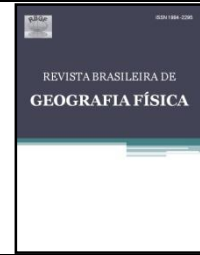




Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbge



Quantificação e distribuição sazonal da precipitação pluvial nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul

Bernadete Radin¹, Ronaldo Matzenauer², Ricardo Wanke de Melo³, Marcos Silveira Wrege⁴, Silvio Steinmetz⁵

¹, ²Pesquisador(a), Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária - SEAPI, Porto Alegre, RS, bernadete-radin@agricultura.rs.gov.br; ronaldo-matzenauer@agricultura.rs.gov.br ; ³Prof., Faculdade de Agronomia - UFRGS, Porto Alegre, RS, ricardo.wanke@ufrgs.br; ⁴Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo, PR, marcos.wrege@embrapa.br; ⁵Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS silvio.steinmetz@embrapa.br

Artigo recebido em 20/05/2017 e aceito em 25/07/2017

RESUMO

O conhecimento do volume de precipitação pluvial ocorrido em uma determinada região é tão importante quanto o conhecimento da distribuição temporal da mesma. O objetivo deste trabalho foi quantificar a ocorrência sazonal da precipitação nas diferentes regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. Foram utilizados dados mensais de 28 estações meteorológicas no período de janeiro de 1961 até dezembro de 2010, pertencentes às redes de monitoramento da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI/RS e do 8º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os resultados mostraram que a distribuição da precipitação pluvial é aproximadamente uniforme entre as quatro estações do ano, sendo maior na primavera, com 27% do total anual, seguida do verão, com 25%, e do outono e inverno com 24% cada, considerando a média de todas as regiões. Esta distribuição, no entanto, é diferente dentro de cada uma das regiões analisadas. Palavras-chave: variabilidade, riscos climáticos, chuva.

Quantification and seasonal distribution of precipitation in the ecoclimatic regions of Rio Grande do Sul

ABSTRACT

The knowledge of the volume of precipitation occurred in a region is so important as the knowledge of its temporal distribution. The objective of this paper was to quantify the seasonal occurrence of precipitation in the regions of Rio Grande do Sul State, Brazil. Monthly data of 28 meteorological stations were used from January 1961 to December 2010, belonging to the monitoring networks of the SEAPI/RS and the INMET/MAPA. The results showed that rainfall distribution is approximately uniform between the four seasons of the year, being higher in spring, with 27% of the annual total, followed by summer with 25%, and autumn and winter with 24% each, considering the average of all regions. This distribution, however, is different within each of the analyzed regions.

Keywords: variability, climatic risks, rain.

Introdução

As condições atmosféricas afetam todas as etapas das atividades agrícolas, desde o preparo do solo para o plantio até o armazenamento dos produtos. A agricultura é uma atividade de risco, já que são frequentes as condições adversas de tempo que podem acarretar grandes prejuízos econômicos, mesmo em regiões onde são utilizadas tecnologias avançadas (Costa et al., 2012). Muitas das consequências destas adversidades meteorológicas podem ser minimizadas a partir do conhecimento do clima das diferentes regiões. Estas informações são utilizadas para realizar o planejamento das atividades agrícolas, como, por

exemplo, a escolha das melhores épocas de semeadura a fim de ajustar o ciclo produtivo das culturas com as melhores condições climáticas.

Uma das principais variáveis meteorológicas que afetam o desenvolvimento das culturas agrícolas é a precipitação pluvial. O conhecimento da distribuição sazonal da precipitação pluvial torna-se fundamental sob diversos aspectos, mas principalmente, aqueles relacionados à dinâmica ambiental e sob a ótica do planejamento e gestão territorial. Também é importante para subsidiar políticas públicas referentes à utilização dos recursos naturais em

cada região e em cada bacia hidrográfica (Andrade e Neri, 2011; Soares et al., 2014).

O estado do Rio Grande do Sul se destaca pela produção agropecuária e o seu PIB (Produto Interno Bruto) é diretamente influenciado pelo desempenho das safras agrícolas. A variabilidade nos rendimentos das culturas tem sido diretamente influenciada pela variabilidade interanual dos elementos meteorológicos, principalmente pela precipitação pluvial (Berlato e Fontana, 1999). O Estado localiza-se no sudeste da América do Sul, e está sujeito à atuação de forçantes climáticas de diversas escalas espaço-temporais, tais como os padrões de variabilidade climática El Niño Oscilação Sul, Oscilação Antártica e Oscilação Decadal do Pacífico (Britto et al., 2008).

O conhecimento do volume de precipitação ocorrido em cada região é tão importante quanto sua distribuição temporal. O objetivo deste trabalho foi quantificar a ocorrência sazonal da precipitação pluvial nas diferentes regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul.

