

Balanço Hídrico em Áreas de Pastagens do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Valença-RJ.

Water Balance in Pasture Areas in the Middle Valley of the Paraíba do Sul River, Valença-RJ.

Matheus Leal Soares das Neves ⁽¹⁾; **Wenceslau Geraldes Teixeira** ⁽²⁾; **Alexandre Ortega Gonçalves** ⁽²⁾; **Fabiano Balieiro** ⁽²⁾

(1) Bolsista ZARC - Embrapa Solos, Rio de Janeiro, matheus.neves@colaborador.embrapa.br, RJ; (2) Pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ; wenceslau.teixeira@embrapa.br, alexandre.ortega@embrapa.br, fabiano.balieiro@embrapa.br

RESUMO: Conhecer a variação de armazenamento e estimar a disponibilidade de água no solo torna-se fundamental para gerenciamento e tomada de decisão na agricultura e entendimento dos processos de crescimento e produção de pastagens. O presente estudo objetivou calcular o balanço hídrico climatológico de uma pastagem no Campo Experimental Santa Mônica (CESM) em Valença-RJ. Os fluxos de água foram estimados através de simulações realizadas no software HYDRUS-1D, utilizando séries de 14 anos, do início de 2007 ao final de 2020, de precipitação e evapotranspiração de referência (ET_o) como condições de fronteira para solução da equação de Richards. Os parâmetros hidráulicos da equação de van Genuchten-Mualem, que descrevem a curva de retenção de água, foram obtidos pelo ajuste de pares de umidade e tensão matricial de amostras indeformadas de solo. A área experimental possui precipitação pluvial média anual de 1.446 mm e o valor acumulado de precipitação, no período estudado, foi de 17.736 mm. No ano mais seco (2017), a estimativa de recarga dos mananciais foi de 778 mm e no mais chuvoso (2016), estimou-se 1.782 mm. Este estudo permitirá o avanço de simulações de balanço hídrico para os demais usos e coberturas do solo na área de estudo.

Palavras-chave: água disponível no solo; evapotranspiração; simulação.

ABSTRACT: The variation of storage and the availability of water in the soil becomes fundamental for management and decision making in agriculture, as well as understanding the processes of growth and production of pastures. The present study aimed to calculate the climatological water balance of a pasture in Campo Experimental Santa Mônica (CESM) in Valença-RJ. Water fluxes were estimated through simulations carried out in the HYDRUS-1D software, using 14-year series, from early 2007 to late 2020, of precipitation and reference evapotranspiration (ET_o) as boundary conditions for solving the Richards equation. Van Genuchten-

Mualem hydraulic parameters describing water retention were obtained by pairwise fitting of moisture and potential data of soil samples. The experimental area has an average annual rainfall of 1.446 mm and the accumulated rainfall during the studied period was 17.736 mm. In the driest year (2017), the estimated recharge of the mangroves was 778 mm and in the wettest (2016), estimated 1.782 mm. This study will allow the advancement of water balance simulations for other land uses and land cover in the study area.

Keywords: available soil water; evapotranspiration; simulation.

INTRODUÇÃO

Com o advento das mudanças climáticas, a humanidade passou a enfrentar diversos desafios globais e, conseqüentemente, a agricultura está entre esses desafios, visto que será necessário aumentar a produção agrícola de maneira sustentável e economicamente viável, visando abastecer a crescente população mundial, estimada em 9,73 bilhões até 2050 (FAO, 2017), e diminuir a instabilidade alimentar. Nesse sentido, a obtenção de dados edafoclimáticos torna-se uma estratégia que permite a extração de parâmetros fundamentais para o gerenciamento dos recursos hídricos, facilitando o planejamento, o manejo e a tomada de decisões no cenário agrícola.

O balanço hídrico provém da “Teoria de Thorntwaite” (Thorntwaite e Mather, 1955) e baseia-se nas relações entre a precipitação, a evapotranspiração, o escoamento superficial e a infiltração da água no solo. O cálculo do balanço hídrico permite estimar a evapotranspiração real de uma cultura, bem como a deficiência ou excedente hídrico, e o total de água armazenada no solo em cada período de interesse (Pereira, 2005).

