

SUSCETIBILIDADE À COMPACTAÇÃO DE UM LATOSSOLO VEMERMELHO-AMARELO SUBMETIDO A DIFERENTES MÉTODOS DE CONTROLE DE PLANTAS INVASORAS, NA CULTURA CAFEIEIRA

Gislene Aparecida dos Santos¹, Moacir de Souza Dias Junior²,
Paulo Tácito Gontijo Guimarães³, Paula Sant'Anna Moreira Pais⁴

(Recebido: 5 de março de 2009; aceito 6 de maio de 2010)

RESUMO: Objetivou-se, neste estudo: a) desenvolver modelos de capacidade de suporte de carga (CSC), para um LVA cultivado com cafeeiro, em função dos métodos associados de controle de plantas invasoras, pressão de preconsolidação e umidade b) identificar, através do uso desses modelos, o método de controle mais resistente e mais suscetível à compactação, nas entrelinhas (EL) e linhas de tráfego (LT). O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da EPAMIG de Patrocínio MG, em uma lavoura cafeeira (*Coffea arabica* L.). Os métodos de controle utilizados foram: nas entrelinhas - enxada rotativa, grade de disco, roçadora e sem capina (testemunha). Para cada condição de manejo, coletou-se nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm, 15 amostras para gerar o modelo de CSC, tanto nas EL como nas LT, totalizando 315 amostras, com exceção do método sem capina, em que foi realizado apenas nas entrelinhas. Para a obtenção dos modelos, as amostras com diferentes umidades foram submetidas ao ensaio de compressão. Nas EL, a enxada rotativa, roçadora e grade de discos nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm promoveram compactação do solo, enquanto que a grade de discos, nas mesmas profundidades, proporcionou um alívio da resistência mecânica do solo. Na LT, como método de controle a enxada rotativa, na profundidade de 0-3 cm foi o método de controle mais suscetível à compactação do solo; na profundidade 10-13 cm, quando foi utilizada a enxada rotativa, a grade de discos e a roçadora promoveram compactação do solo; na profundidade 25-28 cm, uma maior suscetibilidade à compactação foi promovida quando utilizou-se a roçadora.

Palavras-chave: Manejo, capacidade de suporte de carga, linha de tráfego.

COMPACTION SUSCEPTIBILITY OF A YELLOW-RED LATOSSOL SUBJECTED TO DIFFERENT METHODS OF WEED CONTROL IN A COFFEE FIELD

ABSTRACT: The objectives of this work were: a) to develop bearing capacity models for a Yellow Red Latossol cultivated with coffee, in function of the associated methods of weed control, pre-consolidation pressure and moisture; b) to identify, through these models, the weed control method most resistant and most susceptible to soil compaction between the rows and in the traffic lines. The experiment was set up at the EPAMIG Experimental Farm in Patrocínio, Minas Gerais state, in a coffee field (*Coffea arabica* L.). The methods of weed control were: between the rows: rotary tiller, disk harrow, were mower and no weeding (control). In each management system, 15 samples were collected at 0-3, 10-13 and 25-28 cm depths (totalizing 315 samples) to generate the bearing capacity model both between the lines and in the traffic lines, except for the control treatment, where sampling was done only between the lines. To obtain the bearing capacity models, the undisturbed soil samples with different moisture contents were subjected to uni-axial compaction. Between the rows, the rotary tiller and were mowers, at 0-3, 10-13 and 25-28 cm, promoted soil compaction, while the grade harrow promoted a relief of the soil's mechanical resistance at the same depths. In the traffic line, the rotary tiller, at 0-3 cm, was the method of weed control most susceptible to compaction; at 10-13 cm the rotary tiller, disk harrow and were mower promoted soil compaction; at 25-28 cm a higher susceptibility was observed with the were mower.

Index terms: Management, bearing capacity, traffic line.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a segunda posição entre os maiores consumidores mundiais de café e a primeira entre os maiores produtores, destacando-se por ser o único país produtor que consome parcela significativa

de sua produção. Esse fato garante ao País certa vantagem diante dos concorrentes, que dependem fortemente do mercado externo para comercializar seus excedentes produtivos (MOSS, 2006).

Os principais estados produtores são Minas Gerais, Espírito Santo, São Paulo, Paraná e Bahia.

¹Pós-doutorado em Agronomia/Ciência do Solo – Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 3037 – 37200-000 Lavras, MG – gisantosolos@yahoo.com.br

²Professor, PhD em Crop and Soil Science – Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 3037 – 37200-000 Lavras, MG – msouzadj@ufla.br

³Agrônomo, Pesquisador, Doutor – Centro Tecnológico Sul Minas/EPAMIG – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Caixa Postal 3037 – 37200-000 Lavras, MG – paulotgg@epamig.br

Segundo a Federação da Agricultura e Pecuária do estado de Minas Gerais - FAEMG (2004), somente em Minas Gerais, estado líder na produção nacional concentram-se 150 mil propriedades rurais com cultivo de café, difundidas entre as regiões Sul/Oeste, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Zona da Mata/Jequitinhonha.

O desenvolvimento da cafeicultura está relacionado com o uso de máquinas agrícolas que podem causar compactação do solo (DIAS JUNIOR, 1994; DIAS JUNIOR & PIERCE, 1996; LARSON & GUPTA, 1980), alterando o meio onde o sistema radicular se desenvolve (GYSI, 2001). O desenvolvimento do sistema radicular das plantas é influenciado por vários atributos físicos do solo, que governam diretamente a disponibilidade de água e nutrientes, as trocas gasosas e a resistência do solo à penetração. Contudo, devido às complexas interações que envolvem esses atributos, há dificuldade de determinar, de maneira isolada, os seus valores críticos que são limitantes ao crescimento e à produtividade das culturas (FREDDI et al., 2009). Portanto, 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.

A utilização de máquinas agrícolas e a degradação da estrutura do solo tem se, em lavouras cafeeiras, sido observada com maior frequência e com grande preocupação. Principalmente no que diz respeito à compressão onde obtemos a capacidade de suporte de carga do solo cultivado (AJAYI et al., 2009; BARBOSA et al., 2005; COLLARES et al., 2008; DIAS JUNIOR et al., 2005; GONTIJO et al., 2007; SEVERIANO et al., 2008, 2009). Outro aspecto a ser considerado é que a área de trabalho para mecanização no cultivo do cafeeiro é restrita a pequenas faixas nas entrelinhas de plantio, o que obriga as máquinas a transitarem sempre no mesmo local (CARVALHO FILHO et al., 2004) e próximas da saia do cafeeiro, local onde se concentram as suas raízes ativas (GONTIJO et al., 2008).

