

CAPACIDADE DE SUPORTE DE CARGA DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRICO SOB CULTIVO DE CAFÉ IRRIGADO

J. A. do V. Sant'ana¹, W. A. de Freitas¹, J. J. da Silva Júnior¹, L. A. Borges¹, W. L. Miranda¹, W. B. de C. Junqueira¹, M. C. R. Leite Júnior¹, A. S. de Oliveira¹, P. Iori², M. S. Dias Junior³

RESUMO: O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a susceptibilidade e vulnerabilidade da estrutura de um solo cultivado com café, sob regime de irrigação por gotejamento. O solo analisado é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf). Foram coletadas amostras indeformadas do solo sob a copa do cafeeiro e na entrelinha de plantio, nas profundidades de 0 a 3 e 10 a 13 cm. Para confecção do modelo de capacidade de suporte de carga do solo, as amostras foram submetidas a ensaio de compressão no consolidômetro. Os modelos foram bem ajustados. Não houve diferença significativa entre os modelos sob a copa e na entrelinha para as profundidades avaliadas. Diferença significativa foi observada apenas na comparação entre ambientes (sob copa e entrelinhas), sendo que na entrelinha ocorreu o maior nível de compactação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: ensaio de preconsolidação, compactação do solo, umidade do solo.

LOAD BEARING CAPACITY OF A DYSTROFERRIC RED LATOSOL UNDER IRRIGATED CROP COFFEE

SUMMARY: The present work was to evaluate the susceptibility and vulnerability of the structure of a coffee plantation soil under drip irrigation system. The tested soil is classified as Dystroferic Red Latosol (LVdf). Samples were collected undisturbed soil under the canopy of the coffee tree planting and spacing, at depths of 0 to 3 and 10 to 13 cm. Order to build the model of load-bearing capacity of soil, samples were maintained within the core cylinders, which were placed into the compression cell. The models were well adjusted. There was no significant difference between the models under the canopy and leading to the depths evaluated. A significant difference was observed only when comparing environments (under canopy and between rows), and was leading in the highest level of soil compaction.

KEY WORDS: preconsolidation test, soil compaction, soil moisture.

¹ Doutorando do PPG Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas, UFLA, Lavras, MG.

² Doutorando do PPG em Ciência do solo, UFLA, Lavras, MG.

³ Professor Adjunto do Departamento de Ciência do Solo, UFLA, Lavras, MG.

INTRODUÇÃO

Os impactos causados ao solo pela exploração agropecuária é algo relevante. Dentre estes, pode-se citar a compactação como um importante parâmetro que define a degradação física dos solos e que tem trazido grande inquietação, uma vez que pode ocasionar inúmeras perdas, inclusive da produtividade (GONTIJO et al., 2008). Neste sentido, mostra-se oportuna a realização de medições das propriedades do solo como alternativa de conhecer previamente as suas características e detectar precocemente a sua capacidade suporte, ou seja, a capacidade em receber pressões. Segundo Gontijo (2007) a pressão de preconsolidação (σ_p) é considerada uma metodologia adequada na prevenção da compactação adicional ao solo. Relaciona a variação da capacidade suporte de carga dos solos em função da umidade. Reportando à cafeicultura, que é foco deste estudo, o tráfego em condições inadequadas de umidade em áreas cultivadas com cafeeiros tem-se tornado preocupante em decorrência da compactação causada pelas máquinas ao longo dos anos (SILVA et al., 2006). Com a implantação desta cultura em áreas aptas à mecanização e o seu cultivo em larga escala, a utilização de máquinas agrícolas e a degradação da estrutura do solo têm sido observadas com maior frequência (GONTIJO et al., 2008). Como objetivo deste experimento, pretendeu-se verificar a susceptibilidade e vulnerabilidade de um Latossolo Vermelho Distroférrico cultivado com cafeeiro, quanto à compactação, entre as linhas de plantio com tráfego humano e a projeção da copa da planta irrigada por gotejamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia e no Laboratório de Física e Mecânica de Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras - MG (21°14'S, 45°00'W). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf) segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2006), apresentando as seguintes características físicas: 2,88 e 2,90 g cm⁻³ de densidade de partículas do solo; 1,24 e 1,39 g cm⁻³ de densidade do solo; 56,91 e 52,08 % de porosidade total; 0,0378 e 0,0794 cm min⁻¹ de condutividade hidráulica, para as camadas de solo de 0-10 cm e 0,10-0,20 cm, respectivamente. Para a condução deste experimento foi utilizada uma lavoura já implantada em março de 1997 e recepada em outubro de 2004, sendo que a cultivar é Acaiá MG-1474 plantada no espaçamento de 3,0 m entre linhas e 0,6 m entre plantas. O sistema de irrigação utilizado é o gotejamento superficial, sendo caracterizado pela

