

## VARIAÇÃO GEOGRÁFICA DA PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VACACAÍ-MIRIM, RS<sup>1</sup>

### *GEOGRAPHIC VARIATION OF RAINFALL IN THE VACACAÍ-MIRIM RIVER HYDROGRAPHIC BASIN*

Régis Leandro Lopes da Silva<sup>2</sup>, Leticia Andressa Richter<sup>2</sup>, Rosa Elaine Iensen<sup>3</sup>, Pedro Daniel da Cunha Kemerich<sup>4</sup> e Galileo Adeli Buriol<sup>5</sup>

#### RESUMO

O objetivo, no trabalho, foi representar a variação geográfica das médias e da variabilidade dos totais mensais da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, estado do Rio Grande do Sul, RS. Foram utilizados os totais mensais e anuais de 18 estações pluviométricas, instaladas na área e no entorno da bacia hidrográfica. Os valores das médias foram plotados em um mapa hipsométrico digital da área da bacia hidrográfica e do seu entorno e traçadas as isoietas e as isolinhas de mesma variabilidade. Separou-se, assim, as áreas com diferentes valores da precipitação pluviométrica e do coeficiente de variação em meio digital, utilizando o programa computacional PhotoShop. Constatou-se que o principal fator condicionante da precipitação pluviométrica na área é a altitude: os menores valores médios mensais e anuais ocorrem nas planícies da Depressão Central e aumentam em direção às partes elevadas do Planalto. Os valores médios da precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, ao longo dos doze meses do ano, são similares, característica de um regime pluviométrico do tipo isoígro. A variabilidade dos totais mensais da precipitação pluviométrica é elevada, atingindo valores superiores a 60%, e a sua variação geográfica não varia com a altitude, como com as médias da precipitação pluviométrica: difere de um mês para outro, podendo ser mais elevada no Planalto e, noutro mês, na Depressão Central.

**Palavras-chave:** chuva, média, variabilidade.

#### ABSTRACT

*The objective of the work is to present the geographic variation of the averages and the variability of total monthly rainfall on the Vacacaí-Mirim river basin, in the state of Rio Grande do Sul, Brazil. We used the monthly and annual totals of 18 rainfall stations installed in the area and around the hydrographic basin. The values of the averages were plotted on a digital hypsometric map of the area of the river basin and its surroundings and the isoietas and isolines of the same variability were drawn. The areas with different values of rainfall and coefficient of variation in digital medium were separated by using the PhotoShop software. The main conditioning factor of the precipitation in the area is the altitude: the lowest monthly and annual mean values occur in the Central Depression plains and it increases towards the elevated parts of the Plateau. The average values of rainfall in the area of the Vacacaí-Mirim river during the twelve months of the year are similar, which is a characteristic of an isoigra-type pluviometric regime. The variability of the*

<sup>1</sup> Trabalho de Iniciação Científica - CNPq.

<sup>2</sup> Acadêmicos do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária. Bolsistas de Iniciação Científica CNPq e FAPERGS - Universidade Franciscana. E-mail: regisllsilva@gmail.com; leticia\_a\_rishter@hotmail.com

<sup>3</sup> Colaboradora. Geógrafa - Bolsista de Apoio Técnico do CNPq. E-mail: rosa\_iensen@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Docente da Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA, Campus Caçapava do Sul. E-mail: pedrokemerich@unipampa.edu.br

<sup>5</sup> Orientador. Bolsista CNPq - Docente da Universidade Franciscana. E-mail: galileo@ufn.edu.br

*monthly total rainfall is high, reaching values higher than 60%, and its geographic variation does not vary with the altitude, as with rainfall averages: it differs from one month to another, and it can be higher in the Plateau in a specific month and higher in the Central Depression in another month.*

**Keywords:** rain, mean, variability.

## INTRODUÇÃO

A variação temporal da precipitação pluviométrica e da sua variabilidade na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS, tem sido estudada por Buriol *et al.* (2009) e Estefanel *et al.* (2009). Foram utilizados os totais mensais de 18 estações pluviométricas, seis localizadas na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim e 12 no seu entorno, período desde a sua instalação até o ano de 2008 ou até o ano do término de seu funcionamento. Dessas estações, 13 pertenciam ao Departamento Estadual de Rios e Canais (DEPREC), três ao 8º Distrito de Meteorologia (8º DISME) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), duas à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO) e uma (Itaara) a um proprietário agrícola. Foi determinada, ainda, a homogeneidade da série histórica dos dados de cada uma dessas estações, sendo todas consistentes (DUARTE *et al.*, 2008; IENSEN *et al.*, 2008; SILVEIRA *et al.*, 2008).

