

Dinâmica da umidade do solo em pastagens com diferentes níveis de ocorrência da periodontite bovina em Boca do Acre, Amazonas

Soil water dynamics in pastures with different levels of occurrence of bovine periodontitis in Boca do Acre, Amazonas

Fernando Igne Rocha⁽¹⁾; Ederson C. Jesus⁽²⁾; Alexandre Ortega Gonçalves⁽³⁾; Aline P. de Oliveira⁽³⁾; Wenceslau Gerales Teixeira⁽³⁾

(1) Doutorando em Agronomia – Ciência do Solo / UFRRJ, Seropédica, RJ, fernando.igne@hotmail.com (apresentador do trabalho); (2) Pesquisador Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ; (3) Pesquisador Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ.

RESUMO: O aumento da pressão antrópica sobre os ecossistemas naturais para uso e exploração tem trazido mudanças drásticas na dinâmica natural de sazonalidade hídrica, bem como uma menor taxa efetiva de evapotranspiração, o que modifica os parâmetros de conteúdo de água no solo. O uso de modelos de fluxos hídricos pode ser uma ferramenta valiosa para monitorar o impacto do uso antropogênico do solo. Essas ferramentas também podem ser aliadas na investigação de fatores desencadeantes de problemas de saúde que possam estar relacionados ao teor de umidade do solo. Nesta linha, desde a década de 60 observações de campo por patologistas animais sugerem que a periodontite bovina - uma doença multifatorial e polimicrobiana com uma etiologia ainda não totalmente descrita - ganha maior ocorrência após as estações úmidas, com eventos temporários de saturação do solo. Este estudo visou explorar o uso do software HYDRUS-1D para simular os fluxos de água no solo em pastos recentes (≤ 7 anos) e antigos (≥ 20 anos) de fazendas na região de Boca do Acre, Amazônia Ocidental, sendo uma de alta e outra de baixa incidência da enfermidade (HSL e LSL, respectivamente). Em geral, as pastagens do sistema LSL são mais heterogêneas umas às outras em relação aos valores médios anuais de retenção de água do que aquelas encontradas entre as pastagens do sistema HSL, o que pode estar associado a um menor período de exposição dos bovinos a condições de distúrbio pela microbiota, reduzindo a chance de infecções.

Palavras-chave: Clima do solo, HYDRUS-1D, Enfermidade em bovinos.

ABSTRACT: Increasing human pressure on natural ecosystems for use and exploitation has brought drastic changes in the natural dynamics of water seasonality, as well as a lower evapotranspiration, which modifies the parameters of water content in the soil. The use of water flow models can be a valuable tool to monitor the impact of anthropogenic land use. These tools can also be allies in the investigation of health problem triggers that may be related to soil

moisture content. Along these lines, since the 1960s field observations by animal pathologists suggest that bovine periodontitis disease - a multifactorial, polymicrobial disease with an etiology not yet fully described - gains greater occurrence after wet seasons with temporary soil saturation events. This study aimed to explore the use of HYDRUS-1D software to simulate soil water dynamics and fluxes in recent (≤ 7 years) and old (≥ 20 years) pastures of farms in the region of Boca do Acre, Western Amazonia, being one of high and one of low severity level of the disease (HSL and LSL, respectively). Overall, the pastures of the LSL system are more heterogeneous to each other regarding to average annual water retention values than those found among the pastures of the HSL system, which may be associated with a shorter period of exposure of cattle to disturbance conditions by the microbiota, reducing the chance of infections.

Keywords: Soil climate; HYDRUS-1D; Cattle disease.

INTRODUÇÃO

A conversão da floresta em pastagem tem um impacto direto nos fluxos de água do solo, devido às transformações na dinâmica hidrológica (DOS SANTOS et al., 2018; NÓBREGA et al., 2017). Também, a pecuária extensiva pode promover uma maior exposição do solo a ciclos de umedecimento e secagem (LAURANCE et al., 2002), diminuindo a porosidade, infiltração de água, causando degradação da estrutura do solo (TEIXEIRA et al., 1996).