aplicação de água no solo de modo a formar uma faixa contínua ao longo da linha de plantas. As irrigações foram realizadas sempre que a planta consumia 25% da água disponível na camada de 0-20 cm. As entrelinhas, não recebiam irrigação, sendo que os tratos culturais foram realizados de forma manual de acordo com as necessidades da cultura, não ocorrendo transito de máquinas e animais. Fazendo uso do amostrador de Uhland, coletaram-se em maio de 2011, amostras de solo sendo os tratamentos na projeção da copa (faixa molhada de irrigação), nas profundidades de 0 a 3 cm (C03) e 10 a 13 cm (C13) e na entrelinha de 0 a 3 cm (E03) e 10 a 13 cm (E13), coletando-se 6 amostras de solo indeformadas em cada tratamento, em anéis metálicos identificados, com as dimensões de 2,55 cm de altura por 6,3 cm de diâmetro médio. Após a coleta as amostras de solo foram cuidadosamente embaladas em filme plástico para se evitar uma possível alteração da estrutura do solo e da umidade natural. Em laboratório, o excesso de solo das amostras foi retirado até que atingissem as dimensões do anel, e parte deste excesso foi utilizado para determinar a umidade atual do solo. Saturou-se duas amostras de cada tratamento, aplicando-se em uma das amostras a sucção de 0,02 atm na mesa de tensão (representando a umidade inicial) e na outra amostra a tensão de 1 atm no extrator de Richards (para escolha do método a se utilizar: o método $1 \leq 100\text{kPa}$ ou o método $3 > 100\text{kPa}$, de acordo com Dias Junior (1994)). Estimadas essas umidades, as amostras foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial no consolidômetro de acordo com o método proposto por Bowles (1986), modificado por Dias Junior (1994) para aplicação do modelo de capacidade de suporte de carga do solo. As umidades de 0,08 e 0,45 $\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$ foram estabelecidas respectivamente como limite inferior e superior e foram determinados os valores intermediários para modelagem da compactação. As pressões aplicadas a cada amostra, utilizando consolidômetros, obedeceram à seguinte ordem; 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 kPa. Cada pressão foi aplicada até que 90 % da deformação máxima fossem alcançada (TAYLOR, 1948), e somente então se aplicava nova pressão. Após o término do ensaio, as amostras foram levadas à estufa a 105–110 °C, até que se obtivesse massa constante, para determinação da umidade gravimétrica. As pressões de preconsolidação (σ_p) foram obtidas por meio da curva de compressão (DIAS JUNIOR & PIERCE, 1995) e marcadas de acordo com a umidade, utilizando-se o software Sigma Plot 12.0 (Jandel Scientific, P.O. Box 7005, San Rafael, CA, USA, versão demonstrativa). Assim foram obtidas as equações matemáticas que correspondessem aos modelos de capacidade de suporte de carga do solo, de acordo com o modelo $\sigma_p = 10^{(a+\theta b)}$. As comparações das equações dos

