | 31    | 31    | 31    | 31     | 31    | 31    | 30    | 30    | 30    | 31    | 28     |
|                       | X | 125,6 | 101,3 | 110,5 | 90,4  | 88,4  | 140,5  | 126,6 | 122,9 | 149,1 | 136,0 | 95,2  | 105,0 | 1405,7 |
| Cachoeira do Sul      | N | 63    | 63    | 63    | 63    | 63    | 63     | 63    | 63    | 63    | 63    | 62    | 63    | 63     |
|                       | X | 119,3 | 110,6 | 105,9 | 110,6 | 128,9 | 151,4  | 151,4 | 139,4 | 150,7 | 128,8 | 87,4  | 101,0 | 1484,0 |
| Barro Vermelho        | N | 40    | 40    | 40    | 40    | 40    | 40     | 40    | 40    | 40    | 40    | 40    | 40    | 40     |
|                       | X | 132,7 | 109,3 | 103,2 | 127,7 | 101,7 | 142,7  | 143,9 | 117,0 | 156,2 | 152,6 | 98,3  | 105,3 | 1490,6 |
| São Sepé              | N | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 23     | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 24    | 24     |
|                       | X | 111,7 | 117,2 | 107,8 | 93,00 | 96,6  | 132,17 | 113,8 | 120,4 | 148,0 | 150,6 | 74,9  | 110,3 | 1370,9 |
| São Gabriel – Fepagro | N | 36    | 36    | 36    | 36    | 36    | 36     | 36    | 36    | 36    | 35    | 35    | 35    | 36     |
|                       | X | 108,1 | 119,3 | 117,7 | 144,7 | 122,0 | 118,3  | 132,5 | 92,7  | 134,0 | 142,5 | 122,8 | 95,8  | 1440,3 |
| Caçapava do Sul       | N | 22    | 23    | 23    | 23    | 23    | 23     | 23    | 23    | 23    | 23    | 23    | 23    | 23     |
|                       | X | 141,9 | 101,6 | 143,7 | 108,4 | 111,6 | 155,7  | 128,0 | 125,7 | 183,2 | 172,8 | 79,9  | 125,5 | 1571,8 |

Quanto aos valores médios anuais é possível observar que para as estações com períodos de observação menores (20 a 30 anos) as médias dos totais anuais são inferiores do que naquelas com período de observação maior. Isso se deve à maior probabilidade de ocorrência de valores extremos elevados, contemplados no cálculo das médias, ou pela influência da ODP, que interfere na variação dos totais de precipitação, conforme o período de observações de cada estação.

