

ISSN 0104-1347

Probabilidade de ocorrer precipitação pluvial decendial igual ou superior à evapotranspiração de referência, no Rio Grande do Sul

Probability of ten-day rainfall occurrence to be equal or greater than reference evapotranspiration in Rio Grande do Sul State, Brazil

Alberto Cargnelutti Filho¹, Ronaldo Matzenauer², Cristiano Schacker dos Anjos³, Márcia dos Reis Sampaio⁴

Resumo – A precipitação pluvial interfere nas atividades agrícolas, causando prejuízos quando sua disponibilidade não é adequada. Conhecer seu comportamento possibilita adoção de estratégias (época de sementeira, irrigação, etc.) para redução de riscos. Para isso, determinou-se a probabilidade de a precipitação pluvial decendial ser igual ou superior à evapotranspiração de referência, no período de agosto a maio, em dez localidades do Rio Grande do Sul. Utilizaram-se os registros diários de precipitação pluvial, obtidos no Banco de Dados Meteorológicos do Laboratório de Agrometeorologia da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS. Usaram-se os testes de Lilliefors e de Kolmogorov-Smirnov, para avaliar o ajuste dos dados de precipitação pluvial decendial às distribuições normal e gama, respectivamente. A probabilidade de a precipitação pluvial decendial superar a evapotranspiração de referência foi variável entre as localidades e épocas do ano. Maiores riscos de deficiência hídrica ocorreram entre o segundo decêndio de novembro e o primeiro de janeiro, e menores riscos a partir do segundo decêndio de janeiro. Existe possibilidade de minimizar riscos por deficiência hídrica através do planejamento de épocas de sementeira.

Palavras-chave: disponibilidade hídrica; época de sementeira

Abstract – Rainfall affects agricultural activities, resulting in reduced production when its availability is not appropriated. The prediction of the rainfall behavior allows the adoption of strategies (sowing date, irrigation, etc.) to reduce the risks. Therefore, the probability ten-day rainfall occurrence to be equal or superior than the reference evapotranspiration was evaluated from August to May, in ten localities of Rio Grande do Sul State, Brazil. Daily rainfall data were obtained from the Meteorological Data Base of the Agrometeorology Laboratory of the State Foundation for Farming Research - Fepagro/SCT-RS. The Lilliefors' and Kolmogorov-Smirnovs' tests were used to evaluate the data fitting to the normal and gama distributions, respectively. The probability of ten-day rainfall to be higher than the reference evapotranspiration was variable, depending on the localities and month of the year. Higher risks of water deficit occurred between second ten-day period of November and first ten-day period of January. Lower risks were found to occur from second ten-day period of January. Therefore, there is the possibility to minimize risks of water deficit planning sowing date.

Key words: water deficit; sowing date

¹ Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Estatística/Experimentação Agropecuária
– FEPAGRO/SCT, Rua Gonçalves Dias, 570, 90130-060, Porto Alegre, RS. alberto-cargnelutti@fepagro.rs.gov.br

² Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador em Agrometeorologia
– FEPAGRO/SCT - ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br - Bolsista do CNPq.

³ Estudante de Agronomia, Estagiário do Laboratório de Agrometeorologia
– FEPAGRO/SCT.

⁴ Meteorologista, Bolsista do CNPq

Introdução

A sobrevivência do homem está ligada, entre outros fatores, à sua alimentação e, conseqüentemente, à produção agropecuária. Esta última, depende, entre outros fatores, das variáveis climáticas, tais como precipitação pluvial, distribuição pluviométrica, temperatura, umidade relativa do ar, etc. No Estado do Rio Grande do Sul (RS), reduções no rendimento de grãos das principais culturas como milho, soja, feijão, sorgo, arroz e pastagens, ocorrem com frequência. A baixa disponibilidade hídrica no solo é apontada como a principal responsável pelas oscilações no rendimento e frustrações nas safras das principais culturas agrícolas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998; MATZENAUER et al., 2002). Além disso, a variabilidade interanual das condições hídricas do solo, determinada pela variabilidade das chuvas, é o fator isolado que exerce maior peso na oscilação dos rendimentos das culturas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1992).

