



Construção de protótipos de baixo custo para avaliação da evapotranspiração na cidade de Apucarana - PR

Construction of low-cost prototypes for evaluating evapotranspiration in the city of Apucarana - PR

Sanlira Shuting Chen¹, Andrea Sartori Jabur²

RESUMO

O conhecimento da perda de água em superfícies naturais é crucial em campos científicos como meteorologia e hidrologia, com relevância para várias atividades humanas. Dessa maneira, a evapotranspiração caracteriza o segundo componente de maior relevância para se avaliar o ciclo hidrológico. Diante disso, há duas maneiras de se quantificar a mesma sendo por meio de métodos diretos (lisímetros) e métodos indiretos (tanque de evaporação). Os lisímetros apresentam uma grande escala de uso e suma importância em estudos referente a evaporação do solo, do controle do fluxo de água e matéria e da percolação de nutrientes e poluentes no perfil do solo. Enquanto o tanque de evaporação tem sido largamente utilizado, devido sua representatividade e aplicabilidade. Sendo assim, este trabalho visa a criação dos protótipos de um lisímetro e um mini-tanque de evaporação, onde os mesmos serão implantados no campus da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, em Apucarana - PR. A implementação desses protótipos no campus, tem como objetivo específico avaliar as estimativas de evapotranspiração posteriormente.

PALAVRAS-CHAVE: Evapotranspiração; Lisímetros; Tanque de Evaporação.

ABSTRACT

Knowledge of water loss from natural surfaces is crucial in scientific fields such as meteorology and hydrology, and is relevant to various human activities. Thus, evapotranspiration is the second most important component for evaluating the hydrological cycle. There are two ways of quantifying evapotranspiration: direct methods (lysimeters) and indirect methods (evaporation ponds). Lysimeters are widely used and are extremely important in studies of soil evaporation, controlling the flow of water and matter and the percolation of nutrients and pollutants in the soil profile. While the evaporation pond has been widely used due to its representativeness and applicability. Therefore, this work aims to create prototypes of a lysimeter and a mini evaporation tank, which will be implemented on the campus of the Federal Technological University of Paraná, in Apucarana - PR. The specific aim of implementing these prototypes on campus is to evaluate evapotranspiration estimates at a later date.

KEYWORDS: Evapotranspiration; Lysimeters; Evaporation Tank.

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração representa o segundo componente de relevância na avaliação do ciclo hidrológico (Brutsaert, 2005), pois representa a parcela que envolve a evaporação da água de áreas superficiais livres (como lagos e reservatórios), dos solos e da vegetação (em florestas, através da interceptação) e a transpiração das plantas.

Existem diversos modelos hidrológicos para determinar a evapotranspiração, sejam eles diretos ou indiretos. No que tange aos métodos diretos, destaca-se o uso de lisímetros. Já nos métodos indiretos, tem-se o modelo de Penman-Monteith, sugerido pela FAO (Food and Agriculture Organization) no boletim de Irrigação e Drenagem nº 56 (FAO-56). A FAO

¹ Discente no curso de Engenharia Civil. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: sanlirac@alunos.utfpr.edu.br. ID Lattes: 3520990954506799.

² Docente do curso de Engenharia Civil. Departamento de Engenharia Química. Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Apucarana, Paraná, Brasil. E-mail: jabur@utfpr.edu.br. ID: 0460678668447420.



também apresenta sugestões de métodos como Blaney-Criddle, Radiação, Penman e Tanque de Evaporação para se determinar a evapotranspiração de referência.

Para a contextualização do presente trabalho, de acordo com Aboukhaled et al. (1982), o lisímetro é definido como grandes “containers” onde seu interior é preenchido com um volume de solo conhecido. Ao topo do tanque, tem-se uma vegetação a qual é plantada e que ficará exposta as condições meteorológicas naturais do local. Por fim, instala-se um pluviômetro para medir a precipitação no local. Ressalta-se que há um recipiente no fundo com o objetivo de recolher a água infiltrada no sistema e também a presença de uma balança a fim de determinar a diferença de peso. Além disto, os lisímetros apresentam diversas utilidades para diferentes aplicações pela possibilidade do controle do fluxo de água e matéria, destacando-se o balanço hídrico de culturas irrigadas (MEDEIROS et al., 2001; MEDEIROS et al., 2005), a evaporação do solo (MEDEIROS et al., 1998), a percolação de nutrientes e poluentes no perfil do solo (ALBERS et al., 2020).

Já o Tanque de Evaporação, também conhecido como Tanque Classe A, é composto por um tanque padronizado de metal, normalmente de aço galvanizado sem pintura, instalado sobre uma estrutura de madeira, no qual o nível da água no tanque deve ser mantido entre 5 e 7 cm da borda superior. No seu interior, tem-se um poço tranquilizador onde se faz a leitura do nível com auxílio de um micrometro, um anemômetro e um termômetro flutuante. Nesse sistema, a medida de evaporação é dada por meio do balanço hídrico. Apesar de ser bastante disseminado no Brasil, tal sistema apresenta vertentes negativas como alto custo, dimensões relativamente grandes e requer espaço (Gervásio & Lima, 1996).

