

Desenvolvimentos em Avaliação Visual da Estrutura do Solo⁽¹⁾

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

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES, parte de tese de doutorado do primeiro autor. ⁽²⁾ Professora Adjunta; Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Pato Branco, Paraná; Endereço rachelguimaraes@utfpr.edu.br; ⁽³⁾ Pesquisador; Scotland's Rural College; Edimburgo, Reino Unido; bruce.ball@sruc.ac.uk; ⁽⁴⁾ Professor Associado; Universidade Estadual de Maringá; Maringá; Paraná; catormena@uem.br.

RESUMO: Métodos visuais para avaliar a estrutura do solo são simples, rápidos, baratos e podem ser usados por produtores rurais, consultores e pela comunidade científica. O objetivo deste trabalho foi aprimorar a metodologia da Avaliação Visual da Estrutura do Solo - VESS e utilizar as informações para produzir uma versão revisada da carta de avaliação. Comparou-se as notas da avaliação realizada após a quebra manual normal da fatia do solo e após a quebra pela queda da fatia (drop shatter) a fim de se obter a desagregação da fatia de solo menos independente do operador. Após a quebra da fatia, os agregados foram divididos manualmente e sua porosidade interna foi observada com o objetivo de desenvolver o uso da porosidade visível (VP) como um possível auxílio para a avaliação. Estes resultados foram inconclusivos, portanto um método de reduzir agregados maiores em fragmentos de 1,5-2,0 cm e descrição de sua forma e porosidade foi desenvolvido para auxiliar na avaliação da qualidade da estrutura do solo (Qe). A quebra manual da fatia do solo e através da queda resultou na mesma nota de Qe. O método de redução de agregados e avaliação de sua forma trouxe melhorias para o VESS, particularmente nas classes intermediárias de qualidade estrutural e uma carta revisada é apresentada. VESS foi sensível as mudanças da estrutura do solo entre as camadas dentro do perfil do solo e seu uso para diagnosticar Qe em diferentes camadas permite a melhoria direcionada ao manejo do solo.

Termos de indexação: porosidade, agregados, bloco

INTRODUÇÃO

Métodos visuais para avaliar a estrutura do solo são simples, rápidos, baratos e podem ser usados por produtores rurais, consultores e pela comunidade científica. O método da avaliação visual da estrutural do solo (VESS), desenvolvido por Ball et al. (2007) e aperfeiçoado por Guimarães et al. (2011), a partir do teste de Peerlkamp, tem se destacado pelas características acima. Entretanto, a partir dos trabalhos publicados que utilizaram o VESS produzido em 2007 (Mueller et al., 2009;

Giarola et al., 2009; 2010), levantaram questões sobre a subjetividade do método, principalmente em relação a fragmentação dos agregados da fatia do solo e a influencia do operador na atribuição das notas, a qual já havia sido abordada por Ball et al. (2007).

O objetivo deste trabalho foi aprimorar a metodologia do VESS e utilizar as informações para produzir uma versão revisada da carta de avaliação.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas sete áreas de amostragem, cinco na Escócia e duas no Brasil. A descrição das áreas estão apresentadas na **Tabela 1**.

A aplicação do VESS consiste na retirada de uma fatia de solo indeformada com o auxílio de uma pá de aproximadamente 25 cm de profundidade, 20 cm de largura e 10 cm de espessura, fragmentar a fatia de solo manualmente, respeitando os planos de fratura entre os agregados sempre que possível e comparar com uma carta visual para atribuir notas à estrutura do solo presente na amostra. Tamanho, resistência e porosidade de agregados, raízes e cor do solo são os principais critérios utilizados para definir a qualidade estrutural do solo (Qe). As notas variam de 1 (qualidade estrutural boa) a 5 (qualidade estrutural pobre).