A utilização de ferramentas computacionais para o monitoramento da dinâmica da água no solo se faz importante devido ao baixo custo e precisão dos modelos de simulação, apoiando a tomada de decisões sobre os impactos da intensificação do uso da terra (ARTS; VAN DER WAL; ADAMS, 2015). Mais ainda, a aplicação destas ferramentas pode apoiar na compreensão do comportamento de doenças em sistemas manejados, com observada relação com a sazonalidade da água, como é o caso da periodontite bovina "cara-inchada dos bovinos - CIB", uma doença

bacteriana multifatorial, reportada como um distúrbio em consequência da alteração microbiana em solos e forragem após a remoção da cobertura florestal (DÖBEREINER et al., 2000). Desde os anos 60, observações de campo e dados não publicados de patologistas animais sugerem que a doença, cujos desencadeadores ainda não foram totalmente compreendidos, ganha maior ocorrência após as estações úmidas, com eventos temporários de saturação do solo.

Aqui, utilizamos o software HYDRUS-1D para simular a dinâmica e os fluxos de água do solo em pastagens da região da Amazônia Ocidental, na cidade de Boca do Acre (Amazonas, Brasil). Através de relatórios locais, foi selecionada uma propriedade com alto nível de severidade da enfermidade, e outra com baixo nível de severidade, ambas com pastagens recente e antiga. Utilizaram-se dados climáticos diários de uma série temporal de 7 anos para verificar possíveis correlações entre os parâmetros hidráulicos do solo, sazonalidade da água, e a possível diferença na susceptibilidade dos pastos à ocorrência da doença. A hipótese deste estudo é que, embora sob o mesmo domínio de Latossolos, as diferenças específicas nas propriedades físicas dos solos entre as áreas de alta e baixa severidade de doenças dão a estes sistemas distintas respostas à sazonalidade da água, sendo um possível condicionador de desencadeamento das infecções no gado na propriedade de alta incidência.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados meteorológicos foram obtidos da base oficial do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), da estação meteorológica automática Boca do Acre/AM, Brasil, sob o número A110, contemplando o período de 2011 a 2018, com periodicidade de dados diária.

Para calcular a evapotranspiração (ET_o), foi utilizado o método Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998), que inclui os elementos meteorológicos: temperatura média do ar ($^{\circ}C$), umidade relativa (%), radiação solar global ($MJ\ m^{-2}\ dia^{-1}$) e velocidade do vento a 2 metros de altura ($m\ s^{-1}$). No caso de lacunas de dados pluviométricos, foram utilizados dados de estações pluviométricas pertencentes ao banco de dados do [HIDROWEB/ANA](http://hidroweb.ana.gov.br) (<http://hidroweb.ana.gov.br>) localizado no mesmo município de estudo. Para outros elementos meteorológicos para o cálculo da ET_o , os dados foram estimados pelo modelo NASAPOWER (STACKHOUSE JR et al., 2018) com base nas coordenadas geográficas da estação meteorológica INMET anteriormente utilizada.

A evapotranspiração potencial da cultura (ET_c) foi calculada a partir da evapotranspiração de referência

