



MANEJO DE IRRIGAÇÃO DA Videira COM BASE NA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA DETERMINADA POR EQUAÇÕES PARAMETRIZADAS

M. M. V. B. B. R. Leitão¹, F. E. S. de Andrade², G. M. de Oliveira³, M. S. B. de Moura⁴,
R. R. S. Jackson⁵

RESUMO: Tendo em vista que apesar da evapotranspiração de referência (ET_0) ser um elemento essencial no processo de irrigação, grande parte dos produtores de uva do Vale do São Francisco, usam a ET_0 de locais distantes sem fazer nenhum ajuste, este trabalho teve como objetivo ajustar a equação de Penman-Monteith, Boletim FAO 56, para estimar a ET_0 diária em área de parreiral, usando dados de estações meteorológicas automáticas distantes. Para isso, correlacionaram-se ET_0 de uma estação meteorológica automática instalada na área do parreiral, com ET_0 de duas estações meteorológicas localizadas a 25,4 e 38,5 km, respectivamente, observados entre 07/07/2016 e 29/11/2016. Os resultados obtidos indicaram que houve uma boa correlação entre ET_0 obtida na estação do parreiral e ET_0 obtida nas duas estações distantes, bem como erros padrão de estimativas aceitáveis. Verificou-se também que ET_0 calculada com base na radiação global (R_g), ao invés do saldo de radiação (R_n) apresentou os menores erros padrão de estimativa. Portanto, conclui-se que a ET_0 diária para o parreiral estudado pode ser determinada com razoável precisão usando-se dados de uma estação distante.

PALAVRAS-CHAVE: Parreiral, evapotranspiração de referência, saldo de radiação.

VINE IRRIGATION MANAGEMENT BASED ON REFERENCE EVAPOTRANSPIRATION DETERMINED BY PARAMETERED EQUATIONS

SUMMARY: Considering that although reference evapotranspiration (ET_0) is an essential element in the irrigation process, most grape producers in the São Francisco Valley use ET_0 from distant sites without making any adjustments. Objective to adjust the Penman-Monteith equation, FAO Bulletin 56, to estimate the daily ET_0 in the vineyard area using data from remote automatic weather stations. For this, correlated ET the an automatic meteorological

¹ Doutor, Professor do Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, BA. Fone: (74) 2102 7604. Email: mario.miranda@univasf.edu.br

² Mestrando CPGEA/UNIVASF, Juazeiro, BA.

³ Doutora, Professora, DTCS/UNEB, Juazeiro, BA.

⁴ Doutora, Pesquisadora CPTSA/EMBRAPA, Petrolina, PE

⁵ Msc, Prof. CCINAT/UNIVASF, Senhor do Bonfim, BA

station installed in the area of the vineyard, with ET_0 of two meteorological stations located at 25.4 and 38.5 km, respectively, observed between 2016/07/07 and 2016/11/29. The obtained results indicated that there was a good correlation between ET_0 obtained in the season of the vineyard and ET_0 obtained in the two distant seasons, as well as standard errors of acceptable estimates. Verified that ET_0 calculated based on the global radiation (R_g) instead of the radiation balance (R_n) presented the lowest standard errors of estimation. Therefore, concluded that the daily ET_0 for the vineyard studied can be determined with reasonable accuracy using data from a distant station.

KEYWORDS: Vineyard, reference evapotranspiration, net radiation.

INTRODUÇÃO

A gestão eficiente da água na agricultura representa um grande desafio, visto que as atividades agrícolas consomem cerca de 70% da água doce usada no mundo, ou seja, cerca de 1.500 bilhões de m^3 dos 2.500 bilhões de m^3 utilizados (Goodwin & O'Connell, 2008). Para se ter um uso da água mais eficiente na agricultura, tornar-se indispensável melhorar o processo de irrigação, com aplicações de lâminas de água adequadas a cada cultura, o que requer medidas ou estimativas mais precisas da evapotranspiração. De acordo com Waller & Yitayew (2016), sem quantificar a evapotranspiração, a concepção e a gestão dos sistemas de irrigação são apenas conjecturas. Neste contexto, a evapotranspiração de uma cultura (ET_c) deve ser determinada com base em medidas ou estimativas precisas da evapotranspiração de referência (ET_0) e coeficientes de cultivo (k_c) adequados à cada fase de desenvolvimento da cultura em questão. Ou seja, ET_0 pode ser medida diretamente através de lisímetros ou estimada por métodos indiretos. Mas, como as medidas de ET_0 com lisímetros no dia a dia para o manejo da irrigação em propriedades rurais, tornam-se inviáveis, o uso de lisímetros tem se restringido, na maioria dos casos, a instituições de pesquisa com a finalidade de calibração dos métodos indiretos (Sobrinho et al., 2011).

