

Diagnóstico rápido da estrutura do solo (DRES) - por quê e para quê

Amanda Letícia Pit Nunes¹, Henrique Debiasi², Julio Cezar Franchini dos Santos², Luís Carlos Hernani³, Ana Carolina Polinarski Coqueiro⁴, Ricardo Ralisch⁵

¹Engenheira-agrônoma, mestre em Agronomia, doutoranda pela Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

²Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciência do Solo, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR

³Engenheiro-agrônomo, doutor em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Solos, Rio de Janeiro, RJ

⁴Engenheira-agrônoma, autônoma, Rio Verde, GO

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

Introdução

A degradação da qualidade estrutural do solo, resultante da intensificação do tráfego de máquinas agrícolas pesadas e, principalmente, da baixa diversidade biológica dos modelos de produção de grãos predominantes no Brasil, é um dos principais limitantes ao alcance de altas produtividades, resultando ainda no aumento dos custos de produção e da erosão hídrica. Um dos fatores que certamente contribui para este cenário é a carência de métodos de campo que permitam avaliar diretamente a qualidade da estrutura do solo. Neste contexto, o Diagnóstico Rápido de Estrutura do Solo (DRES) é uma opção para suprir essa carência, constituindo-se assim em uma ferramenta de avaliação visual da qualidade da estrutura do solo. Trata-se de metodologia realizada no campo, aplicada por agrônomos, estudantes, produtores e seus assistentes técnicos. O DRES permite o monitoramento da estrutura do solo, verificando sua evolução e associando-a aos fatores de manejo adotados, resultando ainda, em recomendações para melhoria do manejo, de acordo com a qualidade estrutural observada.

Trata-se de avaliação qualitativa que qualquer pessoa interessada e atenta pode fazer com confiança, após um breve treinamento. Os parâmetros qualitativos são convertidos em quantitativos, o que facilita os registros e a organização de históricos de manejo das áreas, permitindo assim comparações no tempo e no espaço.

O DRES constitui-se também em uma grande ferramenta a ser utilizada em ações de transferência de tecnologias e conhecimentos associados à melhoria da qualidade do manejo do solo. Isto porque a visualização das amostras de solo trabalhadas de acordo com a metodologia do DRES demonstra, de maneira simples, direta e clara, o efeito das práticas de manejo do solo na qualidade estrutural.

Estrutura do solo

Segundo Santos et al. (2005), estrutura do solo é o padrão de organização das partículas primárias em unidades estruturais, os agregados, separadas entre si por superfície de fraqueza ou apenas superpostas. Em abordagem agronômica, a estrutura do solo é a composição destes agregados, que define propriedades como a porosidade e a superfície específica. Trata-se, portanto, da forma como os componentes minerais e orgânicos do solo se arranjam entre si e com os espaços porosos oriundos do arranjo.

O manejo do solo afeta justamente esta organização das partículas com a porosidade, ora alterando o tamanho dos poros diretamente, ora alterando o tamanho das partículas ou seus agentes cimentantes, o que também afeta a porosidade. E qual é a importância disto? É a porosidade do solo que determina os fluxos e o armazenamento de dois (dos três) dos componentes vitais: água e ar. Absolutamente toda atividade biológica do solo depende fundamentalmente de seus poros. O terceiro componente vital, energia, vem do sol, sintetizado em biomassa vegetal pela fotossíntese das plantas e que nutre a atividade biológica do solo principalmente pelas raízes e pelos resíduos vegetais deixados na superfície do solo. As raízes também concorrem pela água e ar armazenado no solo e quanto melhor distribuídos forem estes componentes no solo, maior e melhor será o enraizamento das plantas. As raízes, por sua vez, distribuem matéria orgânica no solo, após sua senescência e durante seu desenvolvimento, alongamento e repartição explora e amplia e consolida os poros do solo. Eis a importância da estrutura solo: o principal componente de sua fertilidade! Diante

disso, a estrutura do solo deve ser estudada e monitorada no tempo e no espaço nos mais diversos sistemas de produção agropecuários, por métodos que a avaliem de forma direta.

Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo (DRES)

Por sua complexidade, não há métodos analíticos que avaliem e qualifiquem a estrutura do solo. As análises das propriedades físicas do solo, como densidades, penetrometria, retenção de água, tamisamentos e porosimetrias, entre outros, avaliam os efeitos da alteração estrutural em algum de seus atributos, mas não avaliam a estrutura do solo propriamente dita.