Estudos sobre a alteração da estrutura do solo sob cultivo cafeeiro têm demonstrado quanto o manejo pode influenciar diretamente na suscetibilidade ou resistência à compactação (ARAÚJO-JÚNIOR et al., 2008; GONTIJO et al., 2008; MIRANDA, 2001; MIRANDA et al., 2003; SANTOS, 2006; SILVA et al., 2006).

Uma das práticas de manejo efetuada com mais frequência na cafeicultura é o manejo de plantas invasoras. Vários aspectos devem ser considerados na escolha do método de controle de plantas invasoras, havendo necessidade de elaborar um plano menos impactante ao sistema solo-água-plantas. Assim, o manejo de plantas invasoras não pode ser analisado somente a partir de observações pontuais de um processo de competição por água e luz entre as plantas daninhas e a cultura (FARIA et al., 1998).

As operações mecânicas recomendadas para a eliminação das plantas invasoras podem ser feitas através de capina mecânica (ANJOS et al., 1994; GONSALES, 1960), com grade de discos, enxada rotativa, roçadora associada com o uso de herbicidas ou não (ALCÂNTARA & FERREIRA, 2000).

Objetivou-se, neste estudo, desenvolver um modelo de sustentabilidade da estrutura dos solos cultivados com cafeeiros, em função da pressão de preconsolidação e da umidade e determinar, através do uso desse modelo, a suscetibilidade à compactação em diferentes sistemas de controle de plantas invasoras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Fazenda Experimental da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), situada em Patrocínio - MG, região do Alto Paranaíba, latitude de 18°57'00''S, e longitude de 47°00'00''W de Greenwich e altitude de 934 metros.

O relevo é suave ondulado em grandes extensões e a classe de solo predominante é a de Latossolos. O solo da área em estudo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura argilosa (340g kg⁻¹ de silte, 250 g kg⁻¹ de areia e 410 g kg⁻¹ de argila), e densidade de partículas de 2,63 g cm⁻³.

O estudo foi conduzido em uma lavoura de café (*Coffea arabica* L.), já instalada desde o ano de 1999, com a cultivar Rubi 1192, plantada no espaçamento 3,80 x 0,70 m. O delineamento utilizado na instalação do experimento foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e com três repetições, contendo quatro tratamentos nas parcelas (rua).

As amostras indeformadas foram coletadas utilizando-se um amostrador de Uhland, com anel volumétrico de 6,40 cm de diâmetro por 2,54 cm de

altura. Os pontos para amostragem localizaram-se nas entrelinhas e na linha de tráfego “rodado”.

Para cada condição de manejo, foram coletadas, aleatoriamente, em diferentes profundidades 15 amostras para obtenção do modelo de capacidade de suporte de carga (CSC), tanto nas entrelinhas como nas linhas de tráfego, onde houve o contato do rodado, totalizando 315 amostras, com exceção do método sem capina, onde a coleta foi realizada apenas nas entrelinhas, conforme descrito na Tabela 1.

Para a obtenção dos modelos de capacidade de suporte de carga da estrutura, as amostras indeformadas com diferentes umidades foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial de acordo com Bowles (1986) modificado por Dias Junior (1994). Para a obtenção das diferentes umidades, as amostras indeformadas foram inicialmente saturadas, e a seguir

secas ao ar, no laboratório. Só então essas amostras foram submetidas ao ensaio de compressão uniaxial, usando um consolidômetro da marca Boart Longyear, cuja aplicação das pressões se faz através da utilização de ar comprimido. As pressões aplicadas a cada amostra foram na seguinte ordem: 25, 50, 100, 200, 400, 800 e 1.600 kPa, sendo cada uma aplicada até que 90% da deformação máxima seja alcançada e só então aplicada uma nova pressão (TAYLOR, 1948).

A partir das curvas de compressão, obtiveram-se as pressões de preconsolidação (σ_p), usando uma planilha eletrônica proposta por Dias Junior & Pierce (1995). As pressões de preconsolidação obtidas foram então representadas no eixo das ordenadas e as umidades gravimétricas foram representadas no eixo das abscissas, obtendo-se os modelos de capacidade de suporte de carga em função da pressão de

Tabela 1 – Métodos, local de coleta, profundidades e número de amostras coletadas na Fazenda Experimental da Epamig em Patrocínio-MG.

Métodos de Controle de Plantas Invasoras				
		Entrelinha de Tráfego (EL)		Linha de Tráfego (LT)
Profundidades (cm)	Número de amostras para cada método			
	Am/Prof.**	Total	Am/Prof.	Total
-----Enxada Rotativa-----				
0-3	15		15	
10-13	15	45	15	45
25-28	15		15	
-----Grade de Discos-----				
0-3	15		15	
10-13	15	45	15	45
25-28	15		15	
-----Roçadora-----				
0-3	15		15	
10-13	15	45	15	45
25-28	15		15	
-----Sem Capina - (Testemunha)-----				
0-3	15			
10-13	15	45		Não houve tráfego
25-28	15			

Onde: Prof. (cm)* = Profundidade amostrada em cm; Am/Prof.** = número de amostra por profundidade.

preconsolidação e da umidade, conforme proposto por Dias Junior (1994), expresso pela equação $\sigma_p = 10^{(a+bU)}$, em que σ_p é a pressão de preconsolidação, U a umidade gravimétrica do solo; e “a” e “b”, os coeficientes de ajuste da regressão.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Entrelinhas de Tráfego (EL)

A Tabela 2 e Figuras 1a, 1b e 1c apresentam os modelos de capacidade de suporte de carga do LVA, para as profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm, quando usou-se enxada rotativa, grade de discos e roçadora no controle de plantas invasoras nas entrelinhas de tráfego. Para a enxada rotativa, grade de discos e roçadora esses modelos não foram estatisticamente diferentes, indicando uma homogeneização em profundidades em relação à capacidade de suporte de carga, nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm. Assim sendo, um novo modelo foi ajustado considerando todos os valores da pressão de preconsolidação (σ_p) e umidade gravimétrica (U),

em cada caso, obtendo-se um único modelo da CSC para as três profundidades.

