

AVALIAÇÃO DA EVAPORAÇÃO DA ÁGUA NO SOLO ATRAVÉS DE CÉLULAS DE CARGA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO

Aloys Edilon Epondina¹, Juliana Alcântara Costa², José Vidal de Figueiredo³, Lucas Melo Vellame⁴, Carlos Alexandre Gomes Costa⁵

RESUMO: A alta demanda atmosférica nas regiões semiáridas faz com que a parcela de água evaporada do solo seja um elemento importante no balanço hídrico na escala de uma microbacia hidrográfica. Portanto, a compreensão desse fenômeno, aliada ao uso de tecnologias de baixo custo, é um importante desafio para a ciência. Objetiva-se, dessa forma, avaliar a depleção água em um solo luvisólico típico do semiárido utilizando micro-lisímetros. Para análise da depleção da água no solo foram utilizadas duas amostras indeformadas de solo luvisolo típico provenientes da Bacia Experimental de Aiuaba postas sob plataformas de pesagem conectadas a sistemas dataloggers. Foram utilizados dois micro-lisímetros com 200 mm de diâmetro e 400 mm de comprimento. As amostras foram saturadas, submetidas ao secamento em condição de sombreamento, em casa de vegetação, e a pleno sol. Dados de evaporação em dias chuvosos devem ser desconsiderados posto que o volume de chuva aportado pelo ML nestes dias não é evaporado completamente no mesmo dia, segue sendo perdido nos dias seguintes, e isso é um fator não considerado pela equação diária de evaporação. Os lisímetros de pesagem têm sensibilidade suficiente para detecção de mudanças de massa de 0,1 mm, em intervalos de tempo de no mínimo três minutos.

PALAVRAS-CHAVE: conservação do solo, lisimetria, conteúdo de água no solo

EVALUATION OF WATER EVAPORATION IN THE SOIL THROUGH LOAD CELLS UNDER DIFFERENT SHADOWING CONDITIONS

ABSTRACT: The high atmospheric demand in semi-arid regions makes the portion of water evaporated from the soil an important element in the water balance in the scale of a watershed. Therefore, understanding this phenomenon, combined with the use of low-cost

¹ Discente do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará (UFC), Bolsista do PIBIC.

² Doutoranda do PPG em Engenharia Agrícola na UFC.

³ Professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia (IFECE), Campus Juazeiro do Norte.

⁴ Prof. da Universidade Federal da Recôncavo da Bahia (UFRB), Núcleo de Engenharia de Água e Solo (NEAS).

⁵ Prof. de Departamento de Engenharia Agrícola (DENA) da UFC.

technologies, is an important challenge for science. In this way, the objective is to evaluate water depletion in a typical luvisolic soil in the semiarid region using micro-lysimeters. For the analysis of water depletion in the soil, two undisturbed samples of typical luvisol soil from the Aiuaba Experimental Basin were used under weighing platforms connected to datalogger systems. Two micro-lysimeters with 200 mm in diameter and 400 mm in length were used. The samples were saturated, submitted to drying in a shaded condition, in a greenhouse, and in full sun. Evaporation data on rainy days should be disregarded since the volume of rain provided by the ML on these days is not completely evaporated on the same day, it continues to be lost in the following days, and this is a factor not considered by the daily evaporation equation. Weighing lysimeters are sufficiently sensitive to detect 0.1 mm mass changes, at intervals of at least three minutes.