A probabilidade de a precipitação pluvial mensal superar a evapotranspiração potencial no Rio Grande do Sul, no período de dezembro a fevereiro é inferior a 60% em praticamente todo o Estado, o que determina elevada frequência de deficiências hídricas (ÁVILA et al., 1996). No entanto, o comportamento das precipitações pluviométricas em períodos menores é pouco conhecido no RS. Seu conhecimento, pode fornecer subsídio para determinar períodos críticos predominantes em determinados locais, fornecendo informações para adoção de estratégias que visem reduzir as conseqüências causadas pelas flutuações das precipitações pluviais como: uso da irrigação, implantação de culturas adaptadas ao regime pluviométrico, além do planejamento de épocas de semeadura em que a ocorrência do período crítico de uma determinada cultura coincida com uma época de maior probabilidade de atendimento das necessidades hídricas.

O objetivo deste trabalho foi determinar a probabilidade de a precipitação pluvial decendial ser igual ou superior à evapotranspiração de referência, no período de agosto a maio, em dez localidades do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

A evapotranspiração de referência (ET_o) de cada decêndio do período de agosto a maio, foi estimada pelo método de Penman, em dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1), considerando os períodos mostrados na Tabela 1. Conforme classificação climática de Köppen todas as localidades são enquadradas no clima Cfa. Para o cálculo da evapotranspiração de referência, o saldo de radiação (R_n) foi estimado a partir de uma função ajustada com a radiação solar global (R_s), para a condição de solo gramado, onde $R_n = -18,81 + 0,69R_s$ (BERGAMASCHI et al., 2003).

Através dos registros diários de precipitação pluvial, obtidos no Banco de Dados Meteorológicos do Laboratório de Agrometeorologia, da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária – FEPAGRO/SCT-RS, determinou-se o total de precipitação pluvial em cada decêndio do período de agosto a maio em cada localidade, nos períodos mostrados na Tabela 1.

Avaliou-se o ajuste dos dados do total de precipitação pluvial (TPP) em cada decêndio, do período de agosto a maio para cada localidade, às distribuições normal e gama, usando o teste de Lilliefors para a primeira e o teste de Kolmogorov-Smirnov para a segunda (CAMPOS, 1983).

Determinou-se a probabilidade do total de precipitação pluvial ser igual ou superior à ET_o, em cada decêndio, do período agosto a maio, para cada localidade. Para os casos em que os dados não se ajustaram à distribuição gama, calculou-se a frequência relativa de anos em que TPP foi igual ou superior a ET_o, a qual estima a probabilidade de ocorrência.

Tabela 1. Períodos considerados para as estimativas de evapotranspiração de referência (ET_o) e total de precipitação pluvial (TPP) em cada decêndio do período agosto a maio, em dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Localidade	Região Climática	Períodos	
		ET _o	TPP
Cruz Alta	Planalto	75/76-01/02	75/76-01/02
Júlio de Castilhos	Planalto	75/76-95/96	75/76-95/96
Passo Fundo	Planalto	75/76-01/02	75/76-01/02
Santa Rosa	Missões	75/76;77/78-98/99	75/76;77/78-01/02
São Borja	Vale do Uruguai	75/76;77/78-84/85;86/87-97/98;99/00	75/76;77/78-84/85;86/87-00/01
São Gabriel	Depressão Central	75/76;87/88;89/90-99/00	75/76-87/88;89/90-00/01
Taquari	Depressão Central	75/76-00/01	75/76-00/01
Rio Grande	Litoral Sul	75/76-81/82;83/84-90/91;92/93-98/99	75/76-81/82;83/84-90/91;92/93-98/99;01/02
Encruzilhada do Sul	Serra do Sudeste	75/76-89/90;91/92;95/96-98/99	75/76-93/94;95/96-98/99
Veranópolis	Serra do Nordeste	76/77-98/99	75/76-99/00



Figura 1. Localização geográfica dos municípios no Estado do Rio Grande do Sul, avaliados no trabalho.

