

AVALIAÇÃO DAS DEFICIÊNCIAS HÍDRICAS DO SOLO ARROIO DOS RATOS NA REGIÃO DE ELDORADO DO SUL, RS

CARMEM ILSE PINHEIRO JOBIM¹, RAUL DORFMAN²

RESUMO - No Rio Grande do Sul, as perdas que as culturas de primavera-verão sofrem devido aos eventos de estiagem, demonstram a necessidade de estudos específicos das reais deficiências hídricas das diferentes condições do Estado, visando a recomendação da irrigação. As várzeas da Depressão Central, especificamente aquelas ocupadas com o solo Arroio dos Ratos, apresentam potencial de clima e relevo para cultivos de primavera-verão alternativos ao arroz irrigado e apresentam adaptabilidade à prática da irrigação. Assim, foram avaliadas as deficiências hídricas ocorridas em Eldorado do Sul, especificamente, no solo Arroio dos Ratos, considerando 67,71 mm de capacidade de água disponível no solo. Usando uma série homogênea de dados do período 1967-1993, foi calculada a evapotranspiração de referência e calculados o balanço hídrico médio e os balanços hídricos seriados em base decenal. As frequências dos déficits e dos índices hídricos foram calculadas. Os resultados demonstraram a ocorrência de déficit hídrico decenal, de novembro a março, sendo que os meses de dezembro, janeiro e fevereiro apresentaram deficiências hídricas severas e frequentes.

Palavras-chave: evapotranspiração, balanço hídrico.

EVALUATION OF WATER DEFICIT IN ARROIO DOS RATOS SOIL, ELDORADO DO SUL, RS

ABSTRACT - In the State of Rio Grande do Sul, the losses of spring-summer crops by drought events has showed the necessity of specific studies about local water deficit regarding the irrigation practice. Depressão Central lowlands, specifically the Arroio dos Ratos soil, are useful alternative to wet rice and are suitable for irrigation. So, the water deficit occurrence in the spring-summer period in Eldorado do Sul, with Arroio dos Ratos soil, were studied, adopting a soil water-storage capacity of 67.71 mm. The homogeneous serial dates of the 1967-1993 period were used to evaluate the referential evapotranspiration, and to compute the average water balance and the serial water balance for ten-day periods. The deficit and water indexes frequency were calculated. The results showed that water deficit occurs from November through March, however December, January and February were the months with the most frequent and severe water deficit.

Key words: evapotranspiration, water balance, relative water use.

INTRODUÇÃO

A necessidade de aumentar a produção de alimentos compele a pesquisa a implementar técnicas que possibilitem a utilização de áreas consideradas com limitações climáticas, visando o melhor aproveitamento da área agrícola. Entre as técnicas possíveis, está a irrigação, que envolve investimento de expressivo capital e carece de comprovação técnica específica de sua necessidade e eficiência.

A prática da irrigação é utilizada no Rio Grande do Sul desde o início do século, com a implantação das primeiras lavouras de arroz irrigado.

No entanto, as perdas que as culturas de primavera-verão do Estado vêm sofrendo devido aos eventos de estiagem (BERLATO, 1992) demonstram a necessidade de estender os benefícios da irrigação aos cultivos considerados de sequeiro. Portanto, se faz necessário estudos específicos que avaliem as reais deficiências hídricas para as diferentes condições do Estado. Segundo TAVARES (1991), as disponibilidades hídricas de um local estão intrinsecamente ligadas ao clima e ao solo e devem, portanto, ser examinadas especificamente a partir destas características.

Há, aproximadamente, 3 300 000 ha de várzeas

1. Eng. Agr., M.Sc. - Equipe de Fitotecnia, FEPAGRO. Rua Gonçalves Dias 570, 90130-060 Porto Alegre, RS. Aluna do Curso de Doutorado em Engenharia dos Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, IPH - UFRGS.

2. Eng. Agr., PhD. - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS.

Recebido para publicação em 19/12/1997.

no Rio Grande do Sul cultivados com arroz irrigado que necessitam de rotação com outras culturas para o controle do arroz vermelho, *Oryza sativa* L. (TAYLOR e BELTRAME, 1981). Assim, atualmente está sendo estudada a viabilidade de utilização destas áreas com outras culturas, como soja, milho ou pastagens. Entre as áreas disponíveis ao estudo, encontram-se as várzeas da Depressão Central (GOMES et al., 1992), que, segundo SAUNDERS (1971), apresentam, entre outros, terrenos com o solo Arroio dos Ratos. De acordo com este autor, este solo apresenta características de textura, profundidade, complexidade de associação, erosão, hidromorfismo e transição de horizontes, sem limitação com respeito à capacidade de irrigação. Conforme o mesmo estudo, estas áreas apresentam potencialidade de clima e relevo para implementação, alternativa ao arroz, do cultivo do milho, soja e pastagem.

