

Estimativa da evapotranspiração de referencia para o Município de Paranavaí – PR através do método Tanque “Classe A”

Valdir José Stracke Junior,^{1*} Reginaldo Ferreira Santos^{1,2}, Douglas Bassegio¹, Deonir Secco¹, Samuel Nelson Menegari de Souza¹ e Elisandro Pires Frigo¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Curso de Pós Graduação Stricto Sensu em Energia na Agricultura. Rua Universitária, n.2069, CEP: 85.819-110, Bairro Universitário, Cascavel, PR.

²Faculdade Assis Gurgacz – FAG, Curso de Agronomia. Avenida das Torres n. 500, CEP: 85.806-095 Bairro Santa Cruz, Cascavel, PR.

valdir_stracke@hotmail.com

Resumo: A adequação dos métodos de estimativa da evapotranspiração de referência às condições climáticas é de suma importância para conduzir o manejo adequado da água, evitando afetar negativamente a produção agrícola. O objetivo deste trabalho foi estimar a evapotranspiração de referência (ET₀) mensal para Município de Paranavaí-Pr, pelo método do tanque “Classe A”. Foram utilizados os dados médios mensais de umidade relativa do ar, velocidade do vento e evaporação no período de 1975 a 2010, da estação Meteorológica do Município Paranavaí - PR, localizada na latitude 23°05’S, longitude de 52°26’W e a 480m acima do nível do mar, onde o processamento dos dados foi realizado através do uso do editor de planilhas Excel© para serem calculadas as médias mensais de evapotranspiração. Os cálculos baseados nos dados meteorológicos mostrou que existem dois períodos distintos durante o ano, um chuvoso entre os meses de Setembro a Fevereiro onde o mês de Janeiro apresenta maiores médias de precipitação de 191,9 mm, um período seco em que a menor precipitação média é observada no mês de Agosto 56,3 mm. O mês de Agosto apresentou maior taxa de evapotranspiração de referência com média de 144,45 mm. Nos meses de Julho e Agosto ocorre um déficit hídrico de 50,84 mm e 88,15 mm respectivamente. Através de dados de evapotranspiração de referência e dados meteorológicos é possível caracterizar o clima da região favorecendo a determinação da variação da disponibilidade de água no solo auxiliando no planejamento agrícola visando qualidade na produção.

Palavras-chave: evapotranspiração, tanques “Classe A”, Paranavaí – PR.

Estimate reference evapotranspiration for the city Paranavaí – PR.

Abstract: Adequacy of methods for estimating reference evapotranspiration to climatic conditions is of paramount importance to conduct the proper management of water, avoiding adversely affect agricultural production. The objective of this study was to estimate the reference evapotranspiration (ET₀) monthly to the City of Paranavaí-Pr, by the method of the tank "Class A". We used the monthly data of relative humidity, wind speed and evaporation during the period 1975 to 2010, the station's Meteorological Municipality Paranavaí - PR, located at latitude 23 ° 05'S, longitude 52 ° 26'W and 480m above sea level where the data processing was done by using the Excel© editor spreadsheet to be calculated the average monthly evapotranspiration. Calculations based on meteorological data showed that there are two distinct periods during the year, a rainy season between September and February where the month of January has the highest average precipitation of 191,9 mm, a dry period in which the lowest average rainfall is observed in August 56,3 mm. The month of August had higher rates of evapotranspiration with a mean of 144,45 mm. During July and August there is a drought of 50,84 mm and 88,15 mm respectively. Using data for reference evapotranspiration

and weather data is possible to characterize the climate favors the determination of the variation of water availability in the soil in agricultural planning aimed at assisting in the production quality.

Keywords: evapotranspiration, tank "Class A", Paranavaí – PR.

Introdução

O Paraná é um estado que compõe o Sul do Brasil possuindo uma extensão territorial de 199.314.850 km². Segundo Ely *et al.* (2003) por estar na posição setentrional da região Sul do Brasil está sujeito ao caráter transicional do clima sendo submetido à variabilidade sazonal produzida pelos sistemas tropicais e polares como principais indutores dos tipos de tempo.

O Município de Paranavaí está localizado na região noroeste do estado do Paraná com Cfa (Clima subtropical) segundo Köppen (IAPAR, 2012). Este clima é caracterizado com temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22°C, com verão bem definido e quente, geadas pouco frequentes e tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, contudo sem estação seca definida.

A crescente demanda hídrica, a deterioração dos recursos naturais e sua escassez em algumas regiões, tornam o gerenciamento integrado dos recursos hídricos cada vez mais imprescindível (Schmidt *et al.*, 2004).

Sabe-se que o setor agrícola é o maior consumidor de água, alcançando cerca de 70% de toda a água derivada de rios, lagos e aquíferos subterrâneos. Aproximadamente outros 30% são consumidos pelas indústrias e uso doméstico (Paz *et al.*, 2000).