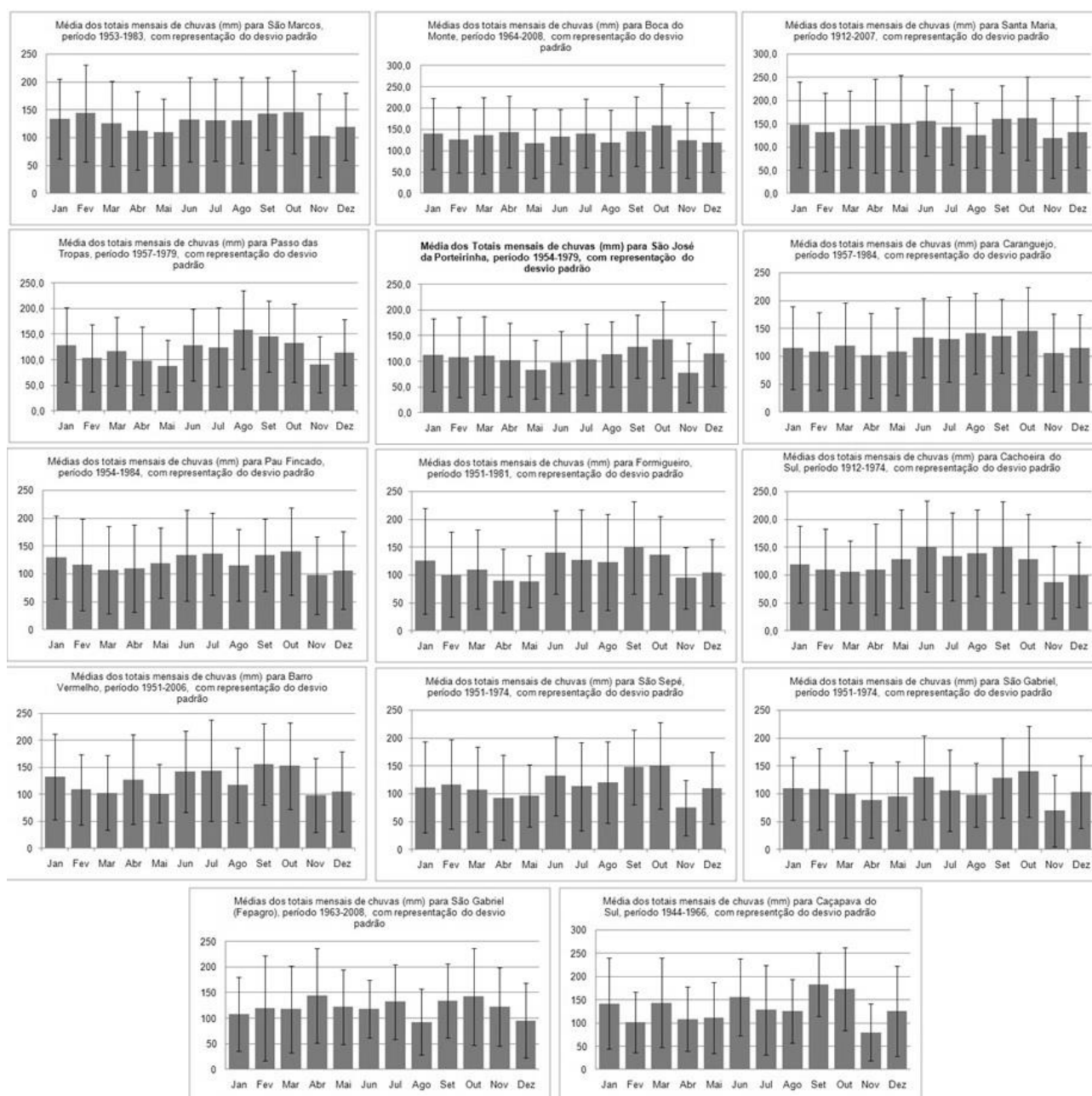
**Figura 2:** Média dos valores totais anuais de precipitação pluviométrica para a estação Santa Maria (1912 – 2007).



As séries de dados das estações pluviométricas utilizadas (Tabela 1) com exceção das estações Cachoeira, período 1912 a 1974, Boca do Monte, 1964 a 2008, Barro Vermelho 1951 a 2006 e São Gabriel-Fepagro, 1963 a 2008, que abrange partes da fase fria e quente, e Santa Maria, 1912 a 2008, que abrange duas fases quentes e uma fria, as outras se encontram na fase fria da ODP. Sabe-se que nos anos da fase quente a precipitação pluviométrica é mais elevada do que na fase fria da ODP (Streck *et al.*, 2009), como é possível observar na Figura 2, que representa os valores dos totais anuais de precipitação para a estação de Santa Maria, período

de 1912 a 2007: até meados da década de 1940 (fase quente da ODP) os totais anuais foram mais elevados do que aqueles do período de 1945 a 1980 (fase fria da ODP) e após a década de 1980 (fase quente da ODP), mais elevados novamente.

**Figura 3:** Médias dos totais mensais, em mm (colunas) e desvio padrão, em mm (retas), dos totais mensais de precipitação pluviométrica de 13 estações pluviométricas, com mais de 20 anos de observações, localizadas na área e no entorno da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS.



Na Tabela 3 estão representados os valores do desvio padrão e do coeficiente de variação para os totais mensais e anuais de precipitação pluviométrica para as 13 estações pluviométricas utilizadas. Pela magnitude dos valores contata-se que a variabilidade entre meses e anos para cada estação é elevada. Os valores extremos do desvio padrão variaram de 46,4mm no mês de

maio para a estação Formigueiro a 109,1mm no mês de junho para a estação Caçapava do Sul e aqueles do coeficiente de variação de 37,3% no mês de setembro para os dados da estação Caçapava do Sul a 76,9% no mês de novembro para a estação Caçapava do Sul. Na representação gráfica das médias dos totais mensais e dos respectivos desvios padrão, Figura 3, pode-se observar com mais visibilidade a magnitude destes desvios em relação à média. Assim, infere-se que, mesmo as médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica serem distribuídas de forma similar ao longo dos doze meses do ano, nas estações pluviométricas da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS, podem ser registrados desvios de elevada magnitude em relação à média, ou seja, valores extremos e períodos longos com deficiência ou com excesso de água de precipitação pluviométrica.