A Estação Experimental da UFRGS, localizada em Eldorado do Sul, RS, está situada na Depressão Central e apresenta uma área razoável com solo Arroio dos Ratos (MELLO, 1966). Portanto, o presente estudo enfocou as áreas de solo Arroio dos Ratos de Eldorado do Sul, devido às disponibilidades de informações meteorológicas e edáficas, e teve por objetivo quantificar as deficiências hídricas decendiais ocorridas nos períodos compreendidos entre os meses de agosto e maio, bem como determinar suas freqüências.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados meteorológicos decendiais de Eldorado do Sul, referentes ao período 1967-1993, pertencentes ao banco de dados da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária e à Estação Experimental da Faculdade de Agronomia da UFRGS. Os valores da evapotranspiração de referência (ET_o) foram estimados pelo método combinado de PENMAN, recomendado por DORFMAN (1977), por apresentar melhor concordância e paralelismo com a evaporação medida em tanque classe A. O saldo de radiação foi estimado por uma função ajustada para superfície gramada (BERGAMASCHI e GUADAGNIN, 1990).

Para a estimativa da evapotranspiração real (ET_r) utilizou-se o método do balanço hídrico segundo THORNTHWAITE e MATHER (1955),

empregando como dados de entrada, a precipitação pluvial decendial e a ET_o estimada para superfície gramada. O balanço hídrico foi calculado para o solo Arroio dos Ratos, sendo a sua capacidade de armazenamento de água determinada em função de sua curva característica de tensão de umidade e calculada segundo DOOREMBOS e KASSAN (1979):

$$CAD = [(CC - PMP)/100] \cdot h \quad (1)$$

onde CAD é a capacidade de água disponível no solo (mm), CC é a umidade do solo à capacidade de campo (%), PMP é a umidade do solo no ponto de murcha permanente (%) e h é a profundidade efetiva do sistema radicular (mm).

Foram realizados dois tipos de balanço hídrico. O balanço hídrico médio, utilizando os valores médios de precipitação e evapotranspiração de referência do período, e o balanço hídrico seqüencial, com a série histórica dos dados disponíveis.

Com as variáveis fornecidas pelo balanço hídrico médio foi traçado o extrato do balanço hídrico médio decendial, conforme CAMARGO e CAMARGO (1993). Também foram determinados os Intervalos de Confiança, a 95 %, para as médias obtidas da precipitação, evapotranspiração de referência e evapotranspiração real.

O balanço hídrico seqüencial forneceu as variáveis evapotranspiração real (ET_r), déficit e o excesso hídrico e índice hídrico (ET_r/ET_o) decendiais para os anos avaliados. Os déficit hídricos foram agrupados em classes, em número determinado por:

$$5 \left[\text{Log}_{10} (N) \right] \quad (2)$$

e submetidos à determinação da distribuição das freqüências e freqüências relativas, com posterior representação em histograma e ogiva.

Os índices hídricos foram agrupados em categorias, da mesma forma, e também submetidos à determinação das distribuições das freqüências, relativas e acumuladas, com os respectivos histogramas e ogivas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da curva característica de tensão de umidade do solo Arroio dos Ratos, expressos na Tabela 1, determinaram, de acordo com a fórmula (1) uma capacidade de armazenamento de água de 67,71 mm, adotando 600 mm como profundidade efetiva do sistema radicular.