Por outro lado, muitas vezes a determinação de ET_0 é feita com base em métodos não representativos das condições climáticas do local em questão, obtendo-se valores de ET_0 diferentes da realidade, indicando lâminas de irrigação excessivas ou insuficientes. Para obter estimativas corretas da evapotranspiração de uma cultura, para um dado período e local específico é fundamental que ET_0 seja determinada com precisão. Diversos métodos foram desenvolvidos para a estimativa de ET_0 , os quais vão desde modelos simples, puramente empíricos, até aqueles que apresentam embasamento consistente. A grande diversidade de

metodologia existente condiz com a complexidade da transferência da água do sistema solo-planta-atmosfera nos diferentes climas existentes no mundo, bem como pela dificuldade de obtenção dos elementos meteorológicos necessários para a alimentação destes métodos (Carvalho, 2011). Portanto, para melhorar a eficiência da irrigação e evitar o uso indevido da água, aplicando-se quantidades de água necessárias para obtenção de rendimentos máximos dos cultivos, é fundamental utilizar-se métodos adequados e precisos para se estimar ET_0 .

Neste sentido, com a adoção pela FAO do método de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) como método padrão de estimativa da evapotranspiração de referência, tornou-se possível estimar-se ET_0 de forma mais fácil e precisa. Este método utiliza para estimar a ET_0 diária, as seguintes variáveis climáticas obtidas em estações meteorológicas: saldo de radiação, fluxo de calor no solo, temperatura média do ar, velocidade do vento a 2 metros, pressão de saturação do vapor d'água, pressão parcial do vapor d'água, declividade da curva de pressão de vapor e o parâmetro psicrométrico. Segundo Carvalho et al. (2011) e Pereira et al. (2015), a filosofia da FAO para a escolha do método citado como método de referência globalmente aplicável, é que ele representa de maneira consistente a realidade local.

O presente trabalho objetivou calibrar a equação de Penman-Monteith, segundo Allen et al (1998), para estimar a evapotranspiração de referência ET_0 diária em áreas de parreiral, a partir de dados observados em estações meteorológicas automáticas distantes.

MATERIA E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida no período de julho a novembro de 2016 e os dados obtidos em uma estação meteorológica automática instalada na área do parreiral, na propriedade “Águia do Vale” (09° 06' 14”S; 40° 29' 52”W), projeto de irrigação Maria Tereza, município de Petrolina/PE; e dados de duas estações meteorológicas automáticas da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), no mesmo período citado; uma localizada em Petrolina/PE a 25,4 km do parreiral (09° 23' 55”S; 40° 30' 03”W) denominada de E1 e outra localizada em Juazeiro/BA, a 38,5 km (09° 24' 42”S; 40° 29' 55”W), denominada de E2. A estação meteorológica automática instalada no parreiral foi equipada com os seguintes sensores: psicrômetros (VAISALA), anemômetros (Young), Net radiômetros CNR1 (KIPP & ZONEN) e fluxímetros (REBS). Todos os sensores foram conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados CR23X da Campbell. Tanto a estação meteorológica instalada na área do parreiral, como as estações E1 e E2, foram programadas para gerar dados diários de temperatura e

umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação líquida e fluxo de calor no solo, bem como para calcular ET_0 diária, a partir da equação de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), Boletim 56 da FAO.

