

## **SIMILARIDADE ENTRE ATRIBUTOS FÍSICOS-HÍDRICOS DO SOLO ESTABELECIDOS EM UMA TRANSEÇÃO ESPACIAL NA BACIA HIDROGRÁFICA DO ARROIO FRAGATA**

JEFERSON PRASS PIMENTEL<sup>1</sup>; LUANA NUNES CENTENO<sup>2</sup>; LEANDRO SANZI AQUINO<sup>3</sup>; LUCIANA MONTEBELLO DE OLIVEIRA<sup>4</sup>; SAMUEL BESKOW<sup>5</sup>; LUÍS CARLOS TIMM<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [jefersonprass@gmail.com](mailto:jefersonprass@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [luananunescenteno@gmail.com](mailto:luananunescenteno@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [leandrosaq@gmail.com](mailto:leandrosaq@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [lumontebello@hotmail.com](mailto:lumontebello@hotmail.com)

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas - [samuelbeskow@gmail.com](mailto:samuelbeskow@gmail.com)

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – [luisctimm@gmail.com](mailto:luisctimm@gmail.com)

### **1. INTRODUÇÃO**

A combinação do conhecimento sobre a formação e estruturação do solo, juntamente com a análise dos atributos físicos-hídricos, é de grande importância para ter um melhor entendimento sobre o Sistema Solo-Planta-Atmosfera (SSPA) (REICHARDT; TIMM, 2016).

A análise relacionada ao uso da terra e os múltiplos aspectos interligados ao SSPA são as abordagens atualmente empregadas para um melhor entendimento e quantificação dos componentes do balanço de água no solo, dos processos que controlam o movimento, a quantidade e a qualidade da água (YUYANG et al., 2018). Sendo assim, a compreensão das inter-relações existentes entre os atributos físicos-hídricos do sistema solo é essencial para a agricultura, engenharia, hidrologia e meio ambiente (HUANG et al., 2018). Dentre as ferramentas que podem ser aplicadas neste intuito, a análise multivariada (MVA) pode ser muito útil, pois esta técnica permite simplificar a interpretação dos resultados, uma vez que simultaneamente analisa múltiplas medidas sobre indivíduos ou objetos de investigação (MINGOTI, 2013).

Os atributos físico-hídricos do solo são altamente variáveis ao longo do espaço devido aos processos de formação do solo e aos efeitos combinados de processos físicos, químicos e biológicos que operam com diferentes intensidades (VIEIRA; DECHEN, 2010). Desta forma, métodos estatísticos podem ser aplicados no intuito de um melhor entendimento da complexidade e incerteza inerentes ao sistema do solo (KHALEDIAN et al., 2017). A análise de agrupamentos (Cluster) permite que as variáveis de um sistema sejam analisadas simultaneamente, dividindo os elementos da amostra, ou populações, em grupos de forma que os elementos pertencentes a um mesmo grupo sejam similares entre si, com respeito às variáveis (características) que neles foram medidas, permitindo uma melhor interpretação do comportamento das variáveis dentro do sistema (FERREIRA, 2011).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo analisar as possíveis similaridades entre os atributos físico-hídricos do solo quantificados ao longo de uma transeção espacial de 15 km, estabelecida na bacia hidrográfica do Arroio Fragata (Pelotas-Rio Grande do Sul) à montante da Ponte Passo dos Carros, por meio da aplicação da análise de agrupamentos.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1 Caracterização da Área

O objeto deste estudo foi a bacia hidrográfica do Arroio Fragata, considerando sua área de drenagem à montante da Ponte Passo dos Carros (BHAf-PPC), que abrange os municípios de Pelotas, Rio Grande do Sul (RS).

### 2.2. Coleta de Dados

A amostragem do solo foi realizada em 100 pontos, equidistantes de 150 entre si, ao longo de uma transeção espacial de 15 km, estabelecida à montante da seção de controle Ponte Passo dos Carros.

Em cada ponto da transeção, amostras de solo com estrutura deformada e indeformada foram coletadas na camada 0,00 a 0,20 m de profundidade. Nas amostras de solo com estrutura deformada foram determinadas as frações areia, silte e argila (GEE; BAUDER, 1986) bem como o teor de carbono orgânico (CO) (TEDESCO et al., 1995).

Nas amostras com estrutura indeformada, coletadas por meio de anéis volumétricos com as dimensões de 0,050 m de altura e 0,047 m de diâmetro, foram determinadas: densidade do solo (DS), porosidade total (PT), macro (Ma) e microporosidade (Mi), conforme EMBRAPA, (1997) e a condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat) pelo método do permeâmetro de carga constante (LIBARDI, 2005).