Os valores das médias, desvios padrão e coeficientes de variação foram apresentados em forma de tabelas, portanto, pontuais. É importante que essas variáveis sejam representadas também espacialmente, proporcionando, assim, a visualização geográfica de sua distribuição na área da bacia hidrográfica.

Um dos fatores geográficos mais importantes que condiciona a ocorrência e distribuição espacial da precipitação pluviométrica é a altitude. Na área da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim, as altitudes variam em torno de 20m a 500m, respectivamente, na região da Depressão Central, onde ocorre o seu deságue, no Rio Jacuí e na Região do Planalto, área de suas nascentes. Nos resultados contidos em Buriol *et al.* (2009) e Estefanel *et al.* (2009), foi constatado que as diferenças de altitude e os movimentos convectivos do vento causados pela orografia influenciam na quantidade de precipitação pluviométrica ocorrente na área dessa bacia hidrográfica. Isso reforça a importância da sua representação espacial, a qual proporciona uma visualização mais abrangente do seu condicionamento pelos fatores geográficos na área. O traçado das isoietas, além da visualização da distribuição espacial dos valores médios, possibilita o cálculo do volume total médio de água da precipitação na área da bacia hidrográfica, bem como do volume nas áreas das suas diferentes sub-bacias. Assim, neste trabalho, o objetivo foi representar a variação espacial das médias e variabilidade dos totais mensais da precipitação pluviométrica na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, Estado do Rio Grande do Sul, RS.

## MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se as médias e a variabilidade dos totais mensais da precipitação pluviométrica publicados em Buriol *et al.* (2009). A variabilidade foi representada pelo coeficiente de variação. Na tabela 1, é apresentada a relação das estações pluviométricas utilizadas, entidades às quais pertencem, suas coordenadas geográficas e o período de início e final com observações.

As médias mensais da precipitação pluviométrica e do coeficiente de variação de cada estação pluviométrica foram plotadas em um mapa hipsométrico da bacia hidrográfica e traçadas as isolinhas de separação das áreas com diferentes valores. As cartas com as diferentes isoietas e as isolinhas do coeficiente de variação foram construídas em meio digital, utilizando o programa computacional PhotoShop. Representou-se a variação geográfica mensal, tomando-se como base os dados das estações pluviométricas situadas na bacia hidrográfica e, como dados auxiliares, aqueles das estações localizadas no seu entorno.

O mapa base da área da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim foi delimitado utilizando sete cartas topográficas do Exército, na escala 1:50.000: Faxinal do Soturno, folha SH.22-V-C-V-I MI-2966/1; Arroio do Só, folha SH.22-V-C-IV-4 MI-2965/4; Restinga Seca, folha SH.22-V-C-V-3 MI-2966/3; Jacuí, folha SH.22-V-C-V-4 MI2966/4; Santa Maria, folha SH.22-V-C-IV-1 MI-2965/1; Camobi, folha SH.22-V-C-IV-2 MI-2965/2; e Val de Serra, folha SH.22-V-C-I-4. Primeiramente, foram traçadas, sobre as cartas topográficas, as linhas divisoras de águas que delimitam a área da bacia hidrográfica. A seguir, as cartas foram *scaneadas* em *scanner* A3, por partes. Cada carta resultou em quatro partes, que foram unidas utilizando o programa PhotoShop. Nesse mesmo programa, foi composto o mosaico com as sete cartas utilizadas. Essa imagem (mosaico) foi trabalhada utilizando o programa computacional Spring para o georreferenciamento e determinação dos limites da bacia hidrográfica por meio da vetorização das curvas de nível.

**Tabela 1** - Estações meteorológicas localizadas na área e no entorno da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-Mirim utilizadas na representação da variação geográfica das médias e coeficiente de variação da precipitação pluviométrica, bem como as entidades às quais pertencem, suas coordenadas geográficas e o período de observação (início e final).