TABELA 1 - Umidade volumétrica a várias tensões e à capacidade de campo e profundidade dos horizontes do solo Arroio dos Ratos, Eldorado do Sul, RS, 1997

Determinações	Umidade (%) horizontes			
	A ₁	A ₃	B ₁	B ₂
tensão (atm)				
-0,01	21,65	22,72	24,61	25,95
-0,04	18,82	20,00	21,43	23,37
-0,07	17,49	18,35	18,51	22,56
-0,10	16,32	18,22	18,08	21,27
-0,70	10,96	12,36	15,10	18,00
-1,00	10,19	11,73	14,99	17,55
-4,00	8,94	10,13	12,76	16,83
-9,00	7,31	9,09	11,86	15,67
-15,00	6,60	8,09	10,99	14,28
capacidade campo	13,30	15,20	16,90	20,10
profundidade (cm)	0-18	18-40	40-70	70-105

Os elementos do balanço hídrico médio forneceram o extrato do balanço hídrico decendial médio, representado na Figura 1, e os dados obtidos no balanço hídrico seqüencial forneceram os valores da precipitação média decendial, evapotranspiração de referência média decendial e evapotranspiração real média decendial com seus respectivos Intervalos de Confiança, a 95% de probabilidade, para o período calculado (Tabela 2). Estes dados, conforme pode-se observar na Figura 1, demonstram períodos de deficiência hídrica entre os meses de novembro a meados de abril. Estes valores diferem dos apresentados por CUNHA (1992), por aqueles terem sido estimados para um solo com capacidade de armazenamento de água de 75 mm, enquanto que estes dados foram obtidos para as características específicas do solo Arroio dos Ratos.

Os déficits hídricos decendiais obtidos com o balanço hídrico decendial foram agrupados em nove categorias distribuídas entre valores, desde nenhum déficit decendial até 67 mm de déficit no decêndio. As freqüências estimadas (Tabelas 3) mostraram que ocorreram déficits em todos os meses avaliados, sendo que os déficits decendiais mais severos, acima de 44 mm, ocorreram nos meses de novembro

a fevereiro. O histograma da distribuição das freqüências de déficits decendiais, maiores que 16 mm ocorrentes nestes meses, constam na Figura 2.

Considerando os valores médios da ETo obtidos para estes meses (Tabela 2) e as necessidades hídricas das culturas (DOOREMBOS e KASSAN, 1979), estes déficits hídricos podem representar prejuízos para as produções agrícolas estabelecidas durante estas épocas. Para BERLATO (1992), os anos secos, que reduzem significativamente a produção agrícola, e os muito secos, que determinam frustrações de safra, não são pouco freqüentes, nas condições climáticas do Rio Grande do Sul. A este respeito, o autor conclui que a variabilidade interanual das condições hídricas do solo é o fator isolado de maior peso nas variações de rendimento das culturas de primavera-verão. A revisão de MATZENAUER (1995), envolvendo diferentes épocas de semeadura, locais e culturas, confirma o problema da deficiência hídrica para as culturas de primavera-verão no Estado. Segundo o autor, os trabalhos realizados evidenciam que o déficit hídrico é um dos fatores que têm causado maiores prejuízos às safras estaduais de verão.

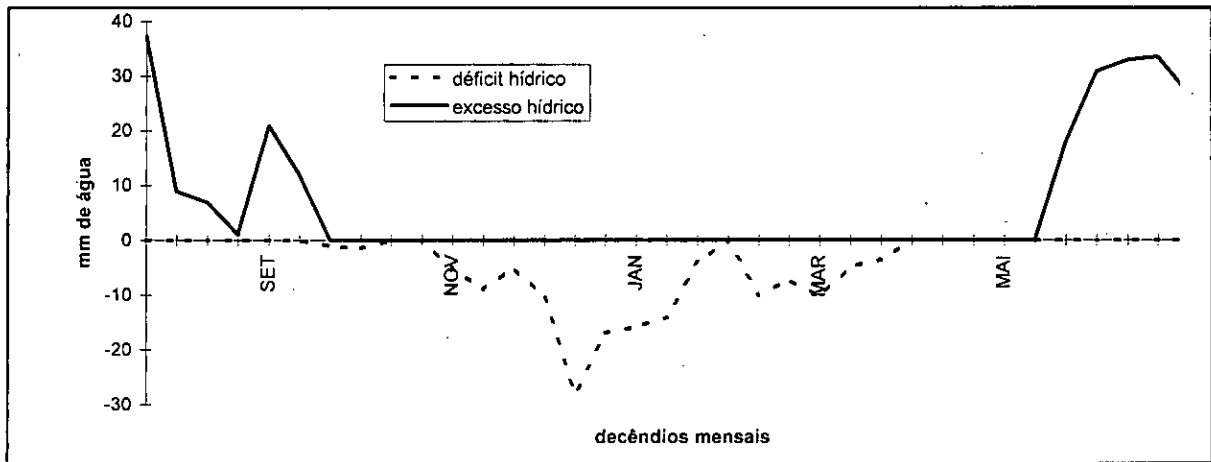


FIGURA 1 - Extrato do balanço hídrico decendial médio sequencial, segundo Thornthwaite e Mather (1955), referente ao período 1967-93, para o solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de água de 67,71 mm, em Eldorado do Sul, RS

