



Resistência Tênsil de Agregados de um Argissolo Vermelho-Amarelo Sob Diferentes Usos ⁽¹⁾

Rodrigo Brum de Paiva⁽¹⁾; Cláudia Liane Rodrigues De Lima⁽²⁾; Maria Cândida Nunes⁽²⁾; Ivana Kruger Tuchtenhagen⁽³⁾; Thais Lopes Brod⁽⁴⁾; Alex Becker Monteiro⁽¹⁾

⁽¹⁾Mestrandos do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas (UFPel); Pelotas, Rio Grande do Sul (RS); E-mail: rodrigo@biosustent.com.br; ⁽²⁾Professoras do Departamento de Solos; da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), UFPel; ⁽³⁾Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPel; ⁽⁴⁾Graduanda do Curso de Agronomia da FAEM, UFPel

RESUMO: Parâmetros físicos têm sido utilizados para avaliar a qualidade estrutural do solo. A resistência tênsil e a densidade representam indicadores da qualidade física do solo. O objetivo deste estudo foi quantificar a resistência tênsil (RT), a densidade do solo (Ds) e o teor de carbono orgânico total (COT) de um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes usos. O estudo foi realizado em 2014, em uma propriedade agrícola na zona rural do município de Pelotas no RS. As amostras foram coletadas na camada de 0,00 a 0,10 m. Para a avaliação da RT, foram selecionados 900 agregados por tratamento, perfazendo um total de 2.700 amostras. Amostras com estrutura preservada foram coletadas aleatoriamente para avaliação da densidade, utilizando anéis volumétricos de 5 cm de altura e de diâmetro, perfazendo 135 amostras. Pelo método de combustão seca e com auxílio de um analisador elementar quantificou-se o COT em 45 agregados. Os menores valores de RT e de Ds foram verificados no solo sob pousio e os maiores valores em solo sob pastagem. Foi verificada uma tendência inversa dos teores COT em relação aos valores de RT. Os resultados demonstraram que a RT, a Ds e o COT foram influenciados pelos sistemas de usos, caracterizando uma redução da qualidade proporcionalmente à intensidade de utilização do solo.

Termos de indexação: qualidade estrutural, densidade do solo, qualidade do solo.

INTRODUÇÃO

No Brasil, a intensificação dos sistemas de produção de leite vem ocorrendo nas principais bacias leiteiras localizadas nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A pecuária leiteira caracteriza-se como uma atividade relevante e com impacto ambiental, visto que a conversão da vegetação nativa (heterogênia) por áreas de pastagem (homogêneas) associadas ao manejo de animais altera as propriedades físicas do solo (Araújo et al., 2010).

A utilização de cultivares de milho para a silagem indica outra prática adotada nos sistema de

produção de gado leiteiro, principalmente na região Sul, em decorrência das baixas temperaturas na estação fria (Bitencourt et al., 2000). Marques et al. (2010) ressaltam que diferentes manejos agrícolas para a produção de milho interferem nas condições físicas estrutural do solo.

Diante deste contexto, a caracterização e o monitoramento de atributos físicos em áreas submetidas a diferentes sistemas de uso possibilitam a comparação dos efeitos e a interpretação da adequabilidade agrícola (Tormena et al., 2008).

Atributos físicos como a resistência tênsil dos agregados (Ferreira et al., 2009) e a densidade são frequentemente utilizados como indicadores de qualidade estrutural do solo (Silva et al., 2000; Tormena et al., 2004; Carneiro et al., 2009).

A resistência tênsil pode ser definida como o estresse ou força por unidade de área requerida para fraturar os agregados do solo, quando submetidos a uma pressão (Dexter & Watts, 2000). De acordo com Dexter & Kroesbergen (1985), a resistência tênsil é, provavelmente, a mais útil medida de resistência individual dos agregados do solo, porque pode ser determinada por um teste simples numa ampla variação de tamanhos de agregados, consistindo num indicador muito sensível da condição estrutural do solo.

A compreensão e a quantificação do impacto dos diferentes tipos de usos na qualidade física do solo são fundamentais para a tomada de decisão em sistemas agropecuários sustentáveis. Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar a resistência tênsil, a densidade do solo e o carbono orgânico como indicadores da qualidade física do solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo sob diferentes usos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma propriedade agrícola cuja atividade principal é a produção de leite in natura, localizada na zona rural do município de Pelotas (RS), com coordenadas 31°40'58.38" latitude Sul e 52°31'38.39" longitude Oeste, altitude de 55 m, em relação ao nível do mar. O clima da

região é classificado de acordo com Köppen, como sendo do tipo Cfa, subtropical úmido, com temperatura e precipitação média anuais de 17°C e 1400 mm, respectivamente. O solo é classificado como um Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa, 2013) com textura franco-arenosa.

