

ESTIMAÇÃO DE INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICA DO SOLO USANDO FUNÇÕES DE PEDOTRANSFERÊNCIA

MIGUEL DAVID FUENTES-GUEVARA¹; THIAGO RODRIGUES DA ROSA²;
GABRIEL ALMEIDA GOMES³; ROBSON ANDRÉ ARMINDO⁴; LUCIANA
MONTEBELLO DE OLIVEIRA⁵; LUÍS CARLOS TIMM⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – miguelfuge@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – thiagorodrigues2000@outlook.com.br

³Universidade Federal de Pelotas – gagomes@inf.ufpel.edu.br

⁴Universidade Federal de Lavras – robson.armindo@ufla.br

⁵Universidade Federal de Pelotas – lu.montebello@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – ltimm@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

Os indicadores de qualidade física do solo (IQFS) são estabelecidos como parâmetros do solo para inferir a qualidade do solo a partir de valores ótimos, ideais ou em intervalos preferidos. Dentre os IQFS citam-se algumas propriedades hidráulicas do solo como a capacidade de campo relativa (RFC), capacidade de água disponível para as plantas, capacidade do solo ao ar ou porosidade drenável (DP) e macroporosidade pois elas indicam a capacidade do solo em disponibilizar água e ar para o sistema radicular das culturas. Ademais, uma característica comum dos IQFS mencionados é que eles estão relacionados ao volume e espaço poroso do solo (REYNOLDS et al., 2009).

A determinação desses IQFS requer o conhecimento prévio da umidade do solo em certos potenciais de retenção ou o conhecimento da curva de retenção de água no solo (CRAS). Não obstante, a quantificação da água no solo em grandes escalas como as bacias hidrográficas torna-se uma tarefa difícil, porque a sua medição consome tempo e é onerosa (FREITAS et al., 2019). Frente a isso, as funções de pedotransferência (FPT) têm sido usadas para estimar as propriedades hidráulicas a partir de dados de solos mais simples, mais amplamente disponíveis e fáceis de serem medidos, seja em campo ou laboratório (BOUMA, 1989).

As FPTs têm sido aplicadas nas ciências ambientais e agrárias para estimar essas propriedades hidráulicas do solo, que também são utilizadas como IQFS, e sobretudo em escalas de bacia hidrográficas auxiliando na compreensão da realidade, do impacto ambiental, da produtividade das culturas e da dinâmica da água na bacia hidrográfica (REYNOLDS et al., 2009; FREITAS et al., 2019).

Frente ao exposto, o objetivo neste trabalho foi avaliar o desempenho das FPTs em estimar os índices de qualidade física do solo DP e RFC em escala de bacia hidrográfica.

2. METODOLOGIA

A área de estudo foi a bacia hidrográfica Arroio Pelotas (BHAP) localizada no estado do Rio Grande do Sul-Brasil, a qual tem área de 370 km² e o exutório encontra-se na Ponte Cordeiro de Farias. Uma transecção espacial de 25 km foi estabelecida na BHAP, partindo desde o exutório até o ponto mais distante na bacia com direção noroeste, objetivando-se abranger o maior tipo de solos possíveis. Nessa transecção foram localizados 100 pontos espaçados em igual distância (250 m) com ajuda de um GPS e plotados na bacia mediante ArcGIS.

Nos pontos foram coletadas amostras de solo deformadas na camada 0-20 m para determinar os conteúdos de argila, silte, areia, areia fina, carbono e matéria orgânica do solo. Além disso, amostras indeformadas foram coletadas no meio da camada mediante com anéis volumétricos para mensurar a densidade do solo, macroporosidade, porosidade total e umidade volumétrica (θ) retida nos potenciais matriciais (h) de 0 e -33 kPa.

Quatro FPTs (2 paramétricas e 2 pontuais) foram selecionadas na literatura para estimar $\theta(0)$ (ou θ_s) e $\theta(-33 \text{ kPa})$ (ou θ_{fc}). As FPTs paramétricas foram usadas para estimar primeiramente os parâmetros de van Genuchten (1980)-Mualem (VGM) θ_s , α e n que posteriormente foram utilizados para calcular os valores de $\theta(h)$ estabelecidos. Seguidamente, os IQFS DP e RFC foram calculados de acordo à metodologia de Reynolds et al. (2009), [DP= $\theta_s - \theta_{fc}$] e [RFC= θ_{fc}/θ_s], utilizando os dados medidos e os estimados pelas FPTs.

