

INFLUÊNCIA DO USO DO SOLO NA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO SATURADO EM ESCALA DE BACIA HIDROGRÁFICA

LUIZA BARBOSA PINTO DA SILVA¹; LUANA NUNES CENTENO²; LEANDRO SANZI AQUINO³; LUCIANA MONTEBELLO DE OLIVEIRA⁴; SAMUEL BESKOW⁵; LUIS CARLOS TIMM⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – luisbarbosaps@gmail.com
²Universidade Federal de Pelotas – luananunescenteno@gmail.com
³Universidade Federal de Pelotas - lumontebello@hotmail.com
⁴Universidade Federal de Pelotas – samuelbeskow@gmail.com
⁵Universidade Federal de Pelotas – leandrosaq@gmail.com
⁶Universidade Federal de Pelotas – luisctimm@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A condutividade hidráulica do solo saturado (K_{sat}) é um dos parâmetros-chave na modelagem hidrológica de uma bacia hidrográfica, uma vez que expressa a facilidade ou dificuldade com que água se movimenta em um solo em condições de saturação (LIBOHOVA et al., 2018). Do ponto de vista quantitativo, a K_{sat} é usada juntamente com o gradiente hidráulico no cálculo da densidade do fluxo de água no solo saturado.

A K_{sat} é um atributo físico-hídrico do solo que integra uma série de outros atributos, tais como densidade do solo, textura do solo, uso do solo, dentre outros. SALEMI et al. (2013) destacam que a mudança no uso do solo pode alterar a estrutura, a densidade, o teor de carbono, a atividade biológica do solo e a distribuição do tamanho dos poros, afetando o comportamento da K_{sat} e por consequência a ordem de magnitude dos valores de densidade de fluxo de água no solo. ZIMMERMANN et al. (2006) concluíram que a conversão de florestas primárias em pastagens e/ou áreas agrícolas na região Amazônica causou significativa variação na K_{sat} , sendo que quanto mais intensivo o uso da terra, mais evidente é a diminuição de seus valores. A magnitude destas modificações estruturais do ambiente causadas pelos diferentes usos e manejos do solo depende da ocorrência e da frequência das práticas agrícolas superficiais e subsuperficiais no solo (MESQUITA; MORAES, 2004).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso do solo na condutividade hidráulica do solo saturado determinada na camada de 0-0,20 m ao longo de uma transeção espacial de 25 km estabelecida na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, considerando a área de drenagem à montante à seção de controle Ponte Cordeiro de Farias (BHAP-PCF).

2. METODOLOGIA

2.1. Caracterização da área

O trabalho foi desenvolvido na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, situada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul (RS), à montante da seção de controle Ponte Cordeiro de Farias (BHAP-PCF). Cabe ressaltar que a bacia do Arroio Pelotas é de extrema importância econômica e social para a região sul do RS, em particular para os municípios de Pelotas, Morro Redondo, Arroio do Padre, Capão do Leão e Canguçu.

2.2. Análises de solo ao longo da transeção espacial

Foram demarcados 100 pontos amostrais, equidistantes entre si de 250 m, ao longo de uma transeção espacial de 25 km estabelecida na BHAP-PCF. Em cada ponto, foram coletadas amostras de solo com estrutura preservada, camada de 0-0,20 m, usando anéis volumétricos (dimensões de 0,05 m de altura e 0,047 m de diâmetro) para determinar a condutividade hidráulica do solo saturado pelo método do permeâmetro de carga constante (LIBARDI, 2012). Foi identificado e caracterizado o tipo de uso do solo em cada ponto amostral, que foram agrupados em seis classes, a saber: 32% com campo nativo (CN), 19% com cultura anual (CA), 12% com cultivo permanente (CP), 24% com mata nativa (MN), 6% com pastagem cultivada (PC), e 7% com silvicultura (S).

