

Estimativa de evapotranspiração de referência para o município de Palotina – PR

Lucas Drum da Silva¹, Reginaldo de Lima², Reginaldo Ferreira Santos³, Augustinho Borsoi⁴

¹ Engenheiro Agrônomo

² Engenheiro Agrônomo

³ Eg. Agro. Dr, Prof. do Curso de Engenharia de Energia na Agricultura - Mestrado – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE

lukasdrum@gmail.com, nlima25@hotmail.com, reginaldo.santos@unioeste.br, augustinho.borsoi@outlook.com

Resumo: O objetivo deste trabalho foi estimar a evapotranspiração de referência (ET_0) mensal para Município de Palotina – PR, pelo método empírico de Hargreaves e Samani por este ser um método simplificado para a sua determinação. Foram utilizados dados médios mensais de temperatura do ar, precipitação e evaporação durante o período de 1973 a 2009, da estação Meteorológica do Instituto Meteorológico do Paraná (SIMEPAR) localizada na latitude 24°18'S, longitude de 53°55'W e a 310 m de altitude, no município de Palotina, Paraná. Foram calculadas as médias mensais de evapotranspiração. Diante do exposto conclui-se existem dois períodos distintos, um chuvoso em que a precipitação média é de 151,79 mm, variando entre 107,6 e 176,7 mm (setembro a maio) e um seco em que a precipitação média é de 91,37 mm, variando entre 79,9 e 110,9 mm (junho a agosto). Nos meses de novembro a março e no mês de agosto a ET_0 é menor que a precipitação, proporcionando nestes meses um déficit de 76,87 mm.

Palavras-chave: precipitação, Hargreaves e Samani, déficit hídrico.

Estimate reference evapotranspiration for the city of Palotina - PR

Abstract: The objective of this study was to estimate the reference evapotranspiration (ET_0) monthly the City of Palotina - PR, the empirical method of Hargreaves and Samani because this is a simplified method for it's determination. Data were obtained from monthly mean air temperature, precipitation and evaporation during the period 1973 to 2009, the meteorological station of the Meteorological Institute of Paraná (SIMEPAR) located at latitude 24°18'S, longitude 53°55'W and 310 m of altitude, in Palotina, Paraná. The mean monthly evapotranspiration. Given the above it follows there are two distinct periods, a rainy where average rainfall is 151.79 mm, ranging between 107.6 and 176.7 mm (September-May) and dry when the average rainfall is 91.37 mm, varying between 79.9 and 110.9 mm (June-August). In the months from November to March and the month of August to ET_0 is less than the rainfall in these months giving a deficit of 76.87 mm

Key words: precipitation, Hargreaves and Samani, water deficit.

Introdução

O município de Palotina está localizado entre 22°30'S a 26°30'S e 48°W a 55°W situado em uma região de transição climática, do norte para o sul do Estado, apresentando variações regionais e locais de clima devido à altitude e ao relevo. A população de acordo com o Censo 2010 é de 28.609 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, 2011). Ocupa uma área de 651 km², destes, apenas 12 mil km² de área urbana e o restante de área rural.

A economia é baseada na agricultura, agroindústria e na prestação de serviços. O clima de Palotina é Subtropical Cfa (segundo a classificação de KÖPPEN e GEIGER, 1928), com verões quentes e invernos frios ou amenos. Geadas frequentes no período mais frio, podendo ocorrer entre o fim de maio e o início de setembro. A média anual de temperatura é de 21,3°C (Instituto Meteorológico do Paraná - SIMEPAR, 2011). O relevo da cidade é plano, não existindo altas montanhas ou precipícios. O solo desta região é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico de textura muito argilosa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, 1999).

O conceito de evapotranspiração evoluiu ao longo do tempo. Ponce (1989) cita que o primeiro que apresentou as formas de evapotranspiração e criou a expressão evapotranspiração potencial (ETP) foi Thornthwaite, em 1948, como a soma da evapotranspiração que se origina sobre a superfície do solo na suposição de um amplo estoque da mistura de água e solo durante todo o tempo, portanto, ETP é uma indicação da necessidade ótima de água da cultura.

Para Ometto (1981), a interação de uma cultura com alguns parâmetros metodológicos, como: a radiação solar, insolação, temperatura do ar, umidade absoluta do ar e precipitação, estimulam a transpiração vegetal e a evaporação do solo. O total de água perdida pela superfície do solo e das plantas, no processo conjunto de evaporação e de transpiração, corresponde à evapotranspiração.

