

Morfometria de agregados de um Cambissolo Húmico sob duas variedades da linhaça (*Linum usitatissimum* L.)

Kristem do carmo rosa Silva⁽¹⁾; **Letícia Salvi Kohn**⁽¹⁾; **Carla Eloize Carducci**⁽²⁾
Jonathan dos Santos Fucks⁽¹⁾; **Jânio dos Santos Barbosa**⁽³⁾

⁽¹⁾ Acadêmicos do curso de Agronomia; Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC; Curitiba, SC; Endereços eletrônicos (kristemsilva@gmail.com); (leticiaakohn@yahoo.com.br); (jhons.s.f@gmail.com) ⁽²⁾ Professora; Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC; Curitiba, SC; Endereço eletrônico (elocarducci@hotmail.com); ⁽³⁾ Acadêmico do curso de Eng^a Florestal; Universidade Federal de Santa Catarina-UFSC; Curitiba, SC; Endereço eletrônico (janio.jsb@gmail.com).

RESUMO: O método de avaliação digital das características morfométria dos agregados do solo, permitiu o acompanhamento das modificações dessa característica nos solos cultivados em função das diferentes práticas de manejo utilizadas. O objetivo foi caracterizar a morfometria, dos agregados de um Cambissolo Húmico sob a influência de duas variedades de linhaça num mesmo sistema de manejo. O experimento era composto do cultivo de duas variedades de linhaça: marrom e dourada, conduzidos sob cultivo mínimo. Foram coletados blocos de solo na profundidade 0-0,10m, sendo que estes blocos foram levemente desagregados e passados em um conjunto de peneiras 9,54-4,76 e 4,76-1 mm diâmetro de malha, de posse dos agregados foram obtidas análises de imagem de 60 agregados selecionados aleatoriamente, em três repetições, essas imagens foram processadas no software Quantpore para obtenção das variáveis morfométricas: aspecto e rugosidade. Foram realizadas a distribuição de frequência dos agregados. As duas variedades de linhaça apresentaram mudanças significativas na morfométria dos agregados do Cambissolo em relação ao seu diâmetro. Os resultados mostraram que os agregados de maior diâmetro, para a linhaça marrom apresentaram-se mais quadrados e rugosos, já para a variedade dourada os agregados foram preponderantemente mais quadrados e lisos. Foi possível verificar que a variável rugosidade foi mais efetiva na identificação de mudanças na estrutura externa dos agregados.

Termos de indexação: Estrutura do solo, quantpore, imagens digitais.

INTRODUÇÃO

A linhaça é a semente do linho (*Linum usitatissimum*), planta oleaginosa, que possui duas variedades distintas, apresentando grãos de cor marrom e amarelo dourado. A linhaça dourada desenvolve-se bem em regiões de clima frio, como nos países norte americanos. No entanto, de acordo

com Bassegio et al. (2012) a linhaça marrom pode ser cultivada em regiões de clima quente e úmido e é produzida, principalmente, na região Sul do país (Santos et al., 2014). De simples manejo, a linhaça é geralmente empregada no processo de rotação de culturas (Soares et al., 2009) para melhoria dos atributos físicos e químicos do solo.

A qualidade estrutural dos solos podem ser avaliadas por diferentes tipos de diagnósticos qualitativos, a exemplo do método do Perfil Cultural (PF), que permite realizar os estudos diretamente no campo (Tavares Filho et al., 1999) e do método da Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS), que identifica camadas com diferenças estruturais (Ball et al., 2007) e o quantitativo como a morfométria dos agregados (análises digitais de agregados), que determina a intensidade das modificações ocorridas nos mesmos (forma, tamanho e superfície) nos solos cultivados (Olszewski et al., 2004). Tais aspectos morfométricos são índices de qualidade do solo que podem afetar a dinâmica de ar e água no solo, bem como afetar no desenvolvimento radicular das plantas.

Dessa forma, o uso das duas técnicas (visual e quantitativa) simultaneamente, promovem um diagnóstico mais preciso das alterações impostas pelo manejo na estrutura do solo. Considerando o exposto, o trabalho teve o objetivo de caracterizar a morfometria dos agregados de um Cambissolo Húmico, sob a influência de duas variedades de linhaça num mesmo sistema de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área Experimental

O experimento foi conduzido na UFSC-Campus de Curitiba, situado no município de Curitiba – SC (27°16'58"S e 50°35'04"W). O clima é do tipo subtropical com temperatura amena (Cfb) segunda a classificação Koppen, altitude de 978 m. O solo em estudo foi classificado como Cambissolo Húmico (Embrapa, 2013). A granulometria do solo estudado se encontra na **Tabela 1**.