Para regressão linear utilizou-se os valores de ET_0 dos 121 dias iniciais do período de observação e para avaliar os desempenhos das equações geradas pela regressão, usou-se os valores de ET_0 dos 32 dias restantes. Como na estação da área do parreiral foram efetuadas medidas do saldo de radiação e de radiação global, as regressões foram feitas para duas situações: ET_0 estimada com base no saldo de radiação denominado de ET_0_{Rn} e ET_0 estimada com base na radiação global denominado de ET_0_{Rg} . Determinou-se também, o erro padrão de estimativa (EPE) e o coeficiente de determinação (R^2).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 é apresentada a evolução de ET_0 na área do parreiral e na estação meteorológica situada a 25,4 km de distância do parreiral, enquanto na Figura 2 é mostrada a evolução de ET_0 para a área do parreiral e na estação meteorológica situada a 38,5 km de distância do parreiral. Observa-se que as curvas de ET_0 observadas na estação meteorológica localizada a 25,4 km e da estação meteorológica localizada a 38,5 km, estão bem próximas da curva de ET_0 observada na área do parreiral. Ou seja, na maioria dos dias durante o período analisado, os valores de ET_0 observados nas duas estações meteorológicas distantes foram muito próximos dos observados na área do parreiral. Em termos de valores médios diários, considerando todo período estudado, ET_0 da área do parreiral, calculada com base no saldo de radiação (R_n) foi $5,6 \text{ mm dia}^{-1}$ e calculada em função da radiação global (R_g) $5,4 \text{ mm dia}^{-1}$; para as estações E1 e E2, ET_0 foi calculada em função de R_g , e teve os seguintes valores $5,3 \text{ mm dia}^{-1}$ e $5,1 \text{ mm dia}^{-1}$, respectivamente. Esses resultados são semelhantes aos observados por CORREIA (2012), ao estudar a irrigação deficitária em videira cv. Syrah no campo experimental de Bebedouro em Petrolina, durante 110 dias do período chuvoso, que encontrou para ET_0 valores médios de $5,3 \text{ mm dia}^{-1}$ e para ET_C $3,8 \text{ mm dia}^{-1}$. Freitas et al. (2005), também na região da bacia do Rio São Francisco, observou para a cultura da uva uma evapotranspiração máxima diária variando entre $4,5$ e $5,7 \text{ mm d}^{-1}$. O erro padrão de estimativa (EPE), encontrado neste trabalho para ET_0 calculada em função de R_G , foi de $0,31 \text{ mm dia}^{-1}$, na estação E1, praticamente o mesmo para ET_0 calculada com base em R_N $0,30 \text{ mm dia}^{-1}$. Para a estação E2, o erro padrão de estimativa de ET_0 calculada com base em R_N também foi de $0,31 \text{ mm dia}^{-1}$. As pequenas diferenças, em alguns dias, entre ET_0 observada na área do parreiral e ET_0

observada nas duas estações, muito provavelmente são decorrentes das condições microclimáticas reinantes nas áreas estudadas, ou seja, temperatura do ar e/ou umidade do ar mais ou menos elevada, maior ou menor velocidade do vento, em uma das áreas. Isso ocorre principalmente devido a disponibilidade de energia diferenciada sobre as áreas das estações, como resultando direto de uma maior ou menor incidência de radiação solar. Tal situação, geralmente é causada pela presença ou ausência de cobertura de nuvens em determinados dias, em uma área e não na outra, ou também devido à ocorrência de precipitação pluviométrica em uma das áreas. Isso pode ser observado analisando-se a Figura 3, na qual são apresentados os índices de chuva registrados durante o período estudado, nas áreas das três estações meteorológicas.

As regressões efetuadas mostraram uma boa correlação entre ET_o da área do parreiral e ET_o das duas estações, tanto para ET_o calculada com base em R_n , como para ET_o calculada com base em R_g . Para a estação E1, o $EPE = 0,30 \text{ mm dia}^{-1}$, $R^2 = 0,872$ e enquanto para a estação E2, $R^2 = 0,867$ e $EPE = 0,31 \text{ mm dia}^{-1}$. A partir das equações geradas pelas regressões entre ET_o da área do parreiral e ET_o das duas estações determinaram-se as equações de parametrização para estimar ET_o da área do parreiral, em função de ET_o observada nas estações E1 e E2, com as quais foram calculados os valores de ET_o constantes das curvas apresentadas nas Figuras 4, 5, 6 e 7. Analisando essas quatro figuras, verifica-se que os valores de ET_o são bem próximos da reta 1:1, mostrando que de fato, o erro padrão de estimativa de ET_o é pequeno, quando ET_o para o parreiral é estimada pelas equações parametrizadas geradas por regressão, a partir de ET_o observada nas estações E1 e E2. Diante desses resultados, é possível se afirmar que o manejo da irrigação em parreirais da região do Vale do São Francisco, pode ser feito com base em ET_o estimada por equações parametrizadas, usando-se ET_o obtida pela equação de Allen et al (1998), Boletim 56 FAO em estações meteorológicas.