Melhorias na fragmentação da fatia de solo

Os solos C, D e E foram utilizados para avaliar melhorias no procedimento de fragmentação da amostra de solo, principalmente porque estes solos apresentam distintas classes texturais. Dez pontos de amostragem foram selecionados igualmente espaçados ao longo de uma diagonal transversal de aproximadamente 50 m de comprimento no solo C, dez pontos ao acaso no solo D e nas bordaduras superiores e inferiores no solo E, para evitar danos a cultura nesta área. Em cada área duas amostras de solo, de aproximadamente 25 cm de profundidade foram extraídas. Uma das amostras foi fragmentada manualmente, da maneira usual, enquanto que a outra amostra foi submetida a



queda de uma a três vezes de uma altura de 1 m em uma bandeja de plástico conforme Shepherd (2000).

Porosidade interna dos agregados

Nos solos C-G, no mesmo momento da avaliação das melhorias para a quebra da fatia de solo e após a avaliação pelo VESS, estimou-se a porosidade visível (VP) dentro dos agregados que resultaram da quebra das camadas individuais. Estes agregados foram divididos ao meio, ao longo de seu plano de fratura e suas superfícies interiores foram inspecionadas para verificar a presença de poros e raízes, a fim de alocar esta porosidade em três classes de VP. Estas classes são VP1 = alta porosidade visível, raízes soltas e visíveis entre pequenos agregados; VP2 = agregados que apresentam rachaduras ou fissuras devido ao umedecimento e secamento do solo e algumas raízes achatadas; e VP3 = nenhuma porosidade ou raízes visíveis (Figura 3). Cinco agregados por camada foram avaliados. Esta classificação é similar a classificação de Roger-Strade et al. (2004) e utilizada por Peigné et al. (2009).

Fragmentação de agregados

Como uma extensão da quebra dos agregados para avaliação da porosidade visível, fragmentou-se os agregados utilizando-se um método similar ao utilizado por Guimarães et al. (2009) para obter agregados de tamanhos relativamente uniformes para preparar amostras para medidas de resistência tênsil. Após a fragmentação da amostra, agregados maiores que 5 cm foram fragmentados selecionando-se agregados representativos de cada camada e progressivamente quebrados em dois. Este método envolveu a quebra de agregados naturais maiores em agregados menores manualmente reduzidos de aproximadamente 1,5-2,0 cm de diâmetro.

Buscou-se estabelecer uma relação entre a forma e porosidade destes fragmentos de agregados e o escore de qualidade estrutural.

Análise Estatística

As análises de regressão foram realizadas utilizando os valores médios das variáveis e os coeficientes lineares foram submetidos ao teste t utilizando-se o software GenStat 11th edition (Payne et al., 2008). As diferenças entre as variáveis foram comparadas por meio do intervalo de confiança ($P < 0,05$) (Gabriel, 1987).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da comparação da quebra da amostra de solo por ação manual e pelo drop shatter teste mostrou que jogar a amostra é uma opção útil para amostras compactadas, porém depende do conteúdo de água, porque amostras com alto teor de água podem compactar com o impacto. Jogar a amostra de solo resultou na mistura das diferentes camadas, principalmente nos solos arenosos, na qual o material fino se espalhava dificultando distinguir e medir as camadas em que os agregados pertenciam. A técnica de quebra pelo drop shatter teste é também útil para a quebra de torrões individuais. A não desagregação de uma fatia jogada até 3 vezes indicou Qe 4-5, um solo que já perdeu muito a sua qualidade. Uma fatia Qe 3 irá desagregar; contudo, a quebra manual da amostra é mais rápida e fácil, e apresentou a mesma Qe que a quebra pelo "drop shatter" teste.

Os resultados de VP indicaram evidências de compactação anterior em todos os solos devido ao manejo prévio, como o tráfego no momento da colheita. A falta de porosidade visível sugere a persistência de agregados densos mesmo em cama de semeadura adequada criada pelo preparo do solo. Em alguns casos, as operações de preparo foram capazes de reduzir apenas o tamanho dos agregados, mas não de incrementar sua porosidade interna. VP mostrou não ser útil como critério para atribuir notas para Qe devido a grande amplitude de VPs encontrada em cada categoria.