Material e métodos

Foram utilizados dados mensais de 28 estações meteorológicas do Estado do Rio Grande do Sul, agrupados em doze (12) regiões ecoclimáticas, conforme classificação de Maluf e Caiaffo (2001), no período de janeiro de 1961 até

dezembro de 2010, provenientes da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação - SEAPI/RS e do 8º Distrito de Meteorologia, do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET/Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Os dados foram analisados quanto à completude, existência de erros e consistência. As falhas, sempre que existentes, foram corrigidas pelo método de triangulação ponderada (Tubelis e Nascimento, 1980).

A soma da precipitação dos meses de dezembro-janeiro-fevereiro (verão), março-abril-maio (outono), junho-julho-agosto (inverno) e setembro-outubro-novembro (primavera) foi utilizada para fazer a análise sazonal de cada uma das estações. Após, os dados foram agrupados dentro de cada região ecoclimática (Figura 1 e Tabela 1). Como não haviam estações meteorológicas na região da Encosta Inferior da Serra do Nordeste, os dados de precipitação não foram analisados naquela região.

Inicialmente foram identificadas quais as regiões com maiores volumes de precipitação pluvial anual. Posteriormente, dentro de cada região, foi analisado o padrão sazonal de distribuição da precipitação pluvial e, então, calculados os desvios da precipitação em relação à média do período estudado.

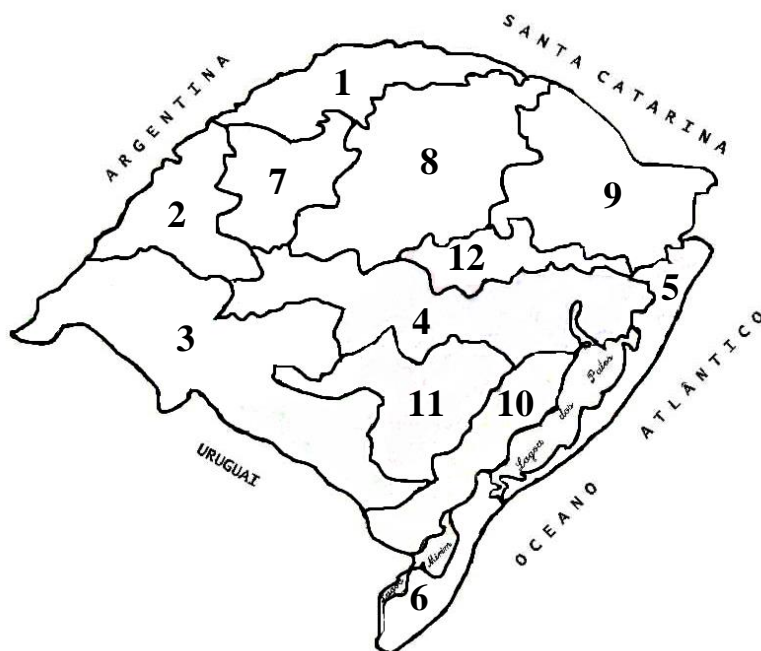


Figura 1. Regiões Ecoclimáticas do Rio Grande do Sul: 1. Alto e Médio Vale do Uruguai; 2. Baixo Vale do Uruguai; 3. Campanha; 4. Depressão central; 5. Litoral Norte; 6. Litoral Sul; 7. Missioneira; 8. Planalto Médio; 9. Planalto Superior Serra do Nordeste; 10. Grandes Lagoas; 11. Serra do Sudeste e 12. Encosta inferior da Serra do Nordeste. Adaptado de Maluf e Caiaffo (2001).

Tabela 1. Regiões ecoclimáticas, estações meteorológicas e respectivas coordenadas geográficas.

Região Ecoclimática	Município	Latitude (S)	Longitude (O)	Altitude (m)
Alto e Médio Vale do Uruguai	Iraí	27°11'45"	53°14'01"	227
	Santa Rosa	27°05'09"	54°26'41"	330
Baixo Vale do Uruguai	São Borja	28°39'44"	56°00'44"	99
Campanha	Bagé	31°20'13"	54°06'21"	216
	Quarai	30°23'17"	56°26'53"	100
	Santana do Livr.	30°53'18"	55°31'56"	210
	São Gabriel	30°20'27"	54°19'01"	109
	Uruguaiana	29°45'23"	57°05'12"	69
Depressão Central	Cachoeirinha	29°57'03"	51°07'25"	5
	Porto Alegre	30°01'53"	51°01'53"	10
	Santa Maria	29°41'25"	53°48'42"	138
	Taquari	29°48'15"	51°49'30"	76
Litoral Norte	Maquiné	29°40'49"	50°13'56"	32
	Torres	29°20'34"	49°43'39"	43
Litoral Sul	Rio Grande	32°01'44"	52°05'40"	8
	Santa Vitória do	33°31'14"	53°21'47"	6
Missioneira	Ijuí	28°23'17"	53°54'50"	448
	São Luiz Gonzaga	28°23'53"	54°58'18"	254
Planalto Médio	Cruz Alta	28°38'31"	53°36'34"	473
	Erechim	27°37'45"	52°16'33"	760
	Júlio de Castilhos	29°13'26"	53°40'45"	514
	Passo Fundo	28°15'39"	52°24'33"	678
Planalto Superior e Serra do NE	Bom Jesus	28°40'08"	50°26'29"	1.048
	Cambará do Sul	29°02'55"	50°08'56"	905
	Caxias do Sul	28°08'31"	50°59'12"	840
	Veranópolis	28°56'14"	51°33'11"	705
Região das Grandes Lagoas	Pelotas	31°45'00"	52°21'00"	7
Serra do Sudeste	Encruzilhada do Sul	30°32'35"	52°31'20"	420