Para implantação do experimento foi realizado o procedimento de aração ($\approx 0,40\text{m}$), com quatro passagens do implemento, para uniformização da área de 150m^2 , que tinha canteiros. Posteriormente, foi realizado um leve nivelamento da superfície do solo para realizar a semeadura de duas variedades de linhaça: Marrom e Dourada. A semeadura ocorreu em meados de agosto de 2014, de forma manual, em sistema de cultivo mínimo, com espaçamento $0,45\text{ m}$ entrelinhas e $0,02\text{ m}$ entre plantas.

Análises morfométricas

Foram abertas trincheiras para a avaliação visual da estrutura do solo pelos métodos do Perfil Cultural (PF) e análise visual da estrutura do solo (VESS).

Valores dos escores (EV) entre 1 e 2 indicam um solo com alta qualidade estrutural, valores entre 3 e 4 indicam baixa qualidade estrutural do solo e o bom estado interno dos agregados é indicado pelo símbolo μ (Ball et al., 2007; Tavares filho et al., 1999).

No período de colheita a linhaça foram coletados três blocos de solo aleatórios na profundidade de $0-0,10\text{m}$, onde os agregados foram separados em um conjunto de peneiras ($9,52-4,76$ e $4,76-1,00\text{ mm}$ de malha), via movimentos leves, e com quantidades pré-estabelecidas (movimentos de vai e vem, por dez vezes), seguindo-se a metodologia proposta por Cremon et al. (2009).

Em laboratório 60 agregados, de cada tratamento, foram separados aleatoriamente sobre um Scanner de mesa para digitalização dos mesmos a 300dpi de resolução espacial com posterior processamento das imagens no software Quantporo (Viana et al., 2004), que tem a capacidade de determina as dimensões geométricas e fatores de forma dos agregados.

No Quantporo utilizou-se o sistema de cores RGB (red, green e blue) na preparação das imagens para posterior análise, em seguida a imagem foi submetida a uma filtragem por meio do filtro de mediana para reduzir os ruídos e artefatos da imagem. Todas as imagens, por fim, foram convertidas em sua forma binária [preto e branco] por meio do comando de limiarização manual, **Threshold**, do programa. As seguintes variáveis foram quantificadas: Aspecto (ASP): fornece o resultado entre 0 e 1, e, quanto maior o valor maior o grau de arredondamento e, a Rugosidade (RUG): expressa as estrias do agregado, cujos valores variam entre os limites de 0 a 1, sendo que, quanto mais liso mais próximo de 1 (quebra das arestas).

Análise estatística

Os dados obtidos na avaliação dos agregados do solo foram submetidos ao teste de distribuição de frequências, sendo as classes determinadas segundo a fórmula de Stunges, $K = 1 + 3,3 * \log(n)$, sendo K o número de classes e n o número total de indivíduos da população. De posse das classes foram calculados o erro padrão da média, o experimento foi em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial (variedades e diâmetro), foi realizada a análise de variância e quando significativa as médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de distribuição de frequências para a variável aspecto e rugosidade dos agregados na profundidade de $0-0,10\text{m}$, estão apresentados na **Figura 1**. Verificou-se que os agregados se distribuíram em nove classes para as duas variedades de linhaça testadas, dentro de uma faixa de peneiramento na profundidade de $0-0,10\text{m}$: A) 4mm , B) 9mm : variável aspecto, C) 4mm e D) 9mm : variável rugosidade.

Analisando-se os dados da variável aspecto, verificou-se que a interação não foi significativa entre as duas variedades de linhaça em diferentes diâmetros, apresentada na **tabela 2**, esses resultados corroboram com os dados obtidos por Carvalho et al. (2010), pois nas duas variedades foi possível detectar uma certa igualdade entre o número de agregados de forma predominantemente quadrados ($0,85$). Esta igualdade pode estar relacionada com a característica do próprio Cambissolo, pois este naturalmente apresenta estrutura em blocos no horizonte Bi, no entanto este solo apresenta alto teor de matéria orgânica ($\text{MO} > 70\text{ g kg}^{-1}$) na profundidade $0-0,10\text{m}$, esta tem importante papel na agregação do solo por ser um forte agente cimentante de dos agregados de maior tamanho e com menores valores de arredondamento, o que pode ser um indicio de uma recuperação e formação de boa estrutura do solo nesta camada (Camargo et al., 1983; Aguiar et al., 1992), visto que para a implantação do experimento foi realizado o preparo convencional do solo.

De acordo com as classes das variáveis aspecto e rugosidade geradas (**Figura 1 A,B,C e D**) foi possível verificar que a variável aspecto dos agregados nas duas variedades de linhaça e nos dois diâmetros de agregado, apresentaram maior números de agregados (**Figura 1A e Figura 2B**), onde que, apresentam a maior parte dos agregados com aspecto predominantemente quadrado ($0,84$).

