

Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) e sua relação com a Densidade e Porosidade do solo

Visual Evaluation of Soil Structure (VESS) and its relationship with Soil Density and Porosity

Lucas Salcoski Rossoni¹, Esmailson Moreira dos Santos², Vacilania Pacheco³, Douglas Alvarez Alaminio⁴, Rachel Muylaert Locks Guimarães⁵

RESUMO

Perturbações das condições naturais da estrutura do solo ocasionadas por práticas de manejo inadequadas reduzem o potencial agrícola de áreas cultivadas. Neste sentido, há a necessidade de metodologias eficientes e acessíveis que possam ajudar no monitoramento e tomada de decisões quanto a manutenção da saúde do solo. A Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) é uma metodologia semiquantitativa que fornece resultados rápidos e de fácil compreensão. O objetivo do estudo foi relacionar os escores Qe (qualidade estrutural) atribuídos ao solo pela metodologia da VESS com densidade e porosidade total do solo. Selecionou-se uma área de lavoura comercial e uma de mata nativa, ambas no município de Pato Branco-PR, onde foi realizada a metodologia VESS, o delineamento foi o Inteiramente Casualizado, coletando 50 amostras indeformadas de solo utilizando-se cilindros metálicos divididas entre as 5 Qe-VESS na área da lavoura e 10 amostras da área de mata nativa. Em laboratório foram determinadas densidade do solo (Ds) e Porosidade total (Pt). A VESS foi altamente relacionada com a densidade do solo apresentando $R^2 = 0,89$ e Porosidade total com $R^2 = 0,90$. Os atributos físicos do solo e os escores Qe-VESS da Avaliação Visual da Estrutura do Solo são complementares e sua combinação fornece uma avaliação mais completa da qualidade física do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Agregados do solo; física do solo; qualidade estrutural do solo.

ABSTRACT

Disturbances to the natural soil structure caused by inappropriate management practices can diminish the agricultural potential of cultivated areas. In this regard, there is a need for efficient and accessible methodologies that can assist in monitoring and decision-making regarding soil health maintenance. Visual Evaluation of Soil Structure (VESS) is a semi-quantitative methodology that provides rapid and easily understandable results. The study's objective was to relate the Qe scores (structural quality) assigned to the soil using the VESS methodology to soil density and total porosity. A commercial farming area and a native forest area were selected in the municipality of Pato Branco-PR, where the VESS methodology was applied.

¹ Bolsista do CNPq, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: lucasrossoni65@gmail.com ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1326734858269693>.

² Doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGAG. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: esmailson.moreira@gmail.com ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1484955905767662>.

³ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGAG. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: vacilania.vp@gmail.com ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3189480421067221>.

⁴ Pós-doutorando do Programa de Pós-graduação em Agronomia - PPGAG. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: doug_biologo@hotmail.com ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6094088597192798>

⁵ Docente permanente do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil. E-mail: rachelquimaraes@utfpr.edu.br ID Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4867562015205306>.

The experimental design was Completely Randomized, involving the collection of 50 undisturbed soil samples using metal cylinders, divided into the 5 Qe-VESS categories in the farming area, and 10 samples from the native forest area. In the laboratory, soil density (Ds) and total porosity (Pt) were determined. VESS showed a strong correlation with soil density, with an R^2 of 0.89, and total porosity with an R^2 of 0.90. The soil's physical attributes and the Qe-VESS scores from the Visual Evaluation of Soil Structure are complementary, and their combination provides a more comprehensive assessment of soil physical quality.

KEYWORDS: Soil structure; soil physics; soil structural quality,

INTRODUÇÃO

Práticas de manejo inadequadas como o revolvimento do solo, a falta de palhada, a monocultura, afetam diretamente a saúde do solo, um tema de grande debate nas últimas décadas. Segundo Askari et al. (2015), a avaliação periódica da qualidade estrutural é uma prática importante a ser considerada, uma vez que a estrutura do solo é o componente chave da qualidade do solo.