2.3. Análises estatísticas

Com o auxílio do *software* Genstat, versão 18.2.0.18409, os dados de Ksat foram submetidos à análise estatística exploratória. As medidas estatísticas calculadas foram média, mediana, valores mínimos e máximos, variância, coeficiente de variação (CV) e coeficientes de assimetria e de curtose. Os valores de CV (%) foram classificados conforme WILDING; DREES (1983): $CV \leq 15\%$ - baixa dispersão dos dados; $15\% < CV \leq 35\%$ - moderada dispersão; e $CV > 35\%$ - alta dispersão. A tendência de normalidade dos dados de Ksat em cada uso do solo foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilk (S-W), ao nível de 5% de probabilidade. Gráficos em caixa foram elaborados no intuito de avaliar uma possível relação entre os valores de Ksat e os diferentes usos do solo ao longo da transeção espacial, usando o *software* R versão 3.5.1 (pacote “ggplot2”).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em cada um dos seis diferentes tipos de uso do solo identificados ao longo da transeção espacial de 25 km na BHAP-PCF é possível observar que a maior amplitude de variação dos dados de Ksat ocorreu na classe de uso do solo chamada de cultura anual (CA) e a menor na classe cultivo permanente (CP) (Tabela 1). O maior valor de CV foi encontrado para os dados de Ksat na classe CA (CV= 148,50%), enquanto que o menor foi encontrado para a dispersão dos dados de Ksat na classe CP (CV=66,09%).

Tabela 1: Estatística clássica aplicada aos dados de condutividade hidráulica de solo saturado ($\text{cm}\cdot\text{dia}^{-1}$) medidos em cada uma das seis classes de uso do solo ao longo transeção espacial de 25 km estabelecida na bacia do Arroio Pelotas

Ksat	CN	CA	CP	MN	PC	S
Média	730,62	1019,50	236,02	822,53	204,86	730,03
Mediana	288,69	199,10	220,06	632,10	91,65	337,39
Valor máx.	2803,34	4994,90	520,88	2573,83	657,13	2159,50
Valor mín.	2,58	4,20	53,22	36,89	6,87	57,85
Desv. padrão	900,67	1514,01	155,98	764,45	256,24	814,84
CV (%)	123,27	148,50	66,09	92,94	125,08	111,62
Assimetria	1,12	1,62	0,50	1,14	1,03	0,98
Curtose	-0,11	1,47	-0,97	0,33	-0,47	-0,74

CN: campo nativo; CA: cultura anual; CP: cultivo permanente; MN: mata nativa; PC: pastagem cultivada; S:silvicultura (S); CV: coeficiente de variação.

De acordo com WILDING e DREES (1983), a dispersão dos dados de Ksat é classificada como alta ($CV > 35\%$) nas seis classes de usos do solo ao longo da transeção, comportamento este já esperado e bem documentado na literatura

(REICHARDT; TIMM, 2016). As distribuições de Ksat em cada classe de solo apresentaram assimetria positiva, enquanto que os valores dos coeficientes de curtose das distribuições foram negativos (distribuição platicúrtica em termos de grau de achatamento da curva) para as classes CN, CP, PC e S, e positivos para as distribuições de Ksat nas classes CA e MN (distribuição “leptocúrtica”) (Tabela 1).

Os resultados do teste de Shapiro-Wilk (S-W), aplicado ao nível de 5% de probabilidade, corroboraram com as medidas estatísticas previamente apresentadas na Tabela 1, comprovando a tendência de não-normalidade das distribuições de Ksat em cada classe de uso do solo avaliada (Tabela 2). Esta tendência de não-normalidade dos dados de Ksat no presente estudo está em concordância com os reportados na maioria dos trabalhos encontrados na literatura. Na maioria das vezes, a distribuição dos dados de Ksat seguem a distribuição lognormal (LOGSDON; JAYNES, 1996).

Tabela 2: Teste de aderência de Shapiro-Wilk aplicado as distribuições dos dados de condutividade hidráulica de solo saturado medidos em cada uma das seis classes de uso do solo ao longo transeção espacial de 25 km estabelecida na bacia do Arroio Pelotas

Teste	CN	CA	CP	MN	PC	S
S-W	0,7875	0,6925	0,92516	0,8524	0,8176	0,7927
p-valor	0,00002392	0,00004533	0,3315960	0,002424	0,084173	0,034625

Teste aplicado à 5% de significância. Valores críticos para CN=32:0,930; CA=19:0,901, CP=12:0,859, MN=24:0,916, PC=6:0,788, S=7:0,803.

A maior variabilidade dos dados de Ksat foi encontrada na classe CA (Figura 1) corroborando com o maior valor de CV encontrado nesta classe (Tabela 1).