Na gestão dos recursos hídricos, vários aspectos devem ser abordados e verificados para que o manejo da água em uma bacia hidrográfica se realize com alguma eficiência. Esse tipo de estudo fundamenta-se principalmente no conhecimento das perdas de água de uma superfície natural como os lagos e os rios e da água contida ou depositada no terreno. A importância do conhecimento e da medição de como se processa, tanto o fenômeno da evaporação como o da transpiração é indiscutível, pois na construção do entendimento do ciclo da água no planeta Terra, eles ocorrem ininterruptamente, afetando o clima e o

comportamento hidrológico. Existem inúmeras outras situações, onde se revela a importância que se deve dar ao estudo destes três fenômenos: evaporação, transpiração e evapotranspiração. Neste contexto, a evapotranspiração tem grande importância nas análises solo-água-planta, tornando-se irrelevante o levantamento de parâmetros que auxiliem quantificação da água que vai para a atmosfera na forma de vapor, registrados dia-a-dia nas estações agrometeorológicas (ABUMANSUR, 2006).

Segundo Reichardt (1990), a evaporação é uma perda indesejável do ponto de vista agrônomo, haja vista que há saída de água do solo sem que ela tenha feito parte das atividades biológicas na cultura. Nesse aspecto, reveste-se de grande importância o conhecimento da intensidade de evaporação ou da transpiração, que é a quantidade de água que evapora na unidade de tempo. Em sua abordagem, esse autor afirma também que a evaporação perde importância quando a cultura se desenvolve bem e cobre o solo com a sua vegetação, pois as perdas por evaporação se reduzem a valores insignificantes, sendo, portanto, de grande interesse agrônomo que isso ocorra com maior frequência.

A evapotranspiração é o fenômeno que ocorre a partir do processo 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, combinado com o processo de transpiração, que é a evaporação da água utilizada nos diversos processos metabólicos (SILVA, 2010). Segundo Pereira *et al.* (2002) a evapotranspiração (ET_0) é o processo simultâneo de transferência de água para a atmosfera pela transpiração das plantas e por evaporação da água. Para Stone e Silveira (1995), a evapotranspiração de referência (ET_0) é a evapotranspiração que ocorre em uma superfície coberta com grama, bem provida de água, em fase de desenvolvimento ativo e com a bordadura adequada.

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. Existem duas formas para a determinação da ET_0 : de forma direta, através de lisímetros ou evapotranspirômetros, pelo método do balanço hídrico em um volume de controle explorado por plantas, mas por serem de alto custo estes métodos são usados apenas em condições experimentais; e indiretamente, a partir de equações empíricas. Entre os vários disponíveis pode-se citar o método de Hargreaves e Samani (1985). Vianello e Alves (1991) sugerem que na ausência de recursos instrumentais, deve-se fazer o uso de formulações empíricas em que levam em condições as diversas variáveis medidas no

ambiente. Os autores ainda recomendam um bom entendimento dos diferentes métodos no que diz respeito a sua aplicação e suas limitações.

A busca do conhecimento quantitativo do processo da evaporação e/ou da água é uma constante. Métodos para calcular esses fenômenos são muitos, cada um com sua própria gama de aplicabilidade. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é estimar a evapotranspiração média mensal de referência através do método de Hargreaves e Samani (1985) para o Município de Palotina – PR, com fins de uma melhor caracterização climática da região em questão.

Materiais e Métodos

Os dados utilizados foram obtidos na estação meteorológica instalada na Fazenda Experimental de Palotina pertencente ao Simepar, localizada no município de Palotina na latitude 24°18'S, longitude de 53°55'W e a 310 m de altitude, no período de observação entre 1973 e 2009. Por se tratar de uma extensa série de dados (36 anos), foi realizada uma análise crítica dos mesmos no sentido de suprimir eventuais erros grosseiros, devido principalmente, a exceções climáticas, e nos meses que foram necessários o preenchimento das falhas, foi empregado a média aritmética entre os valores do mesmo período. Em seguida foram realizados os procedimentos necessários para determinar os valores de ET_0 mensais.