Em razão da necessidade de entender a dinâmica e a variação do regime hídrico do Campo Experimental Santa Mônica, realizou-se o cálculo do

balanço hídrico de uma área de pastagem, com predomínio de *Brachiaria spp.*

Utilizou-se o software HYDRUS-1D (ŠIMŮNEK, J. et al., 2013) para a simulação dos fluxos de água, resolvendo numericamente a equação de Richards e o período considerado para esta avaliação foi a partir de 14 anos. O objetivo do trabalho foi quantificar os volumes de evapotranspiração potencial de referência (ET_o), precipitação pluvial, os parâmetros hidráulicos do solo, assim como os volumes de água transpirados, evaporados e de recarga dos mananciais.

MATERIAL E MÉTODOS

Características da área de estudo

O campo experimental da Fazenda Santa Monica, pertence à Embrapa Gado de Leite (43°42'49,47"O e 22°20'38,50"S) localizado no município de Valença-RJ. O município está localizado ao sul do Estado do Rio de Janeiro na elevação de 560 m em relação ao nível do mar, possui área territorial de 1.300,767 km², segundo o IBGE, que no ano de 2020 estimou a população em 76.869 habitantes (Santaren, 2021).

O clima do município é típico da região Sudeste do Estado do Rio de Janeiro, onde o inverno apresenta-se seco e o verão chuvoso, classificado como Cwa, de acordo com a metodologia de Köppen (1938), apresentando temperatura média das máximas de 30 °C. A pluviosidade do local é mais elevada no verão do que no inverno, tendo média de 1.225 mm ano⁻¹ (Neves, 2020). A região possui histórico de vegetação nativa transformada em cafeicultura e, subsequentemente, em pastagem ao final do século XIX (Valle, 2018). Os solos predominantes foram descritos da classe dos Cambissolo Háptico Tb Distrófico (Valle, 2018), baseado no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Santos et al., 2018) com classe textural argilosa.

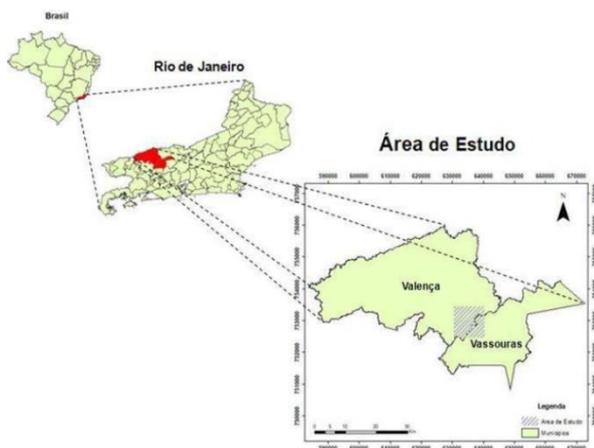


Figura 1. Mapa de localização da área de estudo no município de Valença - RJ.
Fonte: Neves (2020).

Dados de precipitação pluvial

Foram organizados e analisados de uma série histórica de 14 anos (período de 01/01/2007 a 31/12/2020). Os dados foram obtidos da estação pluviométrica instalada no Campo Experimental Santa Mônica, pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2021) e as falhas completadas com estimativas obtidas no *Prediction of Worldwide Energy Resources – NASAPOWER* (Stackhouse, 2021) com as coordenadas geográficas da área de estudo.

Dados de evapotranspiração de referência

A série histórica de 2007 a 2020 anos, com dados de evapotranspiração de referência (ET_o), resultou do cálculo utilizado pelo método da FAO Penman-Monteith (Allen et al., 1998), onde os dados de entrada são a velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar, radiação solar do projeto NASAPOWER (Stackhouse, 2021) com coordenadas geográficas da estação da Fazenda Santa Mônica.