Observou-se que o tipo de fragmento, e não necessariamente a porosidade, difere-se entre os notas de Qe e devem ajudar na identificação mais acurada da Qe. A forma com que esses agregados são quebrados é importante, porque a facilidade de torná-los arredondado ou se este se fragmenta em forma arredondada ou cúbica ajuda o usuário a identificar a classe de Qe. Estas observações levaram a revisão da carta de VESS apresentada na **Figura 1**, tornando a avaliação visual do solo pelo VESS mais objetiva.

A mudança de Qe com a profundidade é uma avaliação importante. A Qe da primeira camada e sua espessura é a informação de maior relevância, por exemplo, Qe 4-5 nos primeiros 10 cm irá impor piores condições de crescimento para as culturas do que Qe 4-5 abaixo dos primeiros 10 cm de profundidade. Diante disto, é importante detectar as diferenças na estrutura dentro da amostra de solo, mas principalmente dentro dos primeiros 10 cm (camada de 0-10 cm). Esta avaliação pode auxiliar



na escolha do manejo, particularmente para o cultivo mínimo.

CONCLUSÕES

Para VESS, a quebra da fatia de solo utilizando a técnica de “drop shatter” resultou na mesma qualidade estrutural (Q_e) que a quebra manual da amostra de solo.

A avaliação da porosidade visível dos agregados não auxiliou como um critério diagnóstico adicional para VESS. Entretanto se uma porção considerável de uma camada Q_e 3 apresenta VP 3, sugere-se que melhorias no manejo do solo devam ser realizadas.

A redução progressiva dos agregados e a avaliação da sua forma final resultou em melhorias no VESS, tornando-o menos subjetivo.

A identificação da posição e da qualidade das camadas do solo não compactadas é possível com a utilização do VESS.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem Mr J. Miller, Mr J. Grant-Suttie, Mr K. Gray, Mr R. Aitken, e Eng. Agrônomo Moacir Ferro pelo acesso as áreas de amostragem. Agradecimentos também aos colegas Colin Crawford, Craig David Rogers, Edner Betioli Júnior, Everton Blainski e Wagner Moreira pela ajuda nas amostragens. Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pelo Scottish Government Environment and Rural Affairs Department, Sustainable Crop Systems Work Package, pela Fundação Araucária e pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

REFERÊNCIAS

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

GABRIEL, K.A. Simple method of multiple comparisons of means. *Journal of the American Statistical Association*, 73:724-729, 1978.

GIAROLA, N.F.B.; SILVA, A.P.; TORMENA, C.A.; BALL, B.; ROSA, J.A. Visual soil structure quality assessment on Oxisols under no-tillage system. *Scientia Agricola*, 67:479-482, 2010.

GIAROLA, N.F.B.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; BALL, B. Método de avaliação visual da qualidade da estrutura

aplicado a Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Ciência Rural*, 39:2531-2534, 2009.

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

GUIMARÃES, R.M.L.; TORMENA, C.A.; ALVES, S.J.; FIDALSKI, J.; BLAINSKI, E. Tensile strength, friability and organic carbon in an oxisol under a crop-livestock system. *Scientia Agricola*, 66:499-505, 2009.

MUELLER, L.; KAY, B.D.; HU, C., LI, Y.; SCHINDLER, U.; BEHRENDT, A.; SHEPHERD, T.G.; BALL, B.C. Visual assessment of soil structure: Evaluation of methodologies on sites in Canada, China and Germany Part I: Comparing visual methods and linking them with soil physical data and grain yield of cereals. *Soil and Tillage Research*, 103:178-187, 2009.

PAYNE, R.W.; HARDING, S.A.; MURRAY, D.A.; SOUTAR, D.M.; BAIRD, D.B.; GLASER, A.I.; CHANNING, I.C.; WELHAM, S.J.; GILMOUR, A.R.; THOMPSON R. et al. *GenStat Release 11 Reference Manual. Part 2. Directives*. VSN International, Hemel Hempstead, England, 2008.

PEIGNÉ, J.; CANNAVACIUOLO, M.; GAUTRONNEAU, Y.; AVELINE, A.; GITEAU, J.L.; CLUZEAU D. Earthworm populations under different tillage systems in organic farming. *Soil and Tillage Research*, 104:207–214, 2009.