Desta maneira, o presente trabalho tem como objetivo geral o desenvolvimento de protótipos como o lisímetro e o mini-tanque de classe A, sendo ambos de baixos custos e de escala reduzida. Os protótipos serão instalados no campus da universidade, localizado na cidade de Apucarana – PR, a fim de se avaliar as estimativas da evapotranspiração de referência (ET_o) posteriormente.

METODOLOGIA

A concepção adotada para a construção do protótipo do lisímetro correspondeu aquela do lisímetro de pesagem e de lençol freático constante em medição com solo descoberto. Enquanto para a concepção do Tanque de Evaporação, baseou-se na metodologia apresentada por LABIGALINI et al. (2013).

Ambos protótipos foram confeccionados na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Apucarana, no município de Apucarana, localizada no norte do estado do Paraná. Para a construção dos protótipos estabeleceu-se as seguintes diretrizes para a sua concepção: a) Desenvolvimento de um protótipo com uso de materiais disponíveis no comércio varejista;

b) Desenvolvimento de um protótipo que permita seu uso como módulo didático.

Para construção do lisímetro, utilizou-se um vasilhame de polietileno com as seguintes condições: 29,50 cm de largura 32,00 cm de altura, 24,50 cm de comprimento e 490 g de peso. A princípio, fez-se a pintura em toda extensão do balde na cor branca. Adiante, foi feito um furo no fundo do vasilhame, com objetivo de inserir uma mangueira de



plástico onde será conectada a um recipiente com a finalidade de recolher a água infiltrada no sistema.

Após isso, prosseguiu-se para a montagem do sistema interno do lisímetro em que preencheu-se o fundo com 3,61 kg de brita 1, ocupando cerca de 4 cm de altura. Após isso, instalou-se uma manta drenante e também adicionou-se terra vegetal em seu interior, totalizando cerca de 7,79 kg de terra. Por fim, plantou-se a vegetação do tipo grama. Assim, a Figura 1 apresenta o protótipo finalizado e instalado ao lado do pluviômetro.

Figura 1 – Protótipo do lisímetro.



Fonte: Aatoria Própria (2023).

A respeito da construção do protótipo que simula o Tanque de Evaporação, também se utilizou de um vasilhame de polietileno com as seguintes características: 24 cm de altura, 29 cm de comprimento, 23 cm de largura e 417g de peso. Preliminarmente, efetuou-se a pintura em toda extensão do balde na cor branca e também se instalou uma régua metálica de 30 cm em seu interior com intuito de realizar as leituras de evapotranspiração futuramente. Dessa maneira, a Figura 2 expõem o mini tanque finalizado.

Figura 2 – Protótipo do mini tanque classe A.



Fonte: Aatoria Própria (2023).

Para efeitos de estudo, seguindo o mesmo padrão do tanque de classe A, preencheu-se o vasilhame com água de tal modo que o nível d'água ficou em até 5 cm da borda superior, ou seja, a altura de água no vasilhame inicial foi de 18 cm.

RESULTADOS

Após isso, instalou-se os mesmos sob uma estrutura de madeira no campus da universidade em uma área com pouca interferência que possam influenciar as condições climáticas locais e com baixo tráfego de pessoas. Destaca-se que para o lisímetro, foi necessário instalar-se o mesmo sob um caixote de plástico e duas pequenas estruturas de madeira, de forma com que haja uma diferença de nível entre o lisímetro e o recipiente coletor e também para que a mangueira de plástico seja eficiente. A Figura 3 expressa o projeto finalizado.

Figura 3 – Lisímetro e mini-tanque classe A instalados.



Fonte: A autoria Própria (2023).

Durante 18 dias de coleta de dados, nos dias 24 de agosto a 11 de setembro, obteve-se, no total, os seguintes dados: evaporação total de 1,3 mm/dia, evaporação média de 0,1857 mm/dia, precipitação com um total de 98 mm tendo como uma precipitação média de 5 mm/dia, temperatura média máxima de 28,4 °C e temperatura média mínima de 13,7 °C sendo registrado um valor de 7,7 °C como menor temperatura mínima neste intervalo e 33,7 °C para temperatura máxima e lisímetro com média de 71,368 mm/dia de infiltração sendo 1042 ml para o maior valor registrado dentre os 18 dias.

CONCLUSÃO

Em pesquisas de análises executadas por LABIGALINI, et al. (2013), os resultados do mini-tanque classe A são tão eficientes quanto ao modelo original em relação à determinação de evaporação, assim, pode-se substituir o tanque classe A padrão quando há a necessidade de reduzir os custos.

Porém os modelos do mini-tanque classe A apresentam os valores de evaporação potencial, que são dados utilizados para reservatórios e lagos. Em contrapartida, o lisímetro tem a função de dados para a evaporação real, indicado para estudos de balanços hídricos e para calibração dos outros equipamentos.

