



Relação das propriedades hidráulicas do solo e o crescimento arbóreo da *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal⁽¹⁾.

**Aryadne Márcia Aquino⁽²⁾; Luciana Sanches⁽³⁾;
Fernando Ximenes T. Salomão⁽⁴⁾; Patrick Siqueira da Rocha⁽⁵⁾,
Nadja Gomes Machado⁽⁶⁾; José de Souza Nogueira⁽⁷⁾**

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do Processo CNPq Universal 476880/2010-6 e FAPEMAT Universal 006/2010

⁽²⁾Doutoranda; Universidade Federal de Mato Grosso; aryadneaquino@gmail.com; ⁽³⁾Professora; Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽⁴⁾Professor; Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽⁵⁾Professor; Universidade Federal de Mato Grosso; ⁽⁶⁾Professora; Instituto Federal de Mato Grosso; ⁽⁷⁾Professor; Universidade Federal de Mato Grosso.

RESUMO:

O objetivo deste trabalho foi avaliar a relação das propriedades hidráulicas do solo estimada pelo Rosetta – HYDRUS 1 D e de acordo com Worten et al. (1999) e o crescimento do diâmetro arbóreo de espécies de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato-Grossense. Conclui-se que por meio das regressões lineares, as análises não indicaram qual o modelo de estimativa para a condutividade hidráulica do solo utilizada melhor se adapta em função do crescimento arbóreo da *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal, uma vez que o crescimento dessa espécie provavelmente depende de diversos fatores.

Termos de indexação: áreas alagáveis, condutividade hidráulica; dendrometria; HYDRUS 1D.

INTRODUÇÃO

A *Vochysia divergens* Pohl apresenta características ecológicas e fisiológicas que favorecem seu rápido espalhamento e dominância em campos sazonalmente inundados. Sua alta taxa de crescimento sob intensa luminosidade, sua tolerância à condição de prolongado alagamento, a capacidade de suas plântulas para manter suas folhas intactas embaixo da superfície da água e a grande produção de sementes espalhadas pelo vento e água são algumas delas. Apesar disso, essa espécie tem baixa tolerância ao estresse da seca, tendo suas populações reduzidas pelo efeito de períodos plurianuais de grandes secas (Nunes da Cunha et al., 2000; Nunes da Cunha & Junk 2004). Sendo assim, seu desenvolvimento geralmente não ocorre ou ocorre em baixa densidade em habitats não alagados (Arieira, J. & Nunes da Cunha, C., 2012).

A magnitude, duração e frequência das inundações são de grande importância ecológica, pois afetam a variação espacial e temporal das propriedades físicas, químicas e biológicas do ecossistema, aumenta a transferência de matéria

orgânica e de nutrientes, bem como de organismos em escala de paisagem. A variação na magnitude da inundação determina o grau de conectividade entre o rio e sua planície de inundação, bem como em toda a própria planície de inundação. O período de tempo que permanece planície do debaixo de água determina a distribuição de espécies de plantas de acordo com a tolerância ao período estendido de submersão (Nunes da Cunha & Junk, 2001).

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a relação das propriedades hidráulicas do solo estimada por dois métodos e o crescimento arbóreo definido como o crescimento do diâmetro das espécies de *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal Mato-Grossense.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do local de estudo

Este estudo foi desenvolvido em uma área situada dentro da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Serviço Social do Comércio (SESC) localizada entre as latitudes 16° 29' 04" S e 16° 29' 10" S e longitudes 56°25'25" O e 56°25'39" O, aproximadamente 160 km de Cuiabá - Mato Grosso no Norte do Pantanal.

Propriedades físicas do solo

A textura do solo e densidade aparente do solo foram realizadas com amostragem do solo em uma profundidade de 0-10 cm em 55 pontos distribuídos em 5 transectos (A, B, C, D e E) em dezembro de 2011 e julho de 2012.