Simulação no Hydrus

Os dados para parametrização no software Hydrus consistiram em precipitação pluvial (P), evaporação (E) e transpiração (T) em centímetros, todos em escalas diárias.

A ET_o foi convertida na ET das pastagens utilizando-se o coeficiente de cultura (*k_c*) igual a 0,70, obtendo-se a evapotranspiração da cultura (ET_c). A ET_c foi particionada nos processos de evaporação e transpiração utilizando-se os coeficientes 0,25 e 0,75 da ET_c, respectivamente.

Os parâmetros hidráulicos foram obtidos através do ajuste dos dados medidos de retenção de água obtidos a partir de seis amostras de solo. As amostras foram saturadas e estimadas a umidade após equilíbrio nos potenciais (0 – saturado, 60, 100, 330 e 15000 cm) seguindo as metodologias apresentadas em Teixeira e Behring (2017). Posteriormente às medições, realizou-se o ajuste da curva com o modelo de van Genuchten-Mualem (1980):

$$\theta(h) = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{\left[1 + (\alpha h)^n\right]^{1-1/n}}$$

em que θ é a umidade volumétrica do solo (cm³ cm⁻³) como função da tensão matricial de água no solo (h), considerando $h > 0$ para solo não saturado (cm). θ_r e θ_s são, respectivamente, as umidades residual e de saturação (cm³cm⁻³) e α (cm⁻¹) e n são parâmetros empíricos do formato da curva. Os dados foram ajustados com o programa RETC (van Genuchten, M.T.; Leij, F.J.; Yates, S.R., 1991).

Para a simulação no Hydrus, foram consideradas as propriedades hidráulicas homogêneas e um perfil

de 200 cm de profundidade com fluxo predominantemente vertical (1D). Como condições de fronteira superior foram consideradas as condições atmosféricas (precipitação pluvial, evaporação e transpiração). Considerou-se drenagem livre como condição de fronteira inferior, e com empçamento máximo de 10 cm, sem perdas por escoamento superficial. Como condição inicial definiu-se que o solo apresentava potencial matricial na capacidade de campo, considerado (10 kPa).

Os parâmetros de Feddes foram inseridos para simular a absorção de água pelas raízes da pastagem, conforme a base interna do Hydrus para pastagens “pastures” obtidos de Wesseling, 1991 (apud ŠIMŮNEK, J. et al., 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros hidráulicos do solo ajustados a equação de van Genuchten-Mualem foram $\theta_s = 0,497$; $\theta_r = 0,000$; $\alpha = 0,098$; $n = 1,137$, $K_s = 40$ cm/dia. RMSE (para o ajuste de 0.009 cm^3/cm^3) foram ajustados considerando um solo homogêneo quanto às propriedades hidráulicas para fins de simulação.

A precipitação pluvial média anual no Campo Experimental Santa Mônica, considerando a série histórica de 14 anos, foi de 1.267 mm de chuva e o valor acumulado durante o referido período foi de 17.736 mm (Figura 2).

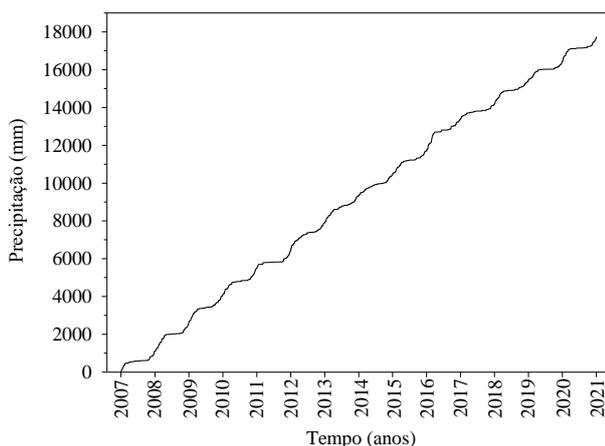


Figura 2. Precipitação total acumulada.