(ET_o) e do coeficiente de cultura (K_c). Os valores K_c para dois estágios (início: ≤ 90 dias, e formação: > 90 dias) das pastagens foram 0,8 e 1,0, respectivamente (SANCHES et al., 2019). O software HYDRUS-1D (ŠIMŮNEK; VAN GENUCHTEN, 2008; SIMUNEK) foi usado para simular a dinâmica e os fluxos diários de água ao longo dos anos de 2011-2018, com base no tempo desde a conversão da floresta em pastagem recente. Para realizar a simulação no HYDRUS-1D, além dos dados meteorológicos, e os parâmetros hidráulicos do solo, foi utilizado o parâmetro da equação van Genuchten - Mualem para descrever a relação entre o conteúdo volumétrico de água (θ) e o potencial (h) exibido na Tabela 1. Através do RETC (Retention Curve Software) (LEIJ et al., 1992), os dados da curva de retenção de água do solo realizados na faixa de 0, -10, -30, -60, -100, -330, -1100 e -1500 kPa de potencial hídrico (h) para cada horizonte de solo. Os parâmetros ajustados foram θ_r : umidade volumétrica residual, θ_s : umidade volumétrica na saturação, α : parâmetro empírico relacionado ao valor da pressão de entrada de ar, n : parâmetro empírico relacionado à largura de distribuição do tamanho dos poros. A condutividade hidráulica saturada (K_s) foi estimada, com base na experiência no solo amazônico, em cerca de $70\ cm\ dia^{-1}$. Aqui, estimamos os parâmetros para horizontes de solo de até 60 cm de profundidade, a fim de cobrir a profundidade média efetiva do sistema radicular da forragem (ALENCAR et al., 2009). O valor do parâmetro de conectividade dos poros (l) foi assumido como sendo (0,5). O coeficiente de determinação R^2 e o erro quadrático médio da raiz (RMSE) foram utilizados para avaliar o desempenho do modelo para cada um dos parâmetros hidráulicos obtidos do horizonte do solo dos perfis do solo. A área de alto nível de severidade da doença recebeu a sigla de HSL, e a de baixa incidência LSL. Ambos os sistemas estão sob o domínio de Latossolo Amarelo, no entanto possuem distinções referentes aos níveis categóricos mais específicos.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Usando os parâmetros do volume de água residual e na constatados na Tabela 1, foi possível obter a porcentagem prevista de volume vazio preenchido com água (ou seja, grau de saturação, doravante GS) para as camadas de solo de 10 cm e 30 cm durante o período de simulação de 8 anos. As pastagens recentes no sistema HSL foram altamente afetadas pela dinâmica de precipitação anual em ambas as camadas de solo, evidenciando uma variação sazonal de cerca de 50% no GS ao longo do ano durante a série temporal avaliada (estação úmida, máx = $\sim 90\%$; estação seca, mín = $\sim 40\%$). Ainda no sistema HSL,

valores de até 80% de GS a 10 e 30 cm foram observados em toda a estação chuvosa, tanto em pastagens recentes quanto nas antigas. Valores mínimos de cerca de 40% foram registrados nas estações secas em pastagens recentes, bem como na profundidade de 30 cm do perfil do solo de pastagens antigas, que registraram um GS mínimo de ~ 50% na camada de 10 cm para o mesmo período do ano. Isto se deve provavelmente ao fato acima mencionado de que as pastagens recentes têm um conteúdo de areia fina maior do que as pastagens antigas, que por sua vez têm maior porosidade total e conteúdo de argila ao longo dos 30 cm de profundidade. Dadas estas informações, pode-se definir que as pastagens (recentes e antigas) do sistema LSL são mais heterogêneas entre si do que as pastagens HSL quanto a amplitude de variação do GS para a mesma profundidade de solo. Tanto em 10 cm como em 30 cm o GS nas pastagens antigas é 20% menor na comparação das pastagens para o mesmo período do ano, enquanto os valores para as pastagens do sistema HSL permaneceram semelhantes em ambas as profundidades.

Finalmente, considerando que a periodontite bovina é uma doença multifatorial (DÖBEREINER et al., 2000), é plausível indicar que o presente estudo se limitou a fornecer sinais a respeito da heterogeneidade de resposta à dinâmica da água das pastagens das fazendas relatadas com um histórico de alta e baixa incidência de periodontite bovina, respectivamente, embora compartilhando o mesmo domínio pedológico e climatológico. Assim, é encorajada a inclusão das propriedades químicas do solo ao longo do perfil, bem como o monitoramento do microbioma do contínuo solo-planta-animal associado aos parâmetros da água, a fim de aumentar a compreensão sobre a possível relação entre o efeito da sazonalidade das chuvas e as transformações no clima do solo com o início da periodontite no gado.

CONCLUSÕES

O uso da simulação de fluxos hidráulicos pelo software HYDRUS-1D apresentou ser uma poderosa ferramenta para identificar variações relevantes na dinâmica de água do solo entre as fazendas de alta e baixa incidência da periodontite bovina. Os valores simulados do grau de saturação do solo foram mais similares entre as pastagens recente e velha da fazenda de alta incidência do que nas pastagens de baixa incidência, o que pode ser um condicionante para um maior período de exposição do gado a uma situação homogênea de distúrbio da microbiota do solo.