CONCLUSÕES

ET_o diária, pode ser determinada com razoável precisão para áreas de parreirais, em função de ET_o estimada pela equação de Allen et al (1998) - Boletim 56 FAO, em estações meteorológicas localizadas até 38,5 km de distância, usando-se equações parametrizadas, geradas por regressão linear entre a ET_o de áreas de parreirais e ET_o de estações distantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998, 297p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56.
- ANDRADE, V. P. M. de; DIAS, M. da S.; SILVA, J. A. B. da; SOUSA, J. S. C. da; SIMOES, W. L. Produção e qualidade de uva Itália submetida a controle de irrigação e adubação em Petrolina/PE. Livro, p.166-170. 2015.
- CARVALHO, L.G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. Revista Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v.41, n.3, p. 456-465, 2011.
- CORREIA, J. de S. Irrigação deficitária em videira de vinho cv. Syrah durante o período chuvoso no semiárido. Botucatu, 2012, 187p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP.
- FREITAS W. da S.; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA A. M. S. Demanda de irrigação da cultura da uva na bacia do Rio São Francisco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.10, n.3, p.563–569, 2006.
- GOODWIN, I.; O'CONNELL, M. G. The Future of Irrigated Production Horticulture – World and Australian Perspective. Acta Horticulturae, 792, p.449–458, 2008.
- PEREIRA, L. S.; ALLEN B, R. G.; SMITH, M.; RAES, D. Crop evapotranspiration estimation with FAO 56: Past and future. Agricultural Water Management, v.147, p.4–20. 2015.
- SOBRINHO, T. A.; RODRIGUES, D.B. B.; OLIVEIRA, P. T. S.; REBUCCI, L. C. S.; PERTUSSATTI, C. A. Estimativa da evapotranspiração de referência através de redes neurais artificiais. Revista Brasileira de Meteorologia, v.26, n.2, p. 197-203, 2011.
- WALLER, P.; YITAYEW, M. Irrigation and Drainage Engineering. 1. ed. New Delhi, India. CBS Publishers, 2016. 742 p.

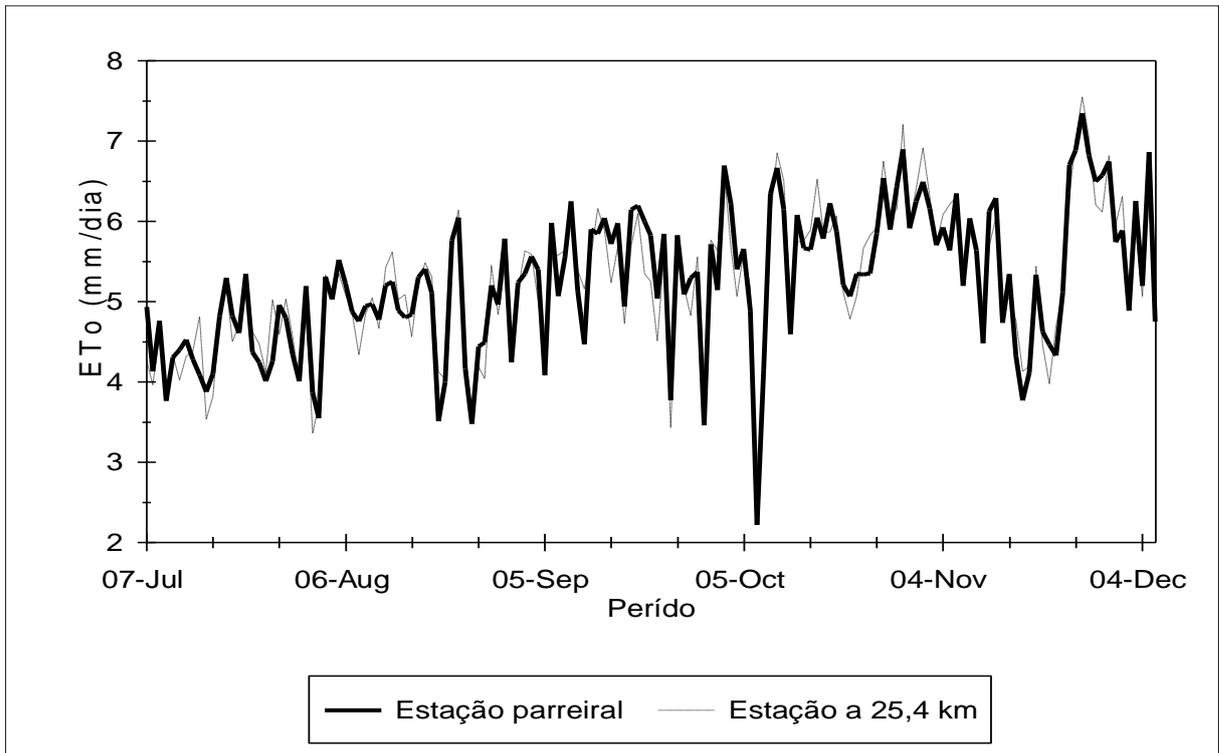


Figura 1. ET₀ observada no parreiral e na estação meteorológica E1, localizada a 25,4 km de distância.