No método sem capina, os modelos de capacidade de suporte de carga foram diferentes nas três profundidades (Tabela 2 e Figura 1d). Para a profundidade de 0-3 cm, umidades inferiores a 0,20 kg kg⁻¹, ocorreu a maior suscetibilidade do LVA à compactação do que para as profundidades 10-13 e 25-28 cm. Para umidades maiores que 0,20 kg kg⁻¹ a profundidade 10-13 cm foi a mais suscetível à compactação do que as outras profundidades (Figura 1d). Para umidade menor que 0,35 kg kg⁻¹, a profundidade 25-28 cm foi a mais resistente à compactação enquanto que para valores maiores do que 0,35 kg k⁻¹, a profundidade 0-3 cm foi a mais resistente.

A menor suscetibilidade à compactação está associada ao elevado estado de compactação do solo, o qual resulta em menor compactação adicional devido a aplicações de pressões pelas operações mecanizadas (DIAS JUNIOR & PIERCE, 1995; SUZUKI et al., 2008).

Tabela 2 – Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989), entre as equações de capacidade de suporte de carga [$\sigma_p = 10^{(a+bU)}$] de um LVA, para diferentes métodos de controle de plantas invasoras e profundidades nas entrelinhas de tráfego.

Métodos de Controle de Plantas Invasoras			
Entrelinhas de Tráfego			
Profundidades (cm)	F	F	
		Coeficiente angular, b	Coeficiente linear, a
----- Enxada Rotativa -----			
0-3 vs 10-13 vs 25-28	H	ns	ns
----- Grade de Discos -----			
0-3 vs 10-13 vs 25-28	H	ns	ns
----- Roçadora -----			
0-3 vs 10-13 vs 25-28	H	ns	ns
----- Sem Capina - (Testemunha) -----			
0-3 vs 10-13	H	**	ns
0-3 vs 25-28	H	*	ns
10-13 vs 25-28	H	ns	*

(F) – testa a homogeneidade dos dados; (H) - homogêneo; (NH) não homogêneo (ns) – não significativo; (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**) significativo a 1% de probabilidade.

Esses resultados corroboram os dados obtidos por Araújo-Júnior et al. (2008), Kondo & Dias Junior (1999), Lima (2006), Miranda (2001), Mosaddeghi (2003) e Santos (2006), em que foi verificada a influência de diferentes manejos de plantas invasoras na capacidade de suporte de carga do solo.

Comparando os modelos de capacidade de suporte de carga entre métodos de controle e para todas as profundidades, nas entrelinhas, verificou-se que, onde os controles foram feito com a enxada rotativa e a grade de discos em todas as profundidades, os CSC, não foram homogêneos, indicando diferentes capacidades de suporte de carga (Tabela 3 e Figura 2a). Já onde as plantas invasoras foram controladas, usando a enxada rotativa e a roçadora em todas as profundidades os modelos de CSC não foram estatisticamente diferentes e devido a isso, um novo modelo foi ajustado considerando todos os valores de σ_p e U, obtendo-se um único

modelo de CSC, para as três profundidades (Tabela 2 e Figura 2b), indicando uma mesma CSC das profundidades do solo, nesses métodos de controle de plantas invasoras. Finalmente, os modelos de CSC onde o controle de plantas invasoras foi realizado usando a enxada rotativa e a roçadora em todas as profundidades com a grade de discos, foram estatisticamente diferentes, indicando diferentes capacidades de suporte de carga entre esses métodos.

A maior resistência à compactação observada nos métodos de controle de plantas invasoras, a enxada rotativa e a roçadora, nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm, sugerem que esses equipamentos estão promovendo uma compactação nessas profundidades quando comparados com a grade de discos nas mesmas profundidades (Figura 2). A grade de discos pode estar promovendo um alívio da resistência mecânica do solo, como indicado pela sua menor capacidade de suporte de carga (Figura 2a).

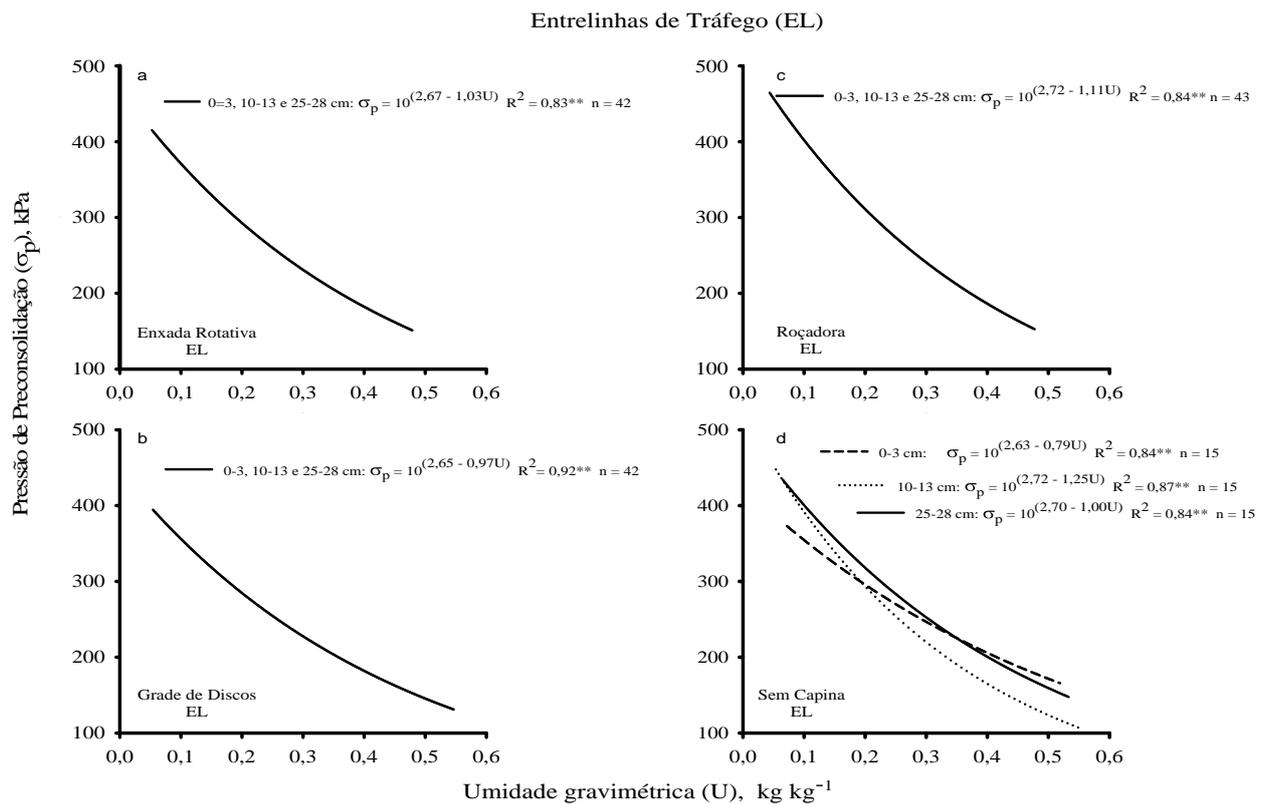


Figura 1 – Modelo de capacidade de suporte de carga de um LVA, onde utilizou a enxada rotativa, grade de discos, roçadora e sem capina, como método de controle de plantas invasoras nas entrelinhas de tráfego.