KEYWORDS: Soil conservation, Lisimetry, soil water content

INTRODUÇÃO

A evapotranspiração é um importante processo do ciclo hidrológico e sua quantificação é fundamental principalmente em regiões semiáridas (JIAO et al., 2018). A evapotranspiração ocorre no estado gasoso, sua mensuração e estimativa são mais difíceis quando comparadas com a precipitação e do fluxo dos cursos hídricos (MCMAHON et al., 2016). A quantificação desse processo é vital no gerenciamento dos recursos hídricos, sobretudo em áreas de reconhecida escassez de água, visto que são necessárias informações precisas e distribuídas espacialmente sobre o uso da água em uma ampla gama de aplicações (SENAY et al., 2016). O monitoramento de variáveis hidrológicas tem se intensificado em diversas regiões do planeta buscando-se a compreensão de vários processos, com destaque para a relação da dinâmica da água no sistema solo-planta-atmosfera. Devido à complexidade destes processos naturais, é relativamente difícil avaliar o valor representativo das variáveis desses processos in situ em uma escala detalhada. A análise particionada dos fluxos de água em sistemas vegetativos é capaz de fornecer informações valiosas, visto que, o fator evaporação e transpiração diferem em suas respostas às condições ambientais. Os componentes individuais da evapotranspiração incluem a transpiração das plantas (T) e a evaporação do solo (E), e em alguns casos considera-se também a evaporação da água interceptada (I) pelo dossel vegetativo e pela camada de serrapilheira sob o solo. Em regiões áridas e semiáridas o fator evaporação é potencialmente substancial devido à alta demanda atmosférica (ET_o) (KOOL et al., 2016). A evapotranspiração (ET) é uma variável envolvida no entendimento de sistemas

ecohidrológicos que pode chegar a representar 95% do balanço hídrico em áreas secas (WILCOX et al., 2003). A cobertura vegetal em ecossistemas áridos e semiáridos produz uma vasta gama de efeitos hidrológicos (WANG et al., 2012), com efeitos mais evidentes nas regiões semiáridas, devido à grande variabilidade temporal e espacial da precipitação (DE ARAÚJO & PIEDRA, 2009). Dentre esses efeitos está a sazonalidade da cobertura vegetal do solo com implicações diretas nas taxas de perda de água por evaporação (E). Estudos em escala experimental tem sido realizado para análises particionadas de ET, tem-se utilizado como método de obtenção da evaporação da água no solo os micro-lisímetros, sendo considerados um dos métodos mais confiáveis, e utilizado para validação de outros métodos (Kool et al., 2014). Estudos de evaporação da água no solo são particularmente escassos sob condições de florestas ou abordagem ecohidrológica. Para garantia de medidas mais precisas e de baixo custo, os micro-lisímetros (ML), também chamado de mini-lisímetro ou evaporímetro, podem ser utilizados. Assim, o objetivo do trabalho é avaliar a depleção água em um solo luvisólico típico do semiárido utilizando micro-lisímetros de pesagem.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados no estudo de evaporação foram coletados na Bacia Experimental de Aiuaba (BEA, 12 km²), integralmente composta por Caatinga preservada e localizada no município de Aiuaba. Constitui parte da Bacia Hidrográfica do Alto Jaguaribe, na região do Estado do Ceará denominada Inhamuns. O clima da região de acordo com a classificação de Koppen é BSh (semiárido tropical), com evaporação potencial anual de 2500 mm, precipitação média anual de 549 mm e temperatura média anual de 26 °C (PINHEIRO et al., 2016). A bacia localiza-se no setor sudoeste da Estação Ecológica (ESEC) de Aiuaba. Os micro-lisímetros (ML), contendo as amostras indeformadas de luvisolo coletado na BEA, foram instalados na estação meteorológica da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza. Foram utilizados dois ML de pesagem. Um dos ML foi instalado em casa de vegetação com cobertura de sombrite de 75% de interceptação luminosa e o outro a pleno solo. Os ML foram compostos por tubos de 20 cm de diâmetro e 40 cm de profundidade, construídos de PVC rígido do tipo Defofo e postos sob uma plataforma de pesagem construída com célula de carga de capacidade de 50 kg. As plataformas de pesagem foram conectadas a um sistema de aquisição e armazenamento de dados, datalogger. As dimensões dos ML foram definidas conforme revisão de literatura (CHANG et al., 2017; JIAO et al.,

2018; Kool et al., 2016; Li et al., 2018; Qin et al., 2018; Ran et al., 2017; Yang et al., 2018). Antes do início do experimento os ML passaram por processo de calibração.