Com relação a variável rugosidade constatou-se que as duas variedades de linhaça estudadas, apresentaram diferença significativa em relação ao



diâmetro dos agregados (**Tabela 2**). Para os agregados de diâmetro maiores (9mm), a variedade dourada apresentou a maior parte dos agregados com índice de rugosidade igual a 0,30, concluindo que, quanto maior o diâmetro do agregado e próximo de zero, mais rugoso ou irregular será sua superfície externa, o que indica num EV = 0,89 (boa qualidade estrutural). Este tipo de agregado é desejável, pois favorece uma melhor dinâmica da água, bem como a aeração é mais uniforme ao solo (Cremon et al., 2009).

A variedade dourada apresentou a rugosidade igual a 0,73, agregados com tendência a serem lisos, o que indica o uso do implemento na desestruturação do solo, promovido pelo rompimento dos agregados, que resulto em um EV = 2,60 o que sugere o início de um processo de degradação da qualidade estrutural do solo.

No grupo dos agregados com menor diâmetro (4mm), não houve diferença significativa, sendo que todos os agregados apresentaram a mesma tendência à rugosidade igual a 0,66. Considerando os resultados desta variável, podemos ressaltar que na área do experimento o preparo do solo, foi realizado aproximadamente com três passadas do arado, o que pode explicar a desestruturação do solo, devido que, segundo Olszewski et al. (2004) os sistemas de manejo do solo que promovem maior revolvimento do solo, provocam pulverização dos agregados, reduzindo a rugosidade de sua superfície externa. Pode-se ressaltar também que o solo em estudo apresentou diferença de rugosidade nos agregados maiores (9 mm) ao efeito da matéria orgânica na recuperação dos mesmos.

De forma geral, os agregados apresentaram-se com aspecto mais quadrado (**Tabela 2**). Entretanto, os agregados menores (4 mm) independente da variedade de linhaça apresentaram superfície mais lisa e com maior número de agregados na classe de > 0,93 (Figura 1A); já para os agregados de maior diâmetro (9 mm) eram mais irregulares e rugosos, ou seja, maior número de agregados na classe 0,78 e >0,78 para a linhaça marrom e, para a linhaça dourada os agregados na classe 0,21 foram mais lisos. Embora com o uso somente da análise visual não seria possível detectar as mudanças na superfície do agregado (**Tabela 2**).

Segundo Carvalho et al. (2010), com a comparação das duas variáveis, e possível concluir que a variável rugosidade é mais efetiva à identificação de mudanças na estrutura externa dos agregados com o tipo de sistema do uso do solo do que a variável aspecto, pois, mesmo na camada de 0-0,10m, mais impactado pelo manejo, a variável rugosidade conseguiu identificar diferenças significativas nas mudanças na superfície externa

dos agregados, e a variável aspecto não identificou diferenças para os duas variedades de linhaça.

CONCLUSÕES

O efeito do crescimento radicular da linhaça marrom foi positivo, influenciando na qualidade dos agregados do solo.

Na linhaça marrom foram observados melhoria do atributo morfométrico da rugosidade nos agregados de maior diâmetro (9mm), tornando-os mais rugosos.

REFERÊNCIAS

BALL, B.C.; Watson, C.A.; Baddeley, J.A. Soil physical fertility, soil structure and rooting conditions after ploughing organically managed grass/clover swards. *Soil Till. Res.*, v. 23, p. 20-27, 2007.

CREMON, C.; ROSA JUNIOR, E. J.; SERAFIM, M. E.; ONO, F. B. Análise micromorfológica de agregados de um Latossolo Vermelho Distroférico sob diferentes sistemas de manejo. *Acta Scientiarum*, v. 31 n.1, p. 139 – 146, 2009.

CARVALHO, J.M.; CREMON, C.; MAPELI, N.C.; MOITINHO, M.C.; SILVA, W.M.; MAGALHÃES, W.A.; SANTOS, A.S. Análise micromorfológica de agregados de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes sistemas de cultivo. v.3, n.10, p.275-285, 2010.

OLSZEWSKI, N.; COSTA L. M.; FERNANDES FILHO E. I.; RUIZ, H. A.; ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C. Morfologia de agregados do solo avaliada por meio de análise de imagens. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28 n.1, p.901- 909, 2004.

TAVARES FILHO, J. et al. Método do perfil cultural para avaliação do estado físico de solos em condições tropicais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.393-399, 1999.