O desenvolvimento de técnicas alternativas de análise no campo é essencial para o monitoramento ambiental e a avaliação de práticas conservacionistas (DE ARAÚJO et al., 2013). Enquanto os métodos qualitativos convencionais para medir as propriedades do solo exigem recursos e conhecimento específico, métodos visuais e táteis oferecem alternativas mais acessíveis, permitindo avaliações confiáveis da qualidade do solo tanto para produtores rurais quanto para pesquisadores (BATEY; MCKENZIE, 2006; ANCELIN et al., 2008; ASKARI; CUI; HOLDEN, 2013; GUIMARÃES et al., 2013; BALL; MUNKHOLM, 2015).

Dentre todas as abordagens visuais, a avaliação visual da estrutura do solo (VESS) destaca-se por ser um método de fácil compreensão, rápida execução e por proporcionar resultados imediatos, amplamente utilizado em solos temperados e tropicais (Guimarães et al., 2017; franco et al., 2019).

O VESS foi relacionado a uma série de indicadores de qualidade dos solos. Dentre eles, a porosidade total e a Ds. A porosidade total é um dos atributos que afeta a infiltração, retenção, percolação e o escoamento da água, as trocas gasosas; e a densidade do solo é considerada útil para estimar a compactação do solo (Rabot et al., 2018), sendo que ambos os atributos influenciam no crescimento e desenvolvimento do sistema radicular das culturas. Nos solos argilosos de clima tropical alguns trabalhos encontraram relações entre o método VESS e as propriedades físicas densidade do solo (Auler et al., 2017; TUCHTENHAGEN et al., 2018) e porosidade total (TUCHTENHAGEN et al., 2018).

O método foi desenvolvido para solos de clima temperado, contudo ainda persiste a necessidade de refinar o uso dessa metodologia em solos argilosos de clima tropical, uma vez que a relação do método com atributos físicos pode facilitar o processo de avaliação direta no campo e o monitoramento da qualidade do solo.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi relacionar os escores de qualidade estrutural (Qe) pela metodologia VESS com os atributos físicos densidade e porosidade total do solo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma lavoura comercial sob as coordenadas 26°11'36" S e 52°41'19" W, e uma área de mata nativa sob as coordenadas 26°11'34" S e 52°41'18" W, no município de Pato Branco – Paraná. O clima do município é classificado como subtropical úmido, tipo Cfa segundo a classificação Koppen, e altitude média de 800 m. No verão as temperaturas apresentam-se superiores a 22°C e no inverno inferiores a 18°C (CAVIGLIONE et al., 2007). O solo da região é caracterizado como Latossolo Vermelho distroférico (BHERING et al., 2007), com textura muito argilosa (810, 167 e 23 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente). A lavoura é manejada sob plantio direto, com histórico de uso o cultivo de soja, milho, aveia, trigo e feijão. A cada dois ou três anos o produtor realiza a escarificação mecânica.

Foram realizadas avaliações seguindo a metodologia VESS, onde, com uma pá de corte reta são abertas trincheiras e extraídas amostras de solo indeformadas de dimensões 20 x 10 x 25 cm (largura, espessura e profundidade). Após a extração da amostra, foi realizada suavemente a quebra da amostra ao longo dos planos de fratura entre agregados, utilizando-se as duas mãos para revelar as principais unidades estruturais e camadas de estrutura contrastantes (GUIMARÃES; BALL; TORMENA, 2011; BALL et al., 2017). São avaliados o tamanho, a forma, a porosidade visível dos agregados e raízes, usando uma chave de pontuação ilustrada (GUIMARÃES; BALL; TORMENA, 2011). Para a nota, são fornecidas cinco categorias referentes a qualidade estrutural do solo (Qe), sendo que Qe1 e Qe2 são considerados solos de boa qualidade estrutural, Qe3 solos de qualidade moderada e Qe4 e Qe5 solos de baixa qualidade (BALL et al., 2017).