Resultados e discussão

A distribuição anual da precipitação é diferenciada entre as regiões ecoclimáticas (Figura 2). Nas regiões do Alto e Médio Vale do Uruguai, região Missioneira, Planalto Médio e Planalto superior, a precipitação é maior que nas demais regiões, apresentando valores superiores a 1700mm, com a média máxima em 1805mm. Com valores decrescentes e entre 1591mm a 1449mm, estão as regiões da Serra do Sudeste, Baixo Vale do Uruguai, Litoral Norte, Depressão Central e

Campanha. Os menores valores de precipitação anual estão nas regiões das Grandes Lagoas e Litoral Sul, com 1386mm e 1250mm, respectivamente.

Na primavera, na média de todas as regiões, é quando ocorre o maior volume de precipitação, equivalente a 27% da chuva ocorrida no ano, seguida do verão com 25% e pelo outono e inverno com 24% cada. No entanto, a distribuição da precipitação entre as estações do ano é diferente para cada região (Figura 3).

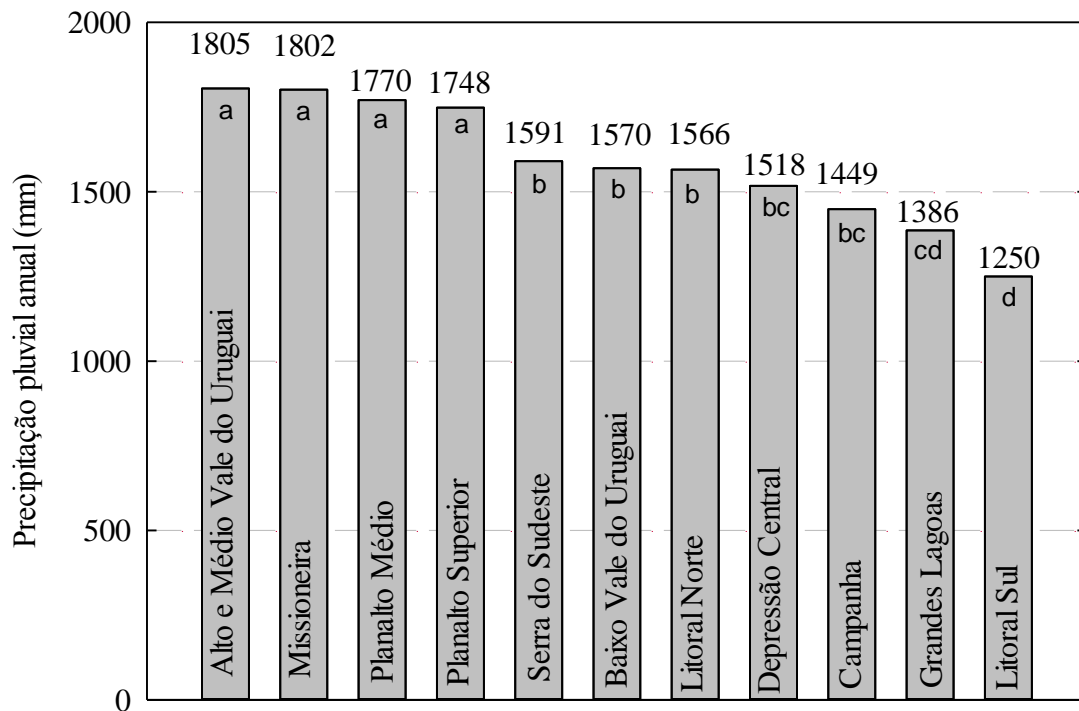


Figura 2: Distribuição da precipitação pluvial anual nas Regiões Ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul, RS. Fonte de dados FEPAGRO/SEAPI e INMET no período de 1961-2010. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

Os maiores valores de precipitação médios estacionais foram verificados na região do Alto e Médio Vale do Uruguai, Planalto Superior e região Missioneira, com valores de 520mm e 514mm nos dois últimos casos, respectivamente, durante a primavera. Os menores volumes estacionais foram observados no Litoral Sul durante a primavera e na Campanha e no Baixo Vale do Uruguai durante o inverno, com 289mm, 275mm e 295mm, respectivamente.