**Tabela 3:** Coeficiente de variação (CV) e valores do desvio padrão ( $\sigma$ ) dos totais mensais e anuais dos dados de precipitação pluviométrica das estações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS.

| Estações              |          | J    | F     | M    | A     | M     | J    | J    | A    | S    | O    | N    | D    | Ano   |
|-----------------------|----------|------|-------|------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| São Marcos            | CV       | 53,4 | 60,4  | 60,9 | 62,2  | 54,6  | 57,2 | 55,8 | 58,9 | 45,5 | 50,8 | 72,2 | 50,3 | 22,2  |
|                       | $\sigma$ | 71,5 | 87,0  | 76,3 | 70,3  | 60,1  | 75,9 | 73,4 | 77,0 | 65,0 | 74,3 | 74,9 | 60,2 | 332,8 |
| Boca do Monte         | CV       | 59,3 | 61,3  | 65,2 | 58,5  | 68,9  | 48,3 | 56,9 | 64,4 | 55,7 | 61,4 | 71,1 | 58,5 | 26,0  |
|                       | $\sigma$ | 91,6 | 83,8  | 82,8 | 100,5 | 102,7 | 75,9 | 80,9 | 68,4 | 70,9 | 89,2 | 86,0 | 76,4 | 401,1 |
| Santa Maria           | CV       | 62,4 | 63,4  | 60,1 | 69,0  | 68,1  | 48,5 | 56,7 | 55,7 | 45,3 | 55,2 | 72,3 | 57,5 | 23,4  |
|                       | $\sigma$ | 92,4 | 83,8  | 82,8 | 100,5 | 102,7 | 75,9 | 80,9 | 70,2 | 72,5 | 89,2 | 86,0 | 76,4 | 401,1 |
| Passo das Tropas      | CV       | 56,8 | 63,7  | 57,4 | 68,2  | 57,9  | 53,8 | 62,2 | 48,3 | 47,9 | 57,9 | 60,2 | 55,5 | 21,9  |
|                       | $\sigma$ | 73,0 | 65,9  | 66,9 | 66,4  | 50,7  | 69,4 | 77,4 | 76,4 | 69,6 | 76,6 | 54,7 | 63,6 | 312,7 |
| São José da Porteira  | CV       | 63,3 | 71,6  | 67,9 | 69,7  | 62,9  | 61,3 | 66,4 | 55,9 | 47,7 | 51,9 | 69,9 | 54,7 | 21,8  |
|                       | $\sigma$ | 71,0 | 77,7  | 75,7 | 71,7  | 56,8  | 60,5 | 69,2 | 63,8 | 61,3 | 73,8 | 57,9 | 62,8 | 289,1 |
| Caranguejo            | CV       | 64,8 | 63,7  | 64,9 | 74,6  | 72,0  | 53,0 | 58,1 | 50,9 | 48,5 | 54,4 | 64,8 | 52,4 | 21,6  |
|                       | $\sigma$ | 74,5 | 69,6  | 77,2 | 75,7  | 78,0  | 70,7 | 76,0 | 72,0 | 66,4 | 79,0 | 69,1 | 60,3 | 312,6 |
| Pau Fincado           | CV       | 57,3 | 70,3  | 72,7 | 71,4  | 52,4  | 60,8 | 54,4 | 55,5 | 48,7 | 56,0 | 71,2 | 64,8 | 22,7  |
|                       | $\sigma$ | 74,3 | 81,9  | 78,3 | 78,1  | 62,7  | 81,1 | 74,0 | 64,2 | 64,9 | 78,5 | 69,6 | 69,1 | 329,2 |
| Formigueiro           | CV       | 75,4 | 75,8  | 64,6 | 63,1  | 52,5  | 53,2 | 71,7 | 70,3 | 55,2 | 51,1 | 57,8 | 56,9 | 23,6  |
|                       | $\Sigma$ | 94,7 | 76,8  | 71,4 | 57,1  | 46,4  | 74,8 | 90,8 | 86,5 | 82,3 | 69,5 | 55,0 | 59,7 | 332,1 |
| Cachoeira do Sul      | CV       | 57,7 | 64,9  | 52,5 | 74,0  | 68,3  | 53,7 | 53,7 | 55,7 | 54,3 | 62,2 | 73,8 | 57,9 | 24,4  |
|                       | $\sigma$ | 68,9 | 71,7  | 55,6 | 81,8  | 88,0  | 81,4 | 78,9 | 77,6 | 81,9 | 80,1 | 64,5 | 58,5 | 352,5 |
| Barro Vermelho        | CV       | 59,4 | 59,6  | 66,9 | 64,8  | 53,0  | 52,8 | 65,0 | 59,5 | 48,4 | 52,5 | 70,0 | 69,7 | 26,7  |
|                       | $\sigma$ | 78,9 | 65,1  | 69,0 | 82,7  | 53,9  | 75,4 | 93,5 | 69,6 | 75,7 | 80,2 | 68,8 | 73,4 | 397,3 |
| São Sepé              | CV       | 73,2 | 68,5  | 70,4 | 82,1  | 58,0  | 53,4 | 69,3 | 60,9 | 45,0 | 51,3 | 66,4 | 58,4 | 23,3  |
|                       | $\sigma$ | 81,7 | 80,3  | 75,9 | 76,4  | 56,1  | 70,6 | 78,9 | 73,3 | 66,6 | 77,3 | 49,7 | 64,5 | 318,8 |
| São Gabriel – Fepagro | CV       | 66,2 | 85,6  | 71,7 | 63,8  | 59,5  | 48,0 | 55,1 | 68,8 | 53,5 | 66,2 | 62,1 | 76,1 | 19,9  |
|                       | $\sigma$ | 71,6 | 102,2 | 84,4 | 92,3  | 72,6  | 56,8 | 73,0 | 63,8 | 71,7 | 94,3 | 76,2 | 72,9 | 287,3 |