Também foram coletadas amostragens em quatro trincheiras entre os transectos para determinação da textura do solo no perfil do solo, as profundidades de amostragem da Trincheira 1 foram 0 a 15 cm, 15 a 30 cm, 30 a 120 cm e 120 a 170 cm; Trincheira 2 foram 0 a 10 cm, 10 a 30 cm, 30 a 170 cm, Trincheira 3 foram 0 a 10 cm, 10 a 30 cm e 30 a 170 cm e Trincheira 4 foram 0 a 10 cm, 10 a 30 cm, 30 a 120 cm e 120 a 170 cm.

Estimativa das propriedades hidráulicas do solo



usando Rosetta

As propriedades hidráulicas do solo de acordo com o modelo de van Genuchten-Mualem (van Genuchten, 1980) foram simuladas por meio do modelo HYDRUS-1D versão 5.0 (Šimůnek et al., 1999) que utilizou o pacote Rosetta para simulação das propriedades hidráulicas do solo saturado utilizando dados da textura do solo para determinar as funções de pedotransferência utilizando abordagens matemáticas, estatísticas e análise de redes neurais (Schaap et al., 1998, 2001).

Rosetta é um algoritmo que calcula os parâmetros de retenção de água no solo, K_s , é a condutividade hidráulica insaturada utilizando funções de pedotransferência hierárquicos baseados em cinco níveis de entrada de dados.

No Rosetta, a relação entre θ e a altura de sucção de água (h), ou seja, a retenção de água $[\theta(h)]$, bem como da condutividade hidráulica saturada e insaturada, são descritos com a bem conhecida equação Mualem-Van Genuchten dada pela Eq. (1),

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

em que, $\theta(h)$ é o conteúdo volumétrico de água no solo ($m^3 m^{-3}$) para uma determinada altura de sucção h (cm); θ_s e θ_r são conteúdo de água no solo saturado e residual ($m^3 m^{-3}$) a $h = 0$ cm e -15.000 cm, respectivamente; α (> 0 , em cm^{-1}) está relacionada com o inverso da entrada de sucção de ar; e n (> 1) é uma medida da distribuição de tamanho de poros de e $m=1-1/n$. A condutividade hidráulica insaturado, $K(S_e)$, é descrito com o modelo de Mualem-Van Genuchten conforme Eq. (2),

$$K(S_e) = K_0 S_e^L \left[1 - \left(1 - S_e^{\left(\frac{n}{n-1} \right)} \right)^m \right]^2 \quad (2)$$

em que, K_0 é um valor associado ao valor de K a saturação ($cm d^{-1}$), podendo ser similar, mas sendo considerada igual a K_s , e L é um fator de conectividade dos poros (negativa na maioria dos casos). A saturação efectiva (S_e) é dada pela Eq. (3),

$$S_e = \frac{(\theta(h) - \theta_r)}{(\theta_s - \theta_r)} = \left[\frac{1}{1 + (\alpha x h)^n} \right]^m \quad (3)$$

Portanto, a condutividade hidráulica relativa $K_r(h)$ é dada pela Eq. (4),

$$K_r(h) = \frac{[1 - (\alpha x h)^{n-1} [1 + (\alpha x h)^n]^m]^2}{[1 + (\alpha x h)^n]^m} \quad (4)$$

que é uma função dada pelo quociente da função da produtividade hidráulica, $K(h)$ para condutividade hidráulica saturada, K_s . Em resumo, os sete parâmetros calculados com o Rosetta são: θ_r , θ_s , α , n , K_s , K_0 e L .

Estimativa das propriedades hidráulicas do solo usando Wösten

As propriedades hidráulicas do solo foram estimadas de acordo com Wösten et al. (1999).

Tabela 1. Funções de pedotransferência contínuas para a predição de propriedades hidráulicas, em que θ_s um parâmetro do modelo, α^* , n^* , f^* e K_s^* foram adaptados pelas equações de Mualem-van Genuchten; c é a porcentagem de argila (por exemplo, porcentagem $< 2 \mu m$); S é a porcentagem de silte (por exemplo, entre $2 \mu m$ e $50 \mu m$); OM é a porcentagem de matéria orgânica; D é a densidade aparente; topsoil e subsoil são variáveis qualitativas variando de 1 a 0; e \ln é logaritmo natural (Wösten et al., 1999).