O método de Hargreaves e Samani (1985) foi escolhido para a realização deste trabalho por ser um método simples e eficiente, que consiste em estimar a ET_0 a partir da relação entre as médias de temperatura máxima, mínima e média e o coeficiente da radiação solar médio mensal. A equação de Hargreaves e Samani (Equação 1) foi obtida a partir de uma relação empírica entre a evapotranspiração obtida em lisímetro para a cultura de grama em uma região de características semi-áridas, que pode ser determinado pela equação:

$$ET_0 = 0,0023 * Q_0 * (T_{MAX} - T_{MIN})^{0,5} * (T + 17,8) \quad (1)$$

em que,

ET_0 - evapotranspiração ($mm.d^{-1}$);

Q_0 - coeficiente da radiação solar extraterrestre médio do mês para cada mm de evaporação equivalente;

T_{MAX} - média mensal de temperatura máxima em °C;

T_{MIN} - média mensal de temperatura mínima em °C;

T - temperatura média mensal em °C.

Resultados e Discussão

Após o processamento e análise dos dados foram obtidas as médias mensais de temperatura. Na Figura 1 pode se verificar o comportamento das temperaturas máximas, mínimas e médias mensais do município de Palotina, PR.

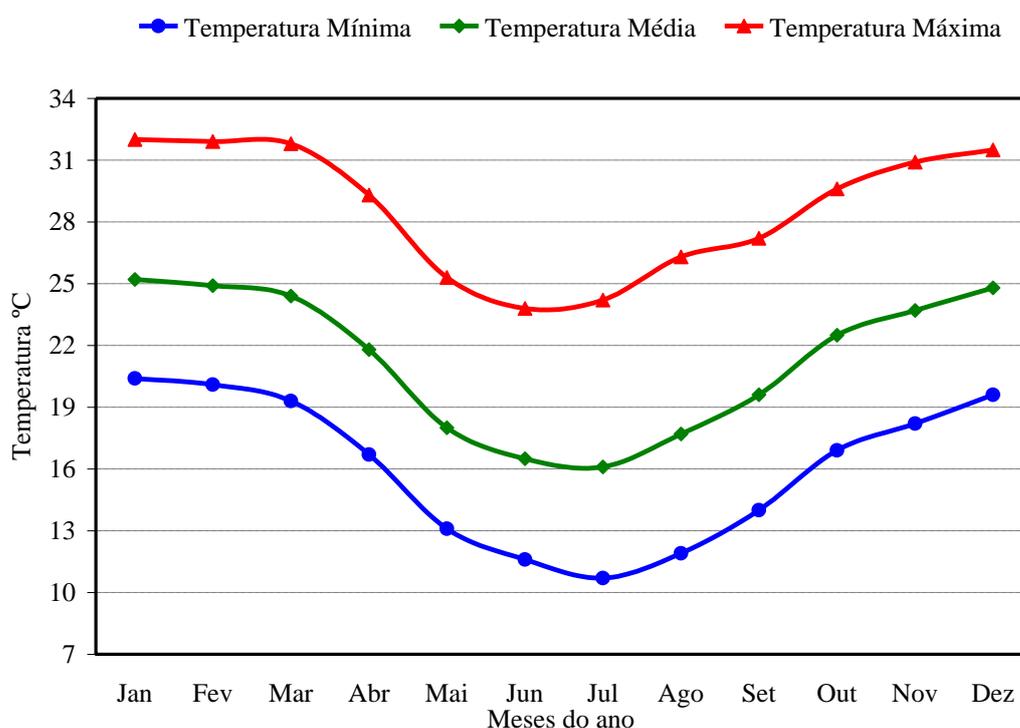


Figura 1. Média mensal da temperatura máxima, mínima e média do ar no Município de Palotina – PR, no período de 1973 a 2009. Fonte: SIMEPAR

A temperatura média anual da região no período estudado foi de 21,3 °C (Figura 1), sendo que a media do trimestre mais quente, entre janeiro e março foi de 24,8 °C e a do trimestre mais frio, junho a agosto, foi de 16,7 °C. A amplitude térmica média anual foi de 12,6 °C, apresentando menor amplitude média mensal em janeiro, com 11,6 °C e a maior amplitude térmica média mensal de 14,4 °C, no mês de agosto. Ainda com relação à Figura 1 verifica-se que o mês mais quente do ano é janeiro, com temperatura média de 25,2 °C e o mês mais frio do ano é julho, apresentando temperatura média de 16,1 °C. Observa-se que a temperatura média das máximas fica acima de 30 °C nos meses entre novembro a março. Entre os meses de junho a agosto a temperatura média das mínimas fica abaixo de 12,0 °C.