Resultados e Discussão

Os testes de Kolmogorov-Smirnov e Lilliefors, foram aplicados em 300 casos (10 municípios, 10 meses e 3 decêndios). Em 196 e 44 casos, houve ajustamento dos dados do total de precipitação pluvial à distribuição gama e normal, respectivamente, com $p > 0,20$, ou seja, com boa aderência. Dos 104 casos em que os dados não se

ajustaram à distribuição gama, nove ajustaram-se à distribuição normal. Portanto, a não aderência a essas distribuições dos dados em 95 casos pode, provavelmente, ser explicada pela irregularidade das precipitações pluviais decendiais no período. Assim, a probabilidade do total de precipitação pluvial (TPP) ser igual ou superior a evapotranspiração de referência (ET_o), em 196 casos, foi estimada a partir das estimativas dos parâmetros $\hat{\alpha}$ e $\hat{\beta}$ da distribuição gama e nos demais (104 casos) pela frequência relativa de anos com TPP igual ou superior a ET_o, não sendo utilizada a distribuição normal, nem nos nove casos em que os dados se ajustaram somente a ela (Tabela 2).

As probabilidades oscilaram entre locais e entre épocas do ano, sendo que a menor probabilidade (0,06) ocorreu no segundo decêndio de dezembro em São Gabriel e a maior (0,83) no primeiro decêndio de agosto em Rio Grande (Tabela 2). Isso significa que a cada cem anos existe probabilidade de que em 94 e 17 anos, respectivamente, para esses decêndios e locais, ocorra disponibilidade de precipitação menor que evapotranspiração de referência. Baixa disponibilidade hídrica foi apontada como a principal responsável pelas oscilações no rendimento e frustrações nas safras

Tabela 2. Probabilidade de a precipitação pluvial decendial ser igual ou superior a evapotranspiração de referência (ET_o), em dez localidades do Estado do Rio Grande do Sul.

Mês	Decêndio	Localidade									
		Cruz alta	Júlio de Castilhos	Passo Fundo	São Gabriel	Veranópolis	Rio Grande	Encruzilhada do Sul	Santa Rosa	São Borja	Taquari
ago	1	0,59*	0,78	0,61	0,50*	0,71	0,83	0,79	0,65*	0,65*	0,79
	2	0,65	0,54	0,58	0,25*	0,69	0,45	0,58	0,52*	0,52*	0,65
	3	0,38	0,36	0,48*	0,37	0,43*	0,71	0,60*	0,47	0,47	0,60
set	1	0,41*	0,33*	0,45	0,27	0,44	0,62	0,53	0,35*	0,35*	0,54*
	2	0,73	0,69	0,75	0,57	0,79	0,68*	0,57	0,77	0,77	0,73
	3	0,78	0,75	0,72	0,50	0,74	0,45*	0,59	0,64	0,64	0,69
out	1	0,60	0,35	0,75	0,35	0,50	0,32*	0,25*	0,70	0,70	0,45
	2	0,47	0,29*	0,56	0,45	0,49	0,37	0,31	0,64	0,64	0,61
	3	0,53	0,57	0,52	0,40	0,54	0,32*	0,46	0,69	0,69	0,54
nov	1	0,56*	0,48*	0,51	0,33*	0,65*	0,42	0,47	0,52*	0,52*	0,62*
	2	0,30*	0,30	0,34	0,19	0,39*	0,32*	0,37	0,35	0,35	0,26
	3	0,33*	0,19	0,26	0,15	0,35	0,18*	0,27	0,25	0,25	0,35
dez	1	0,26*	0,19*	0,30*	0,11	0,39	0,14*	0,35*	0,26*	0,26*	0,35*
	2	0,14	0,08	0,41	0,06	0,34	0,16	0,08	0,33	0,33	0,30
	3	0,22*	0,18	0,34	0,17	0,28	0,23*	0,20*	0,34	0,34	0,23*
jan	1	0,26	0,19*	0,24	0,13	0,22	0,27*	0,22	0,19	0,19	0,23
	2	0,41	0,38*	0,48	0,25*	0,41	0,36*	0,35*	0,39*	0,39*	0,36
	3	0,48	0,34	0,44	0,32	0,56	0,39	0,37	0,47	0,47	0,46
fev	1	0,42	0,26	0,44	0,43	0,40	0,14*	0,44	0,43*	0,43*	0,39
	2	0,52*	0,47	0,41	0,25	0,43	0,38	0,35	0,43*	0,43*	0,28
	3	0,44*	0,40	0,41*	0,41	0,45	0,52	0,50	0,61*	0,61*	0,49
mar	1	0,38	0,26	0,42	0,26	0,23	0,32*	0,25*	0,38	0,38	0,34
	2	0,22*	0,37	0,34	0,33*	0,26	0,35	0,35*	0,39*	0,39*	0,38*
	3	0,49	0,43*	0,48*	0,46*	0,33	0,27*	0,47	0,43	0,43	0,43
abr	1	0,52	0,43*	0,43	0,48	0,43*	0,41*	0,50*	0,69	0,69	0,55
	2	0,60	0,55	0,59*	0,82	0,70	0,50*	0,55*	0,64	0,64	0,72
	3	0,44*	0,48*	0,41*	0,52	0,43*	0,45*	0,50*	0,43*	0,43*	0,46*
mai	1	0,70	0,61	0,41*	0,50*	0,57	0,36*	0,62	0,69	0,69	0,54
	2	0,77	0,66	0,52*	0,66	0,60	0,45*	0,68	0,55	0,55	0,50*
	3	0,72	0,52*	0,56*	0,63*	0,52*	0,45*	0,79	0,68	0,68	0,62*