modelos de capacidade de suporte de carga entre os tratamentos foram feitas adotando-se o procedimento descrito por Snedecor & Cochran (1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 ilustra o ajuste do modelo, em que o parâmetro estimado “a” (intercepto da regressão linearizada) variou de 2,75 a 2,94, já o parâmetro “b” (coeficiente angular da regressão linearizada), variou de -1,99 a -1,05. Os coeficientes de determinação (R^2) variaram de 0,83 a 0,90, sendo todos significativos a 5 % pelo teste de t-Student. Peng et al. (2004) estudando a relação entre pressão de preconsolidação e umidade gravimétrica, obtiveram um modelo exponencial semelhante ao utilizado neste estudo. Esses autores concluíram que o parâmetro “a” indica a resistência intrínseca do solo seco e o “b” descreve a influência de atributos do solo, como textura e matéria orgânica, na resistência deste. O menor valor do coeficiente linear “a” encontrado ocorreu na projeção da copa (C), na profundidade de 0 - 3 cm. Um menor coeficiente linear indica um solo com menor capacidade de suporte de carga inicial.

Tabela 1 Modelos de capacidade de suporte de carga para um Latossolo Vermelho Distroférico (LVdf) cultivado com cafeeiro, (C03) e (C13) na projeção da copa, (E03) e (E13) na entrelinha nas profundidades de 0-3 e 10-13 cm.

| Tratamentos | Modelo | R^2 |
|-------------|--|-------|
| C03 | $\sigma_p=10^{(2.7535-1.4659 \theta)}$ | 0,83* |
| C13 | $\sigma_p=10^{(2.9435-1.9957 \theta)}$ | 0,84* |
| E03 | $\sigma_p=10^{(2.7989-1.0577 \theta)}$ | 0,84* |
| E13 | $\sigma_p=10^{(2.8366-1.7481 \theta)}$ | 0,90* |

*significativo ao nível de 5%.

Como não houve diferença estatística entre os modelos (Tabela 2), nas profundidades estudadas, tanto na projeção da copa quanto na entrelinha, as curvas foram sobrepostas e ajustadas em um único gráfico. Uma nova equação de regressão foi ajustada, obtendo-se, um único modelo de capacidade de suporte de carga para a projeção da copa e outro para entrelinha (Figura 1).

Os parâmetros “a” e “b” do modelo $[\sigma_p = 10^{(a + \theta b)}]$, foram de 2,8216 e 2,8025 e -1,6028 e -1,3215 para projeção da copa e entrelinha, respectivamente. Os coeficientes de determinação (R^2) foram de 0,8135 (projeção da copa) e 0,8239 (entrelinha). A projeção da copa e a entrelinha apresentaram comportamentos distintos com relação à capacidade de

suporte de carga (Tabela 2), devido aos manejos diferenciados aplicados em cada local. Nesse caso, entre os fatores que influenciam a capacidade de suporte de carga de um solo, o manejo (história de tensão) destaca-se, justificando esse comportamento. A entrelinha apresentou maior capacidade de suporte de carga em razão do trânsito de pessoas para realização da colheita e dos tratos culturais, desde a implantação da lavoura. Apresentando desta forma maior compactação e consequentemente uma maior degradação da estrutura do solo. Já a projeção da copa apresentou menor capacidade de suporte de carga, devido ao menor trânsito de pessoas e maior incorporação de matéria orgânica, aliada a irrigação por gotejamento, que acelera o processo de degradação melhorando a estrutura do solo. Quanto aos coeficientes (a e b) não houve diferença estatística, ao nível de significância de 5% (Tabela 2).

Tabela 2 Teste de significância, descrito por Snedecor & Cochran (1989), entre os modelos de capacidade de suporte de carga [$\sigma_p = 10^{(a+b)}$], para o Latossolo Vermelho Distroférrico, para os diferentes ambientes de café irrigado

| Tratamento | Profundidade (cm) | F | F | |
|--------------|-------------------|---|-------------------------|--------------------------|
| | | | Coefficiente linear (a) | Coefficiente angular (b) |
| Copa | 0-03 x 10-13 | H | ns | ns |
| Entrelinha | 0-03 x 10-13 | H | ns | ns |
| Entrelinha x | | N | | |
| Copa | 0-13 | H | ns | ns |