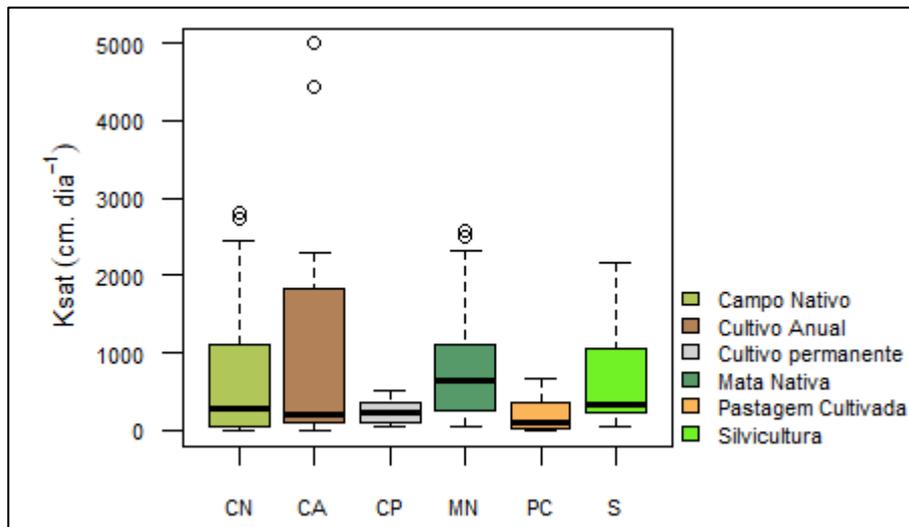


Figura 1: Gráficos em caixa das distribuições dos dados de condutividade hidráulica do solo saturado em função do uso do solo ao longo da transeção espacial na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas.

Da mesma forma, a menor variabilidade está na classe CP. Como previamente constatado por ZHOU et al. (2008), essa menor variabilidade da Ksat em comparação à solos menos modificados como, por exemplo, da classe MN já era esperada devido à retirada da vegetação nativa. Foram encontrados valores atípicos para CN e MN, visto que o esperado eram valores maiores de Ksat para essas classes, devido ao uso menos intensivo do solo. Esse resultado diverge dos apresentados nos trabalhos de ZIMMERMANN et al. (2006) e ZHOU et al. (2008), onde os autores observaram maiores valores de Ksat em classes com menor modificação do solo.

4. CONCLUSÕES

Os valores da condutividade hidráulica do solo saturado apresentam uma relação com o uso do solo ao longo da transeção espacial de 25 km na bacia hidrográfica do Arroio Pelotas, apresentando maior variabilidade em classes de uso do solo onde há menor modificação da paisagem por atividades antrópicas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ELSENBEER, H.; CASSEL, K.; CASTRO, J. Spatial analysis of soil hydraulic conductivity in a tropical rain forest catchment. **Water Resources Research**, v. 28, n. 12, p.3201-3214, 1992.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. 2ª ed. São Paulo, EDUSP, 2012. 346 p.

LIBOHOVA, Z.; SCHOENEBERGER, P.; BOWLING, L. C.; OWENS, P. R.; WYSOCKI, D.; WILLS, S.; WILLIAMS, C. O.; SEYBOLD, C. Soil systems for upscaling saturated hydraulic conductivity for hydrological modeling in the critical zone. **Vadose Zone Journal**, v. 6, n. 1, p. 1-28, 2018.

LOGSDON, S.D.; JAYNES, D.B. Spatial variability of hydraulic conductivity in a cultivated field at different times. **Soil Science Society of America Journal**, v. 60 n. 3, p. 703-709, 1996.

MESQUITA, M.G.B.F.; MORAES, S.O.A dependência entre a condutividade hidráulica saturada e atributos físicos do solo. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.963-969, 2004.

REICHARDT, K.; TIMM, L.C. **Solo, Planta e Atmosfera: Conceitos, processos e aplicações**. 3ª edição, São Paulo: Ed. Manole, 2016. 524 p.

SALEMI, L.F.; GROppo, J. D.; TREVISAN, R.; MORAES, J.M. de; FERRAZ, S.F. de B.; VILLANI, J.P.; DUARTE-NETO, P.J.; MARTINELLI, L.A. Land-use change in the Atlantic rainforest region: Consequences for the hydrology of small catchments. **Journal of Hydrology**, v. 499, p.100-109, 2013.

WILDING, L.P.; DREES, L.R. Spatial variability and pedology. **In: WILDING, L.P.; SMECK, N.E.; HALL, G.F. (Eds.) Pedogenesis and soil taxonomy: concepts and interactions**. New York: Elsevier, 1983. p.83-116.

ZHOU, X.; LI, H.S.; WHITE, E.A. Surface soil hydraulic properties in four soil series under different land uses and their temporal changes, **Catena**, v. 73, n. 2, p.180-188, 2008.

ZIMMERMANN, B.; ELSENBEER, H.; MORAES, J. M. de. The influence of land-use changes on soil hydraulic properties: Implications for runoff generation. **Forest Ecology and Management**, v. 222, n. 1-3, p.29-38, 2006.