AGRADECIMENTOS

A USAID/NAS (PEER project 4-299, USAID agreement AID-OAA-A-11-00012) pelo financiamento do projeto. Ao CNPq pela bolsa de produtividade de ECJ e WGT, e pela bolsa de estudo de doutorado a FIR. A CAPES/PDSE, pela concessão da bolsa de doutorado-sanduiche ao primeiro autor. A Gabriela Dias e Letícia Pimentel, pelo apoio nos ajustes das equações de retenção de água no solo.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, C. A. B. DE; CUNHA, F. F. DA; MARTINS, C. E.; CÓSER, A. C.; ROCHA, W. S. D. DA; ARAÚJO, R. A. S. Irrigação de pastagem: atualidade e recomendações para uso e manejo. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, p. 98–108, 2009.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration-Guidelines for computing crop water requirements-FAO Irrigation and drainage paper 56. FAO, Rome, v. 300, n. 9, p. D05109, 1998.
- ARTS, K.; VAN DER WAL, R.; ADAMS, W. M. Digital technology and the conservation of nature. *Ambio*, v. 44, n. 4, p. 661–673, 2015.
- DÖBEREINER, J.; DUTRA, I. S.; ROSA, I. V.; BLOBEL, H. “Cara inchada” of cattle, an infectious, apparently soil antibiotics-dependant periodontitis in Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 20, n. 2, p. 47–64, 2000.
- DOS SANTOS, V.; LAURENT, F.; ABE, C.; MESSNER, F. Hydrologic response to land use change in a large basin in Eastern Amazon. *Water*, v. 10, n. 4, p. 429, 2018.
- LAURANCE, W. F.; ALBERNAZ, A. K. M.; SCHROTH, G.; FEARNside, P. M.; BERGEN, S.; VENTICINQUE, E. M.; DA COSTA, C. Predictors of deforestation in the Brazilian Amazon. *Journal of biogeography*, v. 29, n. 5-6, p. 737–748, 2002.
- LEIJ, F. J.; VAN GENUCHTEN, M. T.; YATES, S. R.; RUSSELL, W. B.; KAVEH, F. RETC: A computer program for analyzing soil water retention and hydraulic conductivity data. Indirect methods for estimating the hydraulic properties of unsaturated soils. University of California, Riverside, p. 263–272, 1992.
- NÓBREGA, R. L. B.; GUZHA, A. C.; TORRES, G. N.; KOVACS, K.; LAMPARTER, G.; AMORIM, R. S. S.; COUTO, E.; GEROLD, G. Effects of conversion of native cerrado vegetation to pasture on soil hydro-physical properties, evapotranspiration, and streamflow on the Amazonian agricultural frontier.

PloS one, v. 12, n. 6, p. e0179414, 2017.

SANCHES, A. C.; SOUZA, D. P. DE; JESUS, F. L. F. DE; MENDONÇA, F. C.; GOMES, E. P. Crop coefficients of tropical forage crops, single cropped and overseeded with black oat and ryegrass. *Scientia Agricola*, v. 76, p. 448–458, 2019.

STACKHOUSE JR, P. W.; ZHANG, T.; WESTBERG, D.; BARNETT, A. J.; BRISTOW, T.; MACPHERSON, B.; HOELL, J. M.; HAMILTON, B. A. POWER release 8 (with GIS applications) methodology (data parameters, sources, & validation). v. Documentat, 2018.

TEIXEIRA, W. G.; PEREIRA, E. G.; CRUZ, L. A.; BUENO, N. Influência do uso nas características físico-químicas de um latossolo amarelo, textura muito argilosa, Manaus, AM. Embrapa Amazônia Ocidental-Artigo em anais de congresso (ALICE). Anais...In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13., 1996.