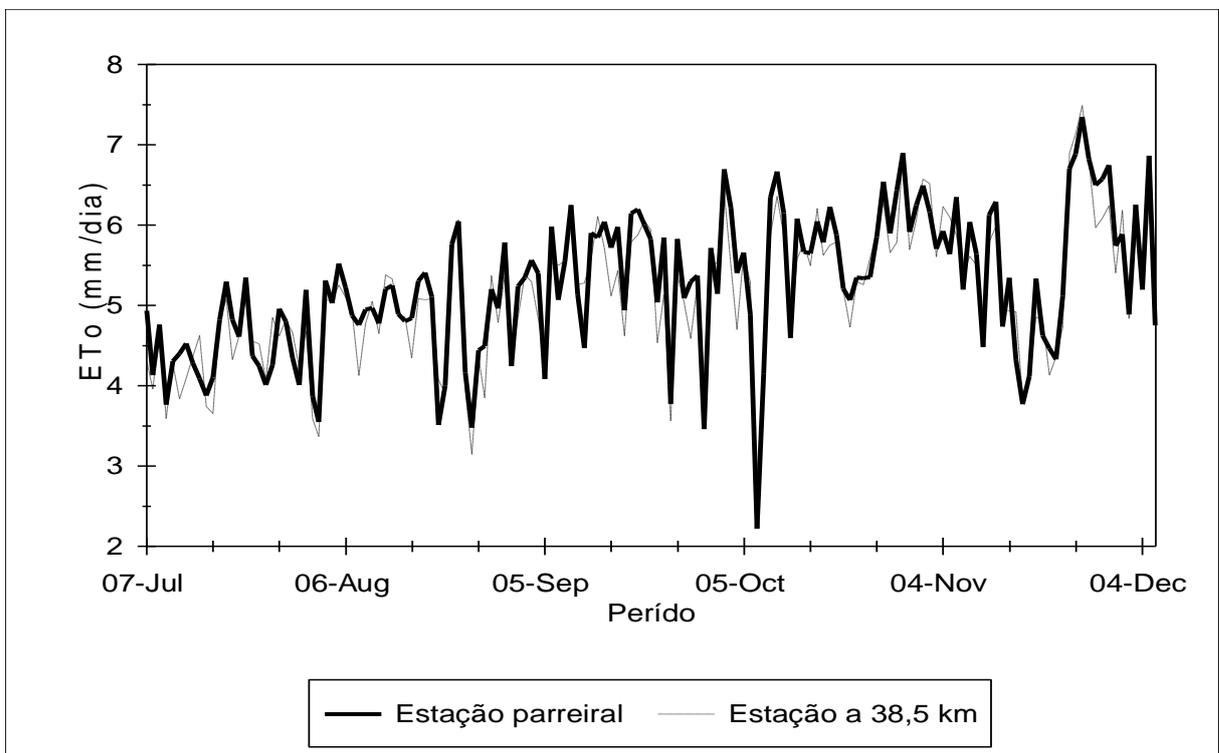


Figura 2. ET₀ observada no parreiral e na estação meteorológica E2, localizada a 38,5 km de distância.