Durante a estação do verão, a maior média foi na região do Planalto médio, com 472mm, seguida do Litoral Norte, com 465mm e Alto e Médio Vale do Uruguai com 457mm. O outono, apresentou média sazonal de precipitação entre 311mm no Litoral Sul até 450mm no Baixo Vale do Uruguai.

No inverno, na média, a região da Serra do Sudeste é a que apresentou a maior precipitação, 438mm. Na região do Alto e Médio Vale do Uruguai, chove mais na primavera, sendo estatisticamente superior as estações do verão,

outono e inverno, as quais não diferem entre si. O mesmo ocorre com as regiões Missioneira e do Planalto Médio. O maior valor de precipitação, nessa época do ano, é atribuído a formação dos Complexos Convectivos de Mesoescala (Britto et al., 2006). Segundo os autores, durante a primavera, o Rio Grande do Sul é regularmente invadido por ventos de noroeste e sudoeste, ocorrendo frequentes formações de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's). Isso é corroborado por Velasco e Fritsch (1987), os quais concluem que estes sistemas são responsáveis por significativa parcela da precipitação pluviométrica na primavera, que ocorre no noroeste do Rio Grande do Sul, acarretando em índices pluviométricos mais elevados neste período em São Luiz Gonzaga (Missioneira) e Cruz Alta (Planalto Médio). Provavelmente a distribuição espacial das chuvas nestas áreas ocorre em função da dinâmica atmosférica contribuindo para maior produção de chuvas.

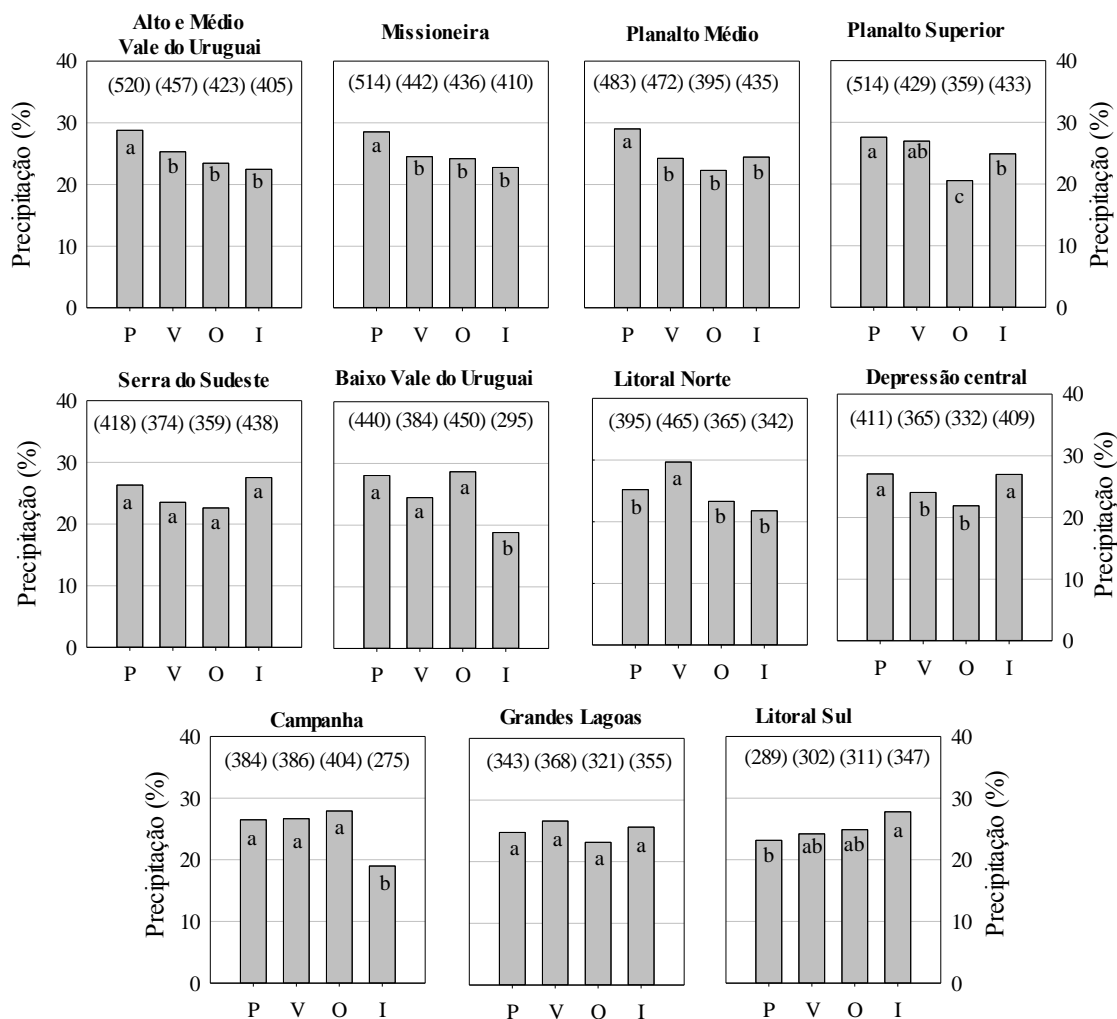


Figura 3: Distribuição da precipitação em termos percentuais (e em mm), entre as estações do ano (P = primavera; V = verão; O = outono; I = inverno) nas regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade.

