

DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE DE UMIDADE PARA A REGIÃO OESTE DO PARANÁ

CACEA F. MAGGI¹, BENEDITO M. GOMES², MARCIO ANTONIO VILAS BOAS²
MANOEL M. F. QUEIROZ³, FERNANDA CATELAN³.

¹Engº Agrícola, Doutoranda do Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, UEM, Maringá – PR, e-mail: cf_maggi@yahoo.com.br

²Prof. Dr, Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel – PR.

³Zootecnista, Mestranda do Curso de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE, Cascavel – PR.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: O Presente estudo teve como objetivo determinar o Índice de Disponibilidade de Umidade – IDU para a região Oeste do Paraná. Foram utilizados dados de temperatura média mensal em °C, referentes a 12 estações da região, obtidos junto ao IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) e do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná). Além dos dados de Temperatura, foram também utilizados registros de precipitação mensal em mm. Através dos registros de temperatura foram calculados os valores de Evapotranspiração de Referência (Eto) calculados através do método de Camargo. Os valores estimados de Eto ao nível de 75% de ocorrência e os ajustes dos modelos probabilísticos Gama e Lognormal, foram realizados com o auxílio do Software MATLAB R12, versão 6.0. Para a validação do ajuste foram utilizados testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov, com significância de 5% de probabilidade. Após o ajuste dos modelos probabilísticos foi calculado o IDU. As séries de Eto mensais da região Oeste do Paraná foram bem representadas pelas distribuições Gama e Lognormal. Com relação ao IDU, em todas as estações avaliadas, nenhuma apresentou déficit hídrico e das 12 estações 10 apresentaram excesso hídrico em algum mês do ano.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração, probabilidade, temperatura.

DETERMINING THE HUMIDITY AVAILABILITY INDEX FOR THE WESTERN REGION OF THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT: This current study aims at determining the humidity availability index (Índice de Disponibilidade de Umidade – IDU) for the western region of the State of Paraná. Monthly temperature average data in °C from 12 regional stations, gotten from IAPAR (Instituto Agrônômico do Paraná) and from SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná) were used. Besides this data, monthly precipitation data in mm were also utilized. Through temperature registers, referential evapotranspiration (Eto) values were worked out through the Camargo method. The estimated Eto values with a 75% occurrence level and the adjustments in the Gama and Lognormal probability models were made with the help of the 6.0 version of the MATLAB R12 software. Kolmogorov-Smirnov adherence tests were used to validate these adjustments, with a 5% probability. After all probability model adjustments, the IDU was worked out. The monthly Eto series from the western region of Paraná were well represented by the Gama and Lognormal distributions. In relation to the IDU, none of the assessed stations presented hydric deficit and 10 out of 12 stations presented hydric excess in a certain month of the year.

KEYWORDS: Evapotranspiration, probability, temperature.

INTRODUÇÃO: Evapotranspiração é o termo que foi utilizado por Thornthwaite, para expressar a ocorrência simultânea dos processos de evaporação e transpiração numa superfície vegetada (PEREIRA et al, 1997). A Evapotranspiração de Referência (Eto) pode ser medida ou estimada, inúmeros são os métodos propostos para se quantificar o seu valor. HARGREAVES e MERKLEY (2000) propõem algumas classificações do clima e sua produtividade agrícola com base em um Índice de Disponibilidade de Umidade (IDU). Segundo os autores o índice ideal para agricultura deve-se manter no intervalo 0,33 < IDU < 1,33. Sendo assim, justifica-se estudar a evapotranspiração da região Oeste do Paraná, para que sejam identificados comportamentos extremos e aspectos sazonais do fenômeno, que podem condicionar a prática de algumas atividades agrícolas e econômicas, para que sejam aproveitados ao máximo os recursos hídricos disponíveis na região. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi de estimar a Evapotranspiração de referência (Eto), calculada através do modelo de CAMARGO (1971), na região Oeste do Paraná e determinar o Índice de Disponibilidade de Umidade – IDU para a mesma região.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram utilizados dados de Temperatura média mensal em °C, de 144 séries mensais referentes a 12 estações meteorológicas da região, com períodos variando de 6 à 32 anos. Esses registros de temperatura foram obtidos através do IAPAR (Instituto Agrônomico do Paraná) e do SIMEPAR (Sistema Meteorológico do Paraná). Além dos dados de Temperatura, foram também utilizados registros de séries históricas de precipitação mensal em mm. Na tabela 1 estão relacionadas às estações empregadas neste estudo.