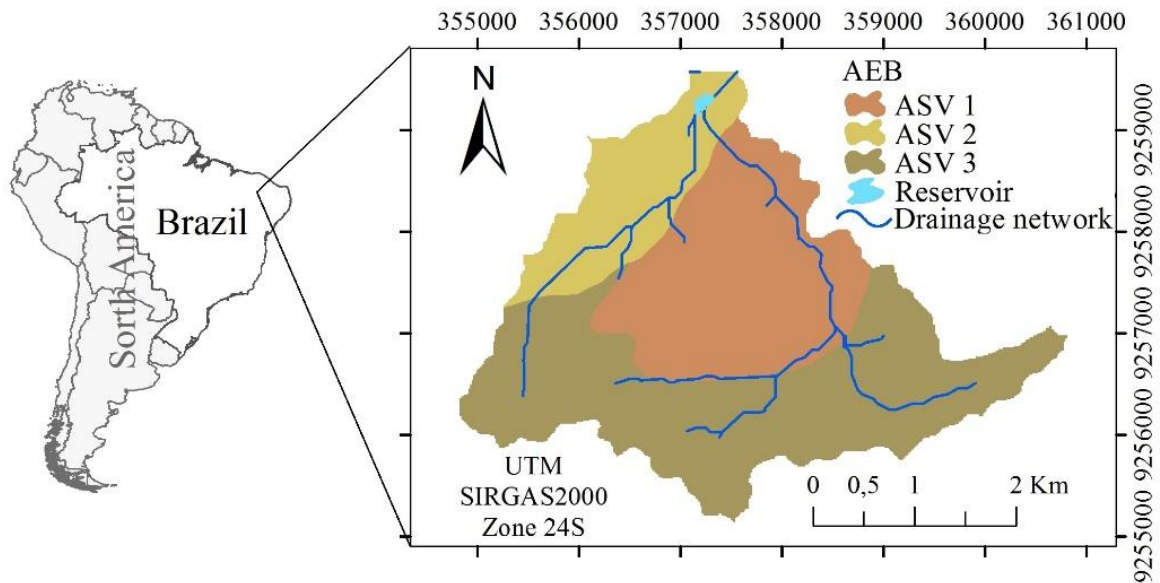


Figura 1. Mapa de solos, localização dos equipamentos de monitoramento hidrológico, unidades amostrais da Bacia Experimental de Aiuaba (BEA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de evaporação em dias chuvosos devem ser desconsiderados posto que o volume de chuva aportado pelo ML nestes dias não é evaporado completamente no mesmo dia, segue sendo perdido nos dias seguintes, e isso é um fator não considerado pela equação diária de evaporação. Na Figura 2, apresenta-se o resultado do processo de calibração dos Micro- lisímetros. As equações apresentadas nessa figura foram obtidas a partir dos dados de descarregamento de massa, uma vez que a evaporação representa diminuição da massa do conjunto. Apesar disso, os coeficientes de determinação para as duas curvas apresentaram valores semelhantes. Observa-se maior variação no coeficiente linear entre as duas equações.