O desempenho das FPT em estimar os IQFS foi avaliado mediante a comparação entre dados medidos e estimados, tendo em conta o erro médio (ME), a raiz quadrada do erro médio (RMSE) e o coeficiente de determinação (r^2). Ademais, os resultados foram analisados mediante estatística descritiva clássica e teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, usando o *software* R versão 4.3.1 no pacote “agricolae”.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise exploratória dos atributos do solo coletados ao longo da transecção da BHAP e que serviram como dados de entrada nas FPTs avaliadas são apresentados na tabela 1. Os atributos DS, CO, MO e PT apresentaram uma baixa variabilidade em relação aos seus valores médios ($CV \leq 15\%$), enquanto argila, areia, areia fina e microporosidade mostraram uma variabilidade moderada ($15 < CV \leq 30\%$).

Tabela 1. Análise exploratória dos atributos de entrada nas FPTs

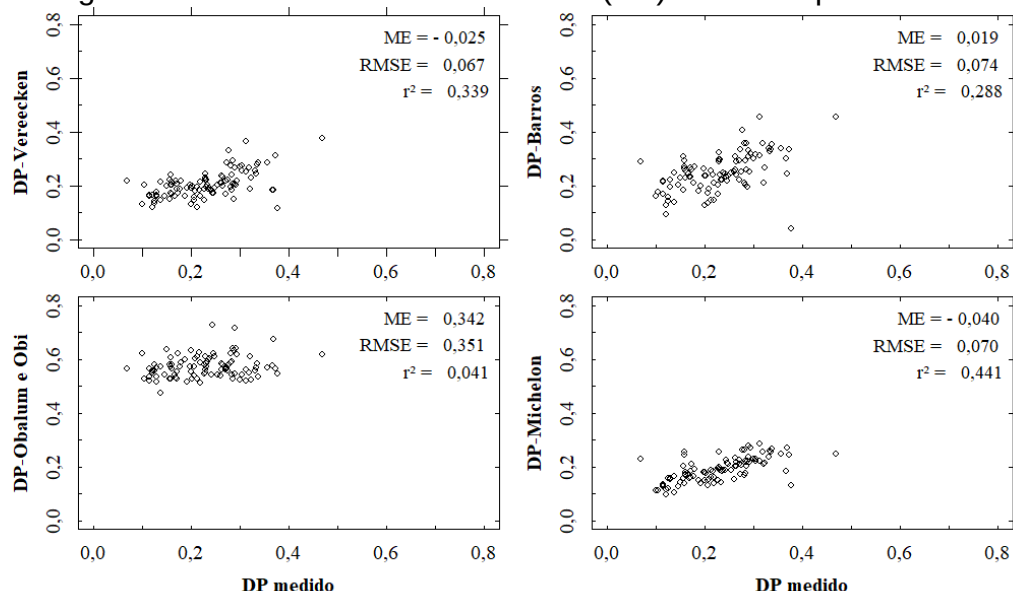
Atributos do solo	Min	Max	Med.	CV	Ass.	Curt.	K-S
Argila (%)	6,54	32,53	17,50	29,72	0,09	-0,24	0,05
Areia (%)	35,70	91,57	62,73	15,50	-0,08	0,29	0,06
Areia Fina (%)	4,56	21,31	17,07	16,75	-1,41	3,02	0,13
DS (g cm^{-3})	1,06	1,68	1,43	9,82	-0,58	0,08	0,08
CO (%)	1,91	3,20	2,30	10,59	0,87	1,52	0,08
MO (g kg^{-1})	32,93	55,18	39,68	10,59	0,87	1,52	0,08
Mi ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)	0,082	0,427	0,279	23,63	-0,09	0,10	0,06
PT ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$)	0,301	0,583	0,422	12,38	0,33	0,22	0,09

Min: valor mínimo; Max: valor máximo; Med: valor médio; DP: desvio padrão; CV: coeficiente de variação; Ass: coeficiente de assimetria; Curt: coeficiente de curtose; K-S: teste de Kolmogorov-Smirnov (valor crítico: 0,136, para $\alpha = 5\%$); DS: densidade do solo; CO: carbono orgânico; MO: matéria orgânica; Mi: microporosidade do solo; PT: porosidade total do solo.

Os coeficientes de assimetria e curtose das distribuições de dados estiveram próximos de zero, a exceção do teor de areia fina, apontando que os dados têm uma tendência à normalidade, podendo ser considerados sus valores médios como valores centrais e representativos das respectivas séries de dados. A confirmação ocorreu pelo teste de normalidade, sendo que todos os atributos seguiram distribuição normal por estarem os valores de K-S abaixo do valor crítico de 0,135 ($P\text{-valor} < 0,05$).