Funções de pedotransferência contínuas

$$\theta_s = 0,7919 + 0,001691 * C - 0,29619 * D - 0,000001491 * S^2 + 0,0000821 * OM^2 + 0,02427 * C^1 + 0,01113 * S^{-1} + 0,01472 * \ln(S) - 0,0000733 * OM * C - 0,000619 * D * C - 0,001183 * D * OM - 0,0001664 * topsoil * S$$

$$\alpha^* = -$$

$$14,96 + 0,03135 * C + 0,0351 * S + 0,646 * OM + 15,29 * D - 0,192 * topsoil - 4,671 * D^2 - 0,000781 * C^2 - 0,00687 * OM^2 + 0,0449 * OM^1 + 0,0663 * \ln(S) + 0,1482 * \ln(OM) - 0,04546 * D * S - 0,4852 * D * OM + 0,00673 + topsoil * C$$

$$n^* = -25,23 - 0,02195 * C + 0,0074 * S -$$

$$0,1940 * OM + 45,5 * D - 7,24 * D^2 + 0,0003658 * C^2 + 0,002885 * OM^2 - 12,81 * D^{-1} - 0,1524 * S^{-1} - 0,01958 * OM^{-1} - 0,2876 * \ln(S) - 0,0709 * \ln(OM) - 44,6 * \ln(D) - 0,02264 * D * C + 0,0896 * D * OM + 0,00718 * topsoil * C$$

$$f^* = 0,0202 + 0,0006193 * C^2 - 0,001136 * OM^2 -$$

$$0,2316 * \ln(OM) - 0,03544 * D * C + 0,00283 * D * S + 0,0488 * D * OM$$

$$K_s^* = 7,755 + 0,0352 * S + 0,93 * topsoil - 0,967 * D^2 - 0,000484 * C^2 - 0,000322 * S^2 + 0,001 * S^{-1} - 0,0748 * OM^{-1} - 0,643 * \ln(S) - 0,01398 * D * C - 0,1673 * D * OM + 0,02986 * topsoil * C - 0,03305 * topsoil * S$$

Medição diamétrica da *Vochysia divergens* Pohl

O crescimento de indivíduos de *Vochysia divergens* foi monitorado por bandas dendrométricas que forneceram as medidas das



mudanças na circunferência do tronco das árvores a uma altura de 1,30 m. O incremento diamétrico de camará foi monitorado em 34 indivíduos no período de janeiro de 2012 a julho de 2013, sendo que em janeiro e fevereiro não houve medição. Os indivíduos monitorados foram os mesmos identificados nos transectos pelo Método do Quadrante do Ponto Central. A taxa de crescimento diamétrico foi estabelecida pela diferença entre o tempo seguinte e o tempo anterior. O incremento em circunferência foi medido por um paquímetro digital e convertido em incremento diamétrico pela divisão do valor obtido em milímetro (mm) por π .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi feito um comparativo, utilizando regressão linear, entre os dados das propriedades hidráulicas estimados pelo modelo de Wösten e pelo modelo Rosetta – HYDRUS 1D, demonstrando que houve diferença entre os valores estimados e que a relação entre eles não foi linear, portanto, não são intercambiáveis o que nos leva a questionar qual das duas estimativas teria melhor aplicabilidade para os estudos realizados na área alagável em floresta com dominância de *Vochysia divergens* Pohl.

Deste modo foi conduzida uma análise estatística onde se buscou correlação entre os valores estimados das propriedades hidráulicas pelos dois modelos citados anteriormente e medidas realizadas do crescimento arbóreo da *Vochysia divergens* Pohl.

A análise de correlação entre o crescimento da *Vochysia divergens* Pohl e a condutividade hidráulica estimada por Wosten e por Rosetta está apresentada na Figura 1.