NH: não homogêneo; H: homogêneo; ns: não significativo a 5%

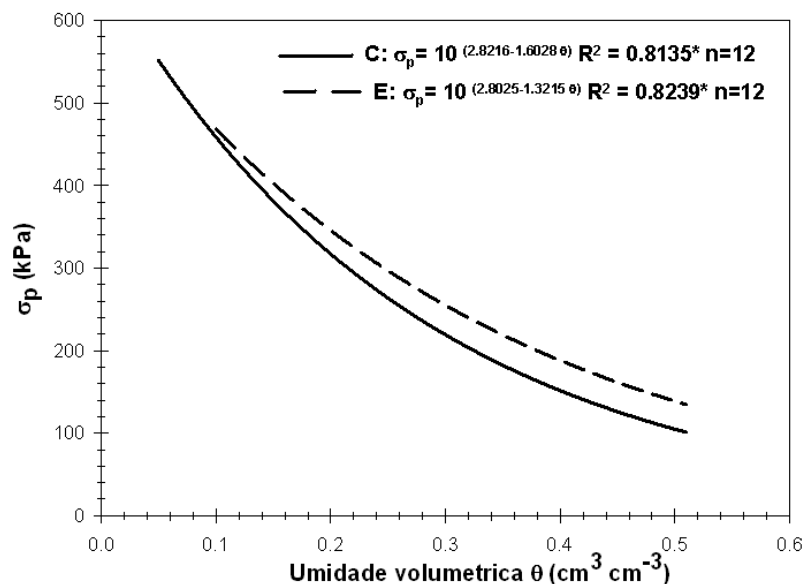


Figura 1 Modelos de capacidade de suporte de carga para um Latossolo Vermelho Distroférrico (LVdf) cultivado com cafeeiros em diferentes locais de amostragem. C: projeção da copa do cafeeiro e E: entrelinha dos cafeeiros. *significativo ao nível de 5%.

CONCLUSÕES:

O modelo de capacidade de suporte de carga apresentou um bom ajuste, sendo confirmado pelos altos valores do coeficiente de correlação (R^2). Não houve diferença estatística entre os tratamentos, com relação à profundidade, porém, quanto ao local de amostragem (projeção da copa e entrelinha), foram estatisticamente distintos, sendo que a entrelinha apresentou maior capacidade de suporte de carga, conseqüentemente, maior compactação e degradação da estrutura do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWLES, J.E. **Engineering properties of soils and their measurements**. 3.ed. Auckland, McGraw-Hill, 1986. 218p.
- DIAS JUNIOR, M.S. & PIERCE, F.J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curves. **Soil Technol.**, 8:139-151, 1995.
- DIAS JUNIOR, M.S. **Compression of three soils under longterm tillage and wheel traffic. East Lansing**, Michigan State University, 1994. 114p. (Tese de Doutorado)
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- GONTIJO, Ivoney et al. Atributos físico-hídricos de um latossolo de cerrado em diferentes posições de amostragem na lavoura cafeeira. **R. Bras. Ci. Solo**, 32:2227-2234, 2008.
- GONTIJO, Ivoney. **Variabilidade espacial do comportamento compressivo de dois latossolos sob diferentes usos**. Lavras:UFLA, 2007.120p.:il. (Tese de Doutorado)
- PENG, S.H.; HORN, R.; ZHANG, B. & ZAHO, Q.G. Mechanisms of soil vulnerability to compaction of homogenized and recompact Ultisols. **Soil Till. Res.**, 76:125-137, 2004.
- SILVA, A.R. et al. Modelagem da capacidade de suporte de carga e quantificação dos impactos causados pelas operações mecanizadas na estrutura de um Latossolo Amarelo cultivado com cafeeiros. **R. Bras. Ci. Solo**, 30:207-216, 2006.
- SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, **Statistical methods**. 8.h ed. Ames: Iowa State University, 1989.
- TAYLOR, D.W. **Fundamentals of soil mechanics**. New York, John Wiley, 1948. 770p.