Tabela 3 – Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989) entre os modelo de Capacidade de Suporte de Carga [$\sigma_p = 10^{(a+bU)}$] de um LVA, entre os diferentes métodos de controle de plantas invasoras e profundidades nas entrelinhas de tráfego.

Métodos de Controle de Plantas Invasoras Entrelinhas de Tráfego			
Métodos e profundidades (cm)	F	F	
		Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a
Enxada Rotativa 0-3, 10-13 e 25-28 vs Grade de Discos 0-3, 10-13 e 25-28	NH	ns	Ns
Enxada Rotativa 0-3, 10-13 e 25-28 vs Roçadora 0-3, 10-13 e 25-28	H	ns	Ns
Enxada Rotativa 0-3, 10-13 e 25-28 e Roçadora 0-3, 10-13 e 25-28 vs Grade de Discos 0-3, 10-13 e 25-28	NH	**	Ns

(F) – testa a homogeneidade dos dados; (H)- homogêneo; (NH) não homogêneo (ns) – não significativo; (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**) significativo a 1% de probabilidade

Entrelinhas de Tráfego (EL)

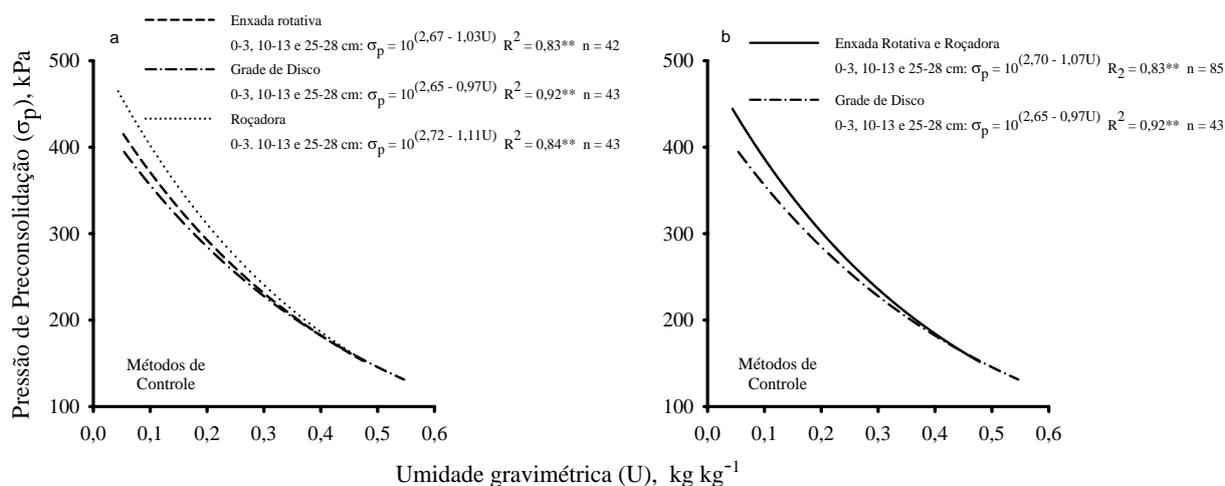


Figura 2 – Modelos de capacidade de suporte de carga de um LVA, nas entrelinhas de tráfego, submetido a diferentes métodos de controle de plantas invasoras.

A Tabela 4 e Figuras 2a, 2b, 2c e 2d apresentam os modelos de capacidade de suporte de carga do LVA para as profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm, quando usou-se enxada rotativa, grade de discos e roçadora no controle de plantas invasoras.

Os modelos de CSC do LVA na linha de tráfego quando usou-se a enxada rotativa, (Tabela 4

e Figura 3a), foram estatisticamente diferentes para as profundidades de 0-3 e 10-13 cm. Já para as profundidades 10-13 e 25-28 cm, esses modelos não se diferenciaram estatisticamente, sendo, portanto, ajustado um novo modelo a todos os valores de σ e U, obtendo-se, assim, um novo modelo da CSC para essas profundidades. Esse

modelo foi diferente estatisticamente do modelo da profundidade 0-3 cm.

A profundidade 0-3 cm apresenta para todas as umidades menores valores de σ_p , em relação aos valores das profundidades 10-13 e 25-28 cm, sendo, portanto, essa profundidade a mais suscetível à compactação (Figura 3a). Esses resultados são explicados devido ao fato de a enxada rotativa promover uma mobilização superficial do solo, deixando-o solto e mais suscetível à compactação.

Os modelos de CSC do LVA na linha de tráfego, quando se utiliza a grade de discos (Tabela 4 e Figura 3b), não foram diferentes estatisticamente para as profundidades de 0-3, 10-13 e 25-28 cm, sendo, portanto, ajustado um novo modelo a todos os valores de σ_p e U, obtendo assim, um novo modelo de CSC para essas profundidades (Figura 3b). A grade de

discos promoveu uma mobilização, com conseqüente homogeneização do solo em profundidade, por isso não houve diferença entre elas, o que poderia ser explicado pelo maior contato do implemento com o solo, em relação aos outros. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2003) quando estes estudaram o efeito da grade de discos, sobre a estrutura de um solo Latossolo Vermelho distrófico.