Estações	Entidade	Latitude S	Longitude W	Altitude (m)	Início	Final (mês e ano)
Agudo	DEPREC	29° 30'	55° 15'	50	10/1954	07/1982
Arroio do Só	DEPREC	29° 47'	53° 34'	53	01/1958	12/1996
Boca do Monte	FEPAGRO	29° 41'	53° 48'	158	02/1963	12/2007
Caranguejo	DEPREC	29° 50'	54° 00'	106	10/1957	12/1984
Faxinal do Soturno	DEPREC	29° 35'	53° 26'	60	05/1953	01/1985
Formigueiro	DEPREC	30° 00'	53° 30'	110	02/1951	12/1981
Itaara	PA	29° 33'	53° 43'	453	11/1990	12/2007
Passo das Tropas	DEPREC	29° 50'	53° 29'	44	10/1957	01/1980
Passo do verde	DEPREC	29° 56'	53° 43'	40	10/1957	12/1967
Pau Fincado	DEPREC	29° 55'	54° 20'	200	02/1954	12/1984
Restinga Seca	DEPREC	29° 48'	53° 22'	36	03/1951	08/1977

Santa Maria	8º DISME	29° 43'	53° 43'	95	01/1912	12/2007
São Marcos	DEPREC	29° 40'	53° 41'	90	06/1953	12/1983
Silveira Martins	DEPREC	29° 38'	53° 35'	420	10/1957	12/1984
São José da Porteirinha	DEPREC	29° 47'	53° 59'	153	02/1954	07/1979
Toniolo	DEPREC	29° 42'	53° 53'	100	02/1954	09/1967
Júlio de Castilhos	8º DISME	29° 13'	53° 40'	514	09/1957	12/2007
Cachoeira do Sul	8º DISME	30° 02'	52° 53'	68	01/1912	12/1975

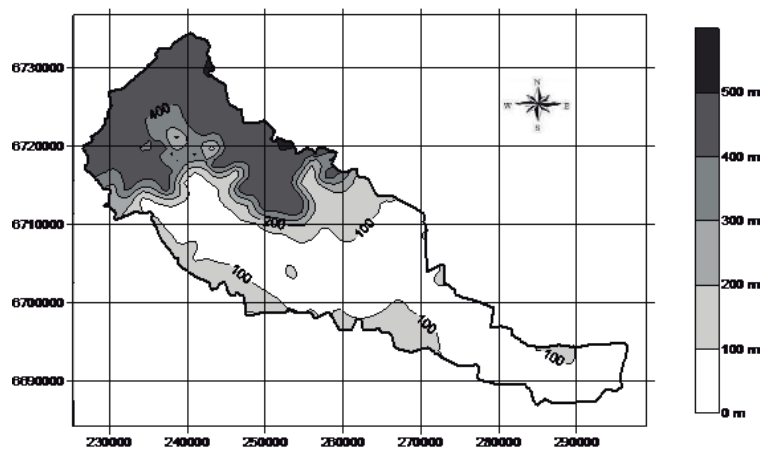
DEPREC: Departamento Estadual de Portos Rios e Canais, atual SPH: Superintendência de Portos e Hidrovias; FEPAGRO: Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária; 8º DISME: 8º Distrito de Meteorologia, pertencente ao INMET: Instituto Nacional de Meteorologia; e PA: Estação instalada numa propriedade agrícola.

Fonte: construção dos autores.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1, consta a carta hipsométrica da área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, estado do Rio Grande do Sul, RS. Pelo traçado das hipsolinhas, observa-se que a altitude varia de aproximadamente 20m, no exutório do rio Vacacaí-Mirim, a 500m, nas suas nascentes, localizadas na região do Planalto. As principais diferenças de altitude ocorrem, principalmente, no rebordo do Planalto, na transição entre a Depressão e o Planalto e de forma abrupta, favorecendo, assim, os movimentos convectivos do vento (HELDWEIN *et al.*, 2009).