Tabela 1 Relação das estações de temperatura média mensal

Estação	Nº	Cidade	Lat. (S)	Long. (W)	Alt. (m)	Período	nº de anos
E2453004	1	Assis Chateaubriand	24°18'00"	53°31'00"	350	1999-2004	6
E2453006	2	Palotina	24°17'00"	53°50'00"	289	1973-2004	32
E2453007	3	Cascavel	24°57'00"	53°28'00"	660	1978-1998	26
E2453040	4	Nova Cantu	24°46'59'	53°07'00"	652	1977-2004	28
E2453049	5	Palotina	24°18'00"	53°55'00"	310	1998-2005	8
E2453056	6	Cascavel	24°58'00'	53°13'59"	642	1998-2005	8
E2453059	7	Toledo	24°43'59"	53°43'00"	547	1998-2005	8
E2554006	8	São M.do Iguaçu	25°20'45"	54°14'39"	309	1983-1996	14
E2454008	9	Santa Helena	24°46'59"	54°22'00"	650	1998-2005	8
E2554012	10	Foz do Iguaçu	25°25'59"	54°24'00"	152	1998-2005	8
E2554013	11	São M. do Iguaçu	25°27'00"	54°19'00"	250	1998-2005	8
E2454016	12	Guaira	24°19'00"	54°13'00"	249	1998-2005	8

O método proposto para o cálculo de Eto é descrito por CAMARGO (1971). Foram testados dois modelos probabilísticos teóricos para o ajuste dos dados da Eto, sendo eles os modelos de probabilidade Gama e Lognormal. **Distribuição de Probabilidade Gama:** Aplica-se a variáveis aleatória contínua X, que assume valores não negativos, se a sua densidade de probabilidade f(X), é dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\beta^\alpha \cdot \Gamma(\alpha)} \cdot X^{\alpha-1} \cdot e^{-x/\beta} \quad (01)$$

$\beta > 0$, $\alpha > 0$, $0 \leq X < \infty$ e $f(X) = 0$ para $X < 0$; em que β é o parâmetro de escala (dependente da variabilidade da Evapotranspiração no período); α é o parâmetro de forma (seu valor é proporcional à Evapotranspiração no período); e é a base do logaritmo neperiano e Γ é o símbolo da função gama, definida como:

$$\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} e^{-x} \cdot x^{\alpha-1} dx \quad (02)$$

Distribuição de Probabilidade Lognormal: equação-base para o estudo hidrológico utilizando-se a distribuição Log-normal:

$$K_{TR} = \bar{X} \cdot S^{K_{TR}} \quad (03)$$

sendo: \bar{X} é o antilogaritmo da média aritmética dos logaritmos da Eto; S é o antilogaritmo do desvio padrão dos logaritmos das Eto e K_{TR} é a variável padrão da distribuição normal. Os modelos probabilísticos foram associados ao nível de 75% de ocorrência, para a validação do ajuste foram utilizadas testes de aderência de Kolmogorov-Smirnov, com significância de 5% de probabilidade. Para consecução dos referidos testes foi elaborada uma rotina de programação computacional utilizando o software MATLAB R12, versão 6.0. Os valores do P75 avaliados por BAÚ (2004) foram utilizados para o cálculo do Índice de Disponibilidade de Umidade neste trabalho. **Determinação IDU.** Esse índice tem por finalidade verificar a disponibilidade de umidade resultante do método de CAMARGO que após a aplicação dos modelos probabilísticos, para a Eto e o modelo de Gama para a precipitação precedeu-se o cálculo do IDU. Segundo HARGREAVES e MERKLEY (2000), o IDU é definido por:

$$IDU = P75/Eto \quad (04)$$

onde: P75 é a probabilidade de ocorrência de 75% da precipitação segura e Eto é a Evapotranspiração de referência. Ainda afirmam os autores que este critério tem sido utilizado com êxito para zonificar grandes regiões para a produção agrícola e para quantificar as necessidades de irrigação e drenagem. Nesse caso, um IDU de 1,33, ou mais, indica um período de chuvas excessivas. Um IDU de 0,33, ou menos, indica que a chuva não é suficiente para a agricultura comercial, ou seja, o índice ideal para agricultura deve se manter no intervalo 0,33 < IDU < 1,33. Os IDU depois de calculados foram avaliados de acordo com a disponibilidade hídrica em cada estação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Verificação dos ajustes dos modelos probabilísticos de Gama e Lognormal. A qualidade dos ajustes dos modelos probabilísticos de Gama e Lognormal, podem ser constatados por meios de valores relativos ao teste de Kolmogorov-Smirnov (KS) que atenderam a hipótese H_0 , isto é a hipótese de igualdade das amostras ao nível de 5% de significância. A figura 1 apresenta os ajustes dos modelos probabilísticos teóricos aplicados a duas séries. Observou-se que mesmo as séries com poucos anos de registros, foram bem aceitas ao ajuste dos modelos probabilísticos de Gama e Lognormal. Essas séries menores foram também utilizadas devido ao fato da carência de informações em uma região relativamente nova. Os dois modelos de distribuição probabilística Gama e Lognormal tiveram comportamentos semelhantes e bom ajuste dos dados, comprovados através do teste de aderência. Conforme SILVA et al (1998), a distribuição Lognormal para a região de Cruz das Almas, BA, é adequada para representar séries de Eto.

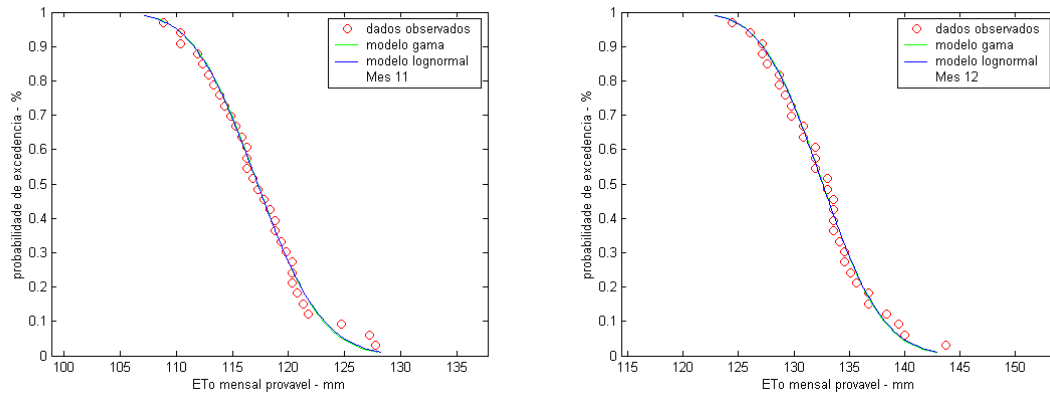


Figura 1 Gráfico do ajuste aos modelos probabilísticos teóricos Gama e Lognormal relativos à estação 2, referentes as séries dos os meses de novembro e dezembro.

Determinação do IDU. De acordo com HARGREAVES (2001) as indicações normais da precipitação são dadas pela variação de 0,33 <math>\hat{IDU</math> 1,33, caso contrário indicam excesso ou déficit hídrico. Na tabela 2 são apresentados os valores de IDUs calculados através da distribuição probabilística de Gama.

Tabela 2 Resultado dos IDUs, segundo as estimativas de Eto pelo método de Camargo associada a 75% de ocorrência através da distribuição Gama.