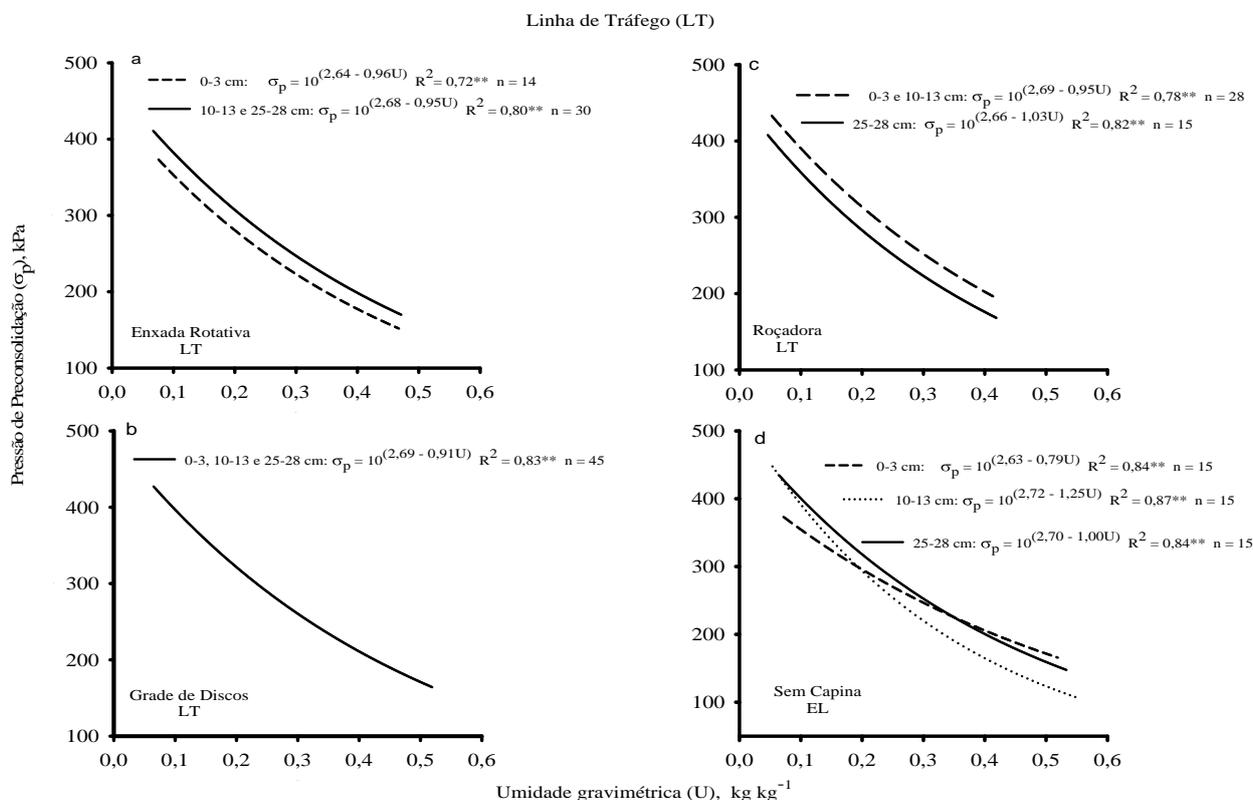
Os modelos da CSC do LVA na linha de tráfego quando se usou a roçadora (Tabela 4 e Figura 3c), não foram diferentes estatisticamente para as profundidades 0-3 e 10-13 cm, sendo, portanto ajustado um novo modelo a todos os valores σ_p e U, obtendo-se assim, um novo modelo da CSC para essas profundidades. Os modelos de CSC para as profundidades 0-3 e 10-13 cm foram diferentes do modelo da profundidade 25-28 cm, (Figura 3c).

Tabela 4 – Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989), entre os modelos da Capacidade de Suporte de Carga [$\sigma_p = 10^{(a+bU)}$] de um LVA para diferentes métodos de controle de plantas invasoras e profundidades amostradas na linha de tráfego.

Métodos de Controle de Plantas Invasoras			
Linha de Tráfego			
Profundidades (cm)	F	F	
		Coeficiente angular, b	Coeficiente linear, a
----- Enxada Rotativa -----			
0-3 vs 10-13	NH	ns	ns
10-13 vs 25-28	H	ns	ns
0-3 vs 10-13 e 25-28	NH	*	ns
----- Grade de Discos -----			
0-3 vs 10-13	H	ns	ns
0-3 e 10-13 vs 25-28	H	ns	ns
----- Roçadora -----			
0-3 vs 10-13	H	ns	ns
0-3 e 10-13 vs 25-28	H	ns	*
Sem Capina - (Testemunha)			
0-3 vs 10-13	H	**	ns
0-3 vs 25-28	H	*	ns
10-13 vs 25-28	H	ns	*

(F) – testa a homogeneidade dos dados; (H) - homogêneo; (NH) não homogêneo (ns) – não significativo; (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**) significativo a 1% de probabilidade

Figura 3 – Modelo de capacidade de suporte de carga de um LVA, onde utilizou-se a enxada rotativa, grade de discos, roçadora quando comparados com sem capina (Testemunha), nas linhas de tráfego de um trator em operações de controle de plantas invasoras.



As profundidades 0-3 e 10-13 cm apresentam uma maior capacidade de suporte de carga, indicando uma maior compactação dessas profundidades em relação à profundidade 25-28 cm (Figura 3c).

Quanto ao método Sem Capina, está representado na Tabela 4 e Figura 3d, somente para caráter ilustrativo, tendo em vista que esse método não teve a influência de máquinas.

O teste de homogeneidade e os modelos da CSC para a linha de tráfego, para os métodos de controle de plantas invasoras, estão apresentados na Tabela 5 e Figuras 4a. Para os modelos estatisticamente semelhantes, um novo modelo foi ajustado considerando todos os valores de σ_p e U, como mostrado na figura 4b.

A CSC no local onde se usou a enxada rotativa nas profundidades 10-13 e 25-28 cm, grade de discos nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm e roçadora

nas profundidades 0-3 e 10-13 cm, sugere que esses equipamentos estão promovendo uma maior compactação, quando comparado com a enxada rotativa na profundidade 0-3 cm e com a roçadora na profundidade 25-28 cm (Figura 4b). Esse comportamento se dá devido aos efeitos que cada equipamento causa no solo, destruição ou pulverização dos agregados, (Mantovani, 2002). A enxada rotativa, após cada operação mobiliza o solo deixando-o mais solto superficialmente, já a grade de discos, mobiliza o solo mais profundamente, formando camadas compactadas. O uso da roçadora promove a deposição de material orgânico na superfície do solo e a decomposição das raízes favorece a formação de canalículos que proporciona um aumento do espaço poroso, favorecendo assim a infiltração de água. A obtenção de uma maior porosidade promove em consequência uma maior suscetibilidade à compactação do solo.

Tabela 5 – Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989), entre os modelo de Capacidade de Suporte de Carga [$\sigma_p = 10^{(a+bU)}$] de um LVA, entre os diferentes métodos de controle de plantas invasoras e profundidades nas linha de tráfego.

