



SubVESS – Nova Avaliação Visual da Estrutura do Subsolo: uso sob condições tropicais.

Rachel Muylaert Locks Guimarães⁽¹⁾; Bruce Clive Ball⁽²⁾; Lars Munkholm⁽³⁾; Cássio Antonio Tormena⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Professora; Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Pato Branco, Paraná; rachelguimaraes@utfpr.edu.br; ⁽²⁾ Pesquisador; Scotland's Rural College; Reino Unido; ⁽³⁾ Pesquisador; Aarhus University; Dinamarca; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Estadual de Maringá, Brasil.

RESUMO: A estrutura do solo abaixo dos 30 cm de profundidade tem função importante para o crescimento de plantas por ser grande armazenadora de água, ar e nutrientes e ter grande influência na drenagem da água no perfil. A estrutura do solo em subsuperfície é diferente da superfície (0-30 cm), portanto uma nova metodologia de avaliação visual da estrutura do subsolo foi desenvolvida, o SubVESS. O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do uso do SubVESS em ambiente tropical. Para testar a metodologia trincheiras foram abertas nos seguintes ambiente: (1) floresta nativa; (2) solo sob sucessão das culturas: soja, soja, trigo; (3) como a área 2, porém no momento da amostragem estava cultivada com aveia de verão; (4) área de plantio direto sob milho; (5) área em rotação de cultura soja, milho, braquiária e nabo forrageiro e (6) solo sob cultura da cada-de-açúcar. Avaliações da porosidade, resistência, raízes, cor e agregados foram realizadas no perfil do solo, desta forma uma nota (Qes) foi atribuída para cada camada do solo. O método foi eficiente na identificação de camadas com diferentes resistências e porosidade. Foi possível identificar até que ponto no perfil a ação antrópica modificou a estrutura do solo. Na maioria das áreas a modificação da estrutura ocorreu até 50 cm de profundidade. A metodologia se mostrou viável para a aplicação em solos tropicais.

Termos de indexação: compactação, VESS, perfil do solo.

INTRODUÇÃO

Grande ênfase é dada para o estudo da compactação do solo em superfície, ou seja, dos primeiros 30 cm de solo, pois esta parte do perfil está diretamente ligada com a nutrição e disponibilidade de ar e água para as plantas. No entanto, a estrutura do solo em subsuperfície (subsolo) também pode impor limites ao desenvolvimento de plantas, uma vez que é responsável principalmente pela drenagem e fluxo de ar (Mueller et al., 2012). Plantas perenes ou de sistema radicular mais profundo, facilmente podem explorar profundidades do solo maiores que 30 cm.

A compactação em subsuperfície é uma das grandes ameaças a agricultura, devido a dificuldade e alto custo de retornar camadas subsuperfícies a condições de estrutura mais adequadas ao desenvolvimento de plantas. A compactação de camadas mais profundidade tem surgido devido ao uso de maquinários cada vez mais pesados, operações no campo em condições de umidade não adequadas (Jones et al., 2003) e ao não respeito a capacidade de uso e aptidão agrícola das terras.

Métodos visuais tem sido utilizados para avaliar a estrutura do solo em superfície como VESS e o VSA e em subsuperfície como o perfil cultural e SOILpak, no entanto os dois últimos requerem grande conhecimento em solos para sua execução (Guimarães et al., 2011).

O grupo F da ISTRO (Visual Soil Examination and Evaluation) em seu workshop na Dinamarca em 2011, reconheceu a necessidade do desenvolvimento de uma classificação para a estrutura do subsolo, baseada na descrição do formato de agregados e da presença e forma de poros e rachaduras, como sugerido por (Mueller et al., 1994). Decidiu-se ainda incorporar informações sobre raízes, atividade biológica e cor do solo. Incluiu-se uma carta chave similar à do VESS. Neste sentido, um subgrupo do grupo F desenvolveu uma avaliação numérica da qualidade do subsolo, chamado SubVESS (Avaliação Visual da Estrutura do subsolo). Esta metodologia foi recentemente apresentada no workshop do grupo F da ISTRO em 2014, realizado em Maringá, Brasil e publicada em Ball et al., 2015.