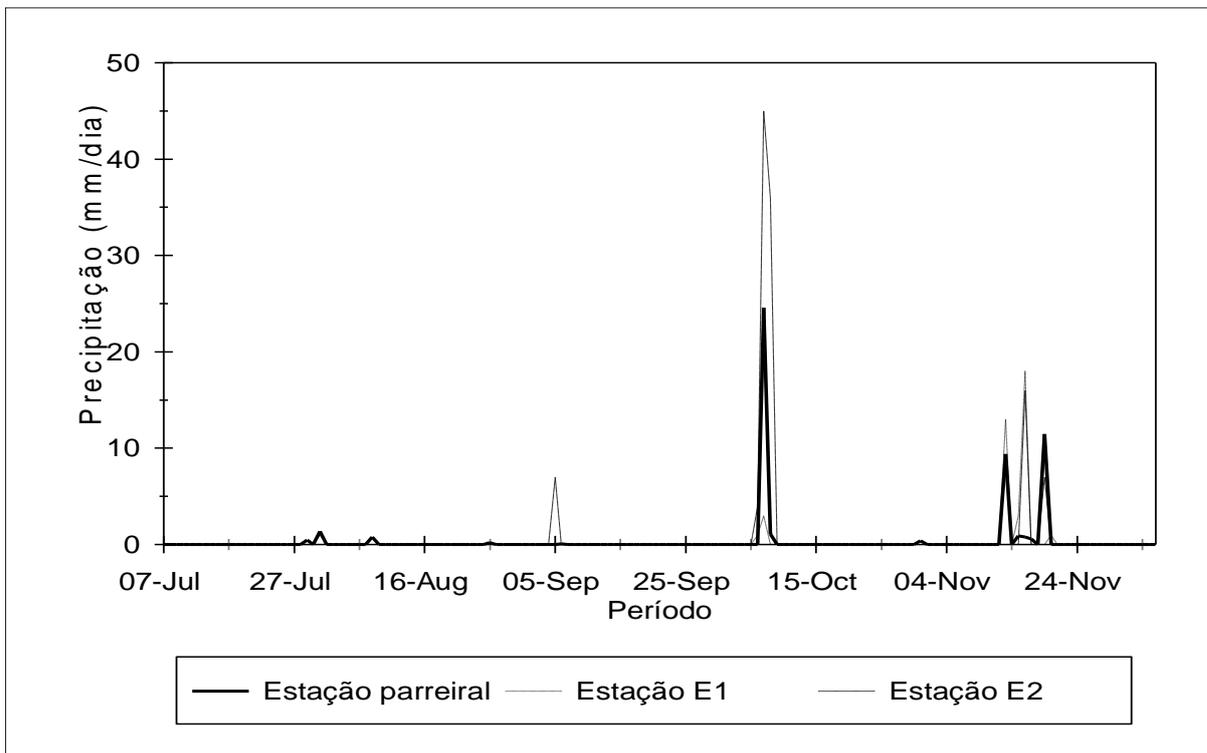


Figura 3. Precipitação pluviométrica observada na estação meteorológica do parreiral, na estação E1, localizada a 25,4 km e na estação E2, localizada a 28,5 km.

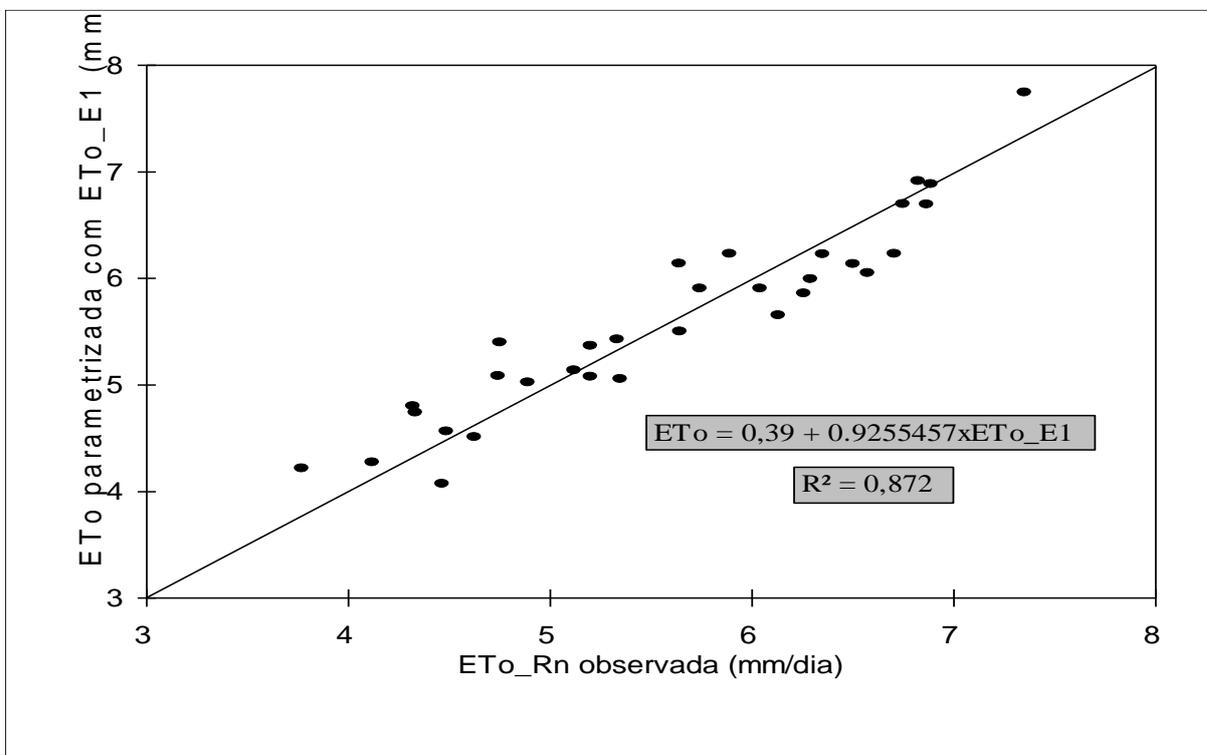


Figura 4. ET₀ do parreiral calculada com base em R_n versus ET₀ calculada pela equação parametrizada com base em ET₀ observada na estação E1, localizada a 25,4 km de distância.