O conhecimento do comportamento da temperatura média do ar, mesmo numa escala mensal, é uma boa estimativa indireta da quantidade de energia química metabólica produzida pelo material genético, principalmente em se tratando de cultura que respondem ao acúmulo

de temperatura, como é o caso do milho (GANDIOLI *et al.*, 2000). Durante o período do cultivo de verão do milho, nos meses entre novembro a março, a média das temperaturas máximas não fica inferior aos 30°C, sendo assim, na região, esta cultura encontra condições de temperatura bastante propícias ao seu bom desenvolvimento.

Avaliando-se pelo número de dias, a duração das fases fenológicas de uma cultura, pode-se concluir que a mesma varia entre regiões, anos e épocas de semeadura, em razão das variações climáticas, como umidade relativa, temperatura do ar e do solo, chuva, radiação solar e fotoperíodo (COSTA, 1994). Para a soja, a temperatura afeta diretamente no acúmulo de proteínas totais da semente, favorecendo o metabolismo no sentido de biossíntese de proteínas quando a temperatura se aproxima a 30 °C (WOLF, 1982). Assim, as temperaturas médias, que nos meses de dezembro a março ficam na casa dos 25 °C, período entre o fim do crescimento vegetativo e principalmente enchimento de grãos para a cultura da soja, favorecem o acúmulo de proteínas totais da semente para a região de Palotina.

A água da atmosfera que atinge a superfície na forma de chuva, granizo, neve, orvalho, neblina ou geada é denominada precipitação. No Brasil a chuva é a forma mais importante de precipitação (COLLISCHONN e TASSI, 2011). Ao longo dos 36 anos de recolhimento de dados, foram analisados os valores de precipitação média para todos os meses do ano na região em questão. A Figura 2 caracteriza o regime pluviométrico anual, além das médias de dias de chuva para cada mês avaliado.

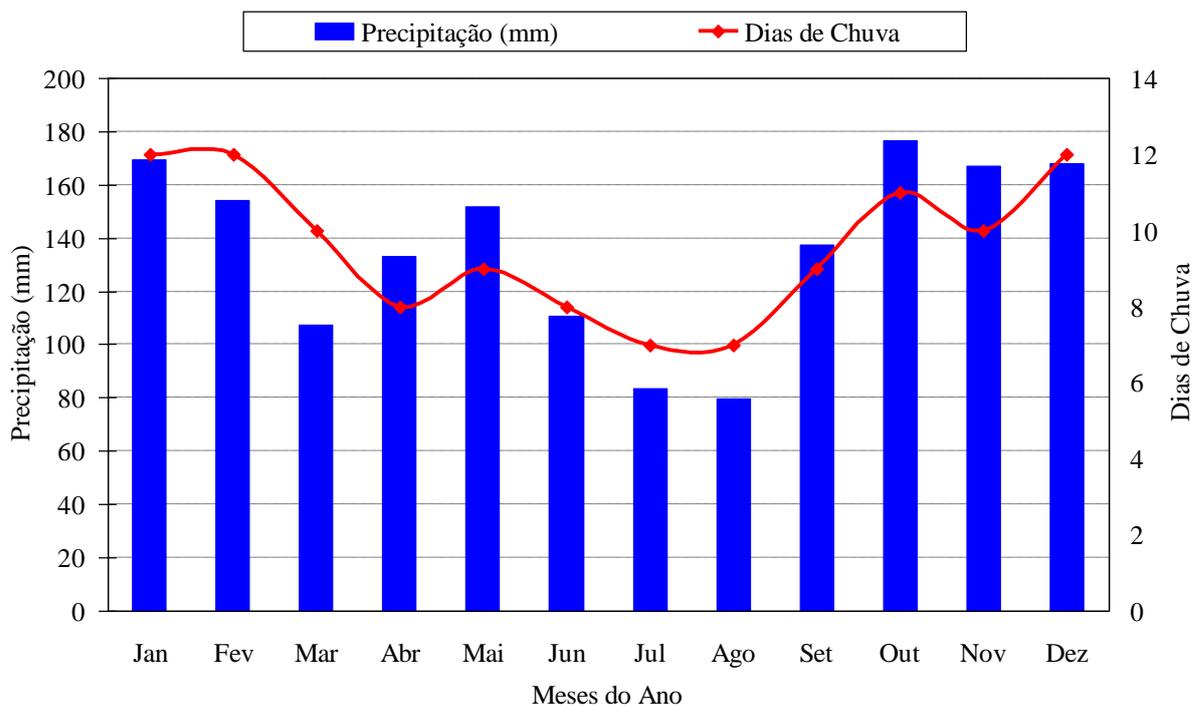


Figura 2. Média mensal da precipitação e do número de dias chuvosos no Município de Palotina – PR, no período de 1973 a 2009. Fonte: SIMEPAR

A precipitação média anual é de 1640 mm sendo distribuídos em 115 dias chuvosos do ano (Figura 2). Caracterizam-se dois períodos distintos: um chuvoso de setembro a maio com 83,3% do total de precipitação ocorrendo em 93 dias e o período seco de junho a agosto com 16,7% do total de precipitação em 22 dias. No período chuvoso, a média de precipitação é 151,79 mm, em contrapartida, no período seco, a média é de 91,37 mm.