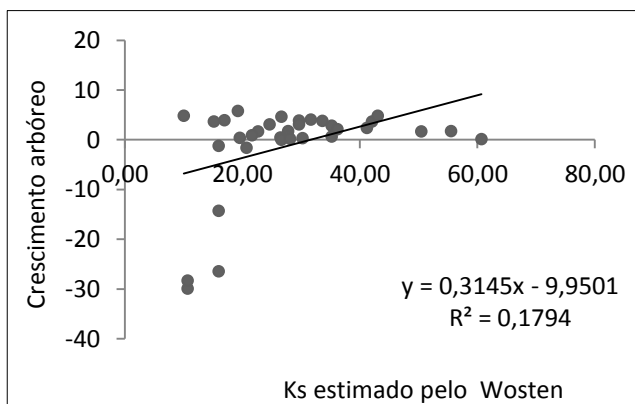


Figura 1. Condutividade hidráulica (K_s) estimada por Wösten et al. (1999) versus crescimento arbóreo de *V. divergens* Pohl no Pantanal. A linha sólida representa 1:1.

Por meio de uma análise estatística utilizando dados da média de crescimento da *Vochysia divergens* Pohl no período chuvoso e da condutividade hidráulica, estimada por Wösten, foi possível observar que houve correlação de 0,42 (estatisticamente significativo). O baixo coeficiente de determinação observado implica possivelmente em uma relação não linear entre as duas grandezas.

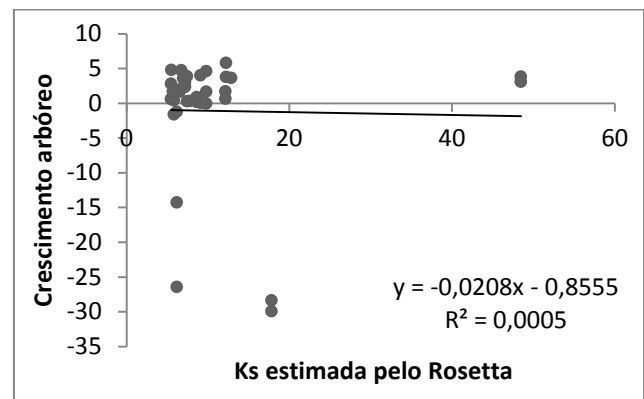


Figura 2. Condutividade hidráulica (K_s) estimada pelo Rosetta versus crescimento arbóreo de *V. divergens* Pohl no Pantanal. A linha sólida representa 1:1.

Relacionando a média de crescimento no período chuvoso com a condutividade hidráulica, estimada por Rosetta, não foi possível observar correlação entre as duas grandezas analisadas.

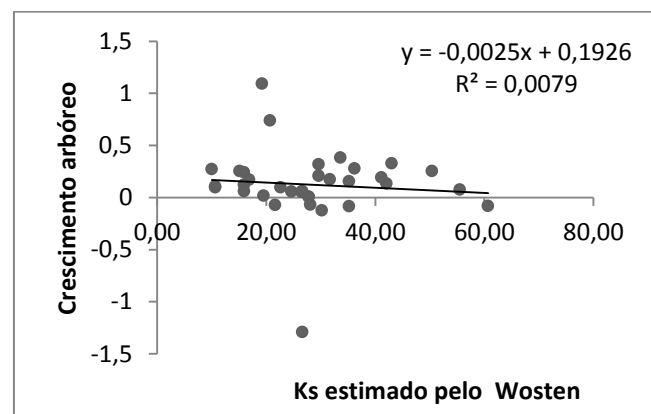


Figura 3. Condutividade hidráulica (K_s) estimada por Wösten et al. (1999) versus crescimento arbóreo de *V. divergens* Pohl no Pantanal. A linha sólida representa 1:1.



Relacionando a média de crescimento no período seco com a condutividade hidráulica, estimada por Wösten, foi possível observar que houve uma correlação de 0,089 (estatisticamente não significativo).