Por fim, espera-se que os protótipos instalados sejam eficientes na obtenção dos dados de evapotranspiração. Entretanto, alguns itens devem ser levados em consideração desses sistemas, como: o tipo de vegetação a ser plantada no lisímetro e também da possibilidade da proliferação do mosquito *Aedes Aegypti*, transmissor de doenças



como dengue, Zika e Chikungunya. Ressalta-se que se efetuou lavagens e trocas periódicas da água no mini-tanque de classe A a fim de evitar tal problemática.

Para trabalhos futuros, sugere-se a continuidade das medições nos protótipos com o objetivo de se obter dados mais precisos de evaporação. Além do estudo com outro tipo de vegetação no lisímetro. Ademais, pode-se melhorar o sistema de pesagem do lisímetro por meio de arduinos, tornando o sistema totalmente automático e mais preciso.

Agradecimentos

Agradeço especialmente a minha orientadora Dr.^(a) Andrea Sartori Jabur por todo apoio, por toda paciência, suporte e orientação nesta pesquisa. E também a Universidade Tecnológica Federal do Paraná por oferecer estrutura para que o presente trabalho fosse desenvolvido.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesse.

REFERÊNCIAS

ABOUKHALED, A.; ALFARO, A.; SMITH, M. **Lysimeters**. Rome: FAO, 1982.

ALBERS, C. N.; JACOBSEN, O. S.; BESTER, K.; JACOBSEN, C. S.; CARVALHO, P. N. Leaching of herbicidal residues from gravel surfaces: a lysimeter-based study comparing gravels with agricultural topsoil. **Environmental Pollution**, v.266, n.115225, 2020.

BRUTSAERT, W. **Hydrology, an Introduction**. Cambridge University Press, Cambridge. 2005. 618 p.

FACHIM, R. G. **Estudo hidrológico da bacia hidrográfica do Lago do Silvério na cidade de Jaú - SP**. 2021. 82 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2021.

FERREIRA, A. d. N. **Avaliação da evapotranspiração simulada com o programa SWAT no bioma Cerrado**. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação PTARH.DM – 238/2021, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 132p.

GERVÁSIO, E.S.; LIMA, L. A. Uso de um evaporímetro alternativo e sua comparação com o tanque “classe A”. In. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 25., 1996, Bauru. **Anais...** Bauru: SBEA, 1996. CDROM.

LABIGALINI, I. et al. **Construção e Análise da Eficiência de um Mini-Tanque Evaporimétrico de Baixo Custo no Manejo da Irrigação**. 5a Jornada Científica e Tecnológica e 2o Simpósio de Pós-Graduação do INFSULDEMINAS. 2013.



LOPES FILHO, R. P. **Utilização de diferentes tanques evaporímetros em ambiente protegido**. 2000. 79p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola - área de concentração em Irrigação e Drenagem) – Universidade Federal de Lavras/UFLA. 2000.

LOPES FILHO, R. P.; PEREIRA, G. M. **Utilização de um mini tanque evaporimétrico de baixo custo no interior de casa de vegetação**. Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 13p. il.; 21 cm (Embrapa Amapá. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 63).

MEDEIROS, A. T. **Estimativa da evapotranspiração de referência a partir da equação de Penman-Monteith, de medidas lisimétricas e de equações empíricas, em Paraipaba, CE**. Dissertação (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B. Adaptação e avaliação de evapotranspirômetros para a obtenção do coeficiente de cultura basal (kcb) do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Irriga**, Botucatu, v.4, n.2, p.92-103, 1998.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Crop coefficient for irrigated beans derived using three reference evaporation methods. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.135, p.135-143, 2005.

MEDEIROS, G. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E.; FUJIWARA, M. The influence of crop canopy on evapotranspiration and crop coefficient of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agricultural Water Management**, v.49, n.3, p.211-224, 2001. DOI: [http://doi.org/10.1016/S0378-3774\(00\)00150-5](http://doi.org/10.1016/S0378-3774(00)00150-5).

MEDEIROS, G. A.; FURUTA, K. K. D. Agricultura urbana: desenvolvimento de um protótipo para o cultivo de hortaliças em ambiente residencial. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.12, n.3, p.651-663, 2021.

MORIM NETO, M. D. S.; MAGALHAES, A. A. de. **Utilização do tanque classe "A" para determinação da época de irrigação**. Petrolina: Embrapa-CPATSA, 1987.

MOURA, A. R.V.; MONTENEGRO, S.M.G.L.; ANTONINO, A. C. D.; AZEVEDO, J.R.G.; SILVA, B. B. S.; OLIVEIRA, L. M.M.O. Evapotranspiração de referência baseada em métodos empíricos em bacia experimental no estado de Pernambuco – Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Recife, v.28, p. 181-191, 2013.

SANTOS, F. X. **Lisímetro de pesagem hidráulica e evapotranspiração de referência por diferentes métodos no agreste pernambucano**. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

VELLAME, L. et al. Lisímetro de pesagem e de lençol freático de nível constante para uso em ambiente protegido. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 153-159, jan.-mar., 2012.