O Planalto Superior apresenta a maior média na primavera, mas não difere do verão. A menor precipitação sazonal ocorre no outono.

No Litoral Norte é no verão que ocorre o maior volume de precipitação, diferindo estatisticamente das demais estações do ano. Segundo Britto et al. (2006) na parte nordeste do Estado o verão é mais chuvoso, em função das chuvas convectivas associadas a sistemas atmosféricos, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul. Também para esta região do Estado, Britto et al. (2008) verificaram, em séries históricas de 1968 a 1998, que estações pluviométricas instaladas nos municípios de Torres e Bom Jesus tiveram seus valores máximos de precipitação pluvial nos meses de verão, com 415 mm e 486 mm, respectivamente.

Segundo Gross e Cassol (2015), o Rio Grande do Sul, no verão, sofre predominantemente a ação da Massa Tropical Marítima, a qual se

caracteriza como uma parcela de ar com elevadas temperaturas e umidade na superfície, no entanto, sofre persistente subsidência causada pelo Anticiclone Permanente do Atlântico Sul, ocasionando tempo instável próximo ao litoral e dificultando a entrada de frentes frias, nessa estação do ano.

No Baixo Vale do Uruguai e na Campanha, observa-se tendência de maior precipitação no outono. Segundo Britto et al. (2006) é nesta estação que as massas Tropicais Continentais tornam-se mais ativas, quando ocorrem os bloqueios atmosféricos, fazendo com que as frentes polares fiquem estacionadas ao sul do Rio Grande do Sul, causando maiores volumes nessas regiões.

No Planalto Superior, o outono apresenta menor valor de precipitação, e, apesar de não ter apresentado diferença estatística, também se observam menores valores de precipitação no outono no Planalto Médio, Serra do Sudeste e

Grandes Lagoas. Esse resultado corrobora o trabalho de Gross e Cassol (2015), os quais também observaram que na estação do outono, em determinados municípios do Nordeste Rio-Grandense, como Bom Jesus, São José dos Ausentes, Cambará do Sul e Jaquirana, uma significativa frequência de meses com ocorrência de valores menores de precipitação, o mesmo ocorrendo para municípios localizados na Região Sudoeste e Centro Oeste do Rio Grande do Sul.

Na Serra do Sudeste e Grandes Lagoas, não há diferença estatística na precipitação entre as estações do ano. No Baixo Vale do Uruguai e na Campanha os volumes médios de precipitação na primavera, verão e outono não diferem entre si e a estação do inverno apresenta o menor valor. Observa-se, no entanto, um maior valor no outono, o que segundo Britto et al. (2006) é devido aos bloqueios atmosféricos que ocorrem nesta época nessa região do Estado. Estes autores observaram os menores valores no inverno nessa região analisando os dados das estações pluviométricas localizadas nos municípios de Uruguiana, Alegrete e Santana do Livramento para o período de 1968 a 1998.

Na Depressão Central, na primavera e no inverno, ocorrem os maiores volumes de

precipitação, e no verão e outono, os menores. Monteiro e Furtado (1995) constataram que a precipitação, em Porto Alegre, situada na Depressão Central, é maior nos meses de inverno devido às frentes estacionárias.

No Litoral Sul, é no inverno que ocorrem os maiores volumes de precipitação e na primavera, os menores. Segundo Britto et al. (2006) no litoral e no centro-sul do Estado, os meses de inverno são os mais chuvosos, devido a frequência de passagens dos sistemas frontais.

Nas Figuras 4 a 7 observa-se a variabilidade interanual da precipitação (desvios da precipitação). As regiões do Alto Vale do Uruguai, Planalto Médio, Missioneira e Baixo Vale do Uruguai apresentaram maiores anomalias, constatadas através do maior desvio padrão. Isso, segundo Oliveira e Silva (2016) indica que são estas as regiões que mais estão sob a influência das forçantes climáticas que atuam, ao longo do ano, na escala interanual sobre os diversos sistemas meteorológicos e, conseqüentemente, sobre o padrão espaço-temporal de precipitação derivado da ação destes sobre as regiões homogêneas.