|                 |          |      |      |      |      |      |      |       |      |      |      |      |      |       |
|-----------------|----------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|-------|
| Caçapava do Sul | CV       | 69,2 | 64,4 | 66,7 | 63,8 | 68,2 | 53,2 | 75,6  | 54,2 | 37,3 | 51,6 | 76,9 | 76,8 | 21,4  |
|                 | $\sigma$ | 96,0 | 81,2 | 88,3 | 64,9 | 73,6 | 90,4 | 109,1 | 72,3 | 74,3 | 81,2 | 64,9 | 90,9 | 380,9 |

Na Tabela 4 estão representados os valores extremos absolutos de precipitação pluviométrica para os totais mensais e anuais registrados nas estações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS e os anos de ocorrência. Constatase que os maiores valores extremos ocorreram naquelas estações com séries mais longas de dados. Isto se deve ao fato de que quanto maior o período com observações, maiores são as probabilidades de registros eventos extremos. Nas estações com um menor número de anos de observação os valores são, em geral, menos elevados. Isso pode ser constatado pelos valores extremos máximos da estação Santa Maria, período de 1912 a 2010 e Formigueiro, período de 1951 a 1981, em que os valores extremos máximos são, em geral, mais elevados do que aqueles de Formigueiro.

**Tabela 4:** Valores extremos dos totais mensais e anuais de precipitação pluviométrica (mm) das estações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS e seu entorno e respectivos anos de ocorrência.