TABELA 2 - Precipitação média decendial (P), em mm, evapotranspiração de referência média decendial (ET₀), em mm, e evapotranspiração real (ET_r), em mm, e seus respectivos intervalos de confiança (IC), a 95% de probabilidade, estimados pelo balanço hídrico sequencial decendial, para o período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

Mês	Dec.	P	IC	ET ₀	IC	ET _r	IC
agosto	1	55,9	16,6	18,6	1,5	18,6	1,3
	2	31,1	14,5	22,2	2,0	22,2	1,6
	3	34,1	11,5	27,2	1,9	27,2	2,0
setembro	1	28,9	12,2	27,8	2,1	27,8	1,9
	2	47,7	20,6	26,8	2,2	26,8	2,0
	3	43,2	14,9	31,2	2,1	31,2	2,4
outubro	1	22,5	8,9	36,7	2,8	35,6	2,5
	2	32,9	14,3	39,8	2,4	38,3	3,8
	3	47,2	12,4	44,0	3,0	44,0	3,7
novembro	1	45,7	15,9	44,3	3,2	44,3	3,8
	2	27,5	11,9	48,0	3,2	42,9	4,8
	3	30,7	11,9	48,7	3,6	39,8	5,1
dezembro	1	43,0	13,9	51,5	3,1	46,5	5,4
	2	37,4	10,3	53,2	2,6	42,9	5,5
	3	25,2	7,8	61,7	3,2	33,8	6,3
janeiro	1	31,7	10,2	51,7	3,0	34,7	6,2
	2	34,3	10,5	52,1	3,8	36,3	6,1
	3	38,8	9,8	54,2	3,4	40,2	7,2
fevereiro	1	42,4	12,4	46,7	2,5	42,7	5,7
	2	45,8	16,6	44,4	2,8	44,4	4,1
	3	23,1	10,0	35,3	2,9	25,4	3,7
março	1	34,8	11,7	42,5	3,1	35,3	5,3
	2	27,2	10,0	38,0	2,1	27,7	4,2
	3	33,0	15,6	38,1	2,6	33,2	4,0
abril	1	27,6	9,6	31,2	2,3	27,7	3,4
	2	39,5	16,4	25,3	2,2	25,3	3,0
	3	30,5	10,7	25,7	1,9	25,7	2,9
maio	1	30,9	8,7	22,8	1,7	22,8	2,6
	2	31,7	10,4	21,1	1,5	21,1	1,8
	3	31,1	9,8	20,2	1,7	20,2	2,5
junho	1	51,0	18,7	16,6	2,3	16,6	2,3
	2	47,5	18,9	16,7	1,6	16,7	1,6
	3	48,6	14,8	15,8	1,8	15,8	1,8
julho	1	51,3	17,2	17,9	1,7	17,9	1,7
	2	44,4	15,0	17,8	1,4	17,8	1,4
	3	40,2	14,2	19,6	2,5	19,6	2,5

TABELA 3 - Frequência das classes de déficits hídricos decendiais (mm), ocorridos no período 1967-93, em solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

CLASSES	FREQUÊNCIAS								
	0	≤ 6	≤ 11	≤ 16	≤ 22	≤ 33	≤ 44	≤ 55	≤ 67
agosto	47	17	5	4	2	0	0	0	0
setembro	41	19	10	4	3	1	0	0	0
outubro	28	17	9	5	6	9	4	0	0
novembro	24	12	8	9	5	9	6	3	2
dezembro	17	8	8	5	10	11	7	6	6
janeiro	20	12	4	3	7	9	9	9	5
fevereiro	26	10	6	11	7	9	8	1	0
março	27	11	11	3	7	13	6	0	0
abril	34	14	7	7	10	6	0	0	0
maio	44	25	1	4	2	2	0	0	0
junho	61	12	1	0	1	0	0	0	0
julho	51	24	0	0	0	0	0	0	0

A ogiva das frequências relativas (Figura 3) mostra que, em torno de 50% dos déficits decendiais ocorridos nos meses de novembro a março, foram superiores a 16 mm e, em mais de 30 % dos casos, superiores a 22 mm. Os déficits mais severos, acima de 44 mm, ocorreram em mais de 15 % dos eventos nos meses mais deficitários, dezembro e janeiro.