A amostragem de solo foi realizada em Julho de 2014, na camada de 0,00 a 0,10 m, em três áreas: solo sob: i) pousio; ii) cultivo de milho em sistema plantio direto e iii) pastagem rotacionada com aveia e azevém. Em cada tratamento foram coletadas, aleatoriamente, 45 amostras com estrutura preservada, com o uso de anéis volumétricos de 5 cm de altura e 5 cm de diâmetro, perfazendo um total de 135 amostras, essas foram saturadas com água por capilaridade por um período mínimo de 24 horas, pesadas, posteriormente secas em estufa a 105°C por 24 horas, para a determinação da densidade (Ds) (Embrapa, 1997).

Nos mesmos locais, também se realizou a coleta de solo com a estrutura não preservada, as quais foram selecionados 900 agregados por tratamento, perfazendo um total de 2.700 para avaliação de RT. Para determinação utilizou-se um atuador eletrônico linear a uma velocidade constante de 3 mm s⁻¹ (MA 933). Antes da aplicação da força, cada agregado foi pesado e aferido, obtendo sua altura, largura e comprimento para a determinação do diâmetro médio.

Cada agregado foi acomodado na posição mais estável para a aplicação da carga. O valor da força aplicada para a ruptura tênsil do agregado foi registrado em um sistema eletrônico de aquisição de dados. A RT foi calculada, conforme Dexter e Kroesbergen, (1985):

$$RT = 0,576 \left(\frac{P}{D^2} \right)$$

Sendo: 0,576 é o coeficiente de proporcionalidade; P é a força aplicada (N), e D é o diâmetro efetivo (mm). O diâmetro efetivo (D) foi calculado, conforme Watts e Dexter (1998), sendo:

$$D = D_m \left(\frac{M}{M_0} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Sendo: D_m: o diâmetro médio do agregado (mm); M é a massa do agregado individual (g); e M₀ a massa média dos agregados na população (g).

Para quantificação do COT foram selecionadas 45 agregados, sendo estes manualmente moídos em gral de ágata e acondicionado em eppendorf de 2 ml sendo determinado com um analisador

elementar PerkinElmer pelo método de combustão seca (Embrapa, 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando diferenças significativas foram observadas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (5%) com auxílio do software estatístico R (R Core Team, 2014).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da resistência tênsil (RT), da densidade do solo (Ds) e do carbono orgânico total (COT) do solo sob diferentes usos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1– Momentos estatísticos das variáveis avaliadas na camada de 0,00 a 0,10 m

Tratamentos	Variáveis	Média	0,00 a 0,10 m			DP	CV%
			Mínimo	Máximo			
Pousio	RT, kPa	74,73	57,50	96,49	11,75	15,72	
	Ds, Mg m ⁻³	1,56	1,45	1,64	0,05	3,15	
	COT, %	1,41	1,14	1,68	0,14	9,81	
Milho	RT, kPa	83,81	56,65	114,61	15,52	18,52	
	Ds, Mg m ⁻³	1,60	1,44	1,70	0,07	4,42	
	COT %	1,33	1,16	1,49	0,12	9,00	
Pastagem	RT, kPa	88,66	57,75	146,90	20,18	22,76	
	Ds, Mg m ⁻³	1,67	1,59	1,72	0,04	2,40	
	COT %	1,24	1,11	1,79	0,17	13,98	

DP= Desvio padrão; CV% = Coeficiente de variação.

A RT apresentou valores de coeficiente de variação inferiores aos descritos por Dexter & Kroesbergen (1985) e por Imhoff et al. (2002). De acordo com Imhoff et al. (2002), um dos fatores que podem influenciar a RT é a forma dos agregados, de modo que o fraturamento dos agregados ocorre nos planos de fraqueza derivados das fissuras e microfissuras que formam zonas de menor resistência, conforme sua morfologia.

A análise de variância indicou efeito estatisticamente significativo dos sistemas de usos para a RT. A RT no pousio foi significativamente menor do que no solo sob pastagem, não diferindo estatisticamente do milho (Figura 1). Os maiores valores de RT na pastagem devem estar associados ao efeito do tráfego e pastejo, além das roçagens anuais (Tavares Filho et al., 2001) associado à não mobilização do solo.

Outros estudos confirmam a menor RT sob pousio em relação ao solo cultivado (Tormena et al., 2008).