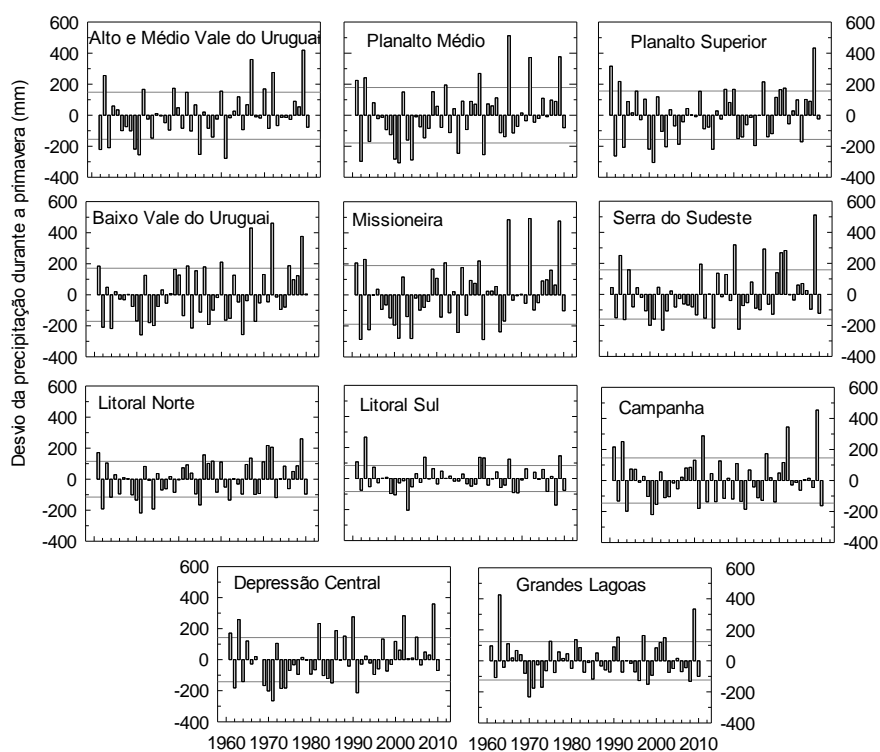


Figura 4. Desvio da precipitação pluvial durante a primavera nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (1961-2010).

Durante a primavera (Figura 4) as maiores anomalias positivas foram nos anos de 1963, 1997, 2002 e 2009, para a maioria das regiões. Nesses

anos o Estado estava sob a influência do El Niño, que segundo Berlatto e Fontana (2003), ocorrem, em geral, anomalias positivas de precipitação

pluvial, especialmente na primavera–início de verão do ano de início do fenômeno.

No Litoral Norte e Sul, em geral os desvios de precipitação na primavera, são menores, enquanto que nas regiões do Alto e Médio Vale do Uruguai, Planalto Médio, Baixo Vale do Uruguai e

região Missioneira os desvios são bastante acentuados.

Durante a estação do verão (Figura 5) os maiores desvios positivos ocorreram nos anos de 1998 e 2003. Para cinco, das onze regiões analisadas, os maiores desvios negativos foram no ano de 2005.