ROGER-ESTRADE, J.; RICHARD, G.; CANEILL, J.; BOIZARD, H.; COQUET, Y.; DEFOSSEZ, P.; MANICHON, H. Morphological characterization of soil structure in tilled fields: from a diagnosis method to the modelling of structural changes over time. *Soil and Tillage Research*, 79:33-49, 2004.

SHEPHERD, T.G. Visual soil assessment. Volume 1. Field guide for cropping and pastoral grazing on flat to rolling country. *Horizons.mw* ; Landcare Research, Palmerston North, New Zealand. 2000.

SKIBA, U.; BALL, B. The effect of soil texture and soil drainage on emissions of nitric oxide and nitrous oxide. *Soil Use and Management*, 18:56-60, 2002.

Tabela 1 - Característica dos solos utilizados no estudo.

Soil	Série	Latitude	Longitude	Localidade	Areia (%)	Silt e (%)	Argila (%)	Drenagem
C	Kilmarnock	56°04'N	2°43' W	North Berwick, UK	58.9*	15	26.1	imperfeito
D	Cauldside	55°59'N	2°40'W	East Linton, UK	21.1	28.2	50.7	imperfeito -pobre
E	Dreghorn	56°05'N	2°46'W	North Berwick, UK	75.5	10.6	13.9	livre
F	São Jorge	23°23'S	52°14'W	Paraná Brazil	73.1	4.5	22.4	livre
G	Campos Verdes	23°27'S	52°00'W	Paraná Brazil	4	18	78	livre

*As % de areia, silte e argila das áreas C-E foram determinados por SKIBA e BALL (2002).

Qualidade Estrutural	Tamanho e aparência dos agregados	Porosidade visível e raízes	Aparência depois do manuseio: vários solos	Aparência depois do manuseio: mesmo solo diferentes manejos	Característica distintiva	Aparência e descrição de agregados naturais ou fragmento reduzido de ~ 1,5 cm de diâmetro
Qe1 Friável Agregados quebram facilmente com os dedos	Maioria < 6 mm após a quebra	Alta porosidade Raízes por todo solo			 Agregados pequenos	 Ação de quebrar o bloco é suficiente para revelá-los. Agregados grandes são compostos por agregados menores, presos pelas raízes.
Qe2 Intacto Agregados quebram facilmente com uma mão	Uma mistura de agregados porosos e redondos entre 2 mm – 7 cm Sem presença de torrões	Maioria dos agregados são porosos Raízes por todo solo			 Agregados altamente porosos	 Agregados quando obtidos são redondos, muito frágeis, despedaçam muito facilmente e são altamente porosos.
Qe3 Firme Maioria dos agregados quebram com uma mão	Uma mistura de agregados porosos entre 2mm -10 cm; menos de 30% são <1 cm. Alguns torrões angulares não porosos podem estar presentes	Macroporos e fissuras presentes Porosidade e raízes: ambas dentro dos agregados			 Agregados com baixa porosidade	 Fragmentos de agregados são razoavelmente fáceis de serem obtidos. Apresentam poucos poros e são arredondados. Raízes geralmente crescem através dos agregados.
Qe4 Compacto Quebrar agregados com uma mão requer esforço considerável	Maioria > 10 cm e são sub-angulares não porosos; possibilidade de horizontalização; menos que 30% são <7 cm	Poucos macroporos e fissuras Raízes agrupadas em macroporos e ao redor dos agregados			 Macroporos bem distintos	 Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, em forma de cubo muito angulosos e pontudos e apresentam fissuras internamente.
Qs5 Muito compacto Difícil quebra	Maioria são maiores que > 10 cm, muito poucos < 7 cm, angular e não poroso	Porosidade muito baixa. Macroporos podem estar presentes. Pode conter zonas anaeróbicas. Poucas raízes e restritas a fissuras			 Cor azul-aczentada	 Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, no entanto, considerável força é necessária. Geralmente não apresentam poros ou fissuras.

Figura 1 - Carta de referência revisada. Esta carta pode ser obtida em <http://paginapessoal.utfpr.edu.br/rachelguimaraes>.