**Figura 1** - Mapa hipsométrico da área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS. Santa Maria, RS, 2017.

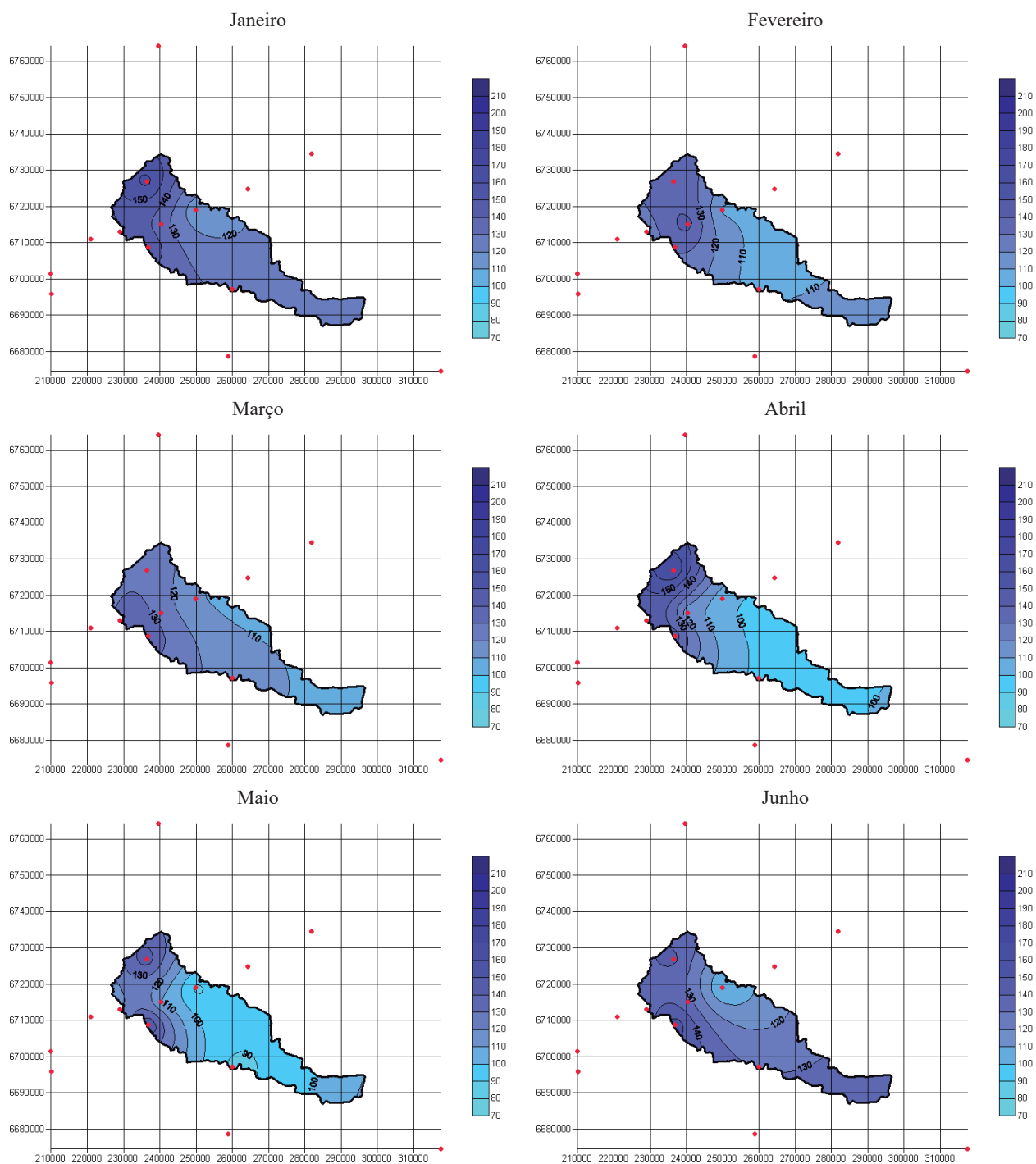


Fonte: construção dos autores.

