

CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO DE UM SOLO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR

UILKA ELISA TAVARES¹, MÁRIO MONTEIRO ROLIM², PEDRO FRANCISCO SANGUINO ORTIZ³, FERNANDA BION PEIXOTO⁴, ELVIRA MARIA REGIS PEDROSA⁵

¹ Doutora, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (81) 3320-6279, uetavares@yahoo.com.br

² Prof. Doutor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (81) 3320-6279, mario.rolim@ufrpe.br

³ Mestre, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (81) 3320-6279, francisko369@gmail.com

⁴ Graduanda, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (81) 3320-6279, uetavares@yhoo.com.br

⁵ Prof. Doutor, Universidade Federal Rural de Pernambuco, (81) 3320-6279, elvira.pedrosa@deagri.ufrpe.br

RESUMO: Na agricultura, os parâmetros de cisalhamento podem contribuir na compreensão dos processos do preparo e estrutura do solo, pois a resistência ao cisalhamento é determinada pelas características coesivas e friccionais entre as partículas. O objetivo da pesquisa foi quantificar ângulo de atrito e coesão de um Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina, PE, com a coleta de 4 amostras na profundidade 0,00-0,20 m, para ensaios de coesão e ângulo de atrito do solo. Realizou-se análise de estatística descritiva. O Argissolo estudado apresentou coesão de 16,57 kPa e ângulo de atrito de 38,84°. Média e mediana indicaram uma distribuição simétrica. Assimetria e curtose estavam próximos de zero e sugeriram distribuição próxima à Normal. Verificou-se ausência de outliers por meio dos boxplots gerados. A curtose negativa do ângulo de atrito apontou que os dados tendem para os menores valores. O coeficiente de variação (<25%) indicou que os dados podem ser considerados homogêneos. Alguns autores verificaram que ângulo de atrito de 38° a 40° corresponde a solos compostos por areias com partículas médias. Concluiu-se que o ângulo de atrito é o componente de mais influencia a resistência ao cisalhamento do solo estudado.

PALAVRAS-CHAVE: densidade do solo, textura, solo distrocoeso

CHARACTERIZATION OF THE SHEAR STRENGTH OF A SOIL UNDER SUGARCANE CROP

ABSTRACT: In agriculture, the shear parameters can contribute to the understanding of soil preparation and structure processes, since the shear strength is determined by the cohesive and frictional characteristics between the particles. The objective of the research was to quantify the angle of friction and cohesion of a Yellow Ultisol cultivated with sugarcane. The study was conducted at the Experimental Sugarcane Station of Carpina, PE, with the collection of 4 samples at depth 0.00-0.20 m, for cohesion and friction angle soil tests. Descriptive statistics analysis was performed. The studied Ultisol showed cohesion of 16.57 kPa and friction angle of 38.84 °. Mean and median indicated a symmetrical distribution. Asymmetry and kurtosis were close to zero and suggested distribution close to Normal. There was an absence of outliers through the generated boxplots. The negative kurtosis of the friction angle indicated

that the data tended to the lowest values. The coefficient of variation (<25%) indicated that the data can be considered homogeneous. Some authors have verified that the angle of friction of 38° to 40° corresponds to soils composed of sands with average particles. We conclude that the angle of friction is the most influent component of the shear strength.

KEYWORDS: cohesion, angle of friction, Yellow Ultisol

INTRODUÇÃO: A resistência do solo ao cisalhamento é considerada o principal parâmetro explicativo da interação solo-máquina na agricultura (BAVER et al., 1972; MCCORMACK e WILDING, 1979; MACHADO, 2001). As componentes da resistência ao cisalhamento, denominadas de coesão e o ângulo de atrito, representam características coesivas e friccionais das partículas do solo e por meio destas componentes pode-se melhorar a compreensão dos processos do preparo do solo com implementos agrícolas. O ângulo de atrito e a coesão são fortemente influenciados pela tensão normal verticalmente aplicada sobre o solo e pela umidade (SILVA et al., 2007) e pesquisas conduzidas em campo tem demonstrado que a umidade do solo promoveu decréscimo da resistência ao cisalhamento e seus parâmetros coesão e atrito e que a associação da umidade com um tipo de preparo específico pode ocasionar no solo diferentes resultados de resistências ao cisalhamento (SILVA et al., 20104). Chia et al. (2016) e Barbosa e Lima (2012), por outro lado, verificaram em suas pesquisas que as raízes das plantas contribuíram para incrementar a resistência ao cisalhamento. Desta forma, o objetivo da pesquisa foi quantificar ângulo de atrito e coesão de um Argissolo Amarelo cultivado com cana-de-açúcar.

