

RESISTÊNCIA TÊNIL DOS AGREGADOS E FRIABILIDADE APÓS A COLHEITA MECANIZADA DA CANA-DE-AÇÚCAR

MAYARA G. DOS S. GOMES¹, DIEGO A. A. ESTEBAN², JEISON A. S. PARRA¹,
GAMAL S. CASSAMA³, PEDRO L. S. TEIXEIRA⁴, ZIGOMAR M. SOUZA⁵

¹Doutorandos em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, m263010@dac.unicamp.br, j207990@dac.unicamp.br

²Doutor em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, daaesteban@gmail.com

³Engenheiro Agrônomo, Mestrando, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, g203106@dac.unicamp.br

⁴Graduando em Engenharia agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, p243165@dac.unicamp.br

⁵Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP, zigomarms@feagri.unicamp.br

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: A resistência tênsl dos agregados (RTA) e a friabilidade (F) são propriedades usadas para avaliar o efeito do manejo do solo na sua qualidade estrutural. Neste estudo, foi avaliado o efeito de diferentes configurações de transbordo na RTA e na F do solo após a colheita mecanizada da cana-de-açúcar. A pesquisa foi realizada em uma usina localizada em Frutal-MG, Brasil, os tratamentos com diferentes configurações de transbordo: 1T/21-conjunto trator com 134 kW+transbordo com capacidade de 21 Mg; 2T/10-conjunto trator com 134 kW+dois transbordos com capacidade de 10 Mg cada; 1T/30-conjunto trator 172 kW+transbordo com massa de 30 Mg; 1C/21-conjunto caminhão+caixote de transbordo de 21 Mg. A amostragem do solo foi realizada nas camadas superficiais (0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) em diferentes locais de amostragem entrelinha (EL) e linha de plantio (LP). Os resultados mostraram que as diferentes configurações de transbordo tiveram um impacto significativo nos valores de RTA e F após a colheita da cana soca. Os tratamentos 2T/10 e 1T/21 apresentaram os maiores valores de RTA, enquanto o tratamento 1C/21 mostrou maior susceptibilidade à desagregação do solo em ambos os locais avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: tráfego agrícola, compactação do solo, manejo do solo.

TENSILE STRENGTH OF AGGREGATE AND FRIABILITY AFTER MECHANIZED HARVESTING OF SUGARCANE

ABSTRACT: Tensile strength of aggregates (RTA) and friability (F) are properties used to assess the effect of soil management on its structural quality. In this study, the effect of different transshipment configurations on RTA and F of the soil after mechanized harvesting of sugarcane was evaluated. The research was conducted at a mill located in Frutal-MG, Brazil, with treatments using different transshipment configurations: 1T/21 - tractor unit with 134 kW + transshipment with a capacity of 21 Mg; 2T/10 - tractor unit with 134 kW + two transshipments with a capacity of 10 Mg each; 1T/30 - tractor unit with 172 kW + transshipment with a mass of 30 Mg; 1C/21 - truck unit + transshipment box of 21 Mg. Soil sampling was performed in the surface layers (0.00-0.10, 0.10-0.20, and 0.20-0.30 m) at different sampling locations between rows (EL) and planting rows (LP). The results showed that the different transshipment configurations had a significant impact on RTA and F values after the harvesting of ratoon cane. Treatments 2T/10 and 1T/21 presented the highest RTA values, while treatment 1C/21 showed greater susceptibility to soil disaggregation at both evaluated locations.

KEYWORDS: agricultural traffic, soil compaction, soil management.

INTRODUÇÃO: O Brasil ocupa a posição de maior produtor mundial de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) onde as áreas de produção dessa cultura têm aumentado ao longo dos anos em função da maior demanda energética (CAVALCANTI et al., 2019). Para atender essa demanda em toda a cadeia de produção da cultura é necessário o uso intenso de máquinas agrícolas que apesar dos inúmeros benefícios, pode estar contribuindo de forma considerável para redução da qualidade estrutural nessas áreas de produção (KELLER et al., 2019). Desta forma, existe a necessidade de conhecer a estrutura desses solos e adotar práticas de manejo que priorizem a conservação do mesmo com o intuito de diminuir os impactos negativos causados pelo intenso tráfego de máquinas nos canaviais (ESTEBAN et al., 2019). Assim, a resistência tênsil dos agregados (RTA) é uma propriedade do solo utilizada como indicador dos efeitos do manejo na qualidade estrutural do solo sendo possível avaliar os agregados individualmente e a sua definição ocorre pela força por unidade de área necessária para causar a fratura dos agregados (TORMENA et al., 2008). A RTA avaliada a partir dos pontos de fraqueza no interior dos agregados é classificado como a friabilidade do solo (F). De acordo com os autores Watts e Dexter (1998) a friabilidade é definida como a facilidade de uma massa de solo quando submetida a diferentes estresses ou cargas desfazer-se em menores tamanhos e essa pode ser estimada por meio do coeficiente de variação da RTA. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar após colheita mecanizada da cana-de-açúcar com diferentes configurações de transbordos seus efeitos na resistência tênsil dos agregados e na friabilidade em Latossolo Vermelho distrófico.