O volume total de precipitação no ano mais seco (2017) foi de 802 mm e no mais chuvoso (2016) de 1698 mm (Figura 3).

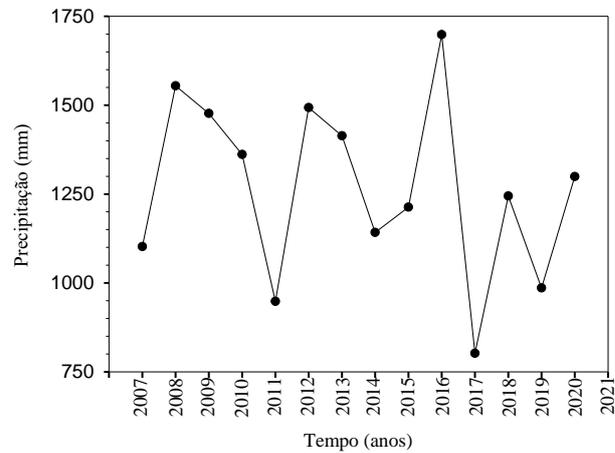


Figura 3. Precipitação total – índices anuais (01/01/2007 a 31/12/2020).

O valor estimado para o total de transpiração potencial para o período de 14 anos foi de 7.618 mm, com média anual de 544 mm. A transpiração real, ou efetiva, foi estimada para o período 4.635 mm, com média anual de 331 mm (Figura 4).

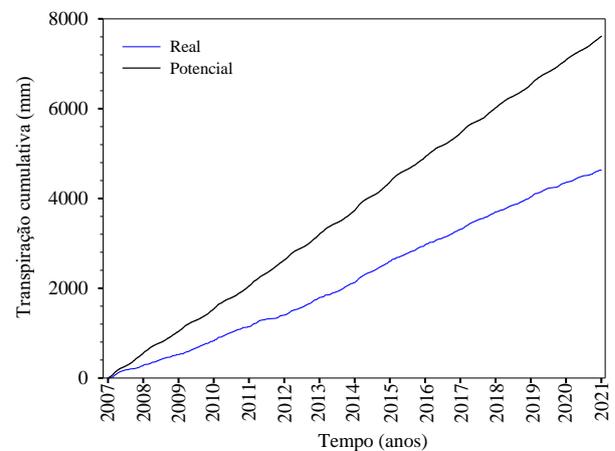


Figura 4. Simulação da transpiração potencial e real acumulada.

O volume total de água evaporada da superfície do solo e das folhas da pastagem apresentou valor médio anual de 148 mm (Figura 5).

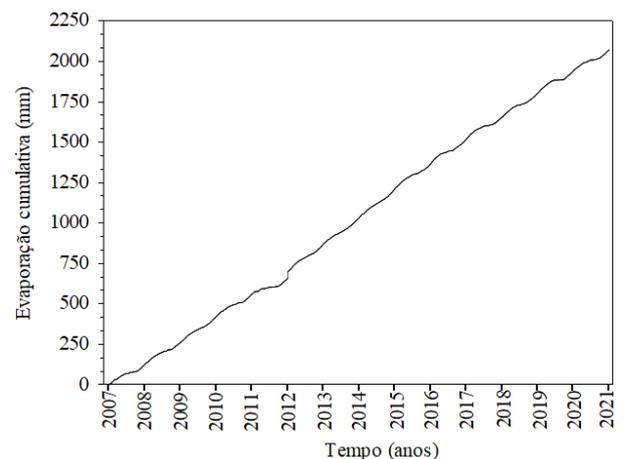


Figura 5. Simulação da evaporação cumulativa.

Estimou-se que a quantidade acumulada de água que infiltrou e percolou no solo durante os 14 anos analisados, foi de 11.083 mm, com média anual de 792 mm (Figura 6).