* probabilidade obtida pela frequência relativa de anos com total de precipitação pluvial igual ou superior a ET_o

das principais culturas agrícolas de primavera-verão no RS (BERLATO, 1987; MOTA et al., 1996; CUNHA et al., 1998; MATZENAUER et al., 2002), além da variabilidade das precipitações pluviais (BERLATO, 1992). Assim, existe necessidade de ajustes de épocas de semeadura, escolha da cultura a ser implantada, além do planejamento da irrigação para minimizar riscos por deficiências hídricas, principalmente no período crítico (maior necessidade de água) da cultura.

A relação entre a evapotranspiração máxima (ET_m) e a evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo método de Penman, no período crítico das culturas de milho (MATZENAUER et al., 1998), soja (BERLATO et al., 1986), feijão (MATZENAUER et al., 1999b) e girassol (MATZENAUER et al., 1999a) é respectivamente, 0,99; 1,50; 0,89 e 1,12. Portanto, o uso das probabilidades (Tabela 2) como estratégia de minimização de riscos por deficiência hídrica, sofre alterações inversas a estas relações. Nas demais culturas, cuja relação ET_m/ET_o seja 1,00, as probabilidades podem ser utilizadas diretamente no planejamento.

Em relação à média das dez localidades, a menor (0,22) e a maior probabilidade (0,68),

ocorreram, respectivamente, no segundo decêndio de dezembro e no segundo decêndio de setembro (Figura 2). De maneira geral, do segundo decêndio de setembro ao primeiro de janeiro, diminuiu a disponibilidade de água, e entre o segundo decêndio de novembro e o primeiro de janeiro ocorreram maiores riscos de deficiência hídrica. Assim, estratégias como planejamento de épocas de semeadura ou suplementação hídrica são técnicas que podem reduzir riscos nas culturas de primavera-verão no Rio Grande do Sul. Do primeiro decêndio de janeiro em diante ocorreram acréscimos das probabilidades, evidenciando maior disponibilidade da água para culturas de “safrinha”. No entanto, planejamentos de épocas de semeadura podem evitar excesso hídrico na colheita das mesmas, além de eventuais deficiências hídricas no primeiro e segundo decêndio de março.

Entre as localidades, na média do período de agosto a maio, a maior probabilidade ocorreu em Santa Rosa (0,50) e a menor em São Gabriel (0,37) (Figura 3), ou seja, inferiores a 60%, concordando com ÁVILA et al. (1996). Ocorreu um decréscimo das probabilidades no sentido norte sul do Estado do Rio Grande do Sul, alertando para maior risco da produção agrícola na metade sul do Estado.

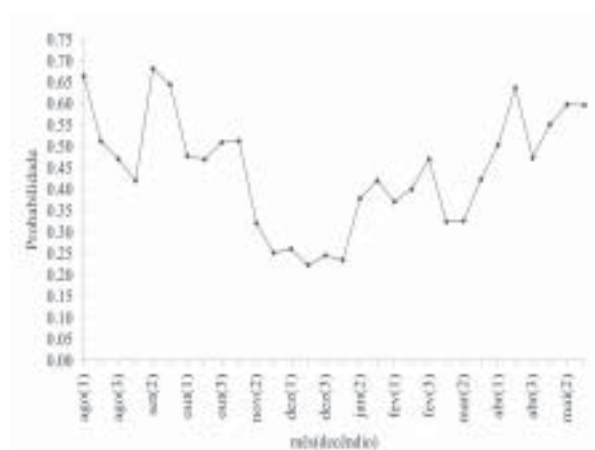


Figura 2. Probabilidade (média de 10 localidades do RS) do TPP ser igual ou superior a ETo nos decêndios do período de agosto a maio.