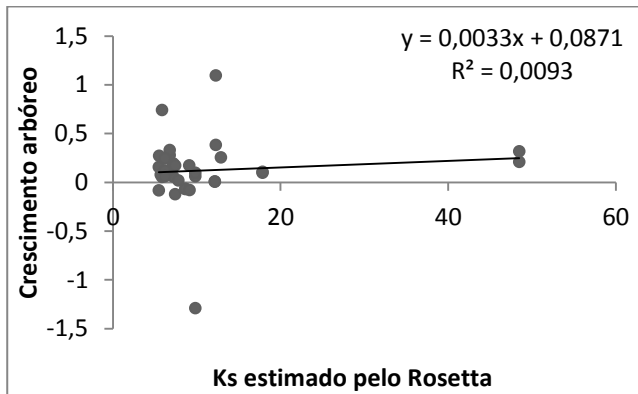


Figura 4. Condutividade hidráulica (K_s) estimada pelo Rosetta versus crescimento arbóreo de *V. divergens* Pohl no Pantanal. A linha sólida representa 1:1.

O mesmo é observado quando comparado os valores da média de crescimento com a condutividade hidráulica estimada por Rosetta.

CONCLUSÕES

Desta forma, as análises não indicaram qual o modelo de estimativa para a condutividade hidráulica do solo utilizada melhor se adapta em função do crescimento arbóreo da *Vochysia divergens* Pohl no Pantanal, uma vez que o crescimento dessa espécie provavelmente depende de diversos fatores.

REFERÊNCIAS

- ARIEIRA, J.; NUNES DA CUNHA, C.; Estrutura populacional do Cambará (*Vochysia divergens* Pohl, Vochysiaceae), espécie monodominante em floresta inundável no Pantanal Mato-Grossense. *Oecologia Australis*. 16(4): 819-831, Dezembro, 2012. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2012.1604.07>
- NUNES DA CUNHA, C. & JUNK, W.J. 2004. Year-to-year changes in water level drive the invasion of *Vochysia divergens* in Pantanal grasslands. *Applied Vegetation Science*, 7: 103-110.
- NUNES DA CUNHA, C. & OLIVEIRA, E.V.R. 2001. Influência da seca na dinâmica de população de

- indivíduos juvenis de *Vochysia divergens* Pohl Fazenda Retiro Novo – Pantanal de Poconé, MT. 12 p. In: Anais do III Simpósio sobre Recursos Naturais e Socioeconômicos do Pantanal- os desafios do novo milênio. Corumbá, 2000. Brasília, Embrapa - CPAP.
- NUNES DA CUNHA, C; JUNK, W.J.; FALESSA, O.; COSTA, C.P. & ALMEIDA, L. 2000. Influences of dry and flooding periods on phenology and the dynamic of seedlings and saplings of *Vochysia divergens* Pohl, in the Pantanal of Poconé. Pp. 871-874. In: German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems - Achievements and Prospects of Cooperative Research. Hamburg.
- SCHAAP, M. G.; LEIJ, F. J.; VAN GENUCHTEN, M. T. Rosetta: A computer program for estimating soil hydraulic parameters with hierarchical pedotransfer functions, *Journal of Hydrology*, 251:163-176, 2001.
- SCHAAP, M. G.; LEIJ, F. J.; VAN GENUCHTEN, M. T. Neural network analysis for hierarchical prediction of soil water retention and saturated hydraulic conductivity. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 62:847–855, 1998.
- ŠIMŮNEK, J., ŠEJNA, M.; VAN GENUCHTEN, M. T. The HYDRUS-1D software package for simulating the one-dimensional movement of water, heat, and multiple solutes in variably-saturated media, Version 2,0, IGWMC-TPS-70, Int, Ground Water Modeling Ctr., Colorado School of Mines, Golden, 1999.
- VAN GENUCHTEN, M. T., A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils, *Soil Sci. Soc. Am. J.* 44,p. 892-898, 1980.
- WÖSTEN, J.H.M., LILLY A., B, A. NEMES C, C. LE BAS d Development and use of a database of hydraulic properties of European soils. *Geoderma*, v. 90:169-185, 1999.