Assim, a avaliação da estrutura do solo passa pela utilização de métodos visuais, que vêm sendo estudados, desenvolvidos e aprimorados há vários anos por diferentes grupos de pesquisa. Entre os métodos de qualificação da estrutura do solo alicerçados em observações visuais, destacam-se os trabalhos precursores de Peerlkamp (1967) ou o perfil cultural de Hénin et al. (1976). Desde então, outros métodos de avaliação visual do solo foram desenvolvidos ou modificados, a exemplo de Gautreaunneau e Manichon (1986), Tavares Filho et al. (1999), Batey e Ball (2005), Shepherd (2000); Ball e Douglas (2003); FAO (2006), Mueller et al., (2008); Giarola et al. (2009, 2010); e Guimarães et al. (2011).

Dentre esses métodos, muitos necessitam de trincheira ampla e profunda, dificultando sua aplicação em escala de gleba agrícola. Assim, mais recentemente, foram desenvolvidos métodos de mais fácil execução, que requerem a abertura de trincheiras menores e menos profundas, como o VESS (Visual Evaluation of Soil Structure), proposto por Ball et al. (2007), e o VSA (Visual Soil Assessment) desenvolvido por Shepherd (2000).

O VESS provou ser rápido, confiável e sensível aos efeitos do manejo, sendo uma metodologia quantitativa para a avaliar a qualidade física do solo que permite uso por cientistas e gestores da terra. O VSA atualmente é um guia adotado pela FAO (2008), e permite que grandes áreas da paisagem sejam caracterizadas quantitativamente, porém em conjunto e com complemento de medições laboratoriais para monitorar a qualidade do solo. No Brasil, as avaliações usando o método VESS começaram em 2008 e, nos anos seguintes, os estudos foram realizados para validar seu uso e eficácia na determinação diferenças na qualidade da estrutura dos solos sob diferentes sistemas do uso e gestão (GIAROLA et al., 2009, 2010; GUIMARÃES et al., 2011).

A proposta do DRES se baseia nos procedimentos metodológicos de coleta e manipulação das amostras previstos no VESS, buscando facilidade no uso da ferramenta, mas emprega alguns dos critérios adotados no Perfil Cultural, principalmente os adaptados por Tavares Filho et al. (1999). Enquanto o VESS avalia, principalmente, a compactação do solo, o DRES qualifica os agregados, permitindo uma avaliação mais ampla da qualidade estrutural. Na prática, o DRES reconhece, além da compactação do solo, a condição de solo desagregado como um problema e como uma degradação da estrutura, fato comum em situações com intenso revolvimento e/ou baixo aporte de fitomassa da parte aérea e raízes.

Procedimentos metodológicos do DRES

Resumidamente, a metodologia do DRES envolve a coleta de um monólito de solo com o auxílio de pá reta, apresentando dimensões mínimas de 10 cm de espessura, 20 cm de largura e 25 cm de profundidade. Para possibilitar a retirada do monólito, é necessária a abertura de uma mini-trincheira com o auxílio de um enxadão (dimensões aproximadas de 40 cm de comprimento, 30 cm de largura e 30 cm de profundidade), perpendicular às linhas de semeadura. A coleta deve ser realizada quando o solo apresenta um conteúdo de água correspondente à consistência friável. A amostra pode possuir uma ou mais camadas, identificadas por variações de características como estrutura, tamanho e feição dos agregados, cor, presença ou ausência de raízes e outros organismos vivos, presença de terra solta, entre outros. As notas de qualidade estrutural de cada camada (Q_{e_c}) são atribuídas em função de dois critérios: 1) Presença de evidências de conservação/recuperação (alta atividade biológica e presença de raízes, agregados com tamanho entre 1 e 4 cm com formato arredondado e rugoso, entre outras) ou de degradação (presença de terra solta, pouca atividade biológica e presença de raízes, agregados/torrões maiores que 7 cm, com faces planas, lisas e pouca porosidade visível); e 2) Proporção dos diferentes tamanhos dos agregados obtidos após a manipulação. Os critérios para atribuição do Q_{e_c} são sumarizados na chave abaixo (RALISCH et al., 2017). A nota final de qualidade estrutural da amostra (IQ_{e_a}) é

dada pela ponderação dos Qe_c pela espessura das respectivas camadas, de maneira similar ao previsto na metodologia do VESS.