| Estações                |         | Jan   | Fev   | Mar   | Abr   | Mai   | Jun   | Jul   | Ago   | Set   | Out   | Nov   | Dez   |
|-------------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| São Marcos              | > valor | 295,0 | 325,8 | 300,7 | 251,4 | 287,3 | 269,2 | 369,2 | 301,8 | 251,6 | 318,8 | 260,9 | 262,8 |
|                         | ano     | 1981  | 1969  | 1966  | 1959  | 1983  | 1982  | 1954  | 1972  | 1953  | 1963  | 1982  | 1966  |
|                         | < valor | 33,2  | 29,8  | 11    | 20,2  | 17,6  | 19,0  | 57,2  | 11,8  | 45,0  | 28,8  | 2,2   | 21,2  |
|                         | ano     | 1982  | 1957  | 1957  | 1982  | 1966  | 1956  | 1962  | 1968  | 1971  | 1962  | 1956  | 1967  |
| Boca do Monte           | > valor | 305,0 | 296,0 | 340,0 | 306,0 | 438,0 | 294,0 | 332,0 | 370,0 | 345,0 | 473,0 | 410,0 | 281   |
|                         | ano     | 1977  | 1982  | 1966  | 1984  | 1984  | 1982  | 1977  | 1972  | 1988  | 1997  | 1994  | 1966  |
|                         | < valor | 10    | 4,0   | 0     | 27,0  | 10,0  | 54,0  | 36,0  | 13,0  | 0     | 10,0  | 6,0   | 23,0  |
|                         | ano     | 1979  | 1989  | 1998  | 1982  | 1964  | 1964  | 1965  | 1993  | 1998  | 1981  | 1970  | 1972  |
| Santa Maria             | > valor | 445,7 | 448,8 | 496,4 | 615,3 | 453,5 | 331,2 | 358,6 | 308,9 | 363,5 | 476,8 | 357,3 | 357,3 |
|                         | ano     | 1996  | 1934  | 1913  | 1941  | 1941  | 1944  | 1987  | 1975  | 1988  | 1997  | 2003  | 2003  |
|                         | < valor | 0     | 0     | 29,6  | 11,1  | 4,6   | 0,7   | 0,3   | 0     | 0     | 22,5  | 5,7   | 6,1   |
|                         | ano     | 1913  | 1913  | 1981  | 1929  | 1996  | 1925  | 1951  | 1961  | 1963  | 1971  | 1954  | 1942  |
| Passo das Tropas        | > valor | 342,5 | 304,2 | 250,2 | 240,6 | 192,5 | 242,6 | 277,2 | 351,2 | 264,4 | 300,2 | 245,2 | 309,9 |
|                         | ano     | 1963  | 1973  | 1961  | 1959  | 1959  | 1971  | 1973  | 1972  | 1972  | 1963  | 1978  | 1965  |
| São José da Porteirinha | < valor | 30,8  | 26,8  | 25,1  | 5,3   | 1,8   | 22,0  | 39,4  | 11,4  | 33,8  | 25,0  | 2,7   | 23,2  |
|                         | ano     | 1965  | 1970  | 1958  | 1965  | 1966  | 1962  | 1969  | 1968  | 1970  | 1971  | 1973  | 1972  |
| São José da Porteirinha | > valor | 265,4 | 311,6 | 342,7 | 321,1 | 206,9 | 225,3 | 248,8 | 234,0 | 240,5 | 329,7 | 224,8 | 235,6 |
|                         | ano     | 1972  | 1955  | 1966  | 1959  | 1959  | 1959  | 1966  | 1972  | 1967  | 1963  | 1978  | 1966  |
| Porteirinha             | < valor | 9,6   | 8,5   | 0     | 0     | 0     | 7,2   | 18,6  | 10,6  | 30    | 30    | 0     | 26,4  |
|                         | ano     | 1979  | 1957  | 1957  | 1963  | 1962  | 1956  | 1959  | 1968  | 1974  | 1974  | 1959  | 1961  |