Métodos de Controle de Plantas Invasoras Linha de Tráfego			
Métodos e profundidades (cm)	F	F	
		Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a
Enxada Rotativa 0-3 vs Grade de Discos 0-3, 10-13 e 25-28	NH	**	**
Enxada Rotativa 0-3 vs Roçadora 0-3 e 10-13	H	ns	*
Enxada Rotativa 0-3 vs Roçadora 25-28	H	ns	ns
Enxada Rotativa 10-13 e 25-28 vs Grade de Discos 0-3, 10-13 e 25-28	H	ns	ns
Enxada Rotativa 10-13 e 25-28 vs Roçadora 0-3 e 10-13	H	ns	ns
Enxada Rotativa 0-3 e Roçadora 25-28 vs Enxada Rotativa 10-13 e 25-28 e Grade de Discos 0-3, 10-13 e 25-28 e Roçadora 0-3 e 10-13	NH	**	ns

(F) – testa a homogeneidade dos dados; (H)- homogêneo; (NH) não homogêneo (ns) – não significativo; (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**) significativo a 1% de probabilidade

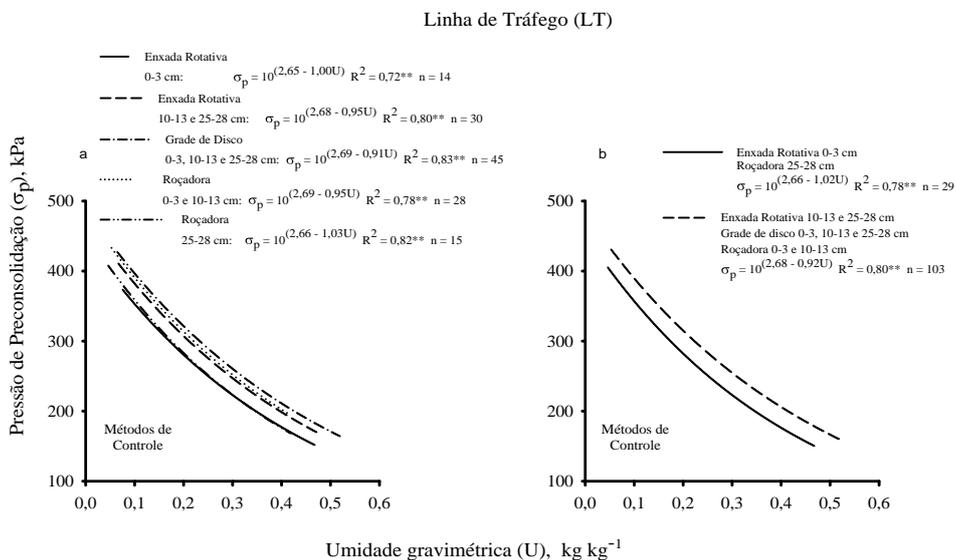


Figura 4 – Modelos de capacidade de suporte de carga de um LVA, na linha de tráfego de um trator em operações de controle de plantas invasoras.

Para comparar os efeitos dos diferentes métodos de controle de plantas invasoras na linha de tráfego com a entrelinha sem capina em uma mesma profundidade, os modelos da CSC do LVA foram analisados estatisticamente, conforme Tabela 6 e apresentadas nas Figuras 5a, 5b, 6 e 7.

Na profundidade 0-3 cm (Figura 5a) onde usou-se a enxada rotativa, verificou-se uma menor CSC do que os métodos de controle sem capina (testemunha), grade de discos e roçadora, sendo nesse caso a profundidade mais suscetível à compactação, do que o outro método devido, provavelmente, à maior mobilização do solo que a enxada rotativa promove em superfície (Figura 5b).

A profundidade 10-13 cm onde se usou enxada rotativa, grade de discos, roçadora, apresentou em geral uma maior CSC, ou seja, indicando uma maior

compactação quando comparado ao método sem capina, que apresenta uma maior suscetibilidade à compactação (Figura 6).

Na profundidade 25-28 cm (Figura 7), onde usou-se a roçadora, verificou-se que essa apresentou uma menor CSC do que os métodos sem capina, enxada rotativa e grade de discos, sendo, o local onde usou-se a roçadora, portanto mais suscetível à compactação do que esses últimos métodos de controle de plantas invasoras, devido provavelmente ao aumento da porosidade do solo promovida pelas raízes em decomposição (Figura 7). Por outro lado, esses resultados indicam que devida enxada rotativa e a grade de discos mobilizam o solo em profundidade, promovendo o alívio da resistência mecânica do solo devido ao rompimento de sua estrutura.

Tabela 6 – Teste de significância de acordo com Snedecor & Cochran (1989) entre os modelos de capacidade de suporte de carga [$\sigma_p = 10^{(a+bU)}$] de um LVA, para diferentes métodos de controle de plantas invasoras em profundidades na Linha de Tráfego, comparados com a testemunha, sem capina.

Métodos de Controle de Plantas Invasoras Linha de Tráfego			
Métodos e profundidades (cm)	F	F	
		Coefficiente angular, b	Coefficiente linear, a
----- 0-3 cm -----			
Sem Capina vs Enxada Rotativa	H	**	*
Sem Capina vs Grade de Discos e Roçadora	H	ns	ns
Sem Capina e Grade de Discos e Roçadora vs Enxada Rotativa	H	**	**
----- 10-13 cm -----			
Sem Capina vs Enxada Rotativa e Grade de Discos e Roçadora	NH	**	ns
----- 25-28 cm -----			
Sem Capina vs Enxada Rotativa e Grade de Discos	H	ns	ns
Sem Capina e Enxada Rotativa e Grade de Discos vs Roçadora	NH	ns	ns

(F) – testa a homogeneidade dos dados; (H)- homogêneo; (NH) não homogêneo (ns) – não significativo; (*) significativo ao nível de 5% de probabilidade; (**) significativo a 1% de probabilidade