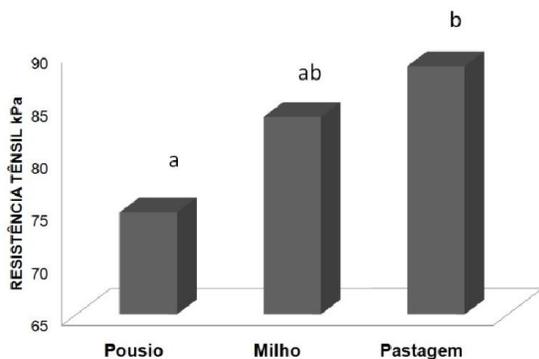


Figura 1. Valores médios de resistência têsnil dos agregados de um Argissolo sob usos: Pousio, Milho e Pastagem. Médias seguidas de letras iguais entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

A variação da Ds esteve possivelmente relacionada com o tipo de uso do solo e associada a RT. De acordo Blanco-Canqui et al. (2005) a compactação do solo pode provocar coalescência dos agregados, aumentando a densidade individual e reduzindo o espaço poroso intra-agregado, culminando com o aumento da resistência dos agregados.

Por outro lado, o solo sob pousio apresenta a menor densidade ou a maior porosidade e estabelece uma maior ocorrência de locais com baixa resistência, permitindo que a manipulação mecânica ou fraturamento do solo ocorra com menor dispêndio de energia.

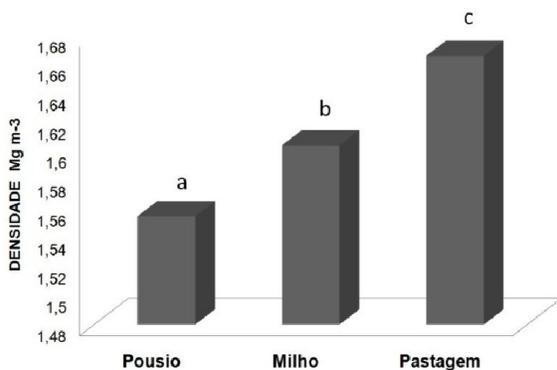


Figura 2. Valores médios de densidade de um Argissolo sob usos: Pousio, Milho e Pastagem. Médias seguidas de letras iguais entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 %.

Outro fator que exerce influência sobre valores de RT além do manejo e uso, está relacionado ao conteúdo de matéria orgânica (Imhoff et al., 2002). Os teores de COT diferenciaram-se estatisticamente entre os tratamentos (Figura 3) com tendência inversa aos valores da RT (Figura 1), comportamento verificado por Chan (1995), Blanco-Canqui et al. (2005), Tormena et al. (2008) e Reis et al. (2014a). Para Cambardella & Elliot (1993), a redução dos teores de COT em solos cultivados está associada com a deterioração da estrutura física do solo.

Guimarães et al. (2009) e Reis et al. (2014b) reportaram que o aumento no conteúdo de COT foi proporcional ao maior valor de RT. Segundo esses autores, esse efeito deve-se à cimentação entre as partículas minerais de argila e a matéria orgânica mais humificada do solo. No entanto, ainda persistem discussões sobre o real efeito da matéria orgânica sobre RT, uma vez que, podera promover tanto aumento como redução dos valores de RT.

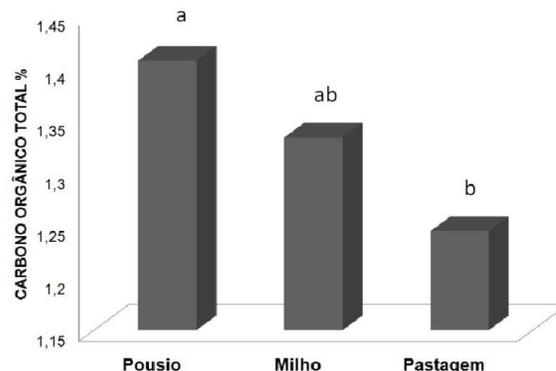


Figura 3. Teores médios do carbono orgânico total do solo para os usos Pousio, Milho e Pastagem. Médias seguidas de letras iguais entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A RT foi eficiente na avaliação da qualidade estrutural deste solo, porém mais estudos precisam ser realizados, para que valores críticos de RT possam ser definidos adequadamente em diferentes tipos de solos e usos agrícolas.

CONCLUSÕES

A resistência têsnil dos agregados mostrou-se sensível na avaliação da qualidade estrutural do solo sob diferentes usos.

A implantação da pastagem e pousio possibilitou maior e menor resistência têsnil dos agregados,



respectivamente, em relação ao cultivo de milho.

