



Identificação dos atributos físicos de área cultivada com cana-de-açúcar no município de Dourados - MS⁽¹⁾.

Elka Élice Vasco de Miranda⁽²⁾; Alessandro André Hofstetter⁽³⁾; Laércio Alves de Carvalho⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul através do programa de iniciação científica FUNDECT/CNPq/UEMS

⁽²⁾ Docente; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; Dourados, Mato Grosso do Sul; elkaelice@gmail.com;

⁽³⁾ Discente; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul;

⁽⁴⁾ Docente; Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul;

RESUMO: A produtividade da cana-de-açúcar é dependente de vários fatores e entre eles se encontra as propriedades físicas de um solo, onde a caracterização da camada compactada pode contribuir para identificação de áreas de cultivo degradadas. O objetivo deste estudo foi utilizar a resistência do solo à penetração e a densidade do solo como indicadores de compactação do solo em áreas de cultivo da cana-de-açúcar. Foi utilizado um penetrômetro digital e realizado 40 pontos em uma área de três hectares com a elaboração de um gráfico com a resistência média dada em KPa. Para densidade do solo foram coletadas 30 amostras em dez pontos com três repetições em cada ponto, onde foi feita a média dessas amostras para análise descritiva através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk e os valores de média, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, assimetria e coeficiente de curtose. Os dados obtidos com o penetrômetro demonstraram que em sua maioria os valores foram acima de 2 MPa, valor considerado crítico. A densidade do solo obtida em diferentes pontos da área demonstrou valores acima de 1,5 g cm⁻³, valor considerado limite para uma qualidade física do solo, já a porosidade total apresentou valores inferiores a 0,5 m³ m⁻³ considerado valor mínimo aceitável para um solo agricultável.

Termos de indexação: densidade do solo; resistência à penetração; porosidade total.

INTRODUÇÃO

O Brasil conta com uma área de nove milhões de hectares de cana-de-açúcar, distribuída em diversas regiões produtoras, como SP, MG, PR, GO, AL, MS, PE entre outras. A expansão de área da cultura no Brasil continua ocorrendo, estima-se que em relação à safra 2013/2014 a safra 2014/2015 terá um aumento de aproximadamente 3,6%, sendo que o estado do Mato Grosso do Sul foi um dos estados com maior expansão de áreas de cultivo de cana-de-açúcar com um acréscimo de 57,9 mil hectares (Conab, 2014).

Com a mecanização implantada no cultivo de cana-de-açúcar o solo sofre um trânsito intenso de implementos agrícolas que acarretam em uma alta pressão do solo e consequentemente podem causar sua compactação (Souza et al., 2005).

A compactação pode acarretar na degradação total da estrutura do solo provocando danos em suas propriedades físicas, bem como prejuízos no desenvolvimento das plantas (Camargo & Alleoni, 1997). O processo de compactação do solo pode ser atribuído tanto à diminuição do espaço poroso entre os agregados, ocorrendo assim uma reorganização na matriz do solo, como à ruptura e a destruição dos agregados, havendo uma reordenação e orientação das partículas, gerando um aglomerado rígido na matriz do solo (Klein & Libardi, 2002).

Segundo Merotto & Mundstock (1999) um solo com um índice de resistência mecânica a penetração entre 1,0 e 3,5 MPa ou para Arshad et al. (1996) valores entre 2,0 a 4,0 MPa pode mitigar ou impedir o crescimento e a evolução do sistema radicular.

Portanto, controlar os níveis de pressão aplicados a um solo é essencial, para o monitoramento e controle da vitalidade do solo, determinando o manejo correto do solo através dos parâmetros físicos do solo (Braunbeck & Oliveira, 2006). Através disto este estudo tem como objetivo identificar e analisar as propriedades físicas de uma área com o cultivo de cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada na Usina São Fernando no Município de Dourados – MS, com a área de coleta situada nas coordenadas geográficas 22°12'15"S e 54°51'58"O, com a classificação climática de Köppen do tipo Cwa (clima mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos).