Observa-se ainda, que entre os meses de dezembro e fevereiro existem em média de 12 dias chuvosos, ou seja, as chuvas ocorrem em quase metade dos dias nesses meses. De igual forma, ocorre no mês de março 10 dias chuvosos, porém com precipitação média de 107,6 mm, valor este bem inferior aos valores médios dos demais meses do período chuvoso. No período seco, principalmente entre junho e agosto, o número de dias chuvosos varia entre 7 e 8 dias, enquanto que a precipitação média varia entre 79,9 e 110,9 mm.

A disponibilidade de água é importante, principalmente nos períodos de germinação/emergência e floração/enchimento de grãos para a cultura da soja. A necessidade de água na cultura vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração - enchimento de grãos, decrescendo após esse período. Para obtenção do rendimento máximo, a necessidade de água na cultura da soja, durante todo seu ciclo, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração de seu ciclo (FARIAS *et al.*, 2009). Na região, para a cultura da soja, com seu ciclo em média de 120 a 150 dias e plantio variando entre outubro a dezembro (Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento – SEAB - PR e Departamento de Economia Rural – DERAL - PR, 2011), a média de precipitação fica em aproximadamente de 650 a 800 mm, apresentando, portanto, condições pluviométricas bastante favoráveis ao seu cultivo.

Após a aplicação do método de Hargreaves e Samani, foram encontrados os valores médios mensais de evapotranspiração para a região estudada, posteriormente, os mesmos foram comparados com os valores médios mensais de precipitação (Figura 3).

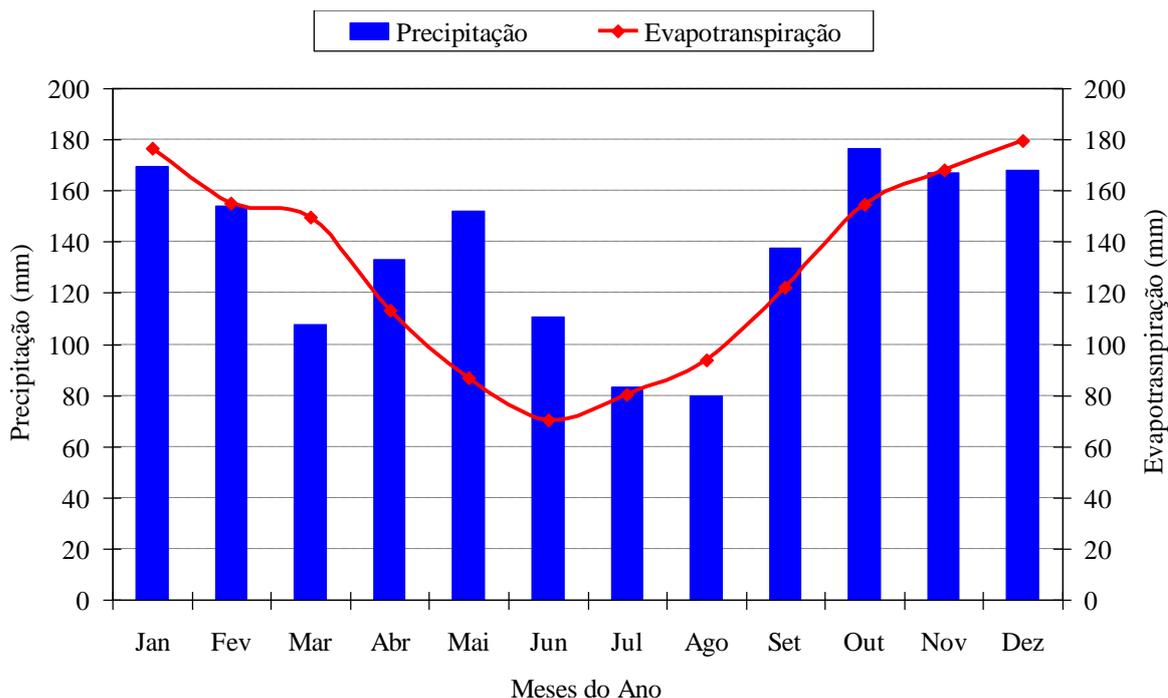


Figura 3. Média mensal de precipitação e de evapotranspiração estimada pelo método de HARGREAVES e SAMANI no Município de Palotina – PR, no período de 1973 a 2009. Fonte: SIMEPAR