Entre os sistemas de uso estudados, o solo sob pastagem apresenta maior deterioração na qualidade estrutural do solo.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, F. S.; SALVIANO A. A. C.; LEITE, L. F. C.; SOUZA, Z. M.; SOUZA, A.C.M. Physical quality of a yellow latossol under integrated crop-livestock system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.34, p.717-723, 2010.
- BITENCOURT D.; PEGORARO, L.M.C.; GOMES, J.F (Eds.). *Sistemas de pecuária de leite: uma visão na região de Clima Temperado*. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.11-26, 2000.
- BLANCO-CANQUI, H.; LAL, R.; OWENS, L.B.; POST, W.M. & IZAURRALDE, R.C. Mechanical properties and organic carbon of soil aggregates in the Northern Appalachians. *Soil Science Society of America Journal*, v.69, p.1472-1481, 2005.
- CARNEIRO, M.A.C.; SOUZA, E.D.; REIS, E.F.; PEREIRA, H.S. & AZEVEDO, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.147-157, 2009.
- CAMBARDELLA, C.A. & ELLIOTT, E.T. Carbon and nitrogen aggregates from cultivated and native grassland soils. *Soil Science Society of America Journal*, 57:1071-1076, 1993.
- CHAN, K.Y. Strength characteristics of a potentially hard setting soil under pasture and conventional tillage in the semi-arid region of Australia. *Soil and Tillage Research*, v.34, p.105-113, 1995.
- DEXTER, A.R. & KROESBERGEN, B. Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. *Journal of Agricultural Engineering Research*, v.31, p.139-147, 1985.
- DEXTER, A.R. & WATTS, C. Tensile strength and friability. In: SMITH, K. & MULLINS, C., eds. *Soil and environmental analysis: Physical methods*. 2.ed. New York, Marcel Dekker, p.401-430, 2000.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. *Manual de Métodos de Análise de Solo*. 2.ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, p212, 1997.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. *Centro Nacional de Pesquisas de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos*. 3.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, Brasília, Sistema de Produção de Informação, 306 p. 2013.
- FERREIRA A.O, SÁ J.C.M., GIAROLA N.F.B., HARMES M.G., BRIEDS C. Resistência tênsil de agregados afetada pelo conteúdo de carbono orgânico em um Latossolo vermelho com textura média e argilosa sob plantio direto. *Synergismus scyentifica UTFPR*, Pato Branco, 2009.
- 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.
- IMHOFF, S.; SILVA, A.P. & DEXTER, A.R. Factors contributing to the tensile strength and friability of Oxisols. *Soil Science Society of America Journal*, v.66, p.1656-1661, 2002.
- MARQUES, S. R. WEILL, M. A. M.; & SILVA L. F. S. Qualidade física de um latossolo vermelho, perdas por erosão e desenvolvimento do milho em dois sistemas de manejo. *Ciência Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 4, p. 967-974, 2010.
- REIS, A.D.; LIMA, C.L.R.; PAULETTO, E. A.; Resistência tênsil de agregados e compressibilidade de um solo construído com plantas de cobertura em área de mineração de carvão em candiota, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.38, p.669-678, 2014. A
- REIS, A. D.; LIMA, C.L.R.; PAULETTO, E. A. DUPON, P.B. PILLON C. N.; Tensile strength and friability of an Alfisol under agricultural management systems, *Scientia Agricola* v.71, p.163-168, 2014. B
- SILVA, V.R.; REINERT, D.J. & REICHERT, J.M. Densidade do solo, atributos químicos e sistema radicular do milho afetados pelo pastejo e manejo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.191-199, 2000.
- TAVARES FILHO, J.; BARBOSA, G.M.C.; GUIMARÃES, M.F. & FONSECA, I.C.B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho (Zeamays) sob diferentes sistemas de manejo em um Latossolo Roxo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, p. 725-730, 2001.
- TORMENA C.A., FIDALSKI J, JUNIOR WR. Resistência tênsil e friabilidade de um Latossolosob diferentes sistemas de uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*,v. 32, p. 33-42, 2008.
- TORMENA, C.A.; VIDIGAL FILHO, P.S.; GONÇALVES, A.C.A.; ARAÚJO, M.A. & PINTRO, J.C. Influência de diferentes sistemas de preparo do solo nas propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 8, 65-71, 2004.
- WATTS, C.W. & DEXTER, A.R. Soil friability: Theory, measurement and the effects of management and organic carbon content. *European Journal of Soil Science*, v.49, p.73-84, 1998.