Para avaliação da resistência mecânica do solo a penetração (RMSP) foi utilizado um penetrômetro eletrônico, modelo FALKER PenetroLOG – PLG 1020, com aptidão eletrônica para aquisição de



dados, sendo amostrados 40 pontos em um talhão de três hectares com teor de água na sua capacidade de campo, com posterior elaboração de um gráfico médio relacionando a profundidade amostrada com a força aplicada para penetração no solo (KPa). O penetrômetro foi configurado para registrar leituras a cada 10 mm de incremento de profundidade. Os dados referentes ao penetrômetro foram extraídos e analisados a uma profundidade máxima de 40 cm, através do software PenetroLOG obtendo se o gráfico da profundidade média de maior compactação do solo.

Concomitantemente, com o auxílio do amostrador de Uhland acoplados com anéis de inox, foram coletadas amostras indeformadas para determinação da densidade do solo e porosidade total na profundidade média de maior compactação do solo, sendo realizadas um total de 30 amostras em dez pontos com três repetições cada.

Os parâmetros analisados posteriormente através da coleta de amostras indeformadas são:

Densidade do Solo (D_s);

$D_s = [\text{Massa solo seco} / \text{Volume total}] \text{ g cm}^{-3}$;

Porosidade Total (PT);

$PT = [1 - (D_s/D_p)] \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$;

Para a determinação da densidade do solo, as amostras após serem pesadas foram levadas a estufa a uma temperatura de 105 °C por um período de 36 horas (Embrapa, 2002) e posteriormente, pesadas mais uma vez.

Na identificação da porosidade total foi adotado o valor da densidade de partículas como 2,65 g cm⁻³ de acordo com Reichardt (1987).

Na determinação da análise descritiva deste estudo, foi utilizado o software Assistat (Silva & Azevedo, 2009) com realização prévia do teste de Shapiro-Wilk (W) para a avaliação de normalidade dos dados e posteriormente obteve-se a média, desvio padrão (N-1), variância, coeficiente de variação, e curtose, de todos os parâmetros analisados com o agrupamento das repetições de cada ponto em um único dado através da média a fim de se ter uma visão geral do comportamento dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme mostrado na **Figura 1** pode se observar que a média de valores de RMSPP por profundidade, aponta que na camada entre 0,08 m e 0,34 m se encontra os maiores valores de pressão exercida sobre o solo, apresentando valores acima de 2 MPa representando níveis críticos da resistência do solo, podendo impedir o ideal desenvolvimento do

sistema radicular resultando em uma deficiência de água e nutrientes para as plantas (Miller, 1987). A profundidade média de maior resistência mecânica do solo ocorreu na profundidade de 0,16 m (**Figura 1**), portanto as amostras indeformadas foram retiradas na mesma profundidade, chegando se os dados mostrados na **Tabela 1**.

Tabela 1. Média de valores de Resistência mecânica do solo à penetração, Densidade do solo e Porosidade Total.

Pontos	RMSPP ¹ (KPa)	Densidade (g cm ⁻³)	Porosidade Total
1	1894	1,60	39,76
2	1399	1,52	42,62
3	3186	1,53	42,30
4	3000	1,59	40,02
5	2544	1,66	37,26
6	2683	1,64	38,10
7	3410	1,55	41,54
8	3132	1,66	37,49
9	3581	1,59	39,91
10	4292	1,70	35,99

¹ Valor da Resistência mecânica do solo à penetração, na profundidade de 0,16 m.

As análises descritivas da densidade de solo das amostras indeformadas (**Tabela 2**) demonstraram um valor aceitável no teste de Shapiro-Wilk (W) (Shapiro & Wilk, 1965) que é empregado com a intenção de avaliar a normalidade dos dados. O parâmetro W indicou que todas as amostras da densidade do solo e de porosidade total obtiveram normalidade de distribuição ($p > 0,05$).

Os coeficientes de variação (CV) são classificados por Warrick & Nielsen (1980) como baixo ($CV < 12\%$) mediano ($12\% < CV < 62\%$) e alto ($CV > 62\%$), portanto a densidade do solo e a porosidade total apresentaram um baixo coeficiente de variação, o que representa uma regularidade entre os dados. Santos et al. (2012) e Lima et al. (2014) destacam que o coeficiente de variação não costuma ultrapassar valores acima de 10% para o parâmetro de densidade do solo e valores como estes para a porosidade total também foram encontrados por Carvalho et al. (2003).