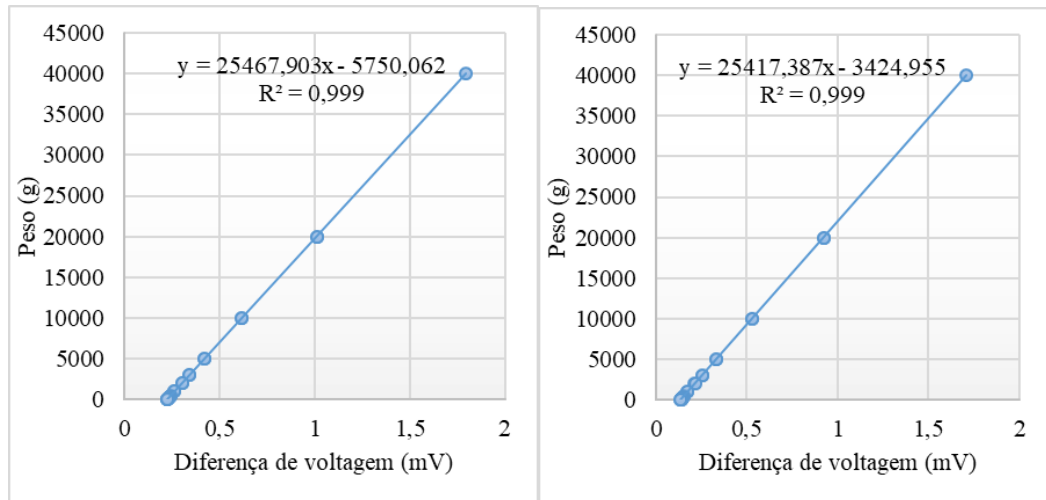


Figura 2. Curva de calibração para o micro-lisímetro (a) localizado a pleno sol e (b) em casa de vegetação.

Na Figura 3, estão apresentadas as curvas de depleção da água no solo geradas tanto com dados medidos por meio das pesagens, como também com os valores das leituras dos sensores de umidade instalados nas amostras de solo P1, P2, P3 e P4. Com o ajuste dos dados foi possível transformar o tempo de resposta do sinal do sensor de umidade com a umidade volumétrica. Pereira et al. (2006), Medeiros et al. (2007) e Lopes et al. (2010) indicam curvas de ajuste cúbica na calibração de sensores. É comum observar divergências entre equações entre fabricantes e as ajustadas com dados de campo. A água, o teor de óxido de ferro, distribuição e formato das partículas, e matéria orgânica influenciam direta ou indiretamente os resultados. Segundo Tomaselli & Bacchi (2001), a superfície específica pode também interferir nos deslocamentos dos pulsos uma vez que os valores da constante dielétrica para água adsorvida são bem menor que os de água livre (TOPP et al., 1980). Nesse sentido, o uso de equações empíricas sem a calibração adequada pode influenciar a interpretação errônea da umidade do solo. Podemos observar que as amostras P3 e P4 obtiveram maior perda de água por evaporação em relação as amostras de solo P1 e P2. As variações observadas podem, inclusive, inferir a variabilidade dos parâmetros físicos do solo. Para representar um comportamento médio do solo foram consolidados em uma equação geral (Figura 4).