ATRIBUIÇÃO DAS NOTAS DE QUALIDADE ESTRUTURAL DE CADA CAMADA DA AMOSTRA DE SOLO (Qe_c)						
Condição inicial	Camadas da amostra com evidências de conservação/recuperação			Camadas da amostra com evidências de degradação		
Qe_c	$Qe_c = 6$	$Qe_c = 5$	$Qe_c = 4$	$Qe_c = 3$	$Qe_c = 2$	$Qe_c = 1$
Tamanho do agregado e % na amostra	Mais de 70% de agregados com 1 a 4 cm	50 a 70% de agregados de 1 a 4 cm	Menos de 50% de agregados de 1 a 4 cm	Menos de 50% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm	50 a 70 % de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm	Mais de 70% de agregados menores que 1 cm e maiores que 7 cm
Características da estrutura	Estrutura frível, agregados muito grumosos e porosos, com atividade biológica alta. Raízes abundantes e bem distribuídas na camada avaliada, sem deformações ocasionadas por impedimentos físicos, crescendo através dos agregados.	Estrutura frível, agregados grumosos e porosos, com mediana atividade biológica. Raízes bem distribuídas na camada avaliada, podendo apresentar poucos sinais de restrição ao crescimento. As raízes crescem predominantemente através dos agregados.	Estrutura frível, pouco grumosa, pouco porosa e fraca atividade biológica. Raízes podem apresentar algum impedimento ao desenvolvimento.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, com poucos poros e atividade biológica. Pode apresentar raízes achatadas com dificuldade para desenvolvimento pleno na camada avaliada.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, com alguns poros e pouca atividade biológica. Desenvolvimento radicular limitado, com predomínio de raízes achatadas com dificuldade para penetração no interior dos agregados.	Estrutura coesa nos agregados grandes, e muito solta entre os agregados menores que 1 cm. Predomínio de agregados com faces planas, sem poros visíveis e atividade biológica. Forte restrição ao desenvolvimento radicular, com predomínio de raízes achatadas, crescendo preferencialmente nas fissuras entre os agregados.
	grumoseidade, atividade biológica, porosidade, raízes bem desenvolvidas			superfícies planas, raízes achatadas, solo desagregado ou compactado		

Cabe destacar que as classes de tamanhos dos agregados sugeridas são baseadas nas avaliações do perfil cultural (TAVARES FILHO et al., 1999) e nos resultados obtidos nas avaliações feitas adotando esta metodologia (BAQUERO et al., 2012; RALISCH et al., 2001; RALISCH et al., 2010; SILVA et al., 2014).

Em síntese, agregados maiores que 7 cm de diâmetro passam a afetar negativamente o funcionamento do perfil do solo, em função do comprometimento dos fluxos e do armazenamento de água e ar, bem como da penetração de raízes. Por outro lado, o predomínio de agregados entre 1 e 4 cm está associado a perfis sem limitações físicas evidentes. Por outro lado, a presença de estruturas com tamanho menor que 1 cm confere alta vulnerabilidade à erosão e à compactação, quando na superfície do solo, e à compactação quando nas camadas inferiores. Em geral, as camadas desagregadas evoluem negativamente para zonas compactadas, com torrões maiores. Portanto, a presença de estruturas menores que 1 cm implicam redução no Qe_c , permitindo assim “penalizar” amostras provenientes de áreas submetidas a preparos intensivos de solo, ou com histórico de pouco aporte de raízes.

A metodologia do DRES se propõe a auxiliar na avaliação da evolução das estruturas. Para tanto, é fundamental que se empregue sistematicamente em safras e anos sucessivos, nas mesmas áreas e em épocas/condições semelhantes.

O DRES já vem sendo aplicado com sucesso em diferentes classes de solo. Entretanto, quando executado em solos arenosos, um cuidado a ser observado é com relação à energia aplicada na separação das estruturas, que deve ser bem menor comparativamente aos solos mais argilosos. Outro aspecto importante é a presença natural, em determinadas classes de solo, de agregados com feições associadas à compactação e/ou desagregação. Exemplos disso ocorrem em camadas mais profundas dos Argissolos e Nitossolos (agregados com feições de compactação excessiva) e dos Latossolos (agregados menores que 1 cm). A separação dos efeitos de manejo da condição natural exige, portanto, o conhecimento da classe de solo predominante na área, bem como das características naturais da mesma. A realização de avaliações em áreas com vegetação natural auxilia a separar o que é efeito antrópico do que é de ocorrência natural.

Mais informações sobre a metodologia do DRES são apresentadas em Ralisch et al. (2017).

Considerações Finais

O DRES representa uma opção inovadora para a qualificação da estrutura do solo em escala de gleba agrícola, pois alia a simplicidade e a praticidade dos procedimentos de coleta das amostras utilizados no VESS, aos critérios de qualidade estrutural adotados pelo método do perfil cultural. Dessa forma, permite avaliar a estrutura do solo considerando a ocorrência de processos de degradação por compactação ou desagregação excessiva. Pode ser aplicado a diferentes classes de solos, com pequenas adaptações nos procedimentos metodológicos.