O coeficiente de assimetria e curtose são usualmente utilizados na descrição das curvas de distribuições dos dados, onde a assimetria é classificada em assimetria positiva caso seja maior que zero ou assimetria negativa caso seja menor que zero. Já o coeficiente de curtose é definido como a intensidade que a curva de frequência



será achatada em relação a uma curva normal de referência (Crespo, 1994).

Snedecor & Cochran (1967) assinalam que os valores de curtose e assimetria são considerados de distribuição normal quando forem 0 e 3 respectivamente, desta forma tanto a densidade do solo quanto a porosidade total neste trabalho tem sua classificação determinada como uma distribuição anormal.

Na **Tabela 1** pode se observar que a média das três repetições da determinação da densidade do solo nos dez pontos apresentaram valores acima de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ em uma profundidade de 0,16 m que segundo Anjos, (1985) em solos de plantio de cana-de-açúcar é considerado crítico. Em solos com um alto índice de densidade do solo, principalmente em camadas superficiais, dificulta o desenvolvimento radicular podendo comprometer a produtividade da cultura de cana-de-açúcar, que apresenta o seu maior potencial exploratório na camada rasa do solo (Lima et al., 2009).

Os valores obtidos de porosidade total indicaram que há deficiência em porosidade total em todas as amostras coletadas com valores inferiores a $0,5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ que segundo Kiehl (1979), é o valor mínimo para um solo ideal agricultável.

CONCLUSÕES

A área de estudo apresentou um maior valor médio de compactação em uma profundidade de 0,16 m com valor superior a 2 MPa, apresentando um valor inadequado de Resistência Mecânica do solo a penetração, sendo estes valores inadequados confirmados através de amostras indeformadas do solo, onde a densidade do solo apresentou valores acima de $1,5 \text{ g cm}^{-3}$ na camada arável do solo, podendo causar deficiência no sistema radicular da cana-de-açúcar e impedindo o ideal desenvolvimento da cultura e valores de porosidade total abaixo de $0,5 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ valor mínimo para um solo em boas condições físicas.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L.H.C. dos. Caracterização, gênese, classificação e aptidão agrícola de uma sequência de solos do Terciário na região de Campos, RJ. Itaguaí: UFRRJ, 1985. 194p. Dissertação de Mestrado

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. Methods for assessing soil quality. Madison, Soil Science Society of America, 1996. p.123-141.

BRAUNBECK, O.; OLIVEIRA, J. Colheita de cana-de-açúcar com auxílio mecânico. Engenharia agrícola, 26:300-308, 2006.

CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1997. 132p.

CARVALHO, C.G.P.; ARIAS, C.A.A.; TOLEDO, J.F.F. et al. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 38:187-193, 2003.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar. Primeiro levantamento, 2014. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/14_04_15_15_44_37_boletim_cana_portugues_-_1o_lev_-_14.pdf> Acesso em 22 abr. 2015.

CRESPO, A.A. Estatística Fácil. 16.ed. São Paulo: Saraiva, 1998. 207 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

Kiehl, E. J. Manual de edafologia. 1.ed São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 262p. REICHARDT, K. A água nos sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987, 188p.

KLEIN, V.A.; LIBARDI, P.L. Densidade e distribuição do diâmetro dos poros de um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo. v.26; p.857-867, 2002

LIMA, R. P., LEON, M. J., GONZAGA, B. A. B. S., SANTOS, R. F. 2009. Resistência à Penetração e Densidade do Solo como Indicativos de Compactação do Solo em Área de Cultivo da Cana-de-Açúcar. Disponível em: <http://www.falker.com.br/artigos/CBCS_UFPB_RP_ComCompactacaoC-deAcucar.pdf> Acesso em 18 abr. 2015.

LIMA, R. P.; SILVA, A. R.; OLIVEIRA, D. M. S. Análise de trilha de atributos físicos na resistência à penetração de um latossolo amarelo. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 1, n. 1, p. 65-74, 2014.