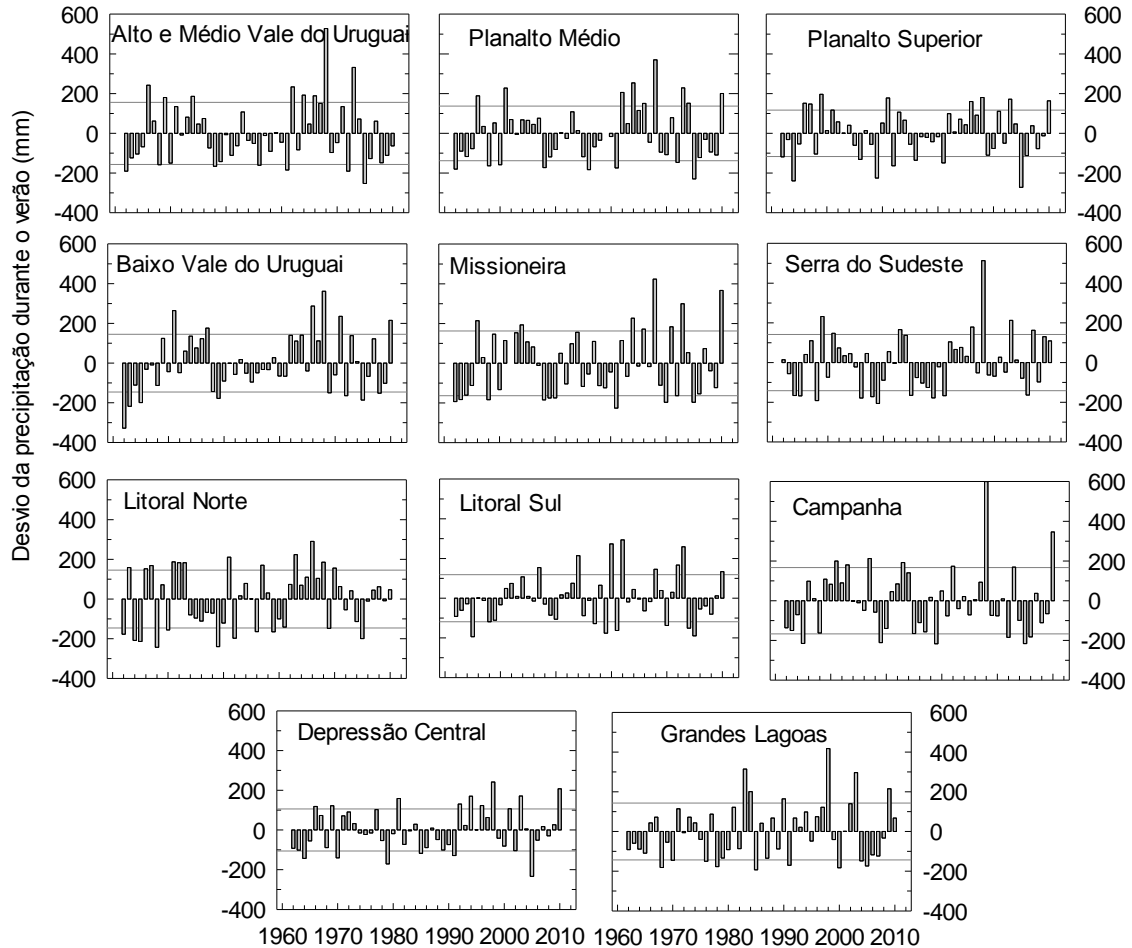


Figura 5. Desvio da precipitação pluvial durante o verão (mm) nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (1961-2010).

No outono, os maiores desvios positivos ou negativos de precipitação pluvial foram em diferentes anos (Figura 6), como isso pode-se inferir que, os sistemas que atuam sobre o Estado, nessa época do ano, são mais localizados.

Os maiores desvios de precipitação pluvial observados no inverno na maioria das regiões

foram no ano de 1972 (Figura 7), podendo-se concluir que, neste ano, tenha sido o inverno mais chuvoso do estado do Rio Grande do Sul dentro do período analisado neste trabalho.

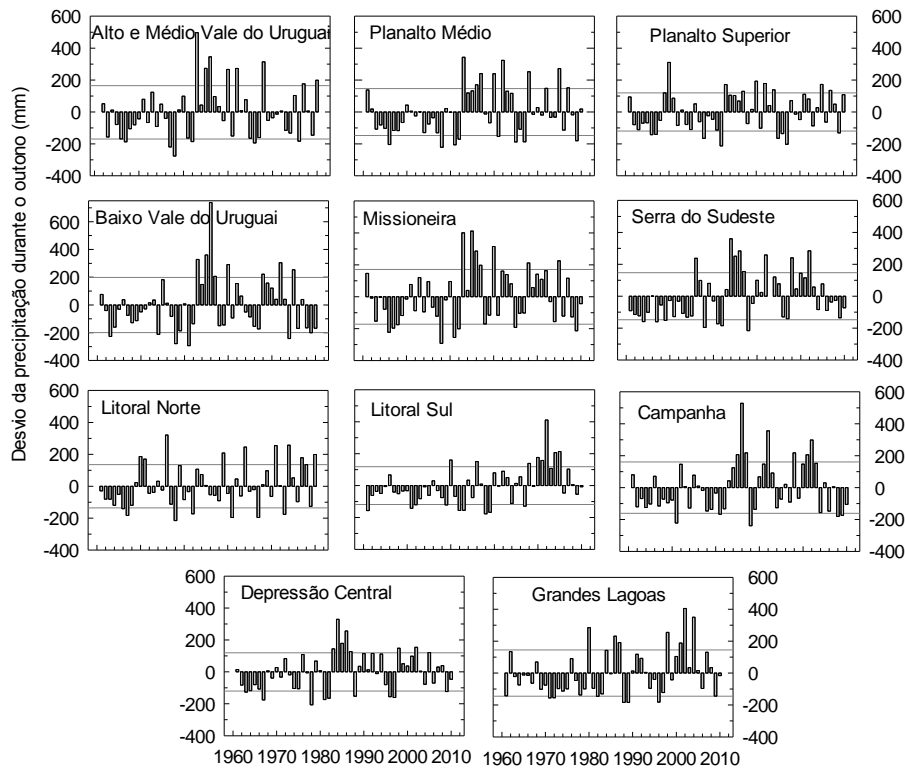


Figura 6. Desvio da precipitação pluvial durante o outono (mm) nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (1961-2010).