SANTOS, F.S.; JUNIOR, L.A.Z.; SANTOS, R.F.; DIAS, P.P. Desenvolvimento da linhaça marrom em diferentes níveis de lençol freático. *Acta Iguazu*, Cascavel, v.3, n.1, p. 59-71, 2014.

VIANA, J.H.M.; FERNANDES FILHO, E.I.; SCHAEFER, C.E.G.R. Efeitos de ciclos de umedecimento e secagem na reorganização da estrutura microgranular de latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.11-19, 2004.

EMBRAPA, 2013. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. EMBRAPA-SPI, 421p.

CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S.; GERALDI, R.N. Características químicas e físicas de solo que

recebeu vinhaça por longo tempo. Campinas, Instituto Agrônomo, 1983. 30p. (Boletim Técnico, 76).

Maria. Anais... Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. p.1067-1077.

AGUIAR, M.A.; FREIRE, W.J.; ALBUQUERQUE, P.J.R. Caracterização física e química de dois solos tratados com vinhaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA; SIMPÓSIO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA DO CONE SUL, 1992, Santa

Tabela 1. Análise granulométrica e conteúdo de matéria orgânica (g kg^{-1}) do Cambissolo Húmico sob as duas variedades de linhaça (marrom e dourada).

Variedades	Argila	Areia	Silte	M.O
	0-0,10 m..... g kg^{-1}			
Marrom	559	74	515	73,97
Dourada	548	72	552	66,97

Tabela 2. Valores médios de aspecto e rugosidade do Cambissolo Húmico sob duas variedades de linhaça (marrom e dourada) e escores (EV) da análise visual e perfil cultural (PF).

Variedades	4mm		9mm		EV	PF
	Aspecto	Rugosidade	Aspecto	Rugosidade		
Marrom	0,84 a	0,61 a	0,84 a	0,30 b	0,89	AM μ
Dourada	0,85 a	0,72 a	0,84 a	0,73 a	2,60	AM μ

Medias seguida de mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

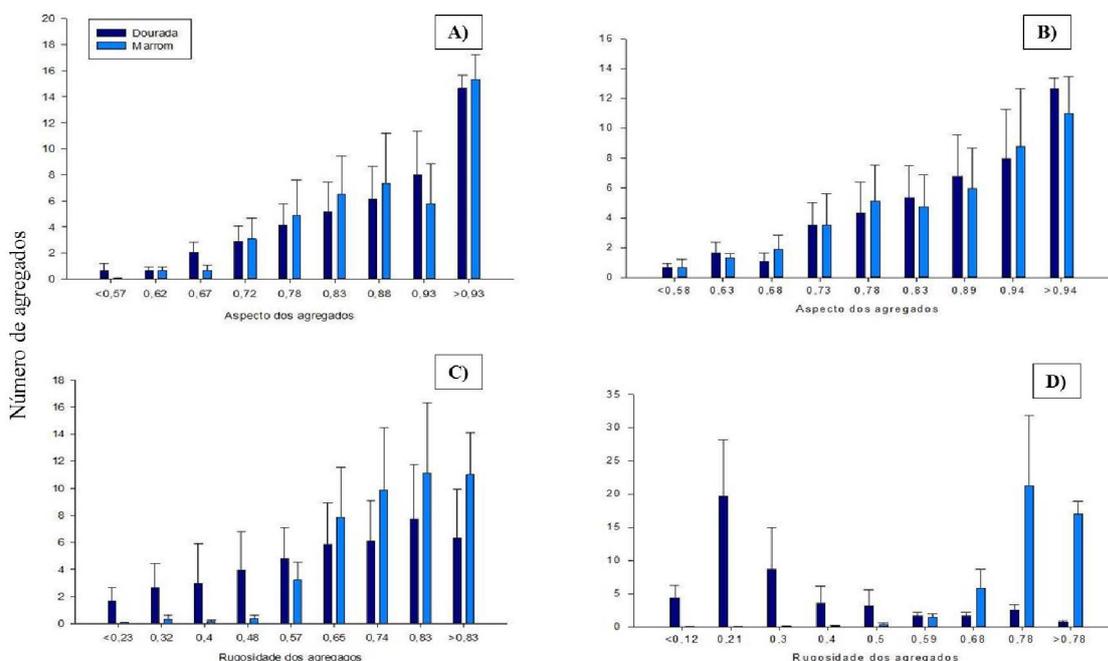


Figura 1. Distribuição de frequência dos agregados do Cambissolo Húmico sob duas variedades de linhaça: marrom e dourada onde: A) 4 mm de diâmetro e aspecto; B) 9 mm de diâmetro e aspecto; C) 4 mm de diâmetro e rugosidade; D) 9 mm de diâmetro e rugosidade.