### 2.3 Análise de agrupamento

Os conjuntos de dados referentes aos atributos físico-hídricos acima mencionados, apresentam ordem de magnitude diferentes. Devido a isto, as variáveis foram padronizadas, antes da aplicação da análise de agrupamentos, para uma mesma ordem de magnitude.

Para a aplicação da análise de agrupamentos, a distância Euclidiana foi adotada para medir a similaridade entre os atributos físico-hídricos do solo e o método de ligação adotado para os grupos formados foi o de *Ward's* (HAIR et al., 2009). O método de *Ward*, também chamado de Mínima Variância, leva em consideração para realizar os agrupamento a diferença dos tamanhos dos elementos que estão sendo comparados, ou seja, leva em consideração a mínima distância entre os elementos (FERREIRA, 2011).

O dendograma foi montado a partir dos pares de variáveis mais similares (menor distância entre as variáveis) e, em seguida, os grupos formados foram reunidos através da mínima distância entre os grupos. O corte do dendograma no presente estudo foi estabelecido em relação às maiores distâncias, em que os grupos foram formados, porém, levando em conta a não heterogeneidade dos dados dentro de cada grupo formado (MINGOTTI, 2013).

O ponto de corte do dendograma vertical ocorreu em 10%, pois a partir do ponto que se encontra uma maior heterogeneidade dentre os grupos formados (FERREIRA, 2011). Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no *software R*, versão 3.4.3, através do pacote “dendextend”.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se o dendograma contendo a similaridade e dissimilaridade entre os atributos físicos-hídricos do solo, formado por grupos homogêneos em seu interior e heterogêneo com os demais grupos. Primeiramente foi realizado um corte a 10%, onde permitiu a formação de 2 grupos distintos.

O grupo 1 reuniu os atributos referente principalmente a retenção da água no solo e penetração das raízes, no grupo G2 os atributos relacionados principalmente à capacidade de movimento da água no solo e à estruturação do solo.

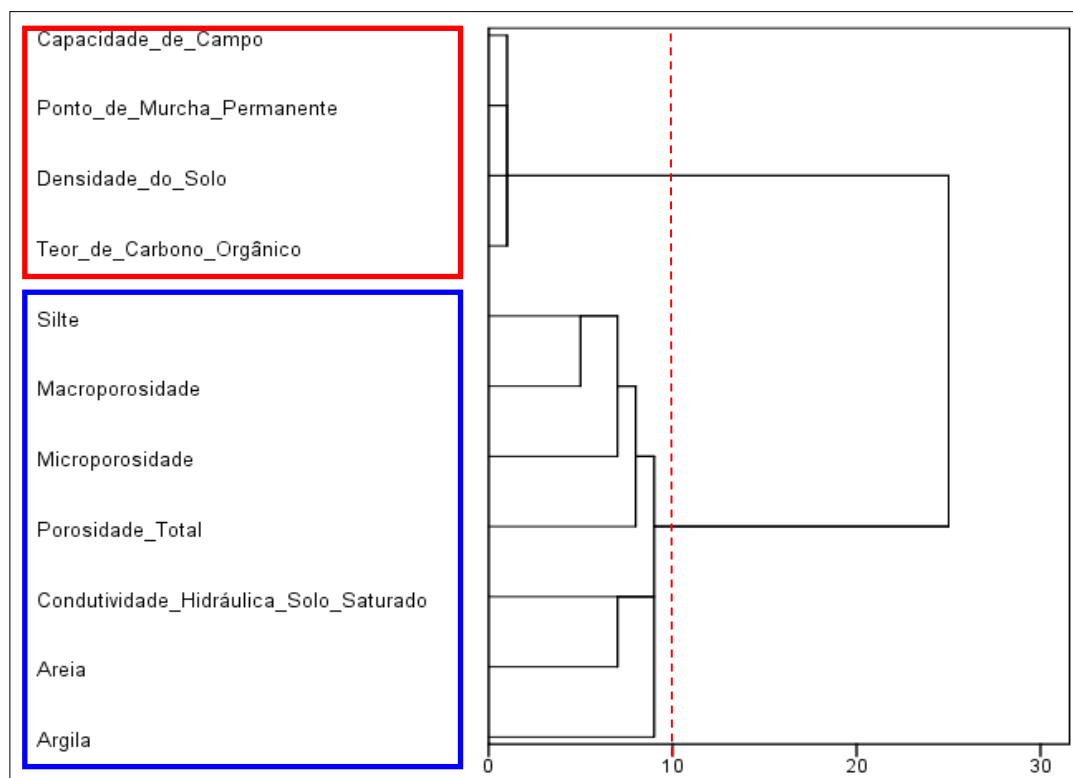


Figura 1: Dendrograma para os atributos físicos-hídricos do solo, ao longo dos 100 pontos na transecção espacial de 15 km na Bacia Hidrográfica do Arroio Fragata.