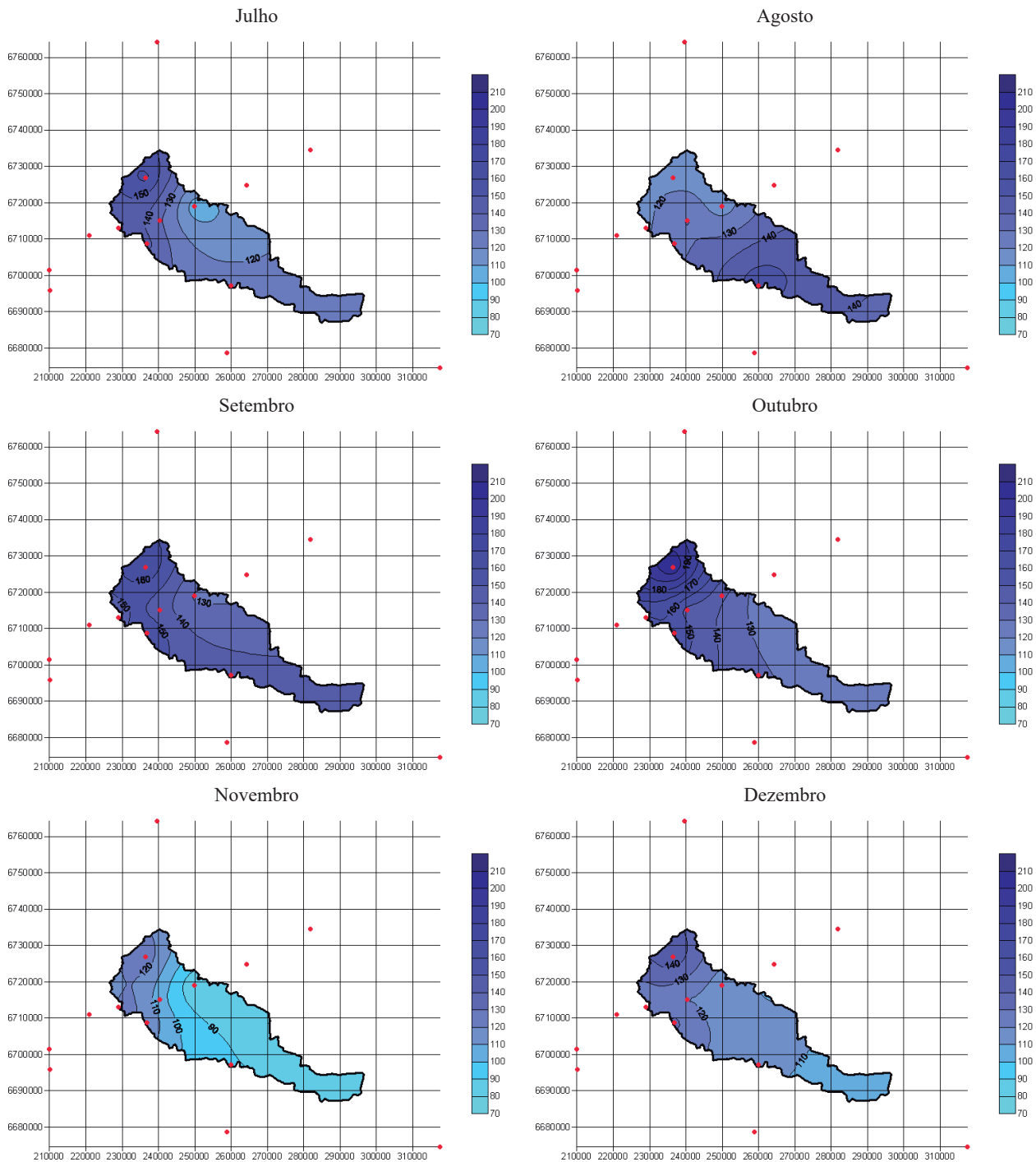
Nas figuras 2 e 3, estão representadas as variações geográficas da precipitação pluviométrica para os doze meses do ano na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Observa-se que, com exceção do mês de agosto, os valores médios dos totais mensais da precipitação pluviométrica mais elevados ocorrem nas partes de maior altitude: aumentam das planícies da Depressão Central para as partes

mais elevadas do Planalto. Em função disso, constata-se que essas diferenças de altitude favorecem os movimentos convectivos do vento (HELDWEIN *et al.*, 2009) e, conseqüentemente, acarretam aumento da precipitação pluviométrica.

**Figura 2** - Isoietas das médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica para os meses de janeiro a junho, na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Santa Maria, RS, 2017.



**Figura 3** - Isoietas das médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica para os meses de julho a dezembro, na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim. Santa Maria, RS, 2017.



Observa-se, na tabela 1, que o período de observação para cada estação pluviométrica é variável. Em função da elevada variabilidade dos totais mensais da precipitação pluviométrica, como ressaltado em Buriol *et al.* (2009), seria importante que o período de observação para todas as estações fossem o mesmo. Entretanto, no caso presente, optou-se pela utilização dos dados de todas as estações pluviométricas localizadas na bacia hidrográfica e no seu entorno, mesmo com diferentes períodos de observações, em função de existir um número reduzido de estações pluviométricas com anos coincidentes de início a final de operação.

No início da realização do trabalho, separou-se o período em que as 18 estações pluviométricas utilizadas tivessem o ano de início e final de operação coincidentes e ininterruptos de observações. Foram encontradas apenas sete estações nessa situação, três na área da bacia hidrográfica (São Marcos, Santa Maria e Silveira Martins) e quatro no seu entorno (Caranguejo, Faxinal do Soturno, Formigueiro e Passo das Tropas). O período coincidente foi de 1958 a 1977. Então, calcularam-se as médias mensais e anuais de 1958 a 1967 e de 1958 a 1977, períodos, respectivamente, de 10 e 20 anos, para cada uma dessas estações (Tabela 2). Constata-se que os resultados dos valores mensais confirmam aqueles representados de forma espacial nas figuras 2 e 3: os valores mais elevados ocorrem nas estações junto ao rebordo do Planalto (São Marcos e Santa Maria) e no Planalto (Silveira Martins) e os menores nos restantes dos locais, situados na Depressão Central. Com os valores anuais também ocorre o mesmo. Assim, apesar de os valores médios obtidos das estações da tabela 1, em número de 18, com distintos períodos de observações, diferirem, em parte, daqueles das estações com períodos homogêneos (Tabela 2), induz-se que a magnitude das diferenças espaciais não é quantitativamente significativa. Dessa forma, com um número maior de locais de observações, a distribuição geográfica da precipitação pluviométrica é mais facilmente representada.