Os índices hídricos decendiais (ET_r/ET_o) médios e seus Intervalos de Confiança (Tabela 4) medem a evapotranspiração relativa dos decêndios avaliados. Conforme os resultados obtidos, em todos os meses avaliados, foram observados índices hídricos inferiores a 0,75, indicando que cerca de 15 % da demanda hídrica das culturas pode não estar sendo atendida pela precipitação natural. No entanto, os meses de novembro a março, que apresentaram as maiores ocorrências de índices menores que 0,25, demonstraram ocorrência de demanda hídrica deficitária em 75%, evidenciando a necessidade de complementação da necessidade hídrica através da irrigação. Os índices hídricos foram agrupados em quatro classes distribuídas entre 0 e 1, com intervalo de classe de 0,25. A análise da distribuição das frequências mostrou que, nos 26 anos avaliados, durante o mês de novembro, foram registrados 15 decêndios com índice hídrico inferior a 0,75; em 12 decêndios, inferior a 0,50 e em 6 dos decêndios, inferior a 0,25. Em dezembro, ocorreram 21 decêndios com índice hídrico inferior a 0,75; em 11 decêndios, inferior a 0,50 e 11 decêndios, inferior a 0,25. No mês de janeiro foram observados 13 decêndios com índice hídrico menor que 0,75; em 12 decêndios, menor que 0,50 e 15

decêndios, menor que 0,25. Em fevereiro os índices hídricos decendiais foram inferiores a 0,75 em 20 decêndios; a 0,50, em 10 decêndios; e a 0,25, em 7 dos decêndios observados. No histograma da Figura 4, que representa a distribuição das frequências, pode-se constatar que, nos meses de novembro, dezembro, janeiro e fevereiro, os índices hídricos foram menores que 1 em mais de 50% dos decêndios, e, em pelo menos 10% dos decêndios, os índices hídricos foram inferiores a 0,50. Estes valores deficitários de demanda hídrica indicam necessidade de suplementação do fornecimento de água, sendo que, em 10 % dos decêndios, as demandas hídricas podem superar em 50% os volumes da precipitação natural. Considerando-se as frequências acumuladas (Figura 5), cerca de 20 % dos decêndios avaliados destes meses apresentaram índice hídrico inferior a 0,50; em dezembro e janeiro mais de 50% dos decêndios tiveram índice hídrico inferior a 0,75.

Os resultados obtidos confirmam, especificamente para o solo Arroio dos Ratos de Eldorado do Sul, as deficiências hídricas relatadas genericamente para a Depressão Central (BERLATO, 1992), que costumam acarretar severas perdas nas produções das culturas de primavera-verão. Assim, a avaliação das disponibilidades hídricas do solo Arroio dos Ratos demonstra a necessidade de suplementação de água através da irrigação para os cultivos de primavera-verão, com profundidade efetiva do sistema radicular de 600 mm.