A descrição da estrutura da superfície e da subsuperfície não são idênticas. A estrutura do solo muda com o aumento da profundidade por fatores pedogenéticos. A densidade do solo aumenta em função do peso das camadas superiores, a matéria orgânica diminui em função da menor atividade biológica e a estrutura é influenciada mais por fatores físicos (Brady & Weil 2002). Em função disso, desenvolveu-se uma carta chave diferente da metodologia da avaliação visual da estrutura do solo VESS (Ball et al., 2007; Guimarães et al., 2011), uma vez que as condições no subsolo são diferentes e a avaliação é baseada na avaliação da parede do perfil e fragmentos de agregados obtidos



de camadas do perfil (Ball et al., 2015). Esta metodologia é aplicada a partir da profundidade de 25 cm, acima disso um método de superfície deve ser utilizado.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a viabilidade do uso do SubVESS em ambiente tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de testar a metodologia em solos tropicais, trincheiras de no mínimo 1 m de profundidade foram abertas em Latossolo Vermelho distrófico, em diferentes regiões do Estado do Paraná, sob uso e manejo distintos: (1) floresta nativa; (2) solo sob sucessão das culturas: soja, soja, trigo; (3) como a área 2, porém no momento da amostragem estava cultivada com aveia de verão; (4) área de plantio direto sob milho; (5) área em rotação de cultura soja, milho, braquiária e nabo forrageiro e (6) solo sob cultura da cana-de-açúcar. As áreas 1 a 5 apresentam textura do solo muito argilosa, variando de 70 a 80% de argila, enquanto que a área 6 apresenta textura arenosa, em torno de 60% de areia.

Para uma avaliação completa do perfil, seguindo a proposta de Ball et al., 2015, em cada área foi realizada a metodologia da avaliação visual da estrutura do solo (VESS) nos primeiros 25 cm de solo. O método VESS consistiu da retirada de uma fatia de solo de dimensões 25 cm de profundidade, 15 cm de largura e 10 cm de espessura com o auxílio de uma pá reta. Para o procedimento da avaliação a estrutura do solo foi manualmente revelada e notas foram atribuídas a estrutura de acordo com a carta chave (Guimarães et al., 2011). Abaixo dos 25 cm de profundidade do solo a estrutura foi avaliada pelo SubVESS. A metodologia consiste em identificar camadas no perfil de cor e/ou resistência contrastantes. Para isto, com o auxílio de uma faca, gentilmente toca-se o perfil com o intuito de identificar as camadas de transição por meio da avaliação de sua resistência ao toque. Ao identificar uma camada de transição marca-se esta camada e com o auxílio de uma fita métrica e mede-se o seu comprimento (**Figura 1**).

A avaliação da estrutura de cada camada é feita com o auxílio de uma carta chave, em que na primeira página apresenta a descrição do método e na segunda o fluxograma de avaliação. Diferente da metodologia do VESS, nesta metodologia o usuário deve marcar a nota de cada categoria avaliada sendo estas: cor/mosqueado, força/resistência, porosidade, raízes e agregados. Ao final de cada avaliação atribui-se uma nota a estrutura (Qes – Qualidade Estrutural do Subsolo) para cada camada diagnosticada. Ambos os métodos apresentam escala de avaliação que variam de 1 a 5, sendo 1 a

melhor qualidade estrutural e 5 pior qualidade estrutural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método mostrou ser eficiente em identificar mudanças antropogênicas na estrutura do solo, revelando até que profundidade essas mudanças ocorreram. Esta inferência pode ser feita ao comparar a nota da estrutura do solo de mata nativa com a do solo cultivado. O ponto do perfil em que a estrutura volta a ter a mesma nota da mata, na mesma profundidade, pode ser considerada o fim da camada que sofreu alterações pelo manejo.

As notas (VESS) da estrutura do solo da camada superficial de 0-25 cm ficaram em torno de 1,2 para o solo de mata, 3,5 e 4 para os solos sob culturas anuais e cana-de-açúcar, respectivamente. Estes valores representam a média do bloco, ressalta-se que foi verificado nota 5 tanto na área sob milho quanto na área sob cana-de-açúcar.

O solo sob mata nativa apresentou Qes de 1 (25 a 40 cm) e Qes 2 de 40 cm a 100 cm de profundidade. O aumento da nota da qualidade estrutural de 1 para 2 se dá em função do peso das camadas superiores que fazem com que agregados/torrões da parede do perfil se encontrem com sua estrutura mais firme, no entanto ainda com porosidade visível muito alta. Resultados similares são apresentados em Ball et al., 2015.

Nos solos cultivados com culturas anuais em todas as situações foi verificada qualidades estruturais 3 e 4, sendo que após 50 cm de profundidades o valor de Qes retornava para 2. Isto indica que a estrutura do solo sofreu modificações antropogênicas até esta profundidade (50 cm). Estas mudanças são ocasionadas principalmente pelo tráfego contínuo de maquinários pesados nestas áreas e pelo menor aporte de matéria orgânica em camadas mais profundas promovida pela menor diversificação de espécies que se tem em áreas cultivadas.

Foi verificada dificuldade quanto a avaliação da porosidade visível em agregados, principalmente em áreas sob plantio direto com rotação de culturas. O não revolvimento facilita a criação de bioporos, que foram observados em profundidade mesmo em estruturas com nota Qes 4, o que pode confundir o usuário, uma vez que estes agregados apresentavam alta resistência a desintegração, porém baixa a média quantidade de poros visíveis.