**Tabela 2** - Média dos totais mensais e anuais de precipitação pluviométrica das estações pluviométricas de Caranguejo, Faxinal do Soturno, Formigueiro, São Marcos, Santa Maria, Silveira Martins e Passo das Tropas, período de observação de 1958 a 1967 e de 1958 a 1977.

Estações	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Anual
<b>Período de 1958/1967</b>													
Caranguejo	101,65	96,46	125,44	107,64	64,70	133,76	99,35	172,44	182,35	182,51	90,99	123,74	1481,03
Faxinal do Soturno	77,11	77,32	99,45	87,35	69,12	103,43	104,24	151,94	157,67	120,79	63,06	103,32	1214,80
Formigueiro	93,68	77,38	103,49	91,57	58,28	124,08	106,17	144,75	178,08	174,75	99,64	94,14	1346,01
São Marcos	111,26	144,50	129,39	122,91	79,98	134,54	108,90	158,08	182,48	167,58	103,66	127,22	1570,50
Santa Maria	123,26	126,26	145,52	133,99	79,91	136,01	114,42	140,15	168,92	204,48	104,76	144,33	1622,01
Silveira Martins	130,58	144,02	130,36	128,19	87,65	157,66	123,94	173,13	203,67	195,29	97,15	150,64	1722,28
Passo das Tropas	126,39	104,26	124,07	105,13	63,72	128,76	105,79	164,22	180,80	176,75	74,36	112,69	1466,94
<b>Período: 1958/1977</b>													
Caranguejo	119,12	110,86	124,12	178,05	88,88	135,23	117,60	157,52	144,59	141,87	93,92	125,48	1537,22
Faxinal do Soturno	113,29	118,77	115,78	88,00	91,61	101,81	110,89	150,74	129,53	106,18	80,02	102,69	1309,29
Formigueiro	127,33	99,36	112,22	173,50	80,11	135,66	127,98	152,27	149,40	136,99	100,11	109,66	1504,57
São Marcos	122,00	143,37	139,83	141,20	100,71	130,73	116,56	156,73	149,03	135,59	105,67	118,89	1560,31
Santa Maria	144,90	136,82	142,93	117,99	99,63	139,56	129,86	146,20	153,42	165,50	103,22	138,84	1618,85
Silveira Martins	148,87	142,85	134,05	131,95	105,36	140,78	137,25	168,87	164,68	156,10	99,30	135,10	1665,14
Passo das Tropas	133,36	105,82	113,95	182,75	85,44	136,25	123,57	161,50	147,38	131,28	83,07	112,26	1516,62

Observa-se, nas figuras 2 e 3 e na tabela 2, que os maiores valores da precipitação pluviométrica ocorrem em setembro e outubro e os menores em maio e novembro, mas isso não descaracteriza a similaridade da distribuição das médias dos totais mensais ao longo dos doze meses do ano. Entretanto, como já foi descrito em Buriol *et al.* (2009) e, ainda, como se observa nas figuras 4 e 5, a variabilidade dos totais mensais é elevada: os maiores valores entre 60% e 70% e os menores, entre 30% e 40%. Isso é indicativo de que, apesar de as características do regime pluviométrico na região serem do tipo isoígro, há meses em que ocorrem valores extremos muito afastados da média.



A variação geográfica do coeficiente de variação não ocorre de forma semelhante àquela das médias da precipitação pluviométrica, que aumenta com a altitude. Sua variação é distinta para cada mês, podendo ser em um determinado mês mais elevada no Planalto e, no seguinte, na Depressão Central.

**Figura 4** - Representação espacial do coeficiente de variação dos totais mensais da precipitação pluviométrica para os meses de janeiro a fevereiro, na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS.