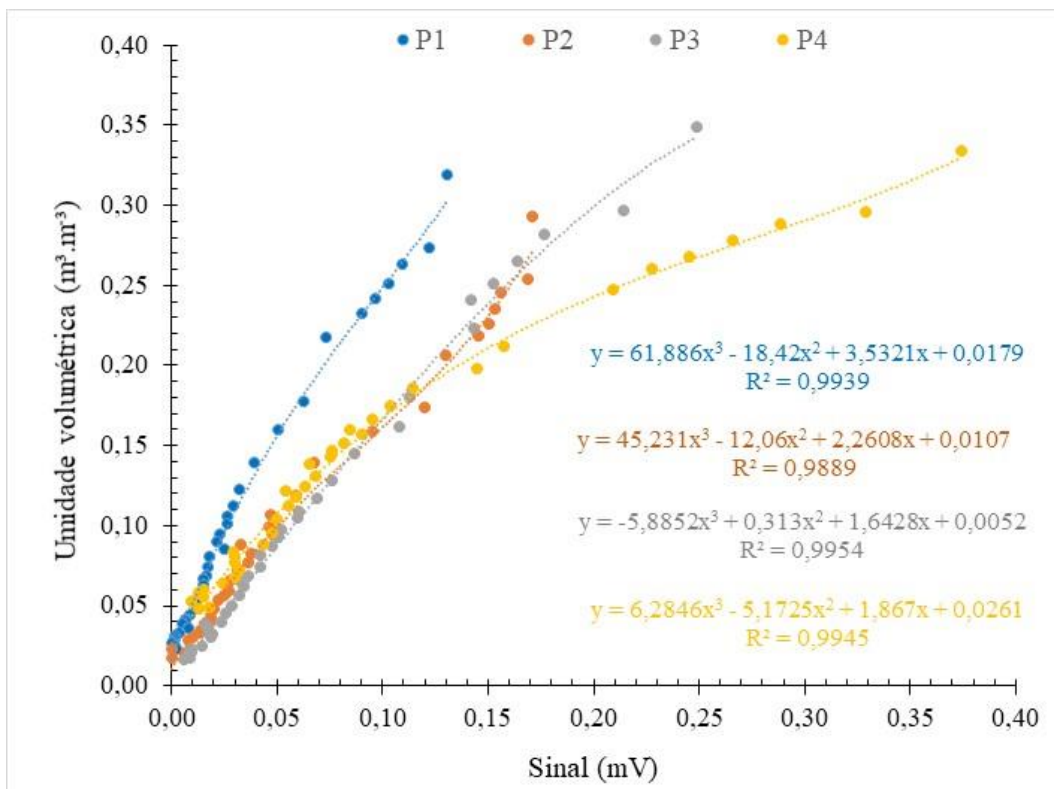


Figura 3. Curva de calibração dos sensores de umidade em amostras de um Luvissole

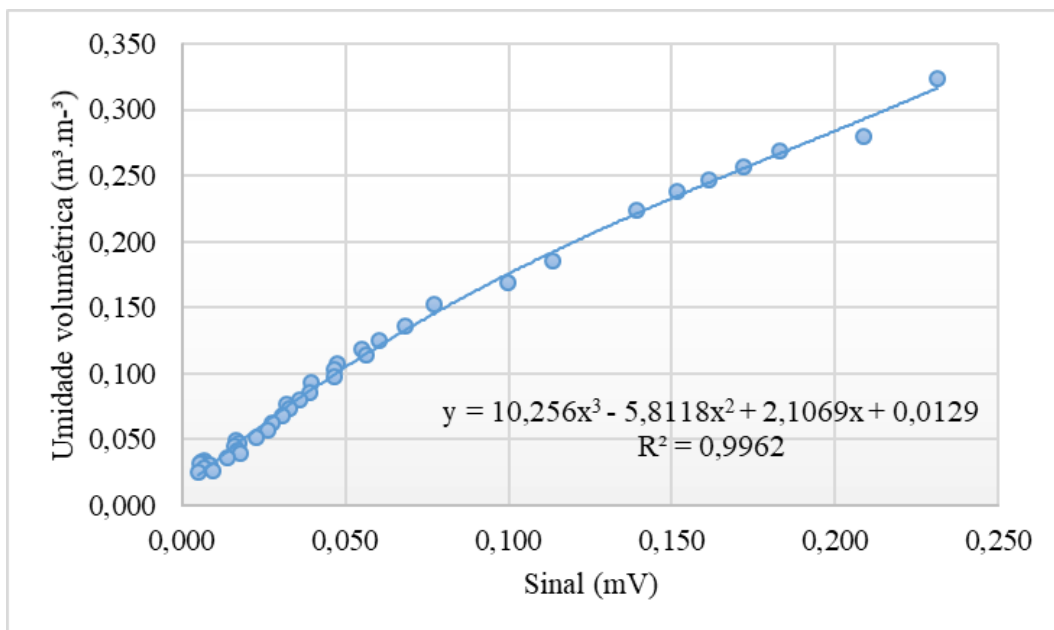


Figura 4. Curva geral de calibração com a média dos sensores de umidade em Luvissole

Observa-se, na Figura 5, que durante o período chuvoso do ano (25/01/2019 a 25/05/2019) a massa das duas amostras de solo Luvisólico típico registrado pelos micro-lisímetros foram maiores em relação à massa medida durante o período do ano em que não houve chuvas (25/06/2019 a 25/01/2020). Vale ressaltar também, que por outro lado os valores da evaporação da água foram menos representativos no período de chuvas em relação ao período de estiagem. Ou seja, os micro-lisímetros de pesagem registraram perdas a taxas

maiores evaporação da água no solo logo após o período de chuvas corroborando com a condição natural de curva de depleção mais acentuada com na condição de umidade de saturação.