A demanda média anual de evaporação no período estudado foi de 1550,74 mm. Na Figura 3 tem-se a ET_0 média mensal estimada através da Equação (1). Observa-se que os maiores valores de ET_0 não coincidem exatamente com o período em que foram registrados os maiores valores de precipitação (Figura 3). A maior demanda ocorreu no mês de dezembro, chegando a 179,49 mm e a menor foi obtida no mês de junho, com 70,5 mm. Nos meses de novembro a março e no mês de agosto os valores de ET_0 são maiores do que a precipitação.

Segundo Câmara *et al.* (2007), na maioria das áreas cultivadas com milho em todo o mundo, a ocorrência de seca ou períodos de estresse hídrico são fatores abióticos que causam grandes reduções na produtividade da cultura. Devido a esses fatores, o país deixou de colher mais de 15 milhões de toneladas de grãos de milho entre 1996 e 2002; em algumas regiões, observaram-se perdas superiores a 92% e 88%, respectivamente, nas safras de 1998 e 2001 (IBGE, 2004). O Déficit hídrico torna-se empecilho também para a cultura de trigo, pois sua produtividade depende da quantidade de água disponível no solo (DENADAI e KLAR, 1995).

Montenegro *et al.* (2004) cita que praticamente, toda a água de que as plantas necessitam, é extraída pelas raízes e perdida para a atmosfera por meio do processo de transpiração, sendo necessário que a mesma seja devolvida à planta, na forma de precipitação

ou irrigação, para não comprometer o desenvolvimento e a produção da cultura. Em vista disso, o estudo da evapotranspiração é de fundamental importância para o manejo adequado de projetos de irrigação, contribuindo para o aumento da produtividade e otimização do uso da energia elétrica e dos recursos hídricos, cada vez mais escassos.

A Figura 4 demonstra a média mensal da diferença entre precipitação e evapotranspiração estimado pelo método Hargreaves e Samani.