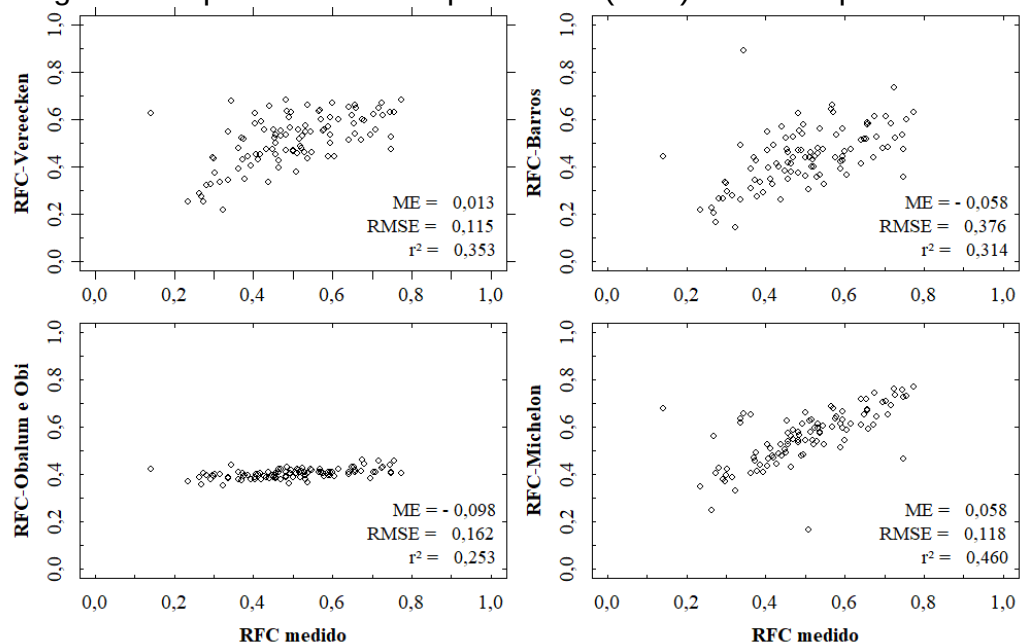
Os anteriores atributos de solo foram usados como parâmetros de entrada em duas FPTs paramétricas (VEREECKEN et al., 1989; BARROS et al., 2014) e duas FPT pontuais (MICHELON et al., 2010; OBALUM e OBI, 2012). Os resultados do desempenho das FPTs em estimar o primeiro IQFS referente à DP são mostrados na figura 1.

Figura 1. Porosidade drenável do solo (DP) estimada pelas FPT.



De forma geral as FPTs de Vereecken e Michelon tiveram um melhor desempenho na estimação da DP na BHAP, sendo os valores subestimados em grande parte com valores de ME de -0,025 e -0,040 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, respectivamente. As suas dispersões gerais foram semelhantes com valores de RMSE < 0,070 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$. O desempenho das FPTs em estimar o segundo IQFS referente à RFC é apresentado na figura 2.

Figura 2. Capacidade de campo relativa (RFC) estimada pelas FPT.



Em relação à análise da RFC, as FPTs de Vereecken e Michelin foram também as mais correlacionadas ($r^2 = 0.35$ a 0.46) e exatas ($ME = 0.013$ a 0.058) aos dados medidos ao longo da BHAP.

4. CONCLUSÕES

As FPTs Vereecken e Michelin apresentaram melhores resultados para estimar a porosidade drenável e a capacidade de campo relativa ao longo da bacia hidrográfica Arroio Pelotas. Essa descoberta possibilita o uso dessas FPTs na execução de alguns modelos de cultura para a gestão eficiente da água em escala de bacia hidrográfica.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, A.H.C.; DE JONG VAN LIER, Q.; MAIA, A.H.N.; SCARPARE, F.V. Pedotransfer functions to estimate water retention parameters of soils in northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.37, p.379–391, 2013.
- BOUMA, J. Using Soil Survey Data for Quantitative Land Evaluation. **Advances in Soil Science**, v.9, p.177–213, 1989.
- FREITAS, K.S.; ARMINDO, R.A.; PIRES, L.P.; FILHO, V.S.; RIBEIRO, S.J. A method to determine the soil bulk density of undisturbed samples with non-isodiametric shape. **Soil and Tillage Research**, v.191, p.344–352, 2019.
- MICHELON, C.J.; CARLESSO, R.; DE OLIVEIRA, Z.B.; KNIES, A.E.; PETRY, M.T.; MARTINS, J.D. Funções de pedotransferência para estimativa da retenção de água em alguns solos do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.848–853, 2010.
- OBALUM, S.E.; OBI, M.E. Moisture characteristics and their point pedotransfer functions for coarse-textured tropical soils differing in structural degradation status. **Hydrological Processes**, 1–15, 2012.
- REYNOLDS, W.D.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; FOX, C.A.; YANG, X.M. Use of indicators and pore volume-function characteristics to quantify soil physical quality. **Geoderma**, v.152, p.252–263, 2009.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science society of American Journal**, v. 44, p.892–897, 1980.
- VEREECKEN, H.; MAES, J.; FEYEN, J.; DARIUS, P. Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. **Soil Science**, v.148, n.6, p.389–403. 1989.