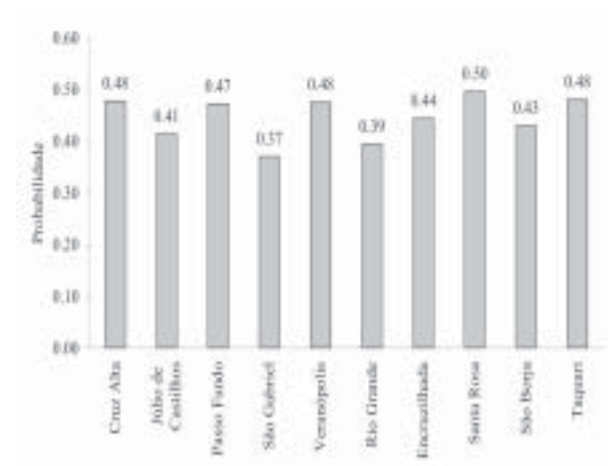


Figura 3. Probabilidade (média de 10 meses e 3 decêndios) do TPP ser igual ou superior a ETo em dez localidades do RS.

Conclusões

Existe variabilidade na probabilidade de a precipitação pluvial decendial superar a evapotranspiração de referência entre as localidades e épocas do ano.

Maiores riscos de deficiência hídrica ocorrem entre o segundo decêndio de novembro e o primeiro de janeiro.

Menores riscos de deficiência hídrica ocorrem a partir do segundo decêndio de janeiro.

Existe possibilidade de minimizar riscos de deficiência hídrica através do planejamento de épocas de semeadura.

Referências Bibliográficas

ÁVILA, A.M.H. et al. Probabilidade de ocorrência de precipitação pluvial mensal igual ou maior que a evapotranspiração potencial para a estação de crescimento das culturas de primavera-verão no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.2, n.2, p.149-154, 1996.

BERGAMASCHI, H. et al. **Clima da Estação Experimental da UFRGS (e região de abrangência)**. Porto Alegre: UFRGS, 2003. 78 p.

BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. 1992. P. 11-24.

BERLATO, M.A. **Modelo de relação entre o rendimento de grãos da soja e o déficit hídrico para o Estado do Rio Grande do Sul**. São José dos Campos, 1987. 93 p. Tese (Doutorado em Meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1987.

BERLATO, M.A.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração máxima da soja e relações com a evapotranspiração

calculada pela equação de Penman, evaporação do tanque classe “A” e radiação solar global. **Agronomia Sulriograndense**, v.22, n.2, p.243-259, 1986.

CAMPOS, H. de **Estatística experimental não-paramétrica**. 4. ed. Piracicaba: Departamento de Matemática e Estatística - ESALQ, 1983. 349 p.

CUNHA, G.R. et al. Perda de rendimento potencial em soja no Rio Grande do Sul por deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 111-119, 1998.

MATZENAUER, R. et al. **Consumo de água e disponibilidade hídrica para milho e soja no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FEPAGRO, 2002. 105 p. (BOLETIM FEPAGRO, 10).

MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M.A. Evapotranspiração da cultura do milho II – Relações com a evaporação do tanque classe “A”, com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global, em três épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.6, n.1, p.15-21, 1998.

MATZENAUER, R.; MALUF, J. R.T.; BUENO, A.C. Relações entre a evapotranspiração máxima do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris L.*) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.7, n.2, p.173-178, 1999b.

MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A. C. Evapotranspiração da cultura do feijão e sua relação com a evaporação do tanque classe “A”. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 101-106, 1998.

MATZENAUER, R.; MALUF, J.R.T.; BUENO, A.C. Relações da evapotranspiração máxima do girassol (*Helianthus annuus L.*) com a evapotranspiração de referência e com a radiação solar global. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.5, n.2, p.241-247, 1999a.

MOTA, F.S. et al. Análise agroclimatológica da necessidade de irrigação da soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 133-138, 1996.