Diante desses números, o uso racional da água na agricultura deve ser considerada uma meta prioritária. Para quantificar a demanda hídrica de uma cultura, é importante e necessário ter conhecimento detalhadamente dos componentes do ciclo hidrológico e, principalmente, da evapotranspiração (Moreira *et al.*, 2010).

É determinado como evapotranspiração o fenômeno que ocorre a partir da combinação de dois processos: o de evaporação onde ocorre a passagem da água do estado líquido para o estado gasoso em que este vapor d'água absorve a energia do meio denominada calor latente de evaporação e o processo de transpiração que é a evaporação da água utilizada nos diversos processos metabólicos, o que contribui para os diversos estágios de desenvolvimento das plantas (Silva *et al.*, 2010).

Os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência quando não verificados e não adequados às condições climáticas, a falta de precisão na estimativa apresentando erro, devido ao uso de instrumentos de medidas inadequados, em geral, também conduzem ao

manejo inadequado da água, afetando muitas vezes a produção agrícola. Aplicações insuficientes ou em excesso resultam em perdas e prejuízos consideráveis às plantas e ao solo, diminuindo, dessa forma, a eficiência do uso de irrigação (Silva *et al.*, 1993).

Existem alguns métodos de estimativa da evapotranspiração divididos em métodos diretos e indiretos. Os métodos diretos estimam a evapotranspiração potencial por meio de lisímetros, balanço hídrico e controle de umidade no solo, tornando um método mais elaborado e de difícil instalação, exigindo a instalação de equipamentos especiais com alto custo. Porém os métodos indiretos, estimam a evapotranspiração em função da evapotranspiração de referência (ET_0) e do coeficiente da cultura (K_c), onde é necessário apenas o conhecimento das variáveis climáticas, por meio de modelos que estimam a ET_0 (Vanzela *et al.*, 2007).

A ET_0 é uma componente importante no balanço hídrico, pois contribui para quantificar a demanda de água em uma determinada região, informação esta, de fundamental importância no manejo adequado da irrigação (Silva *et al.*, 2010).

Para medir a evapotranspiração de referência utiliza-se uma forma semelhante à medida de precipitação, em unidades de mm para caracterizar a lâmina evaporada ao longo de um determinado intervalo de tempo. Uma das formas mais comuns de medir a evaporação é pelo o Tanque Classe “A” (Figura 1). Este tanque é formado um recipiente metálico com formato circular de determinado diâmetro, construído em aço ou ferro galvanizado, pintado na cor alumínio e instalado numa plataforma de madeira a cima do solo. Dentro do mesmo deve permanecer uma quantidade de água variando entre 5,0 e 7,5 cm da borda superior. A medição de evaporação no Tanque Classe A é realizada diariamente com auxílio de uma régua, ou ponta linimétrica, instalada dentro do tanque, sendo que são compensados os valores da precipitação do dia. Por este motivo, o Tanque Classe A é geralmente instalado em estações meteorológicas em conjunto com um pluviômetro (Collischonn e Tassi, 2008).

O objetivo deste trabalho é estimar a evapotranspiração média mensal de referência (ET_0) pelo método do tanque classe “A” para o Município de Paranavaí – PR, com fins de caracterizar climaticamente a região estudada.

Material e Métodos

Os dados foram obtidos na estação meteorológica instalada no Município de Paranavaí, localizada na latitude 23°05’S, longitude de 52°26’W e altitude 480 m acima do nível do mar. O período de observação foi entre 1975 e 2010 (médias históricas).

Após a tabulação dos dados em editor de planilhas Excel© foram realizados os procedimentos para determinar os valores de ET_0 .

O cálculo para estimar a ET_0 foi realizado a partir da relação entre a umidade relativa do ar, velocidade do vento, e evaporação observada no tanque com dados obtidos na estação meteorológica.

A equação para a determinação pelo método de tanque classe A é:

$$ET_{0(TCA)} = K_p ECA \quad (1)$$

Em que:

$ET_{0(TCA)}$ – evapotranspiração de referência pelo método do tanque classe A, em gramado, (mm dia^{-1});

ECA – evaporação observada no tanque Classe “A” (mm dia^{-1}), e

K_p – coeficiente do tanque.

Para o cálculo de K_p , será utilizada a equação de SNYDER (1992):

$$K_p = 0,482 + 0,024 \ln(F) - 0,0003 U + 0,0045 UR \quad (2)$$

Em que:

F - distância (tamanho) da área de bordadura (m);

U - velocidade do vento, (km dia^{-1}), e

UR - umidade relativa, (média do dia em %)

Os valores mensais de ET_0 determinados a partir dos dados meteorológicos e trabalhados nas equações descritas foram comparados e analisados através de Figuras elaboradas no editor de planilhas Excel© para melhor estimar a evapotranspiração de referência da região de Paranavaí – PR.