IDU Calculado através da distribuição probabilística de Gama												
Estação	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,76	0,89	0,76	0,76	1,30	1,50	0,73	0,42	0,84	1,21	0,72	0,97
2	0,59	0,85	0,59	0,65	1,49	1,32	0,59	0,50	0,76	1,04	0,71	0,78
3	0,73	0,78	0,80	0,86	1,54	1,75	1,50	1,03	1,35	1,12	0,75	0,79
4	0,94	1,02	1,04	1,24	1,65	1,42	1,55	0,42	0,97	1,39	1,17	1,11
5	0,49	0,74	0,63	0,75	1,36	0,99	0,73	0,41	0,82	1,00	0,79	0,74
6	0,97	0,96	0,98	1,01	1,69	1,43	1,08	0,62	1,16	1,38	1,11	1,01
7	0,83	1,00	0,86	1,17	1,84	1,67	0,93	0,43	1,05	1,40	1,01	0,95
8	0,57	0,66	0,71	0,67	1,22	2,05	1,11	0,77	1,03	1,34	0,72	0,76
9	0,47	0,66	0,66	0,44	1,06	1,26	0,66	0,78	0,93	1,04	0,62	0,65
10	0,68	0,65	0,51	0,56	1,13	2,09	0,75	0,50	1,04	1,16	0,90	0,73
11	0,61	0,93	0,74	1,10	1,86	2,40	1,13	0,50	0,95	1,41	0,92	0,80
12	0,68	0,61	0,65	0,76	1,26	1,02	0,60	0,38	0,93	0,99	0,83	0,73

Na tabela 2 podemos verificar que o mês de junho apresentou os maiores valores de IDU e apresentaram excesso hídrico na maioria das estações. Os valores de IDU indicam excesso hídrico em 10 das 12 estações avaliadas, que ocorreram nos meses de maio, junho, julho, setembro e outubro, sendo que esses meses apresentaram menores temperaturas médias mensais e menores valores de irradiação solar e conseqüentemente apresentam menores valores de Eto. E como a precipitação é bem distribuída ao longo de todos os meses do ano, esse pode ser o motivo pelo qual ocorreu o excesso hídrico. Para o restante dos meses, nas estações avaliadas o valor do IDU se manteve dentro dos valores recomendados por HARGREAVES (2001). Foi possível verificar que os maiores valores de IDU ocorreram em regiões próximas que foram na região de Foz do Iguaçu e São Miguel do Iguaçu. Devido ao fato dos modelos probabilísticos terem comportamentos semelhantes os valores de IDU foram calculados utilizando dados relativos à distribuição Gama.

CONCLUSÕES; As séries de Eto mensais da região Oeste do Paraná podem ser representadas pelos modelos de distribuições de probabilidade Gama e Lognormal, pois a Eto estimadas apresentaram comportamentos semelhantes, como comprovado pelo teste de Kolmogorov-Smirnov. Com relação ao IDU, em todas as estações avaliadas, nenhuma apresentou déficit hídrico. Em dez das 12 estações avaliadas apresentaram excesso hídrico, sendo que esse excesso concentrou-se nos meses de maio, junho, julho, setembro e outubro. O mês de Junho foi o mês que apresentou 8 estações com excesso hídrico e os maiores valores de IDU. Em apenas duas das estações avaliadas o IDU se manteve entre os valores recomendados por HARGREAVES, que são as estações 9 e 12, localizadas em Santa Helena e Guairá, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAÚ, A. L., **Comportamento espacial da precipitação mensal provável da mesoregião Oeste do Estado do Paraná**. Cascavel, 2004. Dissertação (Mestrado) – Unioeste, Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

CAMARGO, A. P. **Balanco Hídrico no Estado de São Paulo**. Boletim técnico n.1 16, 1971. 24p.

HARGREAVES, G. H.; MERKLEY, G. P. Fundamentos del riego. **Water Resources publications**, CLC. 221p., 2000.

PEREIRA, A. R.; VILANOVA, M. A.; SENDIYAMA, G. C. **Evapo(transpiração)**. Piracicaba, FEALQU, 1997, 183 p.

SILVA, F. C., FIETZ, C. R., FOLEGATTI, M. V., PEREIRA, F. A. C.. Distribuição de Frequência da evaporação de referência de Cruz das Almas, BA. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 2, n. 3, p. 284-286, 1998.