MATERIAL E MÉTODOS: O estudo foi conduzido na Estação Experimental de Cana-de-açúcar do Carpina, PE, com área experimental de 0,88 ha formato retangular dividida em 4 parcelas experimentais. Em cada parcela foi coletada uma amostra na profundidade 0,00-0,20 m. Analisaram-se coesão e ângulo de atrito do solo. Trincheiras foram escavadas para extração de blocos de solo com dimensões de 20×20×20 cm, na profundidade de 0,00-0,20 m. Cada bloco foi parafinado e acondicionado em caixas de madeira e transportado para o Laboratório de Aproveitamento de Resíduos e Mecânica dos Solos - UFRPE para realização do ensaio de cisalhamento direto e obtenção dos parâmetros de coesão e ângulo de atrito interno do solo; com auxílio de prensa de cisalhamento direto, marca Solotest. Para cada bloco, realizaram-se ensaios de cisalhamento com as tensões normais de 3, 4, 5 e 6 kPa. As tensões normais foram determinados em função do peso específico do solo e profundidade de coleta da amostra (STOKES & MATTHECK, 1996), que simulam os níveis médios de tensões geostáticas verticais efetivas para o solo estudado. Na fase de consolidação, as leituras foram realizadas aos 0,06; 0,25; 0,5; 1, 2, 4; 8; 15; 30; 60; 90 e 120 minutos, com a amostra sendo saturada aos 0,5 minutos. A velocidade mínima aplicada pelo equipamento foi de 0,30 mm/minuto. Na fase de cisalhamento, as leituras foram realizadas a cada 30 segundos nos primeiros 5 minutos, e a cada 1 minuto a partir do quinto minuto. Os ensaios foram realizados até a máxima deflexão do extensômetro horizontal (10 mm). A coesão e o ângulo de atrito foram obtidos com o ajustamento da equação de Coulomb ($\tau = c + \sigma_n \tan \phi$) para os valores de tensão de cisalhamento obtidos com aplicação das tensões normais, pelo método dos mínimos quadrados. Realizou-se análise de estatística descritiva dos dados e confecção de boxplot.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: O Argissolo estudado apresentou coesão de 16,57 kPa e ângulo de atrito de 38,84°. Média e mediana indicaram uma distribuição simétrica. Assimetria

e curtose estavam próximos de zero e sugeriram distribuição próxima à normal (Tabela 1). A curtose negativa do ângulo de atrito apontou comportamento platicurtico (<0). O coeficiente de variação ($<25\%$) indicou baixa variabilidade dos dados e que os dados podem ser considerados homogêneos. Os elevados valores de ângulo de atrito destacam sua grande influência na resistência ao cisalhamento do Argissolo Amarelo distrocoeso estudado.

Tabela 1. Estatística descritiva das variáveis coesão (kPa) e ângulo de atrito ($^{\circ}$) de um Argissolo Amarelo distrocoeso

	Coesão	Atrito
Média	16,57	38,84
Mediana	15,96	38,63
Assimetria	0,35	0,34
Curtose	0,47	-0,27
Desvio padrão	2,61	4,67
Coef. Variação (%)	15,82	11,98

Verificou-se ausência de outliers por meio dos boxplots gerados (Figura 1). O boxplot da coesão apresentou uma menor amplitude dos dados e um deslocamento da mediana para os menores valores. Para o ângulo de atrito, a mediana e o intervalo interquartilico estava deslocado para os menores valores. Diversos fatores como o tipo de preparo do solo e tráfego (ROSA, 2007), textura, estrutura, conteúdo de matéria orgânica, densidade, mineralogia (MAZURANA, 2009), também influenciam no ângulo de atrito e coesão e a variabilidade destes na área.

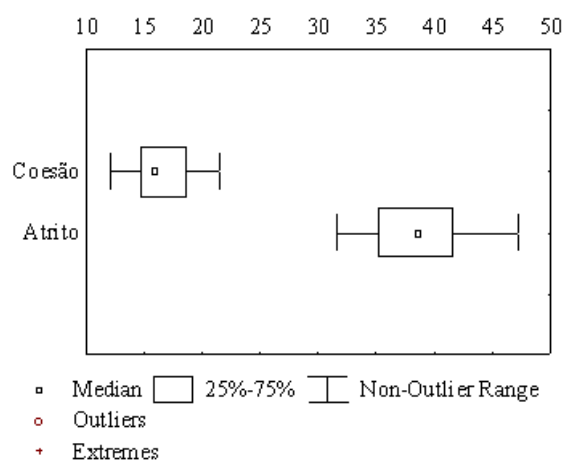


Figura 1. Boxplot das variáveis Coesão (kPa) e atrito ($^{\circ}$) de um Argissolo Amarelo distrocoeso

CONCLUSÕES: Concluiu-se que o ângulo de atrito é o componente de maior influência a resistência ao cisalhamento do solo estudado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BARBOSA, M. C. R.; LIMA, H. M. Resistência ao cisalhamento de solos e taludes vegetados com capim vetiver. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p.113-120, 2012.
- BAVER, L. D. et al. *Soil physics*. 4th ed. New York: John Wiley & Sons, 1972. 498p.

CHIA, C. F.; MING, H. T. Spatial distribution of plant root forces in root-permeated soils subject to shear. *Soil & Tillage Research*, v.156, p.1-15, 2016.

MACHADO, A. L. T. Previsão do esforço de tração para ferramentas de hastes com ponteiros estreitas em dois solos do Rio Grande do Sul. 2001. 172 f. Tese (Doutorado) - UFRGS, Porto Alegre.

MAZURANA, M. Atributos físicos, mineralógicos e matéria orgânica de solos relacionados à capacidade de suporte de carga. 2011. 169 f. Dissertação (Mestrado) - UFRGS, Porto Alegre.

MCCORMACK, D. E.; WILDING, L. P. Soil properties influencing strength of cranfield and geeburg soils. *Soil Science Society of America Journal*, v.43, p.167-73, 1979.

ROSA, D. P. Comportamento dinâmico e mecânico do solo sob níveis diferenciados de escaificação e compactação. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado) – UFSM, Santa Maria.

SILVA, A. J. N.; CARVALHO, F. G. Coesão e resistência ao cisalhamento relacionadas a atributos físicos e químicos de um Latossolo amarelo de tabuleiro costeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 853-862, 2007.

SILVA, R. B. et al. Resistência ao cisalhamento de um Latossolo sob diferentes uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. v.28, p.165-173, 2004.

STOKES, A.; MATTHECK, C. Variation of wood strength in tree roots. *Journal of Experimental Botany*, v. 47, p. 693-699, 1996.