Resultados e Discussão

Analisando os dados obtidos pós o processamento dos dados foi obtido às médias mensais de temperatura e de precipitação. A temperatura média anual da região no período de médias históricas é de 22,2 °C apresentando as médias trimestrais mais quentes entre Dezembro e Fevereiro (Figura 1) e médias trimestrais mais frias nos meses entre Maio e Julho (Figura 1). A diferença entre a temperatura máxima e mínima registra a amplitude térmica de

determinado período onde a média anual foi de 10,6 °C. A média mensal com maior amplitude térmica foi observada em Agosto, com 11,6 °C e a menor amplitude térmica média mensal no mês de Janeiro com 10,1 °C. Ainda com a relação à Figura 1 verifica-se também o mês de Janeiro como o mais quente do ano com temperatura média mensal de 25,1 °C e os meses mais frios do ano são Junho e Julho, ambos com temperatura média mensal de 18,2 °C. Para média máxima observam-se temperaturas acima dos 30 °C entre os meses de Novembro a Março, em destaque nos meses de Janeiro e Fevereiro onde ocorreu a maior média máxima de temperatura com 31,1 °C. Nos meses de Maio e Agosto são observadas as menores médias de temperatura mínima onde o mês de Julho apresentou 13,8 °C.

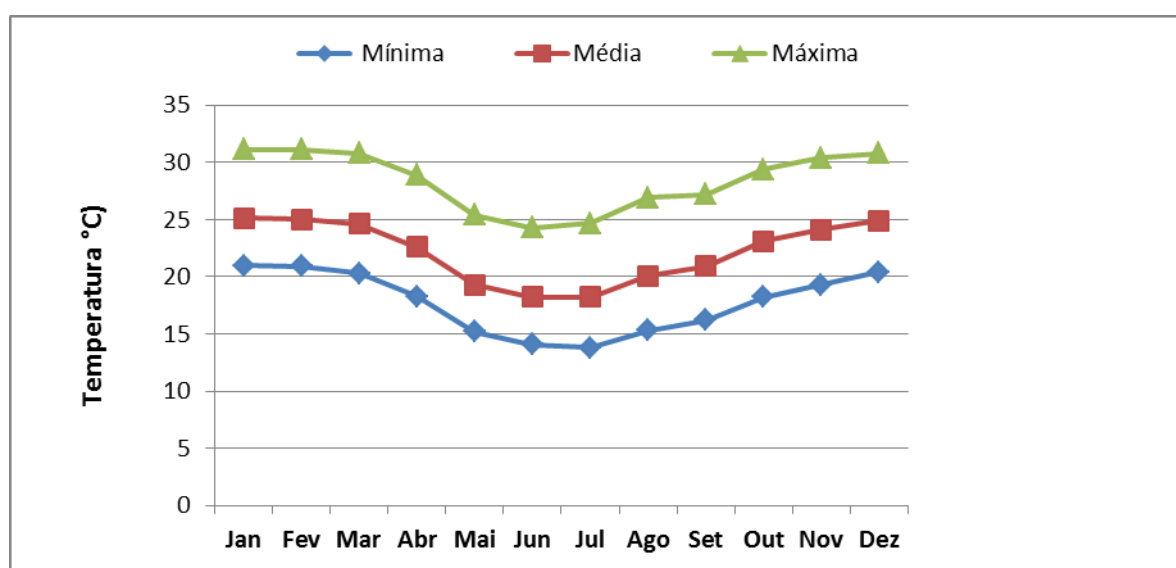


Figura 1 – Média mensal da temperatura máxima, mínima e média do ar no Município de Paranaíba – PR, no período de 1975 a 2010.

A Figura 2 apresenta o regime pluviométrico anual. A precipitação média anual é de 1500 mm distribuídos em média em 113 dias chuvosos do ano. É possível caracterizar dois períodos distintos em relação à precipitação anual: um período mais seco entre os meses de Março a Agosto com 38,05% de precipitação total ocorrendo em 43 dias e o período mais chuvoso entre os meses de Setembro a Fevereiro com 61,06% de precipitação total distribuídos em 69 dias chuva. Os meses que apresentam maior índice de precipitação são os meses de Dezembro (172,5 mm) e Janeiro (191,9 mm) onde a mesma ocorre em praticamente metade do mês atingindo 13 e 14 dias respectivamente.