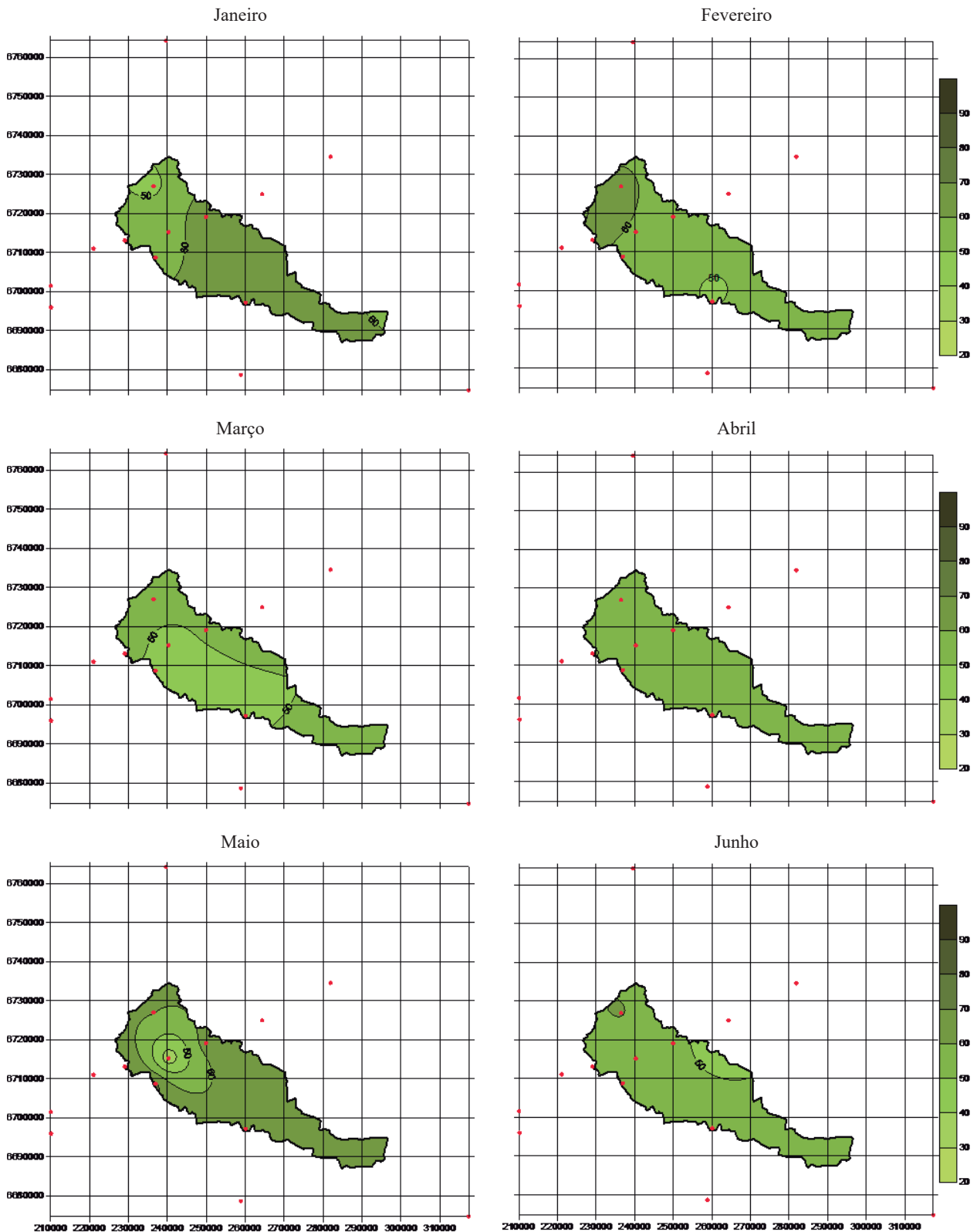
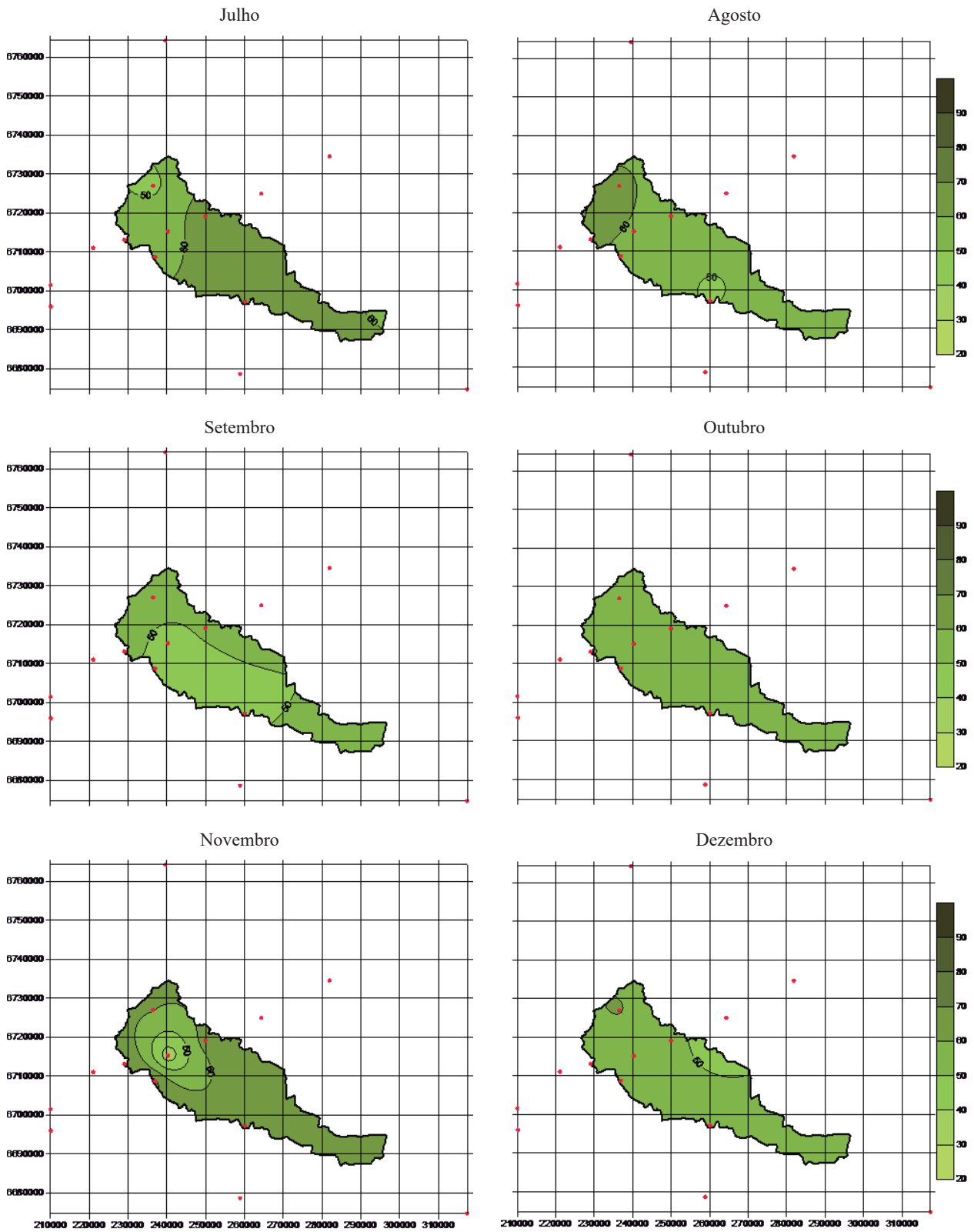