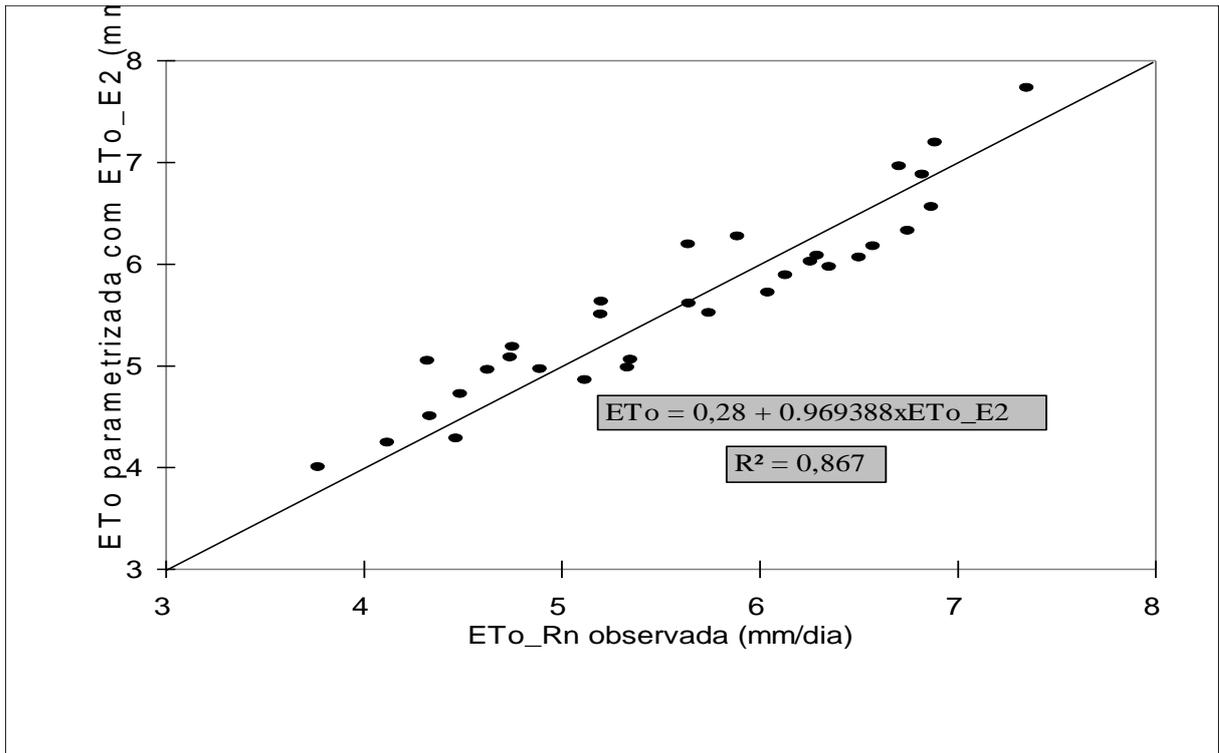


Figura 5. ET₀ do parreiral calculada com base em Rn versus ET₀ calculada pela equação parametrizada em função de ET₀ observada na estação E2, localizada a 38,5 km de distância.