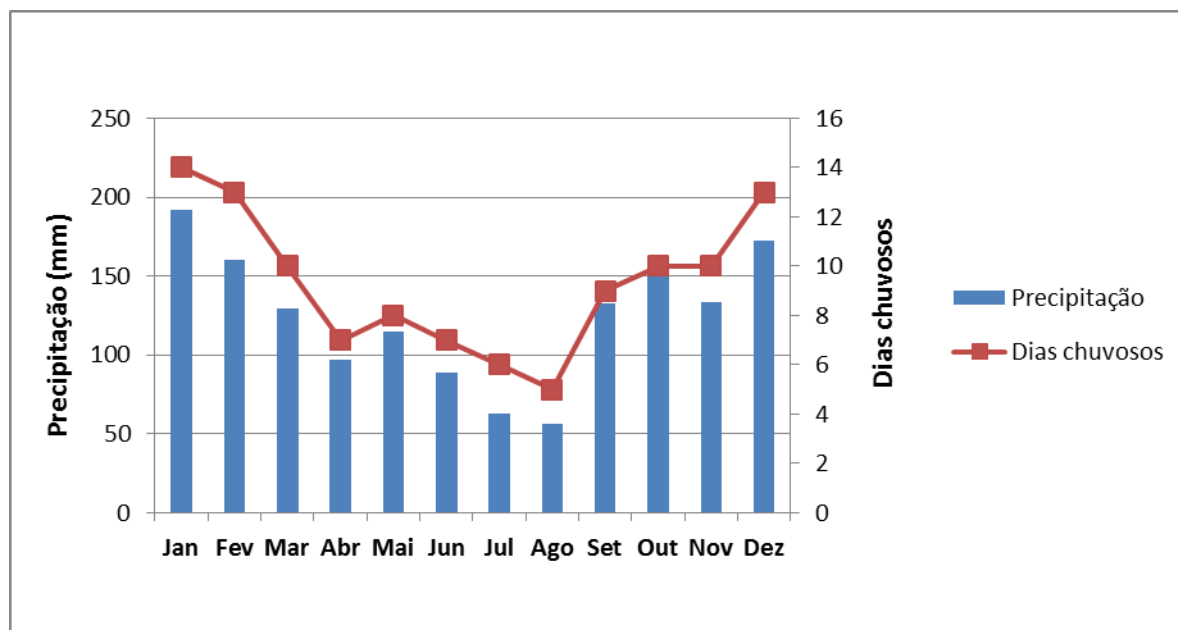


Figura 2 – Média mensal da precipitação e do número de dias chuvoso no Município de Paranavaí – PR, no período de 1976 a 2006.

No período seco os meses que apresentam a menor média total de precipitação são Julho com 62,6 mm/mês e Agosto com 56,3 mm/mês, onde o último apresenta em média apenas cinco dias chuvosos (Figura 2).

A Tabela 1 apresenta o valor médio mensal e anual da evapotranspiração de referência obtido por meio da equação para o método do Tanque Classe A no período de no período de 1975 a 2010.

Tabela 1 – Valores médios mensal de evapotranspiração de referência de 1975 a 2010 para Município de Paranavaí – PR

Evapotranspiração de referência ET_0	
Média mensal	ET_0 mm/mês
Janeiro	106,91
Fevereiro	91,59
Março	107,15
Abril	100,03
Maio	88,82
Junho	89,48
Julho	113,44
Agosto	144,45
Setembro	134,82
Outubro	132,98
Novembro	129,73
Dezembro	120,73
TOTAL	1360,13

Na Tabela O valor médio anual de evapotranspiração na série histórica foi de 1360,13 mm (Tabela 1). Analisando a menor média mensal de evapotranspiração de referência se observa um menor valor 88,82 mm/mês e 89,48 mm/mês nos meses de Maio e Junho respectivamente. Segundo Abumanssur (2006), os meses de temperatura média mais fria apresentam menores valores para evapotranspiração, o que é válido, pois o fenômeno é diretamente proporcional à temperatura. Vale o oposto em meses onde as temperaturas são mais elevadas. Na Figura 3 tem-se a ET_0 mensal estimada em relação à precipitação.

As mais elevadas taxas de evapotranspiração de referência são observadas nos meses entre Agosto a Novembro onde é possível definir como final do inverno e início da primavera, apresentando aumento da temperatura. O mês de Agosto mesmo apresentando ainda uma baixa temperatura comparada aos meses de verão apresenta a maior média mensal na lamina de evapotranspiração de referência. Esse evento está relacionado à maior média de evaporação do mês (146,4 mm) como também a segunda maior velocidade do vento (2,7 m/s) que são proporcionalmente inversas ao valor de precipitação e da umidade relativa do ar que apresentou o menor valor em 59%.

Na Figura 3 observa-se a maior demanda de ET_0 foi apresentada no mês de Agosto onde foram registrados menores valores médios de precipitação. Em contrapartida os meses de Janeiro e Fevereiro ao mesmo que apresentam menores valores médios de ET_0 também apresentaram elevados valores de precipitação.