|                     |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Caranguejo          | > valor | 235,6 | 298,2 | 367,6 | 261,8 | 363,6 | 256,0 | 281,6 | 297,6 | 256,8 | 355,4 | 308,4 | 237,6 |
|                     | ano     | 1983  | 1973  | 1966  | 1984  | 1984  | 1984  | 1966  | 1972  | 1972  | 1963  | 1982  | 1965  |
|                     | < valor | 9,0   | 37,8  | 15,2  | 14,0  | 8,2   | 30,4  | 41,5  | 22,0  | 27,4  | 37,2  | 7,8   | 33,8  |
|                     | ano     | 1979  | 1984  | 1982  | 1974  | 1966  | 1979  | 1958  | 1968  | 1970  | 1974  | 1959  | 1983  |
| Pau Fincado         | > valor | 317,8 | 318,9 | 258,9 | 410,6 | 290,6 | 313,5 | 227,9 | 228,4 | 267,9 | 342,1 | 261,5 | 338,8 |
|                     | ano     | 1972  | 1982  | 1962  | 1959  | 1984  | 1972  | 1966  | 1975  | 1965  | 1961  | 1978  | 1965  |
|                     | < valor | 13,7  | 14,6  | 6,0   | 20,5  | 13,7  | 5,3   | 29,7  | 27,3  | 0     | 12,5  | 0     | 13,0  |
|                     | ano     | 1982  | 1957  | 1957  | 1974  | 1966  | 1962  | 1959  | 1983  | 1983  | 1974  | 1984  | 1984  |
| Formigueiro         | > valor | 370,8 | 308,9 | 314,2 | 209,0 | 173,2 | 339,1 | 327,2 | 266,3 | 270,6 | 238,8 | 202,2 | 270,2 |
|                     | ano     | 1956  | 1973  | 1966  | 1956  | 1970  | 1952  | 1973  | 1965  | 1965  | 1958  | 1977  | 1965  |
|                     | < valor | 0     | 0     | 16,4  | 5,5   | 0     | 29,0  | 0     | 7,4   | 35    | 166   | 5,0   | 6,0   |
|                     | ano     | 1960  | 1953  | 1957  | 1974  | 1965  | 1964  | 1951  | 1952  | 1970  | 1962  | 1973  | 1959  |
| Cachoeira           | > valor | 277,1 | 313,4 | 256,3 | 406,4 | 368,8 | 366,6 | 360,6 | 336,7 | 499,9 | 360,0 | 312,0 | 247,8 |
|                     | ano     | 1972  | 1934  | 1966  | 1941  | 1942  | 1944  | 1914  | 1972  | 1937  | 1929  | 1919  | 1965  |
|                     | < valor | 21,7  | 22,9  | 13,8  | 2,9   | 11,4  | 4,1   | 8,1   | 7,6   | 27,0  | 1,6   | 4,7   | 4,0   |
|                     | ano     | 1937  | 1968  | 1926  | 1974  | 1966  | 1925  | 1951  | 1968  | 1970  | 1917  | 1949  | 1942  |
| Barro Vermelho      | > valor | 306,4 | 263,8 | 352,6 | 255,6 | 226,6 | 338,2 | 385,5 | 358,1 | 302,1 | 351,2 | 319,9 | 359,9 |
|                     | ano     | 1956  | 1954  | 1959  | 1959  | 2002  | 1952  | 1987  | 1972  | 2002  | 2002  | 1963  | 1997  |
|                     | < valor | 4,9   | 2,2   | 3,4   | 23,3  | 9,3   | 26,4  | 1,1   | 10,2  | 18,9  | 18,8  | 1,9   | 32,4  |
|                     | ano     | 1951  | 1989  | 1988  | 1963  | 1966  | 1956  | 1951  | 1993  | 1970  | 1974  | 1956  | 1962  |
| São Sepé            | > valor | 292,1 | 325,8 | 300,7 | 251,4 | 232,4 | 269,2 | 369,2 | 301,8 | 251,6 | 318,8 | 260,9 | 218,2 |
|                     | ano     | 1956  | 1969  | 1966  | 1959  | 1970  | 1982  | 1954  | 1972  | 1953  | 1963  | 1982  | 1970  |
|                     | < valor | 33,2  | 29,8  | 11    | 20,2  | 17,6  | 19    | 57,2  | 11,8  | 35,8  | 33    | 2,2   | 21,2  |
|                     | ano     | 1982  | 1957  | 1959  | 1982  | 1966  | 1956  | 1962  | 1968  | 1970  | 1981  | 1956  | 1967  |
| São Gabriel Fepagro | > valor | 363,7 | 421,7 | 362,4 | 394,3 | 380,7 | 214,8 | 288,0 | 242,7 | 333,6 | 376,7 | 228,5 | 334,0 |
|                     | ano     | 1998  | 2000  | 1980  | 1993  | 1984  | 1988  | 1978  | 1980  | 1989  | 2002  | 1983  | 1997  |
|                     | < valor | 8,9   | 25,1  | 20,2  | 13,7  | 4,9   | 24,3  | 16,4  | 4,0   | 32,5  | 24,3  | 2,7   | 7,6   |
|                     | ano     | 1981  | 1973  | 1984  | 1983  | 1989  | 1990  | 1996  | 1993  | 1981  | 1984  | 1986  | 1988  |
| Caçapava            | > valor | 361,1 | 247,1 | 452,7 | 338,7 | 250,7 | 322,2 | 352,8 | 247,9 | 343,9 | 379,1 | 359,8 | 359,8 |
|                     | ano     | 1956  | 1954  | 1966  | 1959  | 1957  | 1954  | 1966  | 1959  | 1965  | 1944  | 1966  | 1966  |
|                     | < valor | 32,6  | 24,4  | 19,3  | 24,0  | 11,0  | 16,7  | 2,4   | 25,3  | 55,4  | 33,9  | 4,2   | 4,0   |
|                     | ano     | 1962  | 1957  | 1945  | 1963  | 1964  | 1962  | 1951  | 1948  | 1946  | 1945  | 1954  | 1944  |