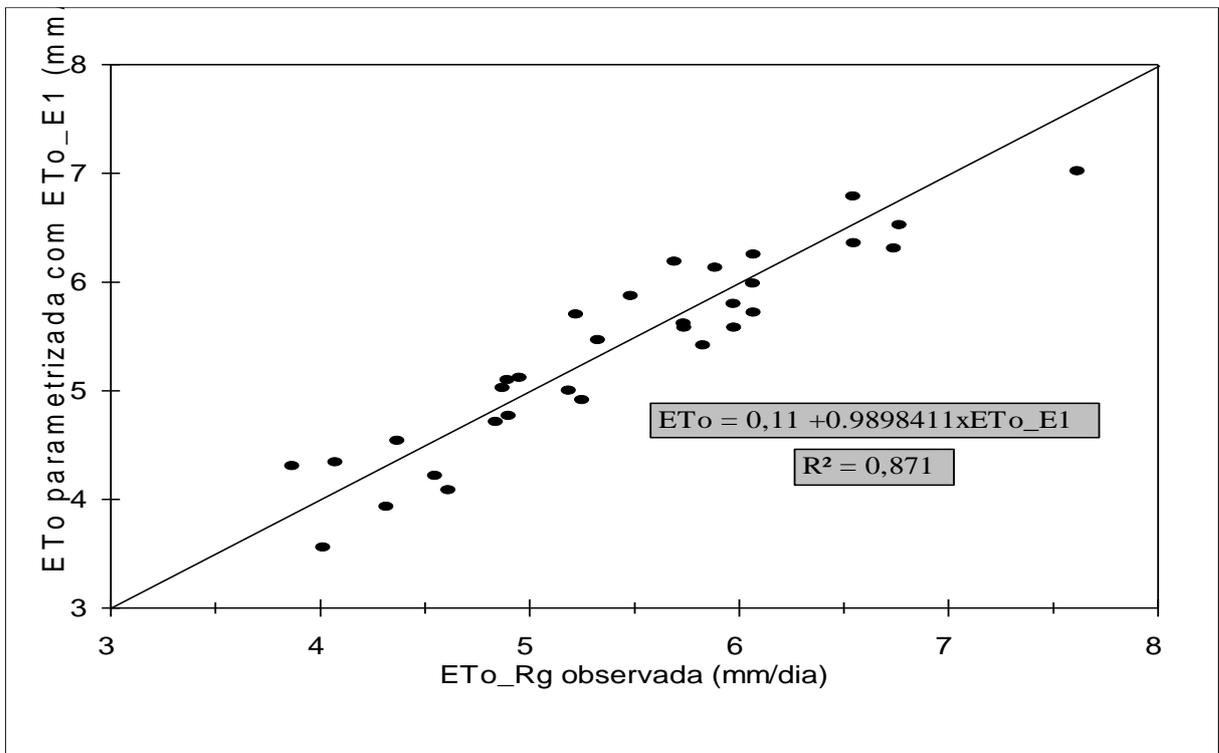


Figura 6. ET₀ do parreiral calculada com base em Rg versus ET₀ calculada pela equação parametrizada com base em ET₀ observada na estação E2, localizada a 38,5 km de distância.

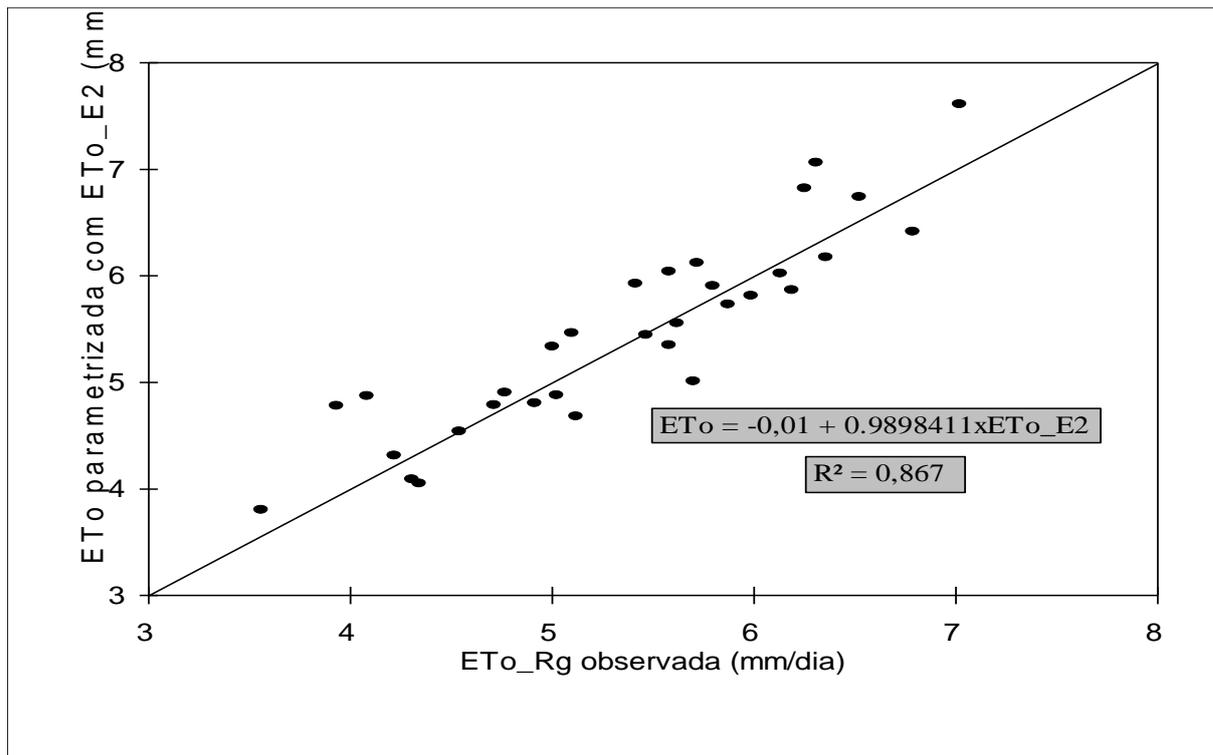


Figura 7. ETo do parreiral calculada com base em Rg versus ETo calculada pela equação parametrizada com base em ETo observada na estação E1, localizada a 25,4 km de distância.