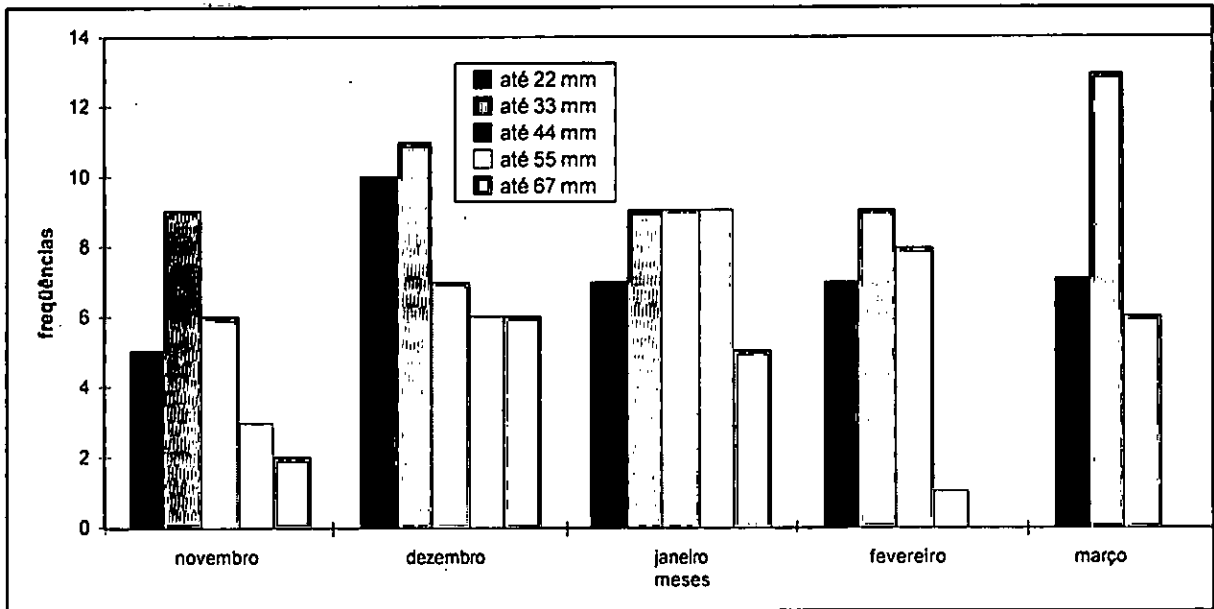


FIGURA 2- Histograma das frequências das classes de déficits hídricos decendiais (mm) maiores que 16 mm, ocorridos no período de 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

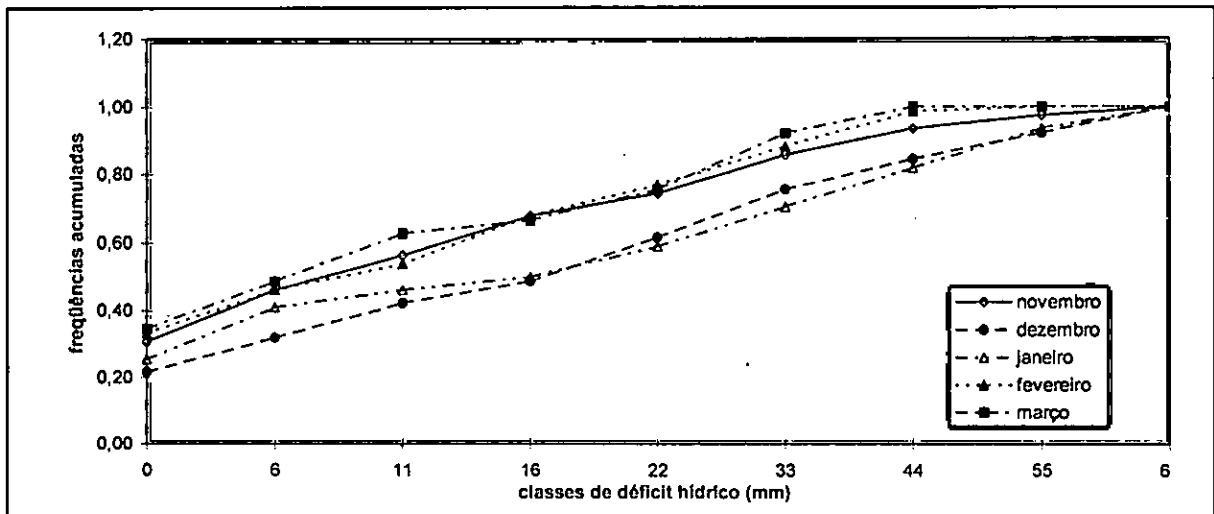


FIGURA 3- Ogiva das frequências relativas acumuladas de classes dos déficits hídricos decendiais (mm) ocorridos no período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

TABELA 4- Índices hídricos médios decendiais (ET_p/ET_0) e intervalos de confiança (IC), a 95% de probabilidade, determinados pelo balanço hídrico seqüencial decendial, do período 1967-93, em solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

MÊS	DECÊNDIO	ET_p/ET_0	IC
agosto	1	0,96	0,04
	2	0,91	0,05
	3	0,86	0,09
setembro	1	0,86	0,07
	2	0,93	0,05
	3	0,91	0,06
outubro	1	0,80	0,07
	2	0,77	0,11
	3	0,84	0,09
novembro	1	0,80	0,10
	2	0,70	0,11
	3	0,68	0,11
dezembro	1	0,75	0,12
	2	0,72	0,10
	3	0,52	0,11
janeiro	1	0,60	0,14
	2	0,63	0,13
	3	0,71	0,13
fevereiro	1	0,71	0,12
	2	0,80	0,09
	3	0,65	0,11
março	1	0,73	0,12
	2	0,72	0,11
	3	0,72	0,11
abril	1	0,72	0,11
	2	0,76	0,12
	3	0,82	0,11
maio	1	0,87	0,10
	2	0,91	0,06
	3	0,88	0,10
junho	1	0,94	0,07
	2	0,97	0,03
	3	1,00	0,01
julho	1	0,98	0,02
	2	0,97	0,02
	3	0,96	0,03