Comparando-se os eventos extremos, Tabela 4, com os valores das médias dos totais mensais, Figura 3 e Tabela 2, constatam-se um elevado afastamento dos valores extremos em relação às médias, ratificando as causas de ocorrência da elevada variabilidade. Isso está comprovado pelos a ocorrência dos altos valores do desvio padrão e do coeficiente de variação encontrados para cada série de dados das estações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí e seu entorno.

Outra constatação é que para as estações com período de observações mais curto a concentração dos valores extremos máximos concentram-se nas décadas de 1960 e 1970, tendo como exemplo o mês de março onde em 10 estações pluviométricas das 13 em estudo, concentram seus valores extremos máximos no ano de 1966.

Ainda é possível identificar a concentração dos valores extremos mínimos para as décadas de 1950 e 1960, como exemplo o mês de agosto com oito das estações pluviométricas em estudo apresentando valores extremos mínimos no ano de 1968. Entretanto, nas estações com séries longas de observações e que abrange duas fases, quente e fria, do ODP, os valores extremos máximos ocorreram, principalmente, nos meses do período da fase quente. Isto pode ser constatado para a estação de Santa Maria, onde, exceção do mês de agosto, todos os valores extremos máximos ocorreram nas fases quentes do ODP.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pelos resultados obtidos com os totais mensais de precipitação pluviométrica registrados nas estações pluviométricas localizadas na área e no entorno da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, pode-se inferir que o regime pluviométrico da região é do tipo isoigro.

Constatou-se que as médias dos totais mensais de precipitação pluviométrica são distribuídas de forma similar ao longo dos doze meses do ano. Sendo possível, ainda, identificar a inexistência de estações secas ou chuvosas bem definidas.

Quanto a análise da variabilidade temporal, para todas as estações pluviométricas são observadas ocorrências de valores extremos significativos, um indicativo de incidência de eventos extremos ao longo dos anos, com ocorrência de períodos com déficit ou excesso de precipitação pluviométrica.

## REFERÊNCIAS

- FERNANDES, D. Inventário das Estações Pluviométricas. Brasília: Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica/Ministério de Minas e Energia, 1996, n/p
- MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso: 20 jul. 2011.
- OLIVEIRA FILHO, J. da. C.; et al. Caracterização do regime pluviométrico da região do projeto rio Formoso na bacia do Araguaia, TO, Brasil. In.: Acta Amazonica. Manaus, v. 31(2), 2001. p. 221-226.

SIEGEL, S. Estatística não paramétrica. São Paulo: Makron Books do Brasil, 1975.

SILVEIRA, P. da C. Precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí, RS. 2012. 54f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia e Geociência, UFSM, Santa Maria, RS

SILVEIRA, P. da C.; *et al.* Consistência dos dados de precipitação pluviométrica das estações pluviométricas localizadas na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí, RS. In.: FIGUEIREDO, L. C.; FIGUEIRÓ, A. S. (org.) Reflexões sobre a Geografia do Rio Grande do Sul: temas em debate. Santa Maria: UFSM, 2010. p. 159-171. Disponível em <[http://w3.ufsm.br/ppggeo/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=24&Itemid=30](http://w3.ufsm.br/ppggeo/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=24&Itemid=30)>. Acesso: 19 mai. 2011.

STRECK, N. A. et al. Associação da variabilidade da precipitação pluvial em Santa Maria com a Oscilação Decadal do Pacífico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 2009.