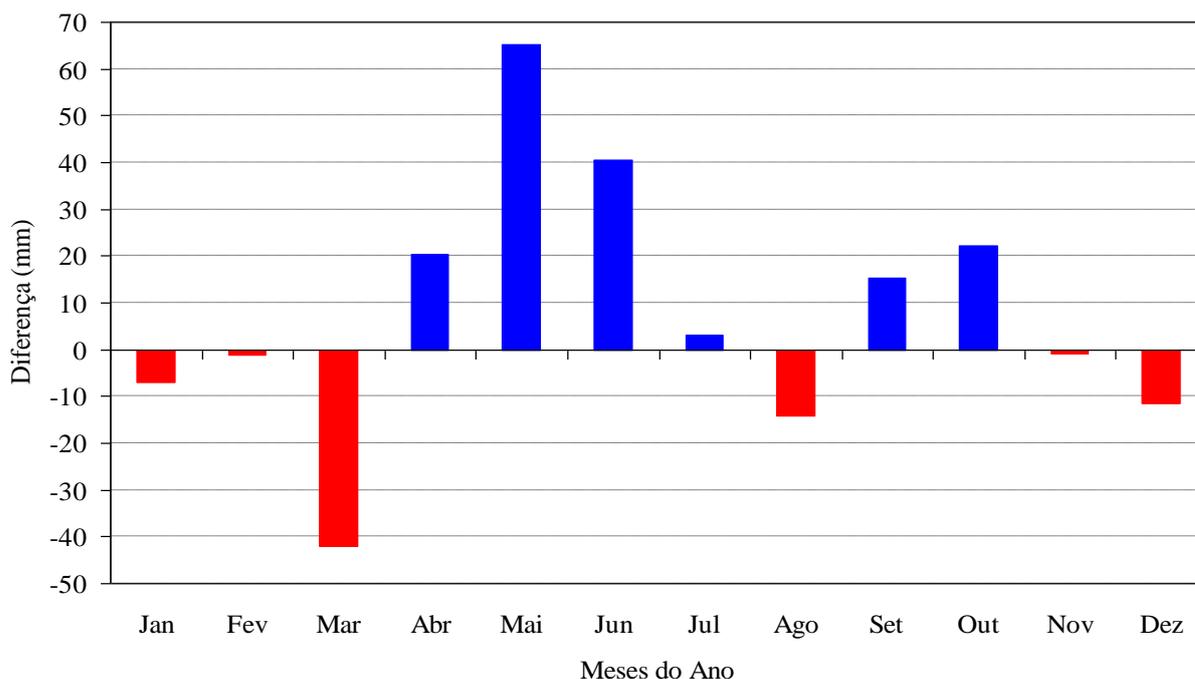


Figura 4. Média mensal da diferença entre precipitação e evapotranspiração estimada pelo método de Hargreaves e Samani no Município de Palotina – PR, no período de 1973 a 2009. Fonte: SIMEPAR

Considerando as diferenças entre os parâmetros precipitação e ET_0 (Figura 4), em média, a precipitação supera a ET_0 somente em 89,46 mm. No período chuvoso (setembro a maio) a precipitação média é de 1366,1 mm enquanto que a ET_0 é de 1306,02 mm, já no período seco a precipitação é de 274,1 mm, enquanto que a ET_0 é de 244,72 mm. Em alguns meses durante o ano ocorre déficit hídrico, nos meses de novembro a março e no mês de agosto, quando o valor da ET_0 supera a precipitação. Na Figura 4 verifica-se que existem seis meses em que a precipitação é maior que a ET_0 e seis em que a ET_0 supera a precipitação. Assim sendo, em média, na metade dos meses do ano existe a necessidade suplementação de água para as culturas na maioria dos meses do ano.

Todo o processo da água no sistema solo-planta-atmosfera ocorre em função da demanda evaporativa da atmosfera, que determina a magnitude da perda de água por

transpiração e conseqüentemente, a necessidade de absorção pelas raízes. A transpiração ocorre, então, em função da demanda evaporativa da atmosfera e, na prática o déficit hídrico tem início quando a transpiração da planta começa a ser limitada pela disponibilidade de água no solo (BERGAMASCHI *et al.*, 1999).

A determinação dos valores de evapotranspiração é de fundamental importância, pois define o consumo de água pelas plantas, e por consequência a lâmina de irrigação a ser aplicada pelo sistema (MELLO e BATISTA DA SILVA, 2007). As estimativas das lâminas de água a aplicar e da frequência de irrigação das culturas são utilizadas para evitar a redução nos rendimentos, provocada pelo excesso ou déficit de umidade no solo, salinização, devido à drenagem deficiente, e compactação por excesso de umidade durante as operações de preparo do solo (SILVA *et al.*, 1981).

Vários autores já comparam os diversos métodos empíricos para estimativa de evapotranspiração com o método padrão de Penman-Monteith FAO-56. Syperreck *et al.*, (2008) avaliaram três métodos empíricos: o de Thornthwaite, Camargo e Hargreaves-Samani, e compararam com o método padrão para a região de Palotina, Estado do Paraná. Os resultados mostraram que, em escala diária, os métodos avaliados, em geral, apresentaram bom ajuste para os coeficientes de correlação e de exatidão de willmott quando comparados ao método padrão. Terra *et al.* (2009) concluíram que o método de Hargreaves-Samani foi o método que apresentou a melhor estimativa da ET_0 para valores diários, comparativamente ao método de padrão, para a região de Pelotas-RS.

Conclusões

Diante do exposto conclui-se existem dois períodos distintos, um chuvoso em que a precipitação média é de 151,79 mm, variando entre 107,6 e 176,7 mm (setembro a maio) e um seco em que a precipitação média é de 91,37 mm, variando entre 79,9 e 110,9 mm (junho a agosto). Nos meses de novembro a março e no mês de agosto a ET_0 é menor que a precipitação, proporcionando nestes meses um déficit de 76,87 mm.

Referências

ABUMANSSUR, C. **Estimativa da Evapotranspiração Mensal no Estado do Paraná.** Cascavel – PR, Brasil: Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Centro de Ciências Exatas e Tecnologias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2006. 103p.

BERGAMASCHI, H., DALMAGO, G. A., BERGONCI, J. I., BIANCHI, C. A. M., MÜLLER, A. G., COMIRAN, F., HECKLEPESQ, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grão. **Aropec. Bras.**, Brasília, v.39, n.9, p.831-839, set. 2004.