Figura 5 - Representação espacial do coeficiente de variação dos totais mensais da precipitação pluviométrica para os meses de julho a dezembro, na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS.



## CONCLUSÕES

Os valores das médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica na área da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS, aumentam das planícies da Depressão Central para as partes mais altas do Planalto. Assim, a altitude é o principal fator condicionante da variação espacial da precipitação pluviométrica na região.

Os valores das médias dos totais mensais da precipitação pluviométrica, em todos os meses do ano, são similares, característica de um regime pluviométrico do tipo isoígro.

A variabilidade dos totais mensais da precipitação pluviométrica é elevada, e o coeficiente de determinação pode atingir valores superiores a 60%, e a sua variação geográfica é distinta daquela das médias da precipitação pluviométrica que aumenta com a altitude: difere de um mês para outro, podendo ser mais elevada no Planalto e, noutro, na Depressão Central.

## REFERÊNCIAS

BURIOL, G. A. *et al.* Médias e variabilidade dos totais mensais e anuais de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA*, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

ESTEFANEL, V. *et al.* Distribuição probabilística dos totais mensais e anuais de precipitação pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Vacacaí-Mirim, RS. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA*, 2009, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais, 2009.

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O clima de Santa Maria. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 38, p. 44-58, 2009.

DUARTE, E. O. *et al.* Consistência dos totais mensais de precipitação pluviométrica registradas na área e em torno da bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-mirim, RS. *In: XII SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO E QUARTO SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2008.

IENSEN, R. E. *et al.* Homogeneidade e variabilidade dos dados registrados nas estações pluviométricas da bacia hidrográfica do rio Vacacaí-mirim - RS. *In: II SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO SUL-SUDESTE*, 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBRH, 2008.

SILVEIRA, P. C. *et al.* Variabilidade dos dados pluviométricos registrados na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí-mirim. *In: XII SIMPÓSIO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO E QUARTO SALÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA*, 2008, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Centro Universitário Franciscano, 2008.