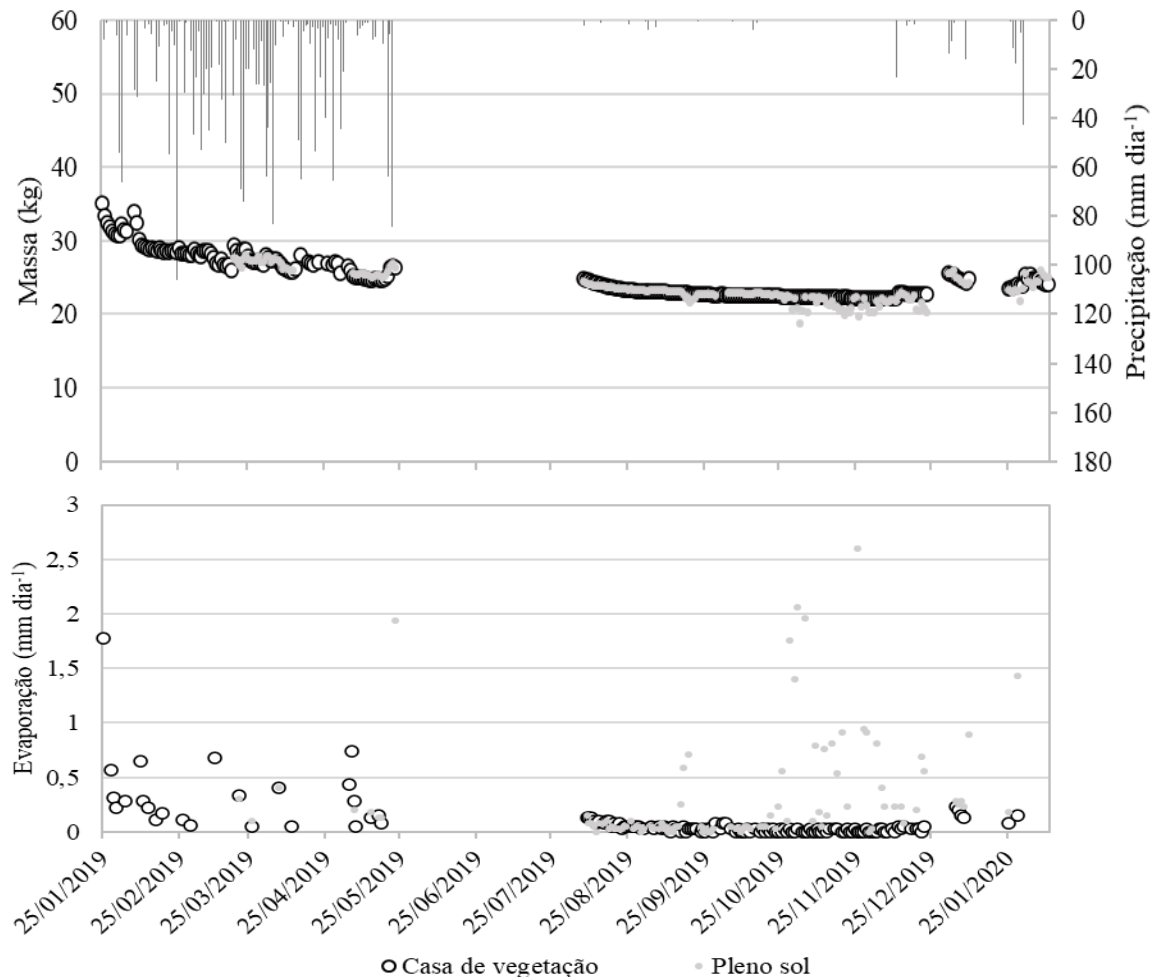


Figura 5. Precipitação, massa de solo e água e evaporação diária nos micro-lisímetros em casa de vegetação com sombrite de 75% e a pleno sol.