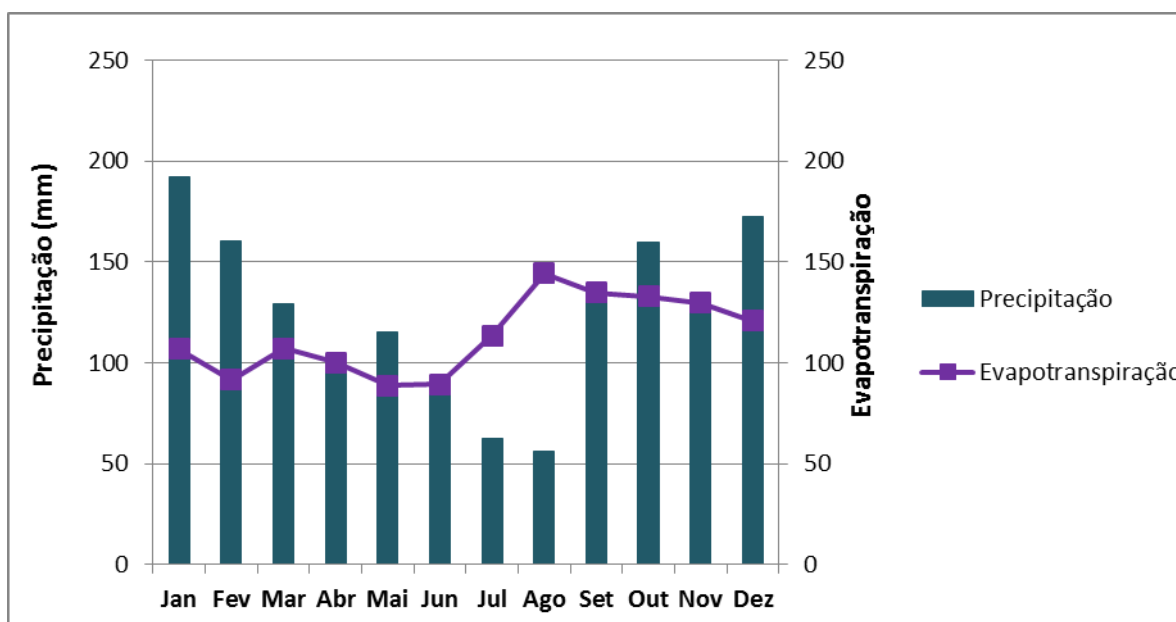


Figura 3 – Média mensal de precipitação e de evapotranspiração estimada pelo método do Tanque Classe A no Município de Paranavaí-PR, no período de 1975 a 2010.

No período chuvoso a ET_0 média é de 823,67 mm enquanto a precipitação é de 1142,4 mm, já no período de seca a ET_0 média é de 643,37 mm e a precipitação 549,4 mm apresentando maior déficit no período seco. Considerando as diferenças entre os dois parâmetros, na Figura 4 é possível observar um déficit hídrico muito grande nos meses de Julho e Agosto. Assim sendo, para os meses de Julho e Agosto é possível que haja a necessidade de suplementação de água para as culturas de inverno.

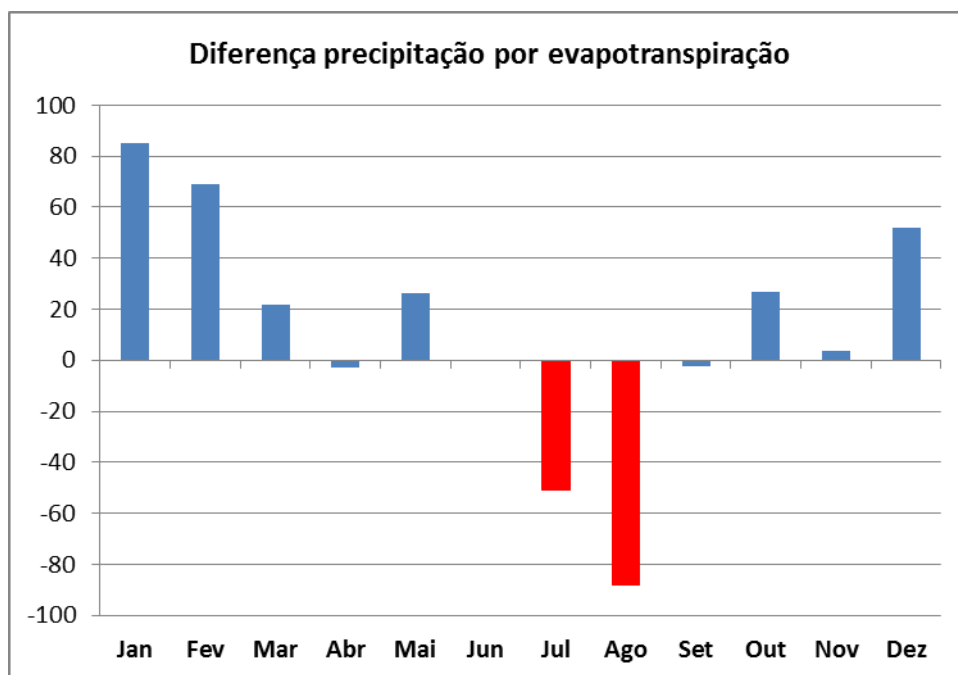


Figura 4 – Média mensal da diferença entre a precipitação e a evapotranspiração estimada pelo método do Tanque Classe A no Município de Paranavaí – PR, no período de 1975 a 2010.