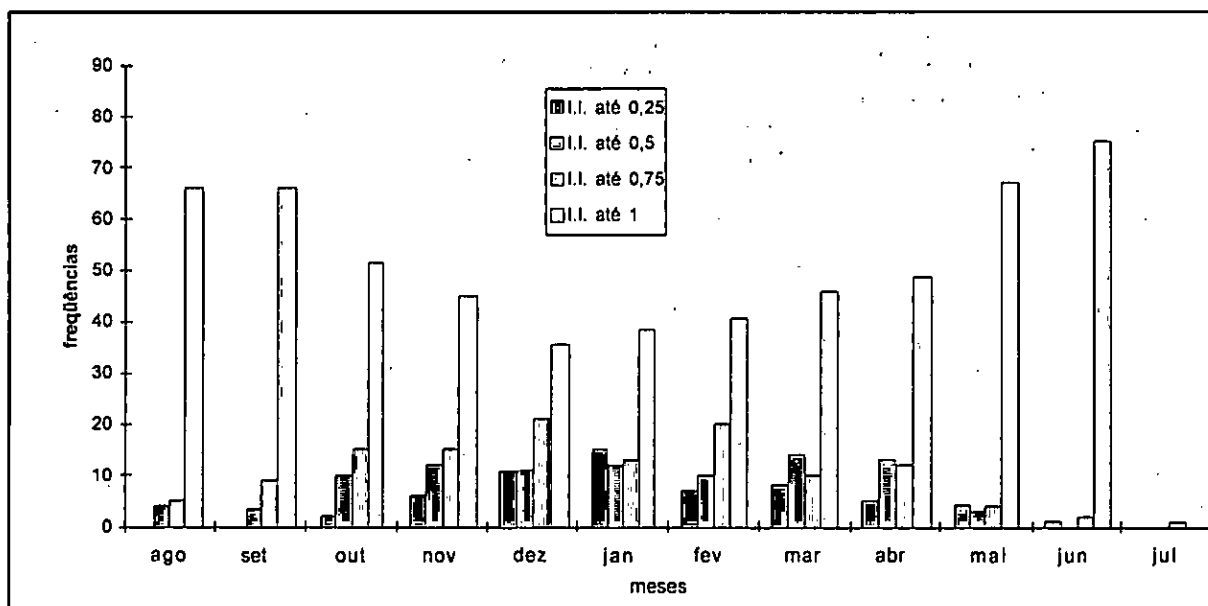


FIGURA 4- Histograma da frequência das classes de índices hídricos decendiais (I.I.) ocorridos no período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