O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado, os tratamentos foram os cinco escores de Qe-VESS, com 10 repetições totalizando 50 amostras indeformadas. Adicionalmente foram coletadas 10 amostras da área de mata. Para a coleta das amostras indeformadas foram utilizados cilindros metálicos (75 mm diâmetro x 50 mm de altura). As amostras foram encaminhadas ao laboratório de física do solo da UTFPR – Pato Branco, e mantidas sob refrigeração até o momento das avaliações. No laboratório, as amostras foram ajustadas ao volume do cilindro e receberam 6 ml de solução de formaldeído à 4% de concentração. Em seguida, as amostras foram submetidas à saturação de maneira gradativa com água até a total submersão (CRAWFORD, 2015) por 48 h.

A porosidade total do solo (Pt) foi estimada pelo conteúdo de água volumétrico do solo e a densidade do solo (Ds) obtida pela razão entre a massa de solo seco (105°C por 48 horas) e o volume do cilindro.

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e homogeneidade de variância pelos testes Lilliefors e Levene. As análises de regressões foram obtidas entre os escores de Qe-VESS e os atributos físicos Ds e Pt, utilizando o software R (R Development Core Team, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve uma relação positiva entre a Qe-VESS e a Ds ($y=2,973-8,631x+7,711x^2$; $R^2=0,89$, $p<0,001$) e negativa entre a Qe-VESS e a Pt ($y=42,06-97,99x+57,89x^2$; $R^2=0,90$, $p<0,001$). Quanto maior a Ds e menor a Pt maior será o escore Qe-VESS, refletindo em uma estrutura do solo mais pobre e degradada.

Auler et al. (2017) avaliando a degradação da qualidade estrutural de um solo argiloso em sistema integrado lavoura-pecuária (SIPA) na região sul do Brasil, verificaram uma forte relação entre o Qe-VESS e a Ds ($R^2= 0,80$) para a camada de 0-10 cm.

Ao avaliar os efeitos ocasionados pela conversão de áreas de vegetação nativa em pastagem e cana-de-açúcar, usando o VESS e medições quantitativas dos atributos físicos do solo, Cherubim et al. (2017) relataram que escores Qe-VESS elevados (pior qualidade) refletiam em um aumento na Ds ($r=0,57$, $p<0,01$) e uma redução da macroporosidade ($r=-0,48$, $p<0,02$) em um solo argiloso.

Em um experimento de longo prazo, na região sudeste do Brasil, Castioni et al. (2018) avaliaram os efeitos da remoção da palha na qualidade física do solo, correlacionando atributos físicos e os escores Qe-VESS. Foi observado uma correlação direta e significativa entre Qe-VESS e Ds ($r=0,66$, $p<0,05$) e uma correlação inversa entre Qe-VESS e macroporosidade ($r=-0,51$, $p<0,05$). Os resultados dos autores confirmaram que a remoção de altas taxas de palhada aumentaram significativamente a compactação do solo, conforme indicado pelos valores de Ds, prejudicando a qualidade estrutural do solo.

Da Luz et al. (2023), investigando os impactos do controle do tráfego de máquinas agrícolas nas propriedades físicas em cultivo de cana-de-açúcar, na região sudeste do Brasil, observaram uma correlação positiva entre a Qe-VESS e a Ds ($r=0,35$, $p<0,05$), indicando que houve uma tendência de melhor qualidade física sob tráfego controlado, principalmente na camada de solo de 0–10 cm.

De acordo com os resultados obtidos e os trabalhos já relatados na literatura, infere-se que a metodologia VESS foi eficientemente sensível para detectar mudanças na qualidade estrutural dos solos argilosos tropicais, demonstrando seu potencial como metodologia de avaliação direta no campo para monitorar os efeitos do manejo na qualidade estrutural dos solos.

CONCLUSÃO

Os escores Qe-VESS demonstraram forte relação entre os atributos físicos Ds e Pt, confirmando o potencial da VESS como um método eficiente de avaliação da qualidade estrutural do solo no campo.