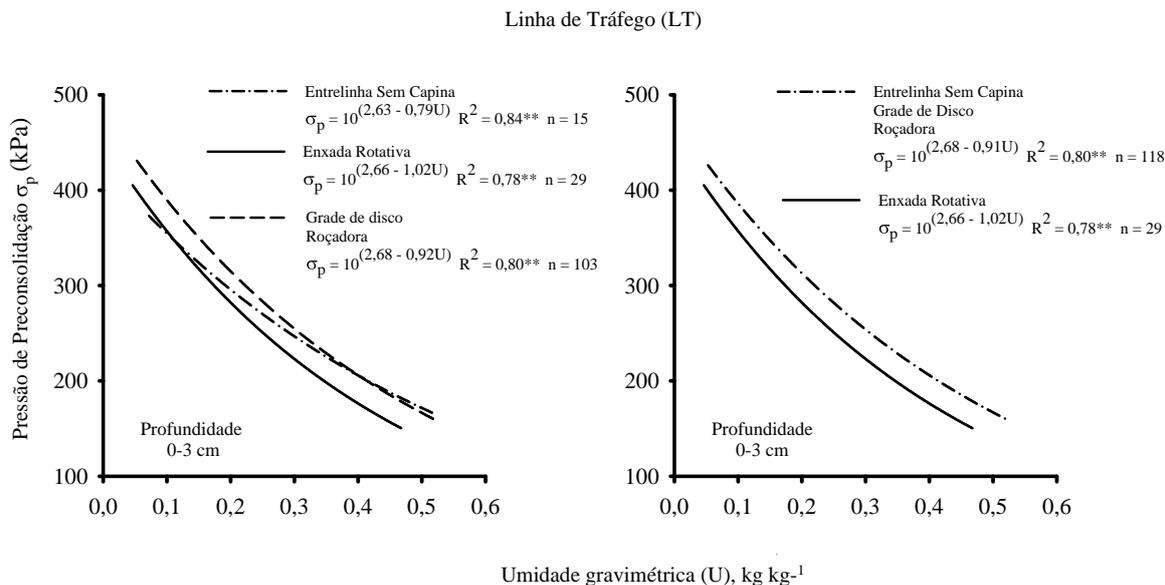


Figura 5 – Capacidade de Suporte de Carga entre métodos de controle de plantas invasoras, na profundidade de 0-3 cm de um LVA, na linha de tráfego e no método sem capina.

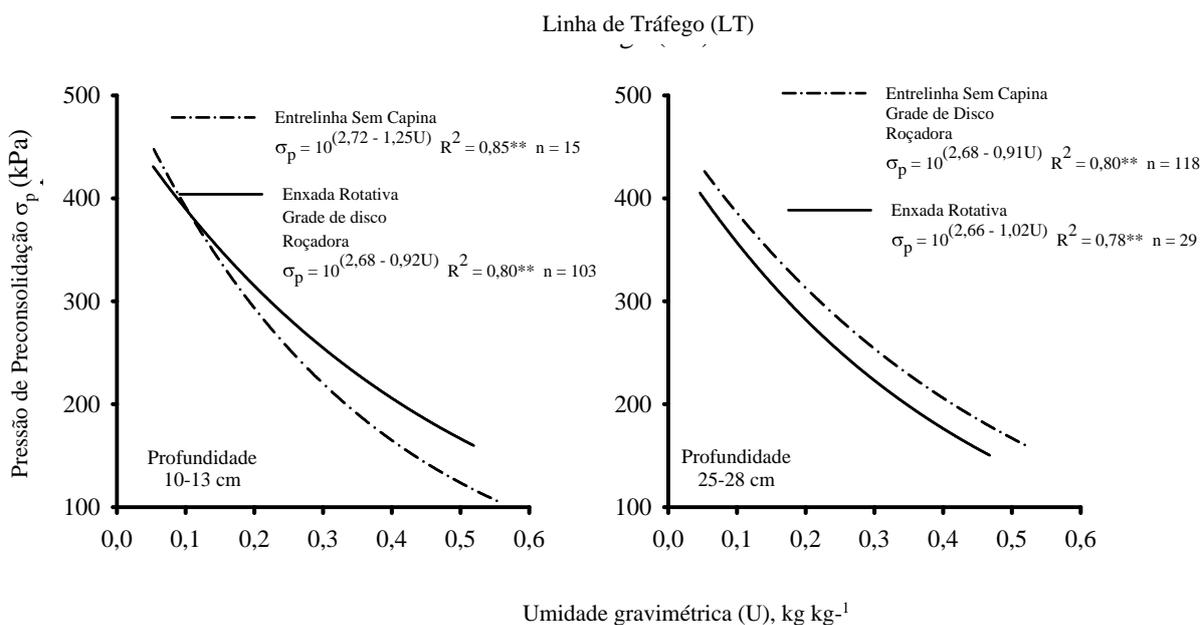


Figura 6 – Modelos Capacidade de Suporte de Carga entre métodos de controle de plantas invasoras, na profundidade de 10-13 cm de um LVA, na linha de tráfego e no método sem capina.

Figura 7 – Capacidade de Suporte de Carga entre métodos de controle de plantas invasoras, na profundidade de 25-28 cm de um LVA, na linha de tráfego e no método sem capina.

4 CONCLUSÕES

Entrelinhas de Tráfego (EL):

a) A enxada rotativa e a roçadora, nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm, promoveram compactação do solo.

b) A grade de discos, nas profundidades 0-3, 10-13 e 25-28 cm, proporcionou um alívio da resistência mecânica do solo.

Linha de tráfego (LT):

a) A enxada rotativa, na profundidade de 0-3 cm foi o método de controle de plantas invasoras mais suscetíveis à compactação.

b) Na 10-13 cm a enxada rotativa, a grade de discos e a roçadora promoveram compactação do solo.

c) Uma maior suscetibilidade a compactação na profundidade 25-28 cm foi promovida pela roçadora.