CÂMARA, T. M. M.; BENTO, D. A. V.; ALVES, G. F.; SANTOS, M. F.; MOREIRA, J. U. V.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Parâmetros Genéticos de Caracteres Relacionados à Tolerância à Deficiência Hídrica em Milho Tropical. **Bragantia**, Campinas, v.66, n.4, p.595-603, 2007.

COLLISCHONN W.; TASSI, R. In: **IPH – UFRGS**. Disponível em: <http://galileu.iph.ufrgs.br/collischonn/apostila_hidrologia/cap%205%20-%20Precipita%C3%A7%C3%A3o.pdf> Acesso em 29 de setembro de 2011.

COSTA, A.F.S. da. **Influência das condições climáticas no crescimento e desenvolvimento de plantas de milho (Zea mays L.), avaliadas em diferentes épocas de plantio**. Viçosa, 1994. 109p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

DENADAI, I. A. M.; KLAR, A. E. Resistência à seca em quatro Cultivares de Trigo: Parâmetros Fisiológicos. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, vol. 52 n.º 2; 274-281, maio/agosto 1995.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Centro Nacional de Pesquisa de Soja. Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000**. Londrina, 1999. 236p.

FARIAS, J. R. B.; NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L. **Exigências Climáticas, Seca, soja em carência de água**. [Embrapa Soja](#), Londrina, PR – Brasil, 2009.

FERNANDES, D. S.; HEINEMANN, A. B.; DA PAZ, R. L.; AMORIM, A. O. **Evapotranspiração – Uma Revisão sobre os Métodos Empíricos**. Santo Antônio de Goiás : Embrapa Arroz e Feijão, 2010. 44 p.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Journal of Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v.1, n.2, p.96-99, 1985.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_dou/PR2010.pdf> Acesso em 09 de outubro de 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores agropecuários 1996-2003**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 68p.

INSTITUTO TECNOLÓGICO SIMEPAR, Curitiba – PR, Brasil, 2010. Disponível em: <<http://www.simepar.br>>. Acesso em 23 de abril de 2011.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

MELLO, J. L. P.; BATISTA DA SILVA, L. D. **Irrigação**. Apostila. UFRRJ. 2007.

MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L.; LIMA, R. N. Evapotranspiração e coeficientes de cultura do mamoeiro para a região litorânea do ceará. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.464-472, 2004.

OMETTO J. C.; **Bioclimatologia Vegetal**. São Paulo: Agronomica Ceres, 1981. 440 p.
PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1977. 183p.

PONCE, V. M. **Hidrology, Principles and Englewood Cliffs**; New Jersey: Prentice Hall, 1989 640 p.

SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO – SEAB - PR; DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL – DERAL - PR. **Agropecuária – Estatísticas: Estimativa de Safras**. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br>> Acesso em 19 ago 2011.

SILVA, J. G. F.; RAMOS, H. E. A.; IGREJA, G. C.; FREITAS, R. A.; ROCHA, G. A. **Estimativa de Evapotranspiração de Referência para o Município de Marilândia – ES**. Vitória – ES, Brasil.. XXXIX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA – CONBEA, 2010. 6p.

SILVA, M.A.; CHOUDHURY, E.N.; GUROVICH, L.A.; MILLAR, A.A. **Metodologia para determinar as necessidades de água das culturas irrigadas**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1981, 85 p.

SYPERRECK, V. L. G.; KLOSOWSKI, E. S.; GRECO, M.; FURLANETTO, C. Avaliação de desempenho de métodos para estimativas de evapotranspiração de referência para a região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 5, p. 603-609, 2008.

TERRA, V. S. S.; TEIXEIRA, C. F. A.; REISSER JÚNIOR, C.; MADALUZ, L. M.; STEINMETZ, S.; ALMEIDA, I. R. de; TIMM, L. C. **Evapotranspiração de referência por diferentes métodos para a região de Pelotas/RS**. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 18.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 11.; MOSTRA CIENTÍFICA, 1., 2009, Pelotas. Anais... Pelotas: Univesidade Federal de Pelotas, 2009.

THORNTHWAITE, C. W. The Moisture Factor in Climate. **Am Geophys Union Trans.** v. 27, p. 41 – 48, 1946.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa: Imprensa Universitária/UFV, 1991. 449p.

WOLF, R. B.; CAVINS, J. F.; KLEIMAN, R. & BLACK, L. T. Effect of temperature on soybean seed constituents: oil, protein, moisture, fatty acids, amino acids and sugars. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, p. 230-232, 1982.