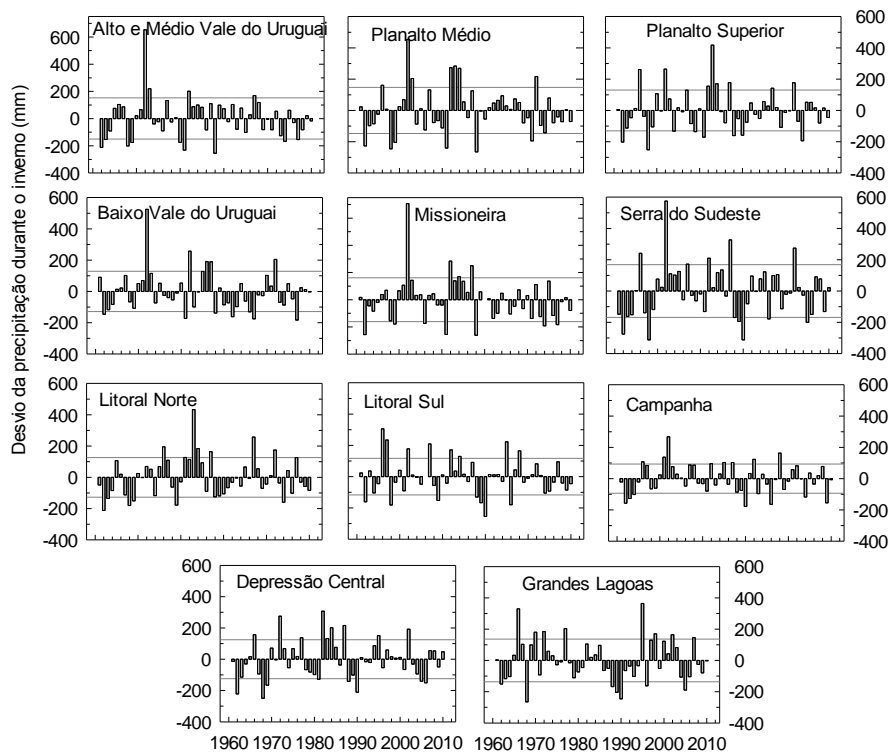


Figura 7. Desvio da precipitação pluvial durante o inverno (mm) nas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul (1961-2010).

Conclusões

Considerando todas as regiões ecoclimáticas no estado do Rio Grande do Sul, chove mais na primavera (27%), seguida do verão (25%). No outono e inverno são as estações do ano que chove menos (24%).

Existem diferenças na quantificação e distribuição sazonal da precipitação pluvial nas regiões ecoclimáticas do estado do Rio Grande do Sul.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FINEP pelo apoio financeiro nos projetos Rede Clima Sul e Mais Água, ao CNPq pela bolsa do segundo autor e ao INMET pela liberação dos dados meteorológicos.

Referências

- Andrade, A.R.; Nery, J.T. 2011. Análise sazonal e espacial da precipitação pluvial na bacia hidrográfica do rio Ivaí – Paraná. *Boletim de Geografia* 29, 107-121.
- Berlato, M.A.; Fontana, D.C. 2003. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Ed. da UFRGS, 110p.
- Berlato, M.A.; Fontana, D.C. 1999. Variabilidade interanual da precipitação pluvial e rendimento da soja no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia* 7, 119-125.
- Britto, F.; Barletta, R.; Mendonça, M. 2006. Regionalização Sazonal e Mensal da Precipitação Pluvial Máxima no Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Climatologia*, Associação Brasileira de Climatologia, Presidente Prudente, SP.
- Britto, P. F.; Barletta, R.; Mendonça, M. 2008. Variabilidade espacial e temporal da precipitação pluvial no Rio Grande do Sul: influência do fenômeno El Niño Oscilação Sul. In: *Revista Brasileira de Climatologia* v. 3/4, 37- 48.
- Costa, H.C.; Marcuzzo, F.F.N.; Ferreira, O.M.; Andrade, L.R. 2012. Espacialização e Sazonalidade da Precipitação Pluviométrica do Estado de Goiás e Distrito Federal. *Revista Brasileira de Geografia Física* 1, 87-100.
- Gross, J.; Cassol, R. 2015. Ocorrências de índices de anomalia de chuva negativos no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Geografia Acadêmica* 9, 21-33.
- Maluf, J.R.T.; Caiaffo, M.R.R. 2001. Regiões ecoclimáticas do Estado do Rio Grande do Sul. In: *Congresso Brasileiro De Agrometeorologia*, 12. / Reunião Latino-Americana De Agrometeorologia, 3., 2001, Fortaleza. Água e agrometeorologia no novo milênio 151-152.
- Monteiro, M.A.; Furtado, S.M. 1995. O clima do trecho Florianópolis – Porto Alegre: uma abordagem dinâmica. *GEOSUL* 19/20, 117-133.
- Oliveira, K.S.S.; Silva, M.G.A.J. 2016. Onda Circumpolar Antártica: Influência na Variabilidade Climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia* 31, 403-414.
- Soares, F.S.; Francisco, C.N.; Senna, M.C.A. 2014. Distribuição espaço-temporal da precipitação na região da bacia hidrográfica da baía da Ilha Grande – RJ. *Revista Brasileira de Meteorologia* 29, 125 – 138.
- Tubelis, A.; Nascimento, F.J.L. 1980. *Meteorologia Descritiva: fundamentos e aplicações brasileiras*. São Paulo: Nobel. 374p.
- Velasco, I.; Fritsch, J.M. 1987. Mesoscale Convective Complexes in the Americas. *J. Geophys. Res.* 92, 9591-9613.