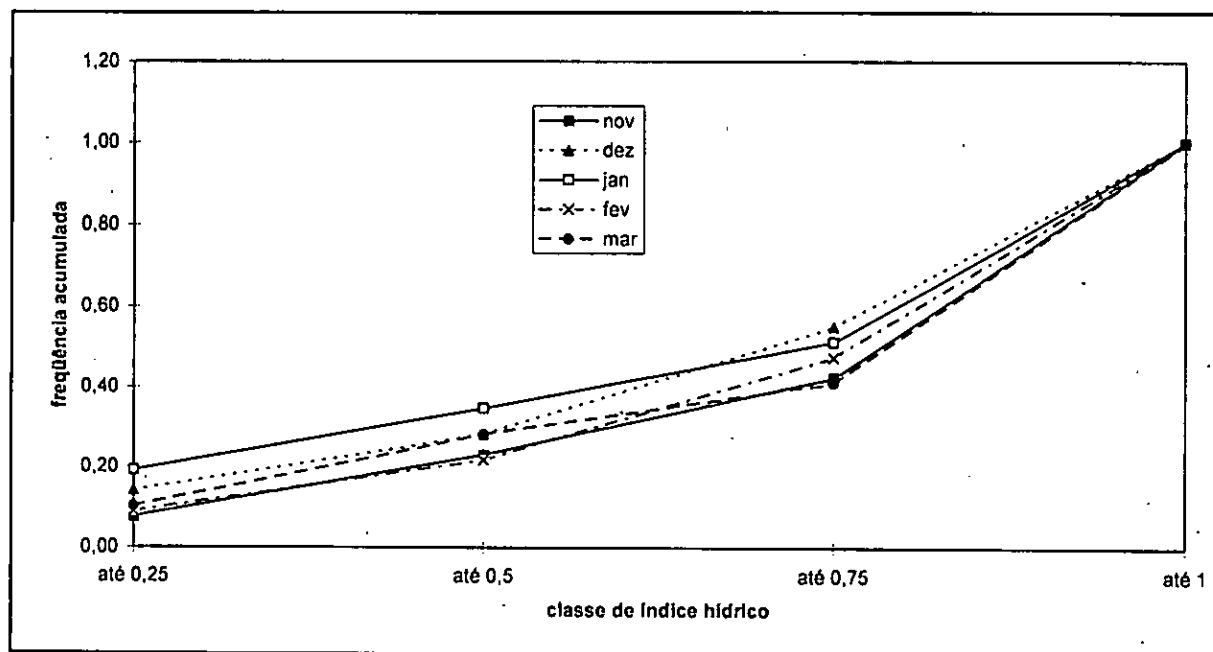


FIGURA 5 - Ogiva das frequências relativas acumuladas (%) das classes dos índices hídricos decendiais ocorridos no período 1967-93, no solo Arroio dos Ratos, com capacidade de armazenamento de 67,71 mm. Eldorado do Sul, RS

CONCLUSÕES

Ocorrem deficiências hídricas médias de novembro a março em solos Arroio dos Ratos da região de Eldorado do Sul. Estas deficiências são mais graves nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade -UFRGS, 1992. p.11-24.
- BERGAMASCHI, H.; GUADAGNIN, M.R. **Agroclima da Estação Experimental Agronômica/UFRGS**. 1990. (Não publicado)
- CAMARGO, M.B.P.; CAMARGO, A.P. Representação gráfica informatizada do extrato do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather. **Bragantia**, Campinas, v.52, n.2, p.169-172, 1993.
- CUNHA, G.R. Balanço hídrico climático. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade -UFRGS, 1992. p.63-84.
- DOOREMBOS, J.; KASSAN, A.H. **Efectos del agua sobre el rendimiento de los cultivos**. Roma: FAO, 1979. 212p. (Riego y drenage, 33).
- DORFMAN, R. **Critérios de avaliação de alguns métodos de estimativa de evapotranspiração potencial**. Porto Alegre: UFRGS, 1977. 130p. Dissertação (Mestrado em Hidrologia Aplicada) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. 1977.
- GOMES, A.S.; CUNHA, N.G.; PAULETTO, E.A., SILVEIRA, R.J.C.; TURATTI, A.L. Solos de várzea. Uso e manejo. In: **FEDERACITE, Solos e irrigação**. Porto Alegre: Universidade, 1992. p.64-79.
- MELLO, O.; LEMOS, R.C.; ABRÃO, P.U.R.; AZOLIN, M.A.; CARVALHO, A.P.; Levantamento em série dos solos do Centro Agronômico. **Revista da Faculdade de Agronomia e Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, v.8, n.1, p.7-155, 1969.
- MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H.; BERLATO, M. A.; RIBOLDI, J. Modelos agrometeorológicos para a estimativa do rendimento de milho, em função da disponibilidade hídrica no estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v.1, n.2, p.225-241, 1995.
- SAUNDERS, L.C.U. **Disponibilidades de água e classificação com fins de irrigação de três solos da Estação Experimental Agronômica (RS)**. Porto Alegre: UFRGS, 1971. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Hidrologia Aplicada) - Centro de Hidrologia Aplicada, Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. 1971
- TAVARES, V.E.Q. **Variabilidade temporal do saldo potencial de água no solo, na região da bacia do rio Vacacaí**. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 138p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Instituto de Pesquisas Hidráulicas, UFRGS. 1991.
- TAYLOR, J.C.; BELTRAME, L. Agro-hidrological aspects of soil management and tillage for soya and maize production in a planosol of the rice regions of Rio Grande do Sul. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**, 1981, Brasília. **Anais...** Brasília: Editerra, 1981. v.2, p.579-593.
- THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. The water budget and its use in irrigation. In: **The yearbook of agriculture: water**. Washington, D.C.: Department of Agriculture, 1955. p.346-358.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Dr. Moacir Antônio Berlato pela excelência de suas orientações e críticas durante o desenvolvimento da investigação e na preparação deste artigo.