MATERIAL E MÉTODOS: A pesquisa foi conduzida em condições de campo na Usina Cerradão, localizada no município de Frutal, estado de Minas Gerais, Brasil (19°56'41" de latitude sul, 49°07'30" de longitude oeste e altitude de 516 m). O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico com textura média. A área de execução do experimento apresenta um histórico de 10 anos cultivando cana-de-açúcar e, antes da instalação do experimento, realizou-se o os manejos de preparo do solo para o plantio manual da cultura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizado com três blocos, quatro tratamentos e dois locais de amostragem. Os tratamentos aplicados relacionam-se com diferentes configurações de transbordo da cana-de-açúcar, conforme descrito: 1T/21 - conjunto trator com 134 kW + transbordo com capacidade de 21 Mg; 2T/10 - conjunto trator com 134 kW + dois transbordos com capacidade de 10 Mg cada; 1T/30 - conjunto trator 172 kW + transbordo com massa de 30 Mg; 1C/21 - conjunto caminhão + caixote de transbordo de 21 Mg. Os locais de amostragem foram a entrelinha (EL) e linha de plantio (LP), sendo que no final da colheita da cana-de-açúcar, realizou-se a amostragem do solo nas camadas superficiais (0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m) para avaliar os efeitos das diferentes configurações dos transbordos na resistência tênsil dos agregados e friabilidade do solo. Os testes foram realizados conforme a metodologia de Imhoff et al. (2002), utilizando uma estrutura de carga controlada eletronicamente, após os ensaios calculou-se a RTA conforme Dexter e Kroesbergen (1985) para estimar a friabilidade do solo (F) pelo método do coeficiente de variação, proposto por Watts e Dexter (1998) e com base nesses valores de F (adimensional) que as classes de friabilidade foram calculadas de acordo com Imhoff et al. (2002), desta forma: não- friável (< 0,01), ligeiramente friável (0,10-0,20), friável (0,20-0,50), muito friável (0,50-0,80) e mecanicamente instável (> 0,80). Verificou-se a normalidade dos dados por meio da rotina PROC UNIVARIATE e atendendo as premissas de distribuição normal dos resíduos, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). As análises foram feitas no software estatístico Statistical Analysis System - SAS®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Verificou-se decréscimo dos valores médios de resistência têsnil dos agregados entre as safras avaliadas (Tabela 1). Observa-se que as diferenças estatísticas, ocorreram entre os locais de amostragem na primeira cana soca (safra 2020/2021) no tratamento 1C/20 com RTA de 24,74 e 39,00 KPa na camada de 0,00-0,10 m e o tratamento 1T/30 com RTA de 32,19 e 48,52 KPa na camada de 0,20-0,30 m na entrelinha e linha de plantio, respectivamente. Entre os tratamentos avaliados na camada de 0,00-0,10 o tratamento 2T/10 apresentou o maior valor médio de 50,22 KPa de RTA diferindo estatisticamente do tratamento 1C/20 na entrelinha e na camada de 0,10-0,20 m os mesmos tratamentos diferiram na linha de plantio. Destaque o tratamento 1C/20 que diferiu dos demais tratamentos em todas as camadas avaliadas apresentando os menores valores médios de RTA entre as safras e nos locais avaliados. Com relação a classificação da friabilidade do solo de maneira geral os locais de amostragem na entrelinha e linha de plantio classifica-se como ligeiramente friável e friável para todas as camadas avaliadas.

Tabela 1. Resistência têsnil dos agregados (KPa) e friabilidade do solo (F) após colheita mecanizada da cana planta e primeira cana soca com uso de diferentes sistemas de transbordo.