A média encontrada para os meses com menor evapotranspiração de referência está relacionada a valores abaixo da média para a insolação. Mesmo apresentando média de insolação 213,14 horas para o mês de Maio muito próximo ao mês de Janeiro 219 horas, a velocidade do vento, a precipitação e as baixas temperaturas não permitem que ocorra uma maior evapotranspiração.

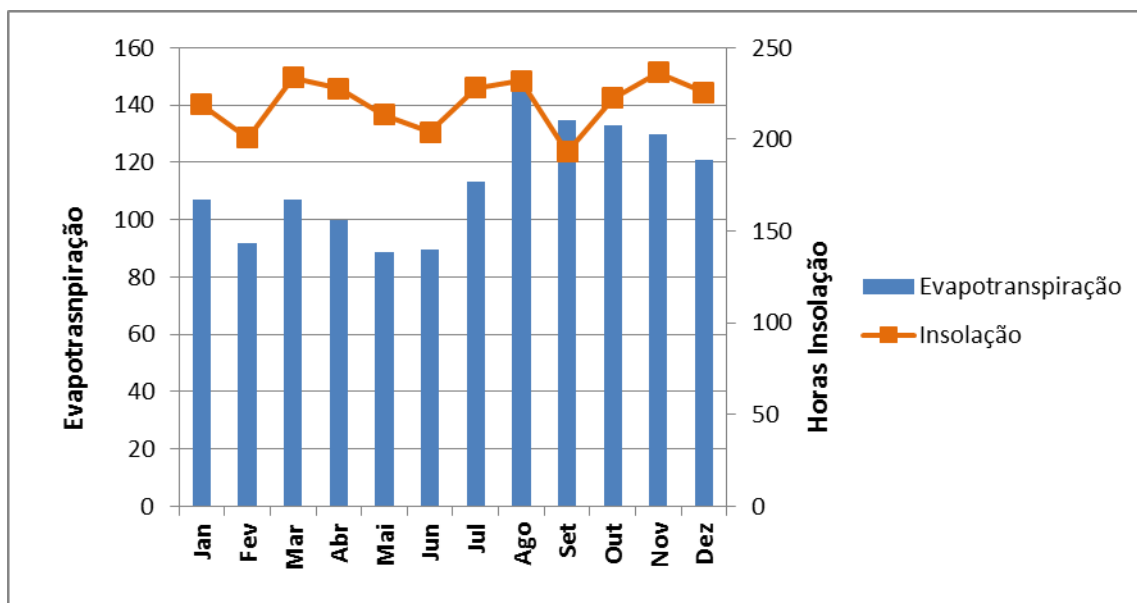


Figura 5 – Média mensal de evapotranspiração e insolação no Município de Paranavaí – PR, no período de 1975 a 2010.

A Figura 6 apresenta os valores das médias mensais da porcentagem da umidade relativa do ar relacionadas às média para velocidade do vento no período da série histórica.

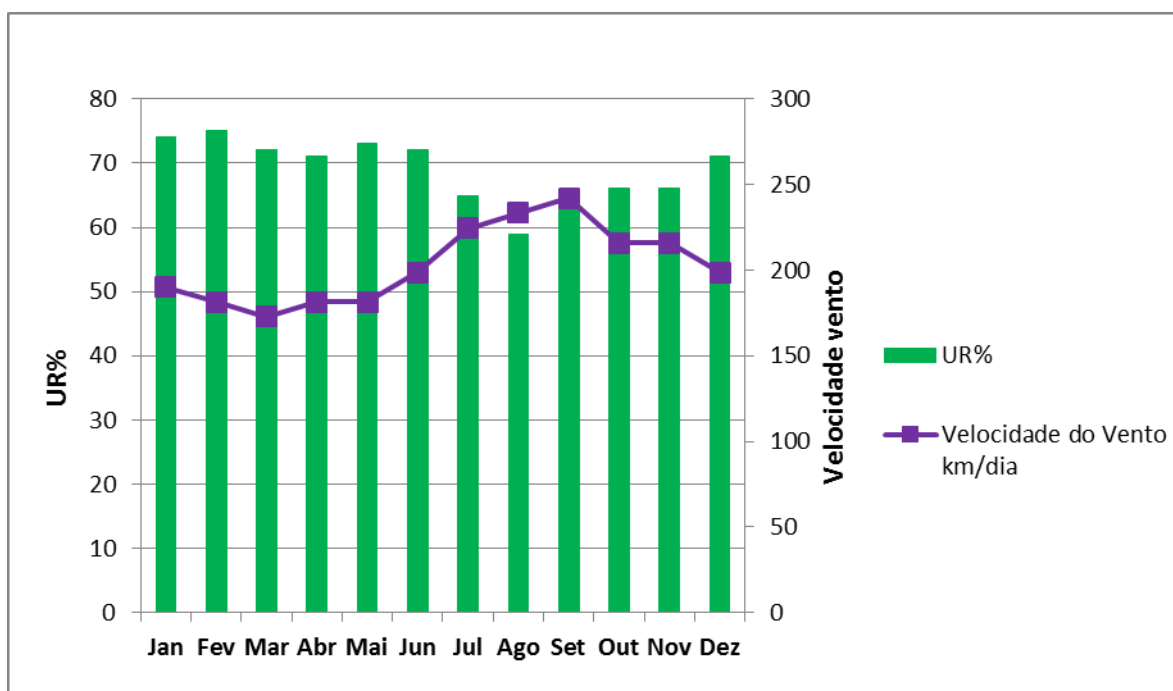


Figura 6 – Média mensal da porcentagem de umidade relativa do ar (UR%) e velocidade do vento km/dia no Município de Paranavaí – PR, no período de 1975 a 2010.