O grande valor prático do DRES está no monitoramento de glebas agrícolas ao longo do tempo, buscando quantificar a evolução da qualidade estrutura do solo (para melhor ou pior)

em resposta às práticas de manejo adotadas. Da mesma forma, constitui-se em excelente ferramenta auxiliar em ações de transferência de tecnologias e difusão de conhecimentos, demonstrando de forma clara, direta e simples os efeitos do manejo sobre a estrutura do solo.

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**, v. 23, n. 4, p. 329-337, Dec. 2007. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2007.00102.x .
- BALL, B. C.; DOUGLAS, J. T. A simple procedure for assessing soil structural, rooting and surface conditions. **Soil Use and Management**, v. 19, n. 1, p. 50-56, Mar 2003. DOI: 10.1111/j.1475-2743.2003.tb00279.x .
- BAQUERO, J. E. et al. 2012. Soil physical properties and sugarcane root growth in a red oxisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 36 (1), 63-70.
- BATEY, T., BALL, B.C. 2005. The Peerlkamp method, In: "Visual Soil Examination and Evaluation", short report on FIELD MEETING "VISUAL SOIL structure assessment", Held at the INRA Research Station, Estrées-Mons, France, May 25-27, unpublished.
- FAO, 2006. **Guidelines for soil description**, 4th ed. FAO, Rome, 95 p.
- GIAROLA, N.F.B., SILVA, A.P.D., TORMENA, C.A., BALL, B., ROSA, J.A. 2010. Visual soil structure quality assessment on Oxisols under no-tillage system. **Scientia Agrícola**, 67, 479-482.
- GIAROLA, N.F.B.; TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; BALL, B. 2009. Visual assessment soil quality structure methodology applied to Oxisol under different soil use and management. **Ciência Rural**, 39, 2531-2534.
- GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. 2011. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use and Management**, 27, 395-403.
- MANICHON, H.; GAUTRONNEAU, Y. **Guide méthodologique du profil cultural**. GEAREA et CEREF, Paris, 1987.
- MUELLER, L., KAY, B.D., DEEN, B., ZHANG, Y., WOLFF, M., SCHINDLER, U. 2008. Visual assessment of soil structure: evaluation of methodologies on sites in Germany, Canada and China. Part II. Implications of tillage, rotation and traffic for soil structure and crop yield of loamy and silty soils. **Soil & Tillage Research**, 103(1), 178-187.
- PEERLKAMP, P. K. 1959. A visual method of soil structure evaluation. **Meded. vd Landbouwhogeschool en Opzoekingsstations van de Staat te Gent**, 24 (24), 216-221.
- RALISCH, R. et al. 2001. O perfil cultural na avaliação do manejo e da compactação. In: MORAES, MH; MÜLLER, MML & FOLONI, JSS. **Qualidade física do solo**. Jaboticabal, Funep, p. 74-87.
- RALISCH, R. et al. 2010. Morphostructural characterization of soil conventionally tilled with mechanized and animal traction with and without cover crop. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34 (6), 1795-1802.
- RALISCH, R.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; TOMAZI, M.; HERNANI, L. C.; MELO, A. da S.; SANTI, A.; MARTINS, A. L. da S.; BONA, F. D. de. **Diagnóstico rápido da estrutura do solo** - DRES. Londrina: Embrapa Soja, 2017. 63 p. (Embrapa Soja. Documentos, 390).
- SANTOS, R. D. dos; LEMOS, R. C. de; SANTOS, H. G. dos; KER, J. C.; ABJOS, L. H. C. dos. 2005. **Manual de descrição e coleta de amostras de solo no campo**. 5. ed. ver. e ampl. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Ed da UFV; Rio de Janeiro: Embrapa Solos/Ed. Da UFRRJ.
- SHEPHERD, T. G. 2000. Visual Soil Assessment. Volume 1. Field guide for pastoral grazing and cropping on flat to rolling country. **Horizons Regional Council, Palmerston North**, p. 119.
- SILVA, A.P.; BABUJIA, L.C.; FRANCHINI, J.C.; RALISCH, R.; HUNGRIA, M.; GUIMARÃES, M.F. 2014. Soil structure and its influence on microbial biomass in different soil and crop management systems. **Soil & Tillage Research**, 142, 42-53.
- TAVARES FILHO, J. et al. 1999. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 23 (2), 393-399.