Tabela 1. Parâmetros de van Genuchten-Mualem para as propriedades hidráulicas dos perfis do solo de pastagens recentes e antigas dos sistemas HSL e LSL em Boca do Acre, Amazonas, Brasil.

Nível de severidade ¹	Idade da pastagem	Horizonte	Camada (cm)	θ_s ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$)	θ_r (cm^{-1})	α (cm^{-1})	n	R^2	RMSE
Alto (HSL)	≤ 7 anos	A	0-7	0,2679	0,1048	0,1252	1,4539	0,9216	0,0141
		BA	7-38	0,2779	0,1045	0,0827	1,5926	0,9551	0,0120
	20 anos	A	0-12	0,3261	0,1586	0,0732	1,5692	0,9446	0,0128
		Bw1	20-48	0,4341	0,1614	0,0642	1,8213	0,9734	0,0157
Baixo (LSL)	≤ 7 anos	A	0-8	0,4487	0,2311	0,1728	1,3088	0,9715	0,0105
		Bt1	22-44	0,4896	0,2546	0,1967	1,5216	0,9918	0,0067
	30 anos	AB	6-13	0,3035	0,0156	0,0641	1,2667	0,9705	0,0136
		BA	13-36	0,2428	0,0955	0,0215	2,9955	0,9600	0,0124

¹ Nível de severidade da periodontite bovina com base na avaliação clínica e na história da fazenda. θ_r : umidade volumétrica residual, θ_s : umidade volumétrica na saturação, α : parâmetro empírico relacionado ao valor da pressão de entrada de ar, n : parâmetro empírico relacionado à largura de distribuição do tamanho dos poros; R^2 : coeficiente de determinação, e RMSE: erro quadrático médio da raiz.

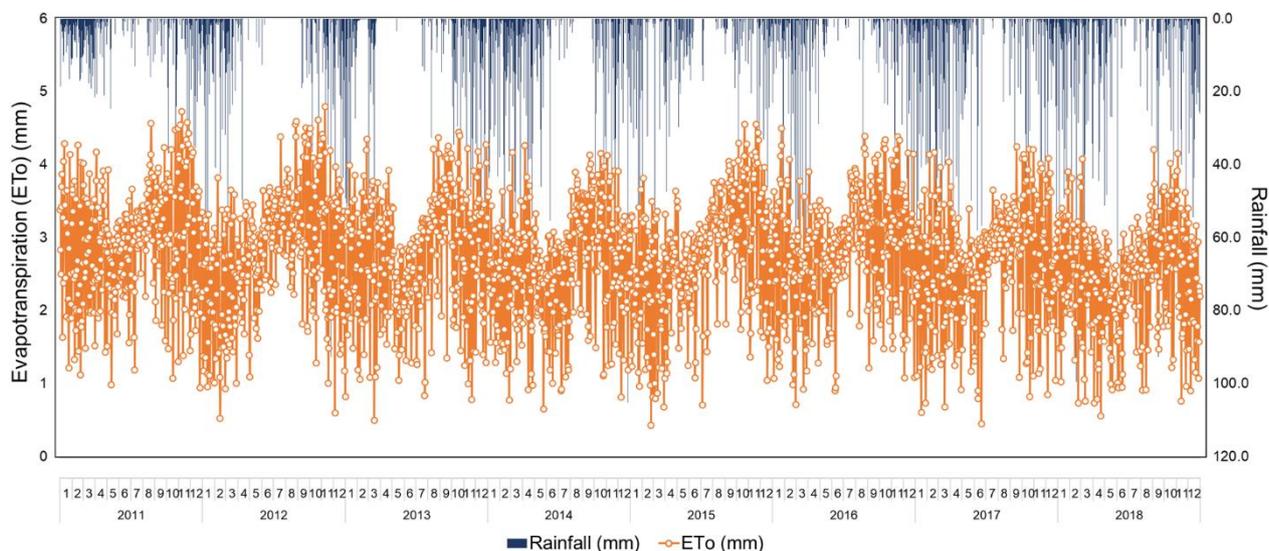


Figura 1. Dinâmica temporal das chuvas diárias e evapotranspiração de referência (ET_o) no período de 2011 e 2018 para a região da Boca do Acre, Amazonas, Brasil.5