Segundo Pimenta (2010), muitos fatores intervêm na intensidade de evaporação, em destaque a temperatura, umidade relativa do ar e a velocidade do vento. A variação da intensidade de energia solar recebida na superfície terrestre responsável por produzir a variação de temperatura, modificando a energia cinética das moléculas, resultando num

aumento da taxa de evaporação. O chamado gradiente de concentração de vapor d'água é a diferença do mesmo entre a superfície evaporante e a atmosfera. Juntamente com a elevação da temperatura atmosférica eleva o valor da pressão de saturação do vapor de água, permitindo que maiores quantidades de vapor de água esteja presente no mesmo volume de ar.

No trabalho observa-se a interferência da velocidade do ar que impede a saturação do vapor de água na atmosfera fazendo com que as partículas de vapor de água se dispersem principalmente no mês de Agosto onde a evapotranspiração de referência obteve seu maior índice 144,45 mm.

O mesmo ocorre durante uma chuva intensa. Segundo Freitas (2005), a evaporação é reduzida a um mínimo quando as condições de saturação do ar se elevam com a presença da água. Porém, a evapotranspiração entre determinados períodos de tormentas é normalmente suficiente para deplecionar completamente a umidade do solo em regiões áridas apresentando influência significativa na umidade do solo e nas respostas hidrológicas em outros lugares. Isso justifica que mesmo apresentando valores maiores de precipitação nos meses entre Dezembro e Janeiro a evapotranspiração ainda foi significativa.

O comportamento dos dados da análise de regressão são apresentados na Figura 7.

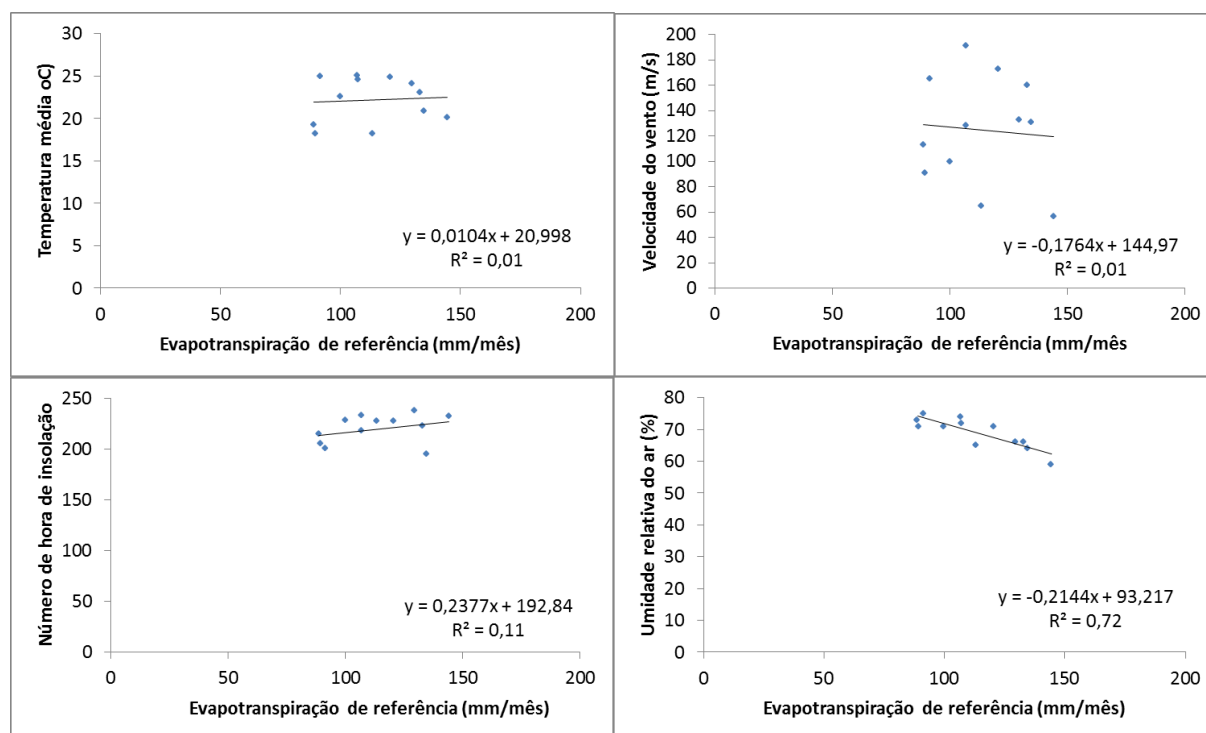


Figura 7 – Correlação entre evapotranspiração de referência e variáveis meteorológica de dados provenientes da estação meteorológica do Município de Paranavaí – PR, do período de 1975 a 2010.