Trat.	Cana planta (safra 2020/2021)				Cana soca (safra 2020/2022)				
	RTA		F		RTA		F		
	EL	LP	EL	LP	EL	LP	EL	LP	
	0,00-0,10 m								
1T/21	77,30	58,02	0,11	0,13	49,53 A	56,51	0,13	0,14	
2T/10	72,09	53,83	0,17	0,24	50,22 A	57,07	0,17	0,26	
1T/30	63,38	60,16	0,09	0,13	46,99 A	63,05	0,17	0,16	
1C/20	66,21	60,74	0,14	0,09	24,74 Ba	47,80 b	0,23	0,20	
	0,10-0,20 m								
1T/21	76,48	86,47	0,16	0,01	61,95 A	62,69 A	0,27	0,21	
2T/10	97,93	75,87	0,25	0,18	55,68 A	73,82 A	0,25	0,15	
1T/30	73,82	66,53	0,17	0,16	60,00 A	59,56 A	0,22	0,28	
1C/20	74,96	96,23	0,04	0,16	22,56 B	39,00 B	0,20	0,14	
	0,20-0,30 m								
1T/21	78,79	64,34	0,12	0,03	70,11 A	64,24A	0,28	0,24	
2T/10	64,57	59,53	0,08	0,04	51,66 AB	65,87A	0,26	0,14	
1T/30	69,04	52,81	0,10	0,11	32,19 Ba	48,52 Bb	0,18	0,09	
1C/20	64,91	69,83	0,22	0,16	19,54 C	30,78 B	0,14	0,24	

Letras maiúsculas na coluna diferem entre tratamentos e letras minúsculas na linha representam as diferenças entre os locais avaliados. RTA = resistência têsnil dos agregados; F = friabilidade do solo; EL = entrelinha; LP = linha de plantio.

Foi perceptível que a RTA e F demonstrou ser sensível as modificações que ocorreram entre as safras avaliadas. Esses resultados apontam que o setor canavieiro enfrenta desafios para manter a produção em grande escala ao longo dos ciclos da cultura e entre muitos fatores um desses pode ser relacionado com o intenso tráfego das máquinas e seus efeitos no aumento da compactação do solo (CAVALCANTI et al., 2019). Podendo ser agravante, tendo em vista que seus efeitos são cumulativos de uma safra para outra, de acordo com Feitosa et al. (2015), fatores como a distribuição do peso do trator, dimensões, tipo de estrutura, pressão interna de pneus, área de contato e pressão de contato entre o pneu e o solo, velocidade de deslocamento, intensidade de tráfego e operações realizadas pelos tratores são fatores que estão diretamente relacionados com as modificações na estrutura do solo.

CONCLUSÕES: As diferentes configurações de transbordos apresentaram forte influência nos valores de RTA e F, sendo que após a colheita da cana soca, os tratamentos 2T/10 e 1T/21 apresentaram maiores valores de RTA enquanto o tratamento com caminhão canavieiro 1C/20 foi mais susceptível a desagregação do solo em ambos os locais avaliados. Para esse estudo todos os tratamentos nos locais avaliados foram classificados como ligeiramente friável a friável. A resistência tênsil dos agregados e a friabilidade demonstraram sensibilidade nas análises que foram realizadas para estudar a estrutura do solo.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (144659/2019-0), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP (2021/09077-2) e a Fundação Agrisus (3054/21) pelo apoio financeiro e a Usina Cerradão pela disponibilidade do espaço para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS:

- CAVALCANTI, R. Q.; ROLIM, M. M.; LIMA, R. P.; TAVARES, U. E.; PEDROSA, E. M. R.; GOMES, I. F. Soil physical and mechanical attributes in response to successive harvests under sugarcane cultivation in Northeastern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v.189, p.140-147, 2019.
- DEXTER, A. R.; KROESBERGEN, B. Methodology for determination of tensile strength of soil aggregates. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.31, n.2, p.139-147, 1985.
- ESTEBAN, D. A. A.; SOUZA, Z. M.; TORMENA, C. A.; LOVERA, L. H.; LIMA, E. S.; OLIVEIRA, I. N.; RIBEIRO, N. P. Soil compaction, root system and productivity of sugarcane under different row spacing and controlled traffic at harvest. **Soil and Tillage Research**, v.187, p.60-71, 2019.
- FEITOSA, J. R.; FERNANDES, H. C.; TEIXEIRA, M. M.; CECON, P. R. Influência da pressão interna dos pneus e da velocidade de deslocamento nos parâmetros operacionais de um trator agrícola e nas propriedades físicas do solo. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p.117-127, 2015.
- 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, n.5, p.1656-1661, 2002.
- KELLER, T.; SANDIN, M.; COLOMBI, T.; HORN, R.; O R, D. Historical increase in agricultural machinery weights enhanced soil stress levels and adversely affected soil functioning. **Soil and Tillage Research**, v.194, p.1-12, 2019.
- TORMENA, C. A.; ARAÚJO, M. A.; FIDALSKI, J.; IMHOFF, S.; SILVA, A. P. Quantificação da resistência tênsil e da friabilidade de um Latossolo Vermelho distroférrico sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, n.3, p.943-952, 2008.
- 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, n.1, p.73-84, 1998.