MEROTTO, A.; MUNDSTOCK, C. M. Wheat root growth as affected by soil strength. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:197-202, 1999.

MILLER, D. E. Effect of subsoiling and irrigation regime no dry bean production in the Pacific Northwest. Soil Science Society of America Journal, 51:784-787, 1987.

PEDROTTI, A.; PAULETTO, E. A.; CRESTANAS, S. et al. Resistência mecânica a penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. Revista Brasileira de Ciência de Solo, 25:521-529, 2001.



SANTOS, K. S.; MONTENEGRO, A. A. A.; ALMEIDA, B. G; et. Al. Variabilidade espacial de atributos físicos em solos de vale aluvial no semiárido de Pernambuco. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 16:828–835, 2012.

SHAPIRO, S.S. & WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika, 52:591-611, 1965.

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal components analysis in the software assistat-statistical assistance. In: 7th World Congress on Computers in Agriculture, 2009, Reno. Proceedings of the 7th World Congress on Computers in Agriculture. St. Joseph: ASABE, 2009. CD-ROM.

SNEDECOR, G.W. & COCHRAN, W.G. Statistical methods. 6.ed. Ames, Iowa State University, 1967. 593p.

SOUZA, Z. M.; PRADO, R. M.; PAIXÃO, A. C. S.; Sistemas de colheita e manejo da palhada de cana-de-açúcar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 40:271-278, 2005.

SOUZA, Zigomar M.; MARQUES JUNIOR, José; PEREIRA, Gener T. et al. Variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho sob cultivo de cana-de-açúcar. Revista brasileira engenharia agrícola e ambiental. 8:51-58, 2004.

WARRICK, A.W. & NIELSEN, D.R. Spatial variability of soil physical properties in the field. In: HILLEL, D., ed. Applications of soil physics. New York, Academic Press, 1980. 350p.

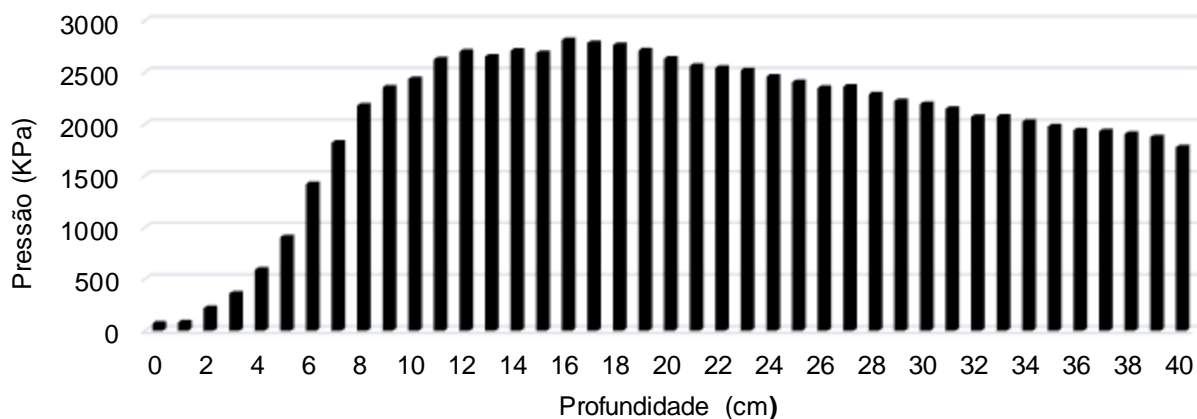


Figura 1. Profundidade média de maior compactação do solo obtido através do software PenetroLOG

Tabela 2. Teste de normalidade e análise descritiva para os parâmetros de densidade do solo e porosidade total

Parâmetros	p-Valor	Normalidade	Média	Desvio Padrão N-1	Variância	Coefficiente de Variação	Assimetria	Curtose
Densidade do Solo	0,637	Sim	1,603	0,060	0,004	3,720	0,050	-1,185
Porosidade Total	0,637	Sim	39,499	2,250	5,064	5,697	-0,050	-1,185