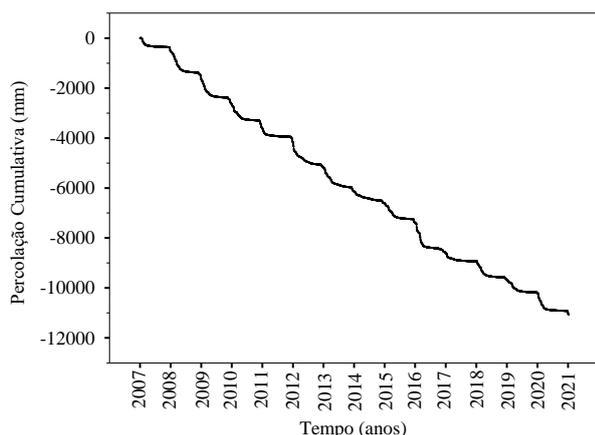


Figura 6. Simulação da percolação cumulativa de água no solo.

CONCLUSÕES

Do total da precipitação foi estimado que, do volume de água, 26% retornaram para a atmosfera através da transpiração da pastagem, 11% resultaram da evaporação direta da água, através das folhas e da superfície do solo, e 62% infiltraram e foram os responsáveis pela recarga dos mananciais.

Este estudo preliminar auxiliará no uso de simulações de balanço hídrico para os demais usos da terra nesta região, podendo auxiliar no planejamento agrícola. Planeja-se fazer simulações de balanço hídrico de sistemas integrados de pastagem com plantio de eucaliptos em modelos de simulação 2D (Hydrus-2D).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R.G. et al. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements** Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1998.

INMET. **Dados meteorológicos da estação automática de Valença (A611)**. Disponível em <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A611>. Acesso em 01 de nov de 2021.

FEDDES, R. A.; KOWALIK, P. J., ZARADNY, H. **Simulation of field water use and crop yield**, John Wiley & Sons, New York, NY, p. 194-209, 1978.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO/ONU). **The Future of Food and Agriculture**. Roma, 2017.

NEVES, M. L. S. **Diagnóstico dos níveis de degradação e estimativa da biomassa com o uso de sensoriamento remoto em pastagem**. 2020. 54 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2020.

PEREIRA, A. R. **Simplificando o balanço hídrico de Thornthwaite-Mather⁽¹⁾**. 2005. Bragantia, Campinas, v.64, n.2, p. 311-313, 2005.

SANTAREN, K. C. F. **Fluxo de gases de efeito estufa associado à dinâmica composicional e funcional da comunidade bacteriana em resposta à chuva em solos de pastagens**. 2021. 82 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Microbiologia Paulo de Góes, Programa de Pós-Graduação em Ciências (Microbiologia), 2021.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos** – 5. ed., rev. e ampl. 356 p. – Brasília, DF: Embrapa, 2018.

STACKHOUSE, P. W. **The Power Project**. NASA Prediction of Worldwide Energy Resources, 2021. Disponível em: <<https://power.larc.nasa.gov/>>. Acesso em: 27 de ago. de 2021

ŠIMŮNEK, J. et al. **Hydrus-1D Manual. The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement of Water, Heat, and Multiple Solutes in Variably Saturated Media**. Department of Environmental Science. University of California, Riverside, 2013.

TEIXEIRA, W. G., BEHRING, S. B. **Retenção da água no solo pelos métodos da mesa de tensão e da câmara de Richards**. In: Manual de métodos de análise de solo / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017.

VALLE, T. R. S. **Níveis de degradação de pastagens e qualidade do solo na Região do Médio Vale do Paraíba do Sul**. 2018. 108 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Fluminense, Escola de Engenharia, Niterói, 2018.

VAN GENUCHTEN, M.T.; LEIJ, F.J.; YATES, S.R. **The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils**. US Salinity Lab., USDA, Riverside, CA, 1991.

VAN GENUCHTEN, M. TH. **A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils**. Soil Science Society of America Journal. 44: 892-898, 1980.

WESSELING, J.G. Meerjarige simulaties van grondwateronttrekking voor verschillende bodemprofielen, grondwatertrappen en gewassen met het model SWATRE, Report 152, Winand Staring Centre, Wageningen, 1991.