Observa-se que no grupo G1 os atributos relacionados foram capacidade de campo (CC), ponto de murcha permanente (PMP), DS e CO. Esse agrupamento ocorreu em virtude que o carbono orgânico é benéfico para os 3 atributos, uma vez que, o carbono orgânico possui características que melhoram a agregação e consequentemente, altera a aeração e descompactação do solo, refletindo diretamente na densidade do solo, e o carbono orgânico possui a capacidade de aumentar a CC e PMP, e consequentemente aumentar a capacidade de água disponível para as plantas (MAIA et al., 2005).

Em relação ao grupo G2 observa-se a formação de subgrupos, o 1º é em relação a condutividade hidráulica do solo saturado (Ksat), com a textura do solo. O 2º subgrupo está relacionado a porosidade do solo, por vez a macro e microporosidade já eram esperadas neste grupo uma vez que estas apresentam uma relação direta, a saber: quando temos elevados valores de macroporosidade, aumenta a porosidade total e diminui a microporosidade (VAN LIER, 2010).

#### 4. CONCLUSÕES

Neste contexto, foi possível concluir através da análise de cluster que, os atributos físicos-hídricos do solo da bacia hidrográfica do Arroio Fragata, distribuíram-se em 2 grupos distintos, o que viabilizou a inferência sobre as similaridades entre os atributos envolvidos neste estudo e consequentemente um melhor entendimento do sistema solo.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, MARCO ANTÔNIO CAMILLO DE et al. Multivariate approach of soil attributes on the characterization of land use in the southern Brazilian Amazon. **Soil And Tillage Research**, [s.l.], v. 184, p.207-215, dez. 2018.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 212 p., 1997.

FERREIRA, DANIEL FURTADO. **Estatística multivariada**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2011. 662 p.

GEE, G.W.; J.W. BAUDER.. Particle-size Analysis. In A.L. Page (ed.). **Methods of soil analysis**, Part 1, Physical and mineralogical methods. Second Edition, Agronomy, p. 383 – 411, 1986.

HAIR JR., J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688 p.

HUANG, X., FANG, N. F., ZHU, T. X., WANG, L., SHI, Z. H., HUA, L. Hydrological response of a large-scale mountainous watershed to rainstorm spatial patterns and reforestation in subtropical China. **Science of the Total Environment**, v. 645, p. 1083-1093, 2018.

KHALEDIAN, Y., KIANI, F., EBRAHIMI, S., BREVIK, E. C., AITKENHEAD-PETERSON, J. Assessment and monitoring of soil degradation during land use change using multivariate analysis. **Land Degradation & Development**, v. 28, n. 1, p. 128-141, 2017.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da água no solo**. São Paulo: EDUSP, 2005. 335p.

MAIA, CELSEMY ELEUTERIO; DE MOIRAS, ELIS REGINA COSTA; DE MEDEIROS, JOSÉ FRANCISMAR. Capacidade de campo, ponto de murcha permanente e água disponível para as plantas em função de doses de vermicomposto. **Revista Caatinga**, v. 18, n. 3, p. 195-199, 2005.

MINGOTI, Sueli Aparecida. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. 2. ed. Minas Gerais: UFMG, 2013. 297 p.

REICHARDT, KLAUS, LUÍS CARLOS TIMM. **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. Barueri, SP: Manole, 2016. 548 p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed., (Boletim Técnico, 5), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 147 p., 1995.

VAN LIER, QUIRIJN DE JONG (Ed.). **Física do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. 298 p.

VIEIRA, S.R.; DECHEN, S.C.F. Spatial variability studies in São Paulo, Brazil along the last twentyfive years. **Bragantia**, Campinas, v. 69, supl. 0, p. 53-66, 2010.

WU, Y., OUYANG, W., HAO, Z., LIN, C., LIU, H., WANG, Y. Assessment of soil erosion characteristics in response to temperature and precipitation in a freeze-thaw watershed. **Geoderma**, S.I, v. 328, p. 56-65, 2018.