O sol emite energia na forma de irradiação em três comprimentos de onda: ultravioleta, visível e infra-vermelho. Estes comprimentos de onda são denominados de ondas curtas, basicamente apresentam três importantes funções na superfície terrestre: fotossíntese, calor latente ou energia para evaporação, calor sensível ou energia que aquecerá o ar atmosférico. A energia perdida por um corpo para aquecer o ar atmosférico ocorre na forma de convecção e é denominada de energia de onda longa.

A energia de onda longa faz as moléculas de água aumentar a distância entre si, por elevar a temperatura. Este fato eleva a capacidade do ar em conter água, em consequência aumenta o déficit de saturação e a necessidade de energia para unir as moléculas de água. A redução na umidade relativa do ar e o aumento da temperatura reduzem a densidade do ar e a pressão atmosférica, criando instabilidade, vento e possibilidade de precipitação convectiva. Do comportamento das variáveis meteorológica observado na Figura 7, pode se verificar que apenas a umidade relativa do ar mostrou correlação acima de 0,7, o que indica que embora as demais variáveis estejam correlacionadas com a radiação solar, elas parecem não influenciar a evapotranspiração.

Conclusões

Pela análise dos dados meteorológicos da região conclui-se que existem dois períodos distintos durante o ano, um chuvoso entre os meses de Setembro a Fevereiro onde o mês de Janeiro apresenta maiores médias de precipitação de 191,9 mm, um período seco em que a menor precipitação média é observada no mês de Agosto 56,3 mm.

O mês de Agosto apresentou maior taxa de evapotranspiração de referência com média de 144,45 mm.

Nos meses de Julho e Agosto ocorre um déficit hídrico de 50,84 mm e 88,15 mm respectivamente, já que a evapotranspiração de referência apresentou valores maiores que os de precipitação média.

Referências bibliográficas

ABUMANSSUR, C. **Estimativas de evapotranspiração mensal no Estado do Paraná**. Dissertação. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola. Cascavel, Paraná. 2006.

COLLISCHONN, W.; TASSI, R. Introduzindo hidrologia. Evapotranspiração. **Apostila**. Capítulo 8. IPH – UFRGS. Maio/2008.

ELY, D. F., ALMEIDA, I. R., NETO, J. L. S. **Variabilidade climática e o rendimento da cultura do milho no Estado do Paraná: algumas implicações políticas e econômicas**. Geografia – Vol. 12. 2003.

FREITAS, E. D. de. **Notas de aula da Disciplina Agrometeorologia**. Departamento de Ciências Atmosféricas do IAG-USP. Universidade de São Paulo Instituto Astronômico e Geofísico Departamento de Ciências Atmosféricas. São Paulo. 2005.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=195>. Acessado: 17/04/2012.

MOREIRA, L. C. J.; DURAND, B. J.; TEIXEIRAS, A. S.; ANDRADE, E. M. Variabilidade local e regional da evapotranspiração estimada pelo algoritmo SEBAL. **Revista de Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.6, p.1148-1159, nov./dez. 2010.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, F.C. Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. Comunicado Técnico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.4, n.3, p.465-473, Campina Grande, PB. 2000.

PIMENTA, C. Estudo da Evaporação de uma Superfície Livre com Convecção Forçada. **Anais...** 20º POSMEC – Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia – MG. 2010.

SCHMIDT, W.; COELHO, R.D.; JACOMAZZI, M.A. Distribuição espacial de pivôs centrais no Brasil: I - Região Sudeste. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 2004, v.8, n. 2-3, p.330-333, 2004.

SILVA, A.A.G.; ANGELOCCI, L.R.; NOGUEIRA, L.C.; ANDRADE, C.L.T. Avaliação da eficiência de métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 22., Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1993. p.2465-78. 1993.

SILVA, J.G.F.; RAMOS, H.E.A.; IGREJA, G.C.; FREITAS, R.A.; ROCHA, G.A. Estimativa de evapotranspiração de referências para o Município de Marilândia – ES. In: IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola - CLIA 2010 XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA. **Anais...** Vitória – ES. Julho/2010.

SNYDER, R. L. Equation for evaporation pan to evapotranspiration conversions. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, New York, v.118, n.6, p.977-80, 1992.

VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FERREIRA, E. J. S. Desempenho da estimativa da evapotranspiração de referencia em Ilha Solteira – SP. In: XXXVI Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola. **Anais...** Bonito – MS. 2007.