No solo sob cana-de-açúcar foram identificados qualidade estrutural ruim Ssq5 em uma camada entre 60 a 70 cm do solo. Este é o reflexo da compactação causada por implementos utilizados na cultura da cana que revolvem o solo até aproximadamente 60 cm de profundidade,



resultando em uma camada muito compactada abaixo da profundidade de ação desses implementos. Qualidade estrutural 5, em subsolo, significa nenhuma porosidade ou rachadura visível, nem presença de raízes crescendo nestes pontos do perfil, indicando que esta é uma camada limite para o aprofundamento do sistema radicular da cana-de-açúcar. A verificação destas camadas extremamente compactadas traz uma grande preocupação, caso estas áreas tenham outro uso no futuro, uma vez que o retorno desta camada para condições estruturais adequadas tem um custo muito elevado e o risco de causar uma compactação abaixo da camada de ação do implemento agrícola é grande.

Ball et al., 2015 indica que notas que variam dentro da faixa de 1 a 3 não requerem mudanças no manejo do solo; nota 4 indica que há necessidade de alterações no manejo a longo prazo; e nota 5 indica que mudanças de manejo imediatas, a curto prazo, são necessárias, por sinalizar que a estrutura desta camada se encontra em estágio de degradação avançada, o que pode comprometer a produtividade das culturas neste ambiente.

É importante ressaltar que a avaliação da qualidade estrutural do subsolo é importante aliada para se conhecer camadas limitantes no perfil do solo. Estas camadas podem comprometer não só a exploração do sistema radicular das culturas como formar camadas impermeáveis que dificultam a drenagem da água no solo. Consequentemente, pode haver o alagamento da superfície do solo, trazendo prejuízos para as culturas por falta de oxigênio e por perdas de solo por erosão, em caso de escoamento superficial (Mueller, 2014; Lorenz & Lal, 2005).

CONCLUSÕES

O método foi eficiente em demonstrar alterações antropogênicas da estrutura do solo e mostrou-se viável para a tomada de decisão sobre mudanças do manejo do solo em ambiente tropical.

REFERÊNCIAS

BALL, B.C., BATEY, T. & MUNKHOLM, L. Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. *Soil Use and Management*, 23:329-337, 2007.

BALL, B.C., BATEY, T., MUNKHOLM, L.J., GUIMARÃES, R.M.L., BOIZARD, H., MCKENZIE, D.C., PEIGNÉ, J., TORMENA, C.A. & HARGREAVES, P. The numeric visual evaluation of subsoil structure (SubVESS) under agricultural production. *Soil and Tillage Research*, 148: 85-95, 2015.

BRADY, N. & WEIL, R. *The nature and properties of soils*. 13.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 960p.

GUIMARÃES, R.M.L., BALL, B.C. & TORMENA, C.A. Improvements in visual evaluation of soil structure. *Soil Use and Management*, 27:395-403, 2011.

JONES, R.J.A., SPOOR, G. & THOMASSON, A.J. Vulnerability of subsoils in Europe to compaction: a preliminary analysis. *Soil and Tillage Research*, 73:131-143, 2003.

LORENZ, K. & LAL, R. The depth distribution of soil organic carbon in relation to land use and management and the potential of carbon sequestration in subsoil horizons. *Advances in Agronomy*, 88:35-66, 2005.

MUELLER, L., SCHINDLER, U., BALL, B.C., SMOLENTSEVA, E., SYCHEV, V.G., SHEPHERD, T.G., QADIR, M., HELMING, K., BEHRENDT, A. & EULENSTEIN, F. Productivity Potentials of the Global Land Resource for Cropping and Grazing. In: MUELLER, L., SAPAROV, A. & LISCHIED, G. ed. *Novel Measurement and Assessment Tools for Monitoring and Management of Land and Water Resources in Agricultural Landscapes of Central Asia*. Switzerland: Springer International, 2014. p.115-142.

MUELLER, L., SCHINDLER, U. & DEXTER, A.R. Subsoil structure characteristics of river lowland clay soils with shallow water tables: In: *PROCEEDINGS OF THE 13TH TRIENNIAL CONFERENCE OF ISTRO*, 13., Copenhagen, 1994. *Anais: ISTRO*, 1994. p.567-572.

MUELLER, L., SCHINDLER, U., SHEPHERD, T.G., BALL, B.C., SMOLENTSEVA, E., HU, C., HENNINGS, V., SCHAD, P., ROGASIK, J., ZEITZ, J., SCHLINDWEIN, S.L., BEHRENDT, A., HELMING, K. & EULENSTEIN, F. A framework for assessing agricultural soil quality on a global scale. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 58 (S1):S76–S82, 2012.



Figura 1 – a) Camadas marcadas após sua resistência ter sido identificada com o auxílio de uma faca; b) Agregados sendo retirados de cada camada para avaliação; c) Aparência de agregados com Qualidade estrutura Qes 2; d) Aparência de agregados com Qualidade estrutura Qes 3.