A evaporação da água no solo nos micro-lisímetros no período seco sob sobreamento a 75% esteve muito próximo a $0,1 \text{ mm.dia}^{-1}$. Enquanto nas amostras expostas a pleno sol os valores chegaram a mais de $2,5 \text{ mm.dia}^{-1}$ com evaporação média de $0,6 \text{ mm.dia}^{-1}$.

CONCLUSÕES

Os protótipos do micro-lisímetros foram instalados e calibrados adequadamente, apresentando boas condições de funcionamento e permitindo a obtenção de medidas sub-horárias de evaporação com maior confiabilidade nas medições e armazenamento de dados. A metodologia empregada na calibração dos lisímetros é tecnicamente adequada, obtendo-se coeficiente de determinação de 0,99 na equação de calibração. Os micro-lisímetros de

pesagem têm sensibilidade suficiente para detecção de mudanças de massa de 0,1 mm, em intervalos de tempo de no mínimo três minutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHANG, X. et al. Can forest water yields be increased with increased precipitation in a Qinghai spruce forest in arid northwestern China? **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 247, p. 139–150, 2017.

DE ARAÚJO, J. C.; PIEDRA, J. I. G. Comparative hydrology: analysis of a semiarid and a humid tropical watershed. **Hydrological Processes**, v. 23, n. 8, p. 1169–1178, 2009.

JIAO, L. et al. Forest Ecology and Management Evapotranspiration partitioning and its implications for plant water use strategy : Evidence from a black locust plantation in the semi-arid Loess. **Forest Ecology and Management**, v. 424, p. 428–438, 2018.

KOOL, D. et al. A review of approaches for evapotranspiration partitioning. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 184, p. 56–70, 2014.

KOOL, D. et al. Energy and evapotranspiration partitioning in a desert vineyard. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 218, p. 277–287, 2016.

LI, H. et al. Effects of water collection and mulching combinations on water infiltration and consumption in a semiarid rainfed orchard. **Journal of Hydrology**, v. 558, p. 432–441, 2018.

LOPES, J. W. B.; COSTA, C. A. G.; PINHEIRO, E. A. R.; TOLEDO, C. E.; de ARAÚJO, J. C. Calibração in loco de sensor de umidade do solo sob vegetação de caatinga preservada. **Anais...** In: IX Congresso Latinoamericano y del Caribe de Ingeniería Agrícola – CLIA 2010 e XXXIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA 2010, Vitória, XXXIX CONBEA, Jaboticabal, SBEA, 2010.

MCMAHON, T. A.; FINLAYSON, B. L.; PEEL, M. C. Historical developments of models for estimating evaporation using standard meteorological data. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Water**, v. 3, n. 6, p. 788–818, 2016.

MEDEIROS, J. D. F.; CASTRO, N.; GOLDENFUM, J. A.; CLARKE, R. T. Calibração de sondas do TDR em um Latossolo. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 12, n. 2, p. 19–25, 2007

PEREIRA, S.; OLIVEIRA FILHO, D.; MANTOVANI, E. C.; RAMOS, M. M.; MARTINS,

J. H. Reflectometria no domínio do tempo na determinação do conteúdo de água no solo. **Revisra Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2 p. 306-314, 2006

PINHEIRO, E. A. R. et al. Importance of soil-water to the Caatinga biome, Brazil. **Ecohydrology**, v. 9, n. 7, p. 1313–1327, 2016.

TOMMASELLI, J. T. G.; BACCHI, O. O. S. Calibração de um equipamento de TDR para medida de umidade de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasilia**, v. 36, n. 9, p. 1145-54, 2001.

TOPP, G. C.; DAVIS, J. L.; ANNAN, A. P. Eletromagnetic determination of soil water content: measurements in coaxial transmission lines. **Water Resources Research**, Washington, v. 16, p. 574-582, 1980.