5 AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq e a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG, pela concessão das bolsas de estudo aos alunos de pós-graduação. Ao Consórcio Pesquisa Café, pelo auxílio financeiro para execução do trabalho. Ao Departamento de Ciência do Solo e a Universidade Federal de Lavras - UFLA, pela infra estrutura e apoio técnico na execução das análises. À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG e ao Pesquisador Dr. Elifas Nunes de Alcântara, por conceder a área do estudo e pelo auxílio no desenvolvimento do trabalho.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJAYI, A. E.; DIAS JUNIOR, M. S.; CURL, N.; ARAUJO JÚNIOR, C. F.; SOUZA, T. T. T.; VASCONCELOS JUNIOR, A. I. Strength attributes and compaction susceptibility of Brazilian Latosols. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 105, p. 122-127, 2009.
- ALCÂNTARA, E. N.; FERREIRA, M. M. Efeito de métodos de controle de plantas invasoras na cultura do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) sobre a qualidade física do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, p. 711-721, 2000.
- ANJOS, J. A.; UBERTI, A. A. A.; VIZZOTTO, V. J.; LEITE, G. G.; KRIEGER, M. Propriedades físicas em solos sob diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 139-145, 1994.
- ARAUJO-JUNIOR, C. F.; DIAS JUNIOR, M. S. de; GUIMARÃES, P. T. G.; PIRES, B. S. Resistência à compactação de um Latossolo cultivado com cafeeiro, sob diferentes sistemas de manejos de plantas invasoras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 1-9, jan./fev. 2008.
- BARBOSA, J. A.; VIEIRA, L. B.; DIAS, G. P.; DIAS JUNIOR, M. S. Desempenho operacional de um trator agrícola equipado alternadamente com pneus radiais e diagonais. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 474-480, 2005.
- BOWLES, J. E. **Engineering properties of soils and their measurements**. 3. ed. New York: McGraw-Hill, 1986.
- CARVALHO FILHO, A.; SILVA, R. P. da; FERNANDES, A. L. T. **Compactação do solo em cafeicultura irrigada**. Uberaba: Universidade de Uberaba, 2004. 44 p. (Boletim técnico, 3).
- COLLARES, G. L.; REINERT, D. J.; REICHERT, J. M.; KAISER, D. R. Compactação de um Latossolo induzida pelo tráfego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade de feijão e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 933-942, 2008.
- DIAS JUNIOR, M. de S. Compactação do solo. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H. V.; SCHAEFER, C. E. G. R. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. v. 1, p. 55-94.
- DIAS JUNIOR, M. de S. **Compression of the soils under long-term tillage and wheel traffic**. 1994. 114 f. Thesis (Ph.D.) - Michigan State University, East Lansing, 1994.
- DIAS JUNIOR, M. de S.; LEITE, F. P.; LASMAR JÚNIOR, E.; ARAÚJO JUNIOR, C. F. Traffic effects on the soil preconsolidation pressure due to eucalyptus harvest operations. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 62, n. 3, p. 248-255, 2005.
- DIAS JUNIOR, M. de S.; PIERCE, F. J. Revisão de literatura: o processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, p. 175-182, 1996.

- DIAS JUNIOR, M. de S.; PIERCE, F. J. A simple procedure for estimating preconsolidation pressure from soil compression curves. **Soil Technology**, Amsterdam, v. 8, p. 139-151, 1995.
- FARIA, J. C.; SHAEFER, C. E. R.; RUIZ, H. A.; COSTA, L. M. Effects of weed control on physical and micropedological properties of Brazilian Ultisol. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 22, p. 731-741, 1998.
- FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Indicadores do agronegócio: café**. Disponível em: <<http://www.fae mg.org.br/Content.aspx?Code=953&ParentPath=None;9;1281;1321>>. Acesso em: 10 jan. 2009.
- FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; DUARTE, A. P.; PERES, F. S. C. Compactação do solo e produção de cultivares de milho em latossolo vermelho: II., intervalo hídrico ótimo e sistema radicular. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 33, n. 4, p. 805-818, 2009.
- GONSALES, C. Uso de herbicidas nos cafezais d Costa Rica. **Boletim do Campo**, Rio de Janeiro, v. 16 n. 129, p. 19-24, 1960.
- GONTIJO, I.; DIAS JUNIOR, M. S. de; OLIVEIRA, M. S. de; ARAUJO-JUNIOR, C. F.; PIRES, B. S.; OLIVEIRA, C. A. de. Planejamento amostral da pressão de preconsolidação de um Latossolo Vermelho distroférico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 6, p. 1245-1254, nov./dez. 2007.
- GYSI, M. Compaction of a Eutric Cambisol under heavy wheel traffic in Switzerland: field data and a critical state soil mechanics model approach. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 61, p. 133-142, 2001.
- KONDO, M. K.; DIAS JUNIOR, M. S. Compressibilidade de três Latossolos em função da umidade e uso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 23, p. 211-218, 1999.
- LARSON, W. E.; GUPTA, S. C. Estimating critical stress in unsaturated soils from changes in pore water pressure during confined compression. **Soil Science Society of American Journal**, Madison, v. 44, p. 1127-1132, 1980.
- LIMA, C. L. R. de. **Compressibilidade de solos versus intensidade de trafego em um pomar de laranja e pisoteio animal em pastagem irrigada**. 2004. 49 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.
- MIRANDA, E. E. V. **Avaliação da sustentabilidade da estrutura de um Latossolo sob cultivo de cafeeiro na região dos Cerrados**. 2001. 57 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.
- MIRANDA, E. É. V.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; PINTO, J. A. O.; ARAUJO JUNIOR, C. F.; LASMAR JUNIOR, E. Efeito do manejo e do tráfego nos modelos de sustentabilidade da estrutura de um Latossolo Vermelho cultivado com cafeeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, p. 1506-1515, 2003. Edição especial.
- MOSADDEGHI, M. R.; HEMMAT, A.; HAJABBASI, M. A.; ALEXANDROU, A. Pre-compression stress and its relation with the physical and mechanical properties of a structurally unstable soil in Central Iran. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 70, p. 53-64, 2003.
- MOSS, S. R. **Competitividade da produção do café arábica em Minas Gerais e São Paulo**. 2006. 90 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- SANTOS, G. A. **Capacidade de suporte de carga de um Latossolo cultivado com cafeeiros sob métodos associados de controle de plantas invasoras**. 2006. 103 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; CURI, N.; DIAS JUNIOR, M. S. Potencial de uso e qualidade estrutural de dois solos cultivados com cana-de-açúcar em Goianésia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 33, p. 159-168, 2009.
- SEVERIANO, E. C.; OLIVEIRA, G. C.; DIAS JUNIOR, M. S.; OLIVEIRA, L. F. C.; CASTRO, M. B. Pressão de preconsolidação e intervalo hídrico ótimo como indicadores de alterações estruturais de um latossolo e de um cambissolo sob cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 32, p. 1419-1427, 2008.

SILVA, A. R.; DIAS JUNIOR, M. S.; GUIMARÃES, P. T. G.; ARAÚJO JÚNIOR, C. F. Modelagem da capacidade de suporte de carga e quantificação dos efeitos das operações mecanizadas em um Latossolo Amarelo cultivado com cafeeiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 207-216, 2006.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 8. ed. Ames: State University, 1989. 503 p.

SUZUKI, L. E. A.; REICHERT, J. M. R.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Estimativa da suscetibilidade à compactação e do suporte de carga do solo com base em propriedades físicas de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 963-973, 2008.

TAYLOR, D. W. **Fundamentals of soil mechanics**. New York: Wiley, 1948. 700 p.