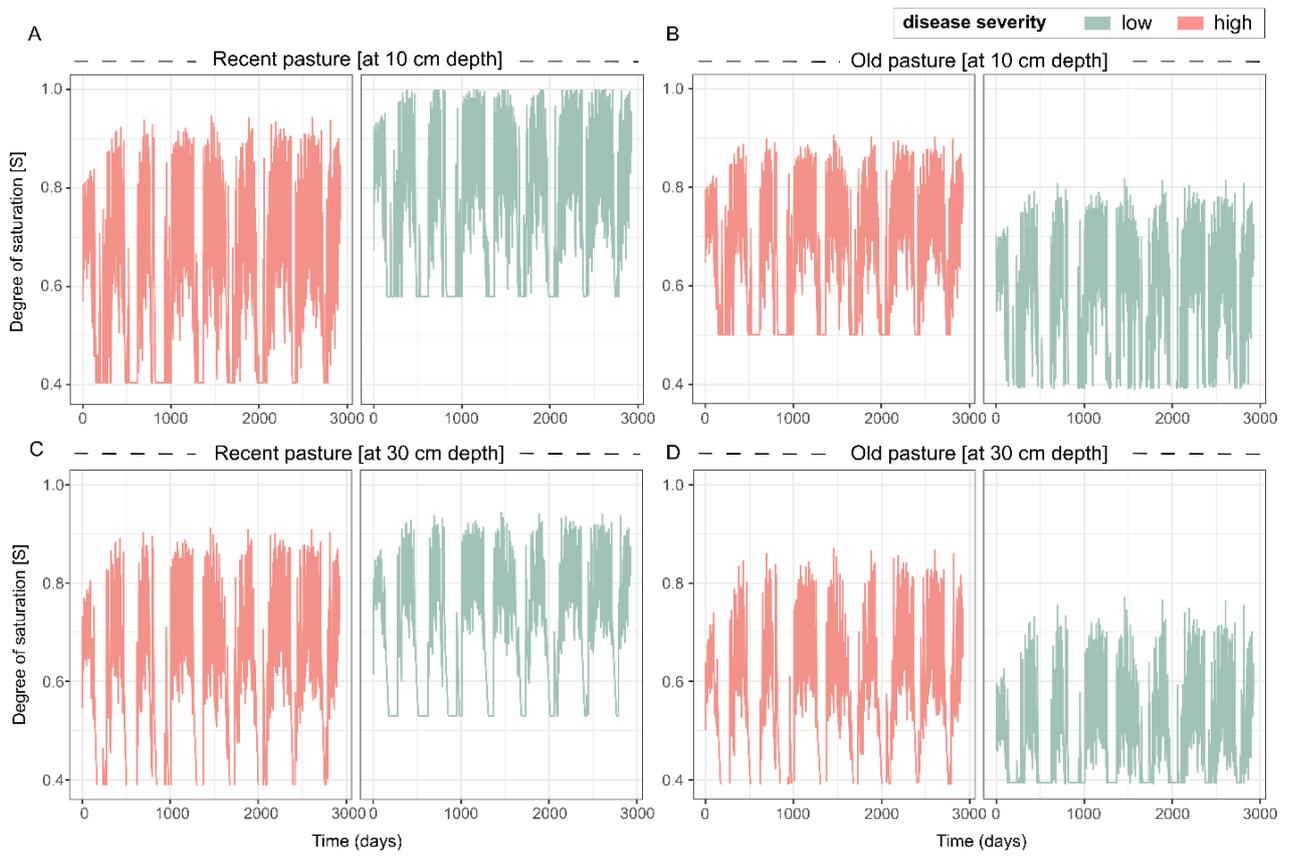


Figura 2. Medição diária do grau de saturação do solo (GS%) a 10 cm e 30 cm de profundidade ao longo dos anos 2011-2018 em pastos recentes e antigos de alta (HSL) e baixa (LSL) incidência de periodontite bovina na região da Boca do Acre, Amazonas, Brasil.