Agradecimentos

Ao CNPq pela bolsa de iniciação científica.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

Ao Grupo de Pesquisa em Física do Solo (GFIS) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, pelo apoio e ensinamentos.

Ao Laboratório de Física do Solo e química do solo (LabSolos) da UTFPR – Campus Pato Branco pelo auxílio nas análises e estrutura para condução do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (Código de Financiamento 001) pelo apoio para realização do trabalho.

Conflito de interesse

Não há conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

ANCELIN, Olivier et al. Deux méthodes pour un d rapide de l'état structural. **Perspectives Agricoles: Orleans**, n. 349, p. 38–41, 2008. Disponível em: https://www.perspectives-agricoles.com/file/galleryelement/pj/e5/4d/f6/10/349_3595619653921130704.pdf. Acesso em: 20 set. 2023.

ASKARI, Mohammad Sadegh; CUI, Junfang; HOLDEN, Nicholas M. The visual evaluation of soil structure under arable management. **Soil and Tillage Research**, v. 134, p. 1–10, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2013.06.004>.

ASKARI, M. S., CUI, J., O'ROURKE, S. M., & HOLDEN, N. M. Evaluation of soil structural quality using VIS–NIR spectra. **Soil and Tillage Research**, 146, 108117. 2015.

AULER, A. C. et al. Soil structural quality degradation by the increase in grazing intensity in integrated crop-livestock system. **Bragantia**, v. 76, n. 4, p. 550–556, 14 ago. 2017.

BALL, B. C., GUIMARÃES, R. M., CLOY, J. M., HARGREAVES, P. R., SHEPHERD, T. G., & MCKENZIE, B. M. Visual soil evaluation: a summary of some applications and potential developments for agriculture. **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 114124, 2017.

BALL, Bruce C.; MUNKHOLM, Lars J. (Ed.). Visual Soil Evaluation: Realizing potential crop production with minimum environmental impact. CABI, 2015.

BATEY, Tom; MCKENZIE, David C. Soil compaction: identification directly in the field. **Soil Use and Management**, v. 22, n. 2, p. 123–131, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2006.00017.x>.

BHERING, S. B. et al. Mapa de Solos do Estado do Paraná. Embrapa Solos. **Documentos (INFOTECAE)**, 2007.

CASTIONI, G. A. et al. Soil physical quality response to sugarcane straw removal in Brazil: A multi-approach assessment. **Soil and Tillage Research**, v. 184, p. 301–309, dez. 2018.

CAVIGLIONE, J. H., KIIHL, L. R. B., CARAMORI, P. H., OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2000.

CHERUBIN, M. R., FRANCO, A. L., GUIMARÃES, R. M., TORMENA, C. A., CERRI, C. E., KARLEN, D. L., & CERRI, C. C. Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using Visual Evaluation of Soil Structure (VSS). **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 6474, 2017

CRAWFORD, Colin. Crop and soil systems (crop sector) standard operating procedure water desorption. **Scotland's Rural College**, SRUC, 2015.

DA LUZ, F. B. et al. Controlled traffic farming maintains soil physical functionality in sugarcane fields. **Geoderma**, v. 432, p. 116427, 1 abr. 2023.

FRANCO, André L. C. et al. Relating the visual soil structure status and the abundance of soil engineering invertebrates across land use change. **Soil and Tillage Research**, v. 173, p. 49–52, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.08.016>

GUIMARÃES, R. M., LAMANDÉ, M., MUNKHOLM, L. J., BALL, B. C., & KELLER, T. Opportunities and future directions for visual soil evaluation methods in soil structure research. **Soil and Tillage Research**, 173, 104-113. 2017b.

GUIMARÃES, R.M.L., BALL, B.C., TORMENA, C.A., GIAROLA, N.F.B. & DA SILVA, A.P. 2013. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. **Soil & Tillage Research**, 127, 92– 99.

R Core Team. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2022.

RABOT, Eva et al. Soil structure as an indicator of soil functions: A review. **Geoderma**, v. 314, p. 122–137, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.11.009>.