



ATRIBUTOS FÍSICO-HÍDRICOS E ESTOQUE DE CARBONO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO SOB PLANTIO DE *Eucalyptus urograndis*

Allan Libanio PELISSARI^{1*}, Ricardo Santos Silva AMORIM²,
Sara de Abreu JORDANI³, Pompeu Paes GUIMARÃES^{1,4}

¹Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR, Brasil

²Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

³Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil

⁴Departamento de Ciências Vegetais, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN, Brasil

*E-mail: allanpelissari@gmail.com

Recebido em 09/07/2013; Aceito em 23/10/2013.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da colheita do eucalipto nos atributos físico-hídricos e no estoque de carbono em Neossolo Quartzarênico. O estudo foi conduzido em um povoamento de *Eucalyptus urograndis* com sete anos de idade, em Dom Aquino, MT, Brasil. As avaliações foram realizadas em dois períodos do ano (chuvoso e seco), e coletadas amostras de solo nas profundidades de 0–0,2; 0,2–0,4; 0,4–0,6; 0,6–0,8 e 0,8–1,0 m, antes e após a colheita semimecanizada, para a determinação da porosidade total, densidade, condutividade hidráulica saturada, conteúdo de água e estoque de carbono no solo, enquanto a resistência à penetração foi determinada até 0,8 m. O sistema semimecanizado de colheita alterou significativamente a resistência do solo à penetração e a porosidade total no período chuvoso do ano. A densidade do solo foi inferior nas camadas superficiais, ao passo que a condutividade hidráulica saturada reduziu após a colheita. O conteúdo de água no solo foi o atributo que regulou o impacto da colheita semimecanizada sobre o solo. O estoque de carbono aumentou após a colheita no período chuvoso.

Palavra-chave compactação do solo, carbono orgânico, colheita de madeira.

*PHYSICAL-HYDRIC ATTRIBUTES AND CARBON STOCK IN TYPIC QUARTZIPISAMMENT UNDER *Eucalyptus urograndis* STANDS*

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of eucalyptus harvesting in the physical-hydric attributes and carbon storage in Typic Quartzipisamment. The study was conducted with seven years old *Eucalyptus urograndis* stand, in Dom Aquino, MT, Brazil. The evaluations were conducted in two seasons (wet and dry), with soil sampling at depths of 0-0.2, 0.2-0.4, 0.4-0.6, 0.6-0.8 and 0.8-1.0 m, before and after the semi-mechanized harvesting, for the total porosity determination, bulk density, hydraulic conductivity, water content and soil carbon stock, while the soil penetration resistance was determined until 0.8 m. The semi-mechanized harvesting changed significantly the soil penetration resistance and total porosity in the wet season. The soil density was lower in the upper soil layers, while saturated hydraulic conductivity decreased after harvest. The water content regulated the impact of semi-mechanized harvesting on the soil. The carbon stock increased after harvest in the wet season.

Keywords: soil compaction, organic carbon, wood harvesting.

1. INTRODUÇÃO

A manutenção da produtividade em áreas florestais é uma das principais preocupações quando se objetiva produzir por muitos ciclos (MILDE et al., 2010). As operações de colheita, baldeio e preparo do solo, para o plantio do próximo ciclo, são as principais atividades causadoras da compactação em solos florestais (DEBECK; GAVA, 2005), afetando diretamente o crescimento radicular e a produtividade das culturas.

Os efeitos da compactação do solo para o

desenvolvimento do eucalipto são intensificados sob condições de alta umidade do solo (SILVA et al., 2006), em que, com o maior teor de umidade, maior é a compactação para uma dada pressão aplicada, visto que o conteúdo de água age como um lubrificante entre as partículas minerais do solo, proporcionando, até um determinado teor, o aumento na suscetibilidade a compactação (MELO et al., 2008). Além disso, a avaliação da resistência do solo à penetração é de suma importância na indicação da presença da compactação

(FERNANDES; SOUZA, 2001) e da qualidade da estrutura dos solos florestais (MARTINS et al., 2002).

Um aspecto que minimiza o impacto da exploração e do transporte de madeira é a presença da camada orgânica no solo. Um dos seus efeitos é reduzir a densidade do solo ao adicionar material com densidade específica mais baixa. Essa redução pode alcançar valores médios de 56% em plantio de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden (SEIXAS et al., 1998).

O eucalipto é uma das principais espécies florestais plantadas no Brasil e, assim como diversas culturas florestais, tem sido considerado como um meio eficiente para o acúmulo de carbono orgânico (PULROLNIK et al., 2009). Todavia, informações acerca do carbono estocado no solo desses plantios são escassas (GATTO et al., 2010).

Assim, o estudo das características físico-hídricas do solo apresenta importância significativa para a análise do desenvolvimento das plantas e é de interesse econômico na recuperação e na manutenção do potencial produtivo do solo, pois fornece informações para o estabelecimento de sistemas de manejo de solo e água, avaliação da suscetibilidade do solo à erosão e modelagem hidrológica (DIAS; MELLO, 1998). Além disso, estudos a respeito do

carbono orgânico fornecem subsídios para a avaliação da qualidade do solo (NEVES et al., 2004), desenvolvimento de tecnologias de produção sustentáveis e avaliação do potencial do solo como fonte e/ou depósito de carbono (CORAZZA et al., 1999).

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da colheita florestal semimecanizada nas características físico-hídricas e no estoque de carbono de um Neossolo Quartzarênico cultivado com eucalipto em dois períodos do ano (chuvoso e seco).

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em um povoamento florestal com o híbrido *Eucalyptus urograndis*, aos sete anos de idade, localizado no município de Dom Aquino, estado de Mato Grosso, situado nas coordenadas 15°48' S e 54°55' W.

O clima da área é caracterizado como Aw, conforme Köppen-Geiger. O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 2006), com topografia plana a suavemente ondulada, cujos resultados da análise granulométrica são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Análise granulométrica e classes texturais de um Neossolo Quartzarênico cultivado com *Eucalyptus urograndis*.

Profundidade (m)	Argila (%)	Areia (%)	Silte (%)	Classe textural
0–0,2	7,2	90,2	2,6	Arenosa
0,2–0,4	7,9	90,2	1,9	Arenosa
0,4–0,6	7,9	89,2	2,9	Arenosa
0,6–0,8	8,2	88,5	3,3	Arenosa
0,8–1,0	8,7	89,3	2,0	Arenosa

Alocaram-se, aleatoriamente, seis parcelas de 30 m x 30 m em duas áreas de aproximadamente 25 ha cada, com a amostragem de solo realizada em três pontos no sentido diagonal, sendo dois nas extremidades das parcelas e um no centro. Foram avaliados dois períodos do ano (chuvoso e seco), com as determinações dos atributos do solo antes e imediatamente após a colheita do eucalipto.

A colheita baseou-se no sistema de toras curtas, com o método de corte semimecanizado e o baldeio realizado do campo ao pátio de estocagem com carreta adaptada em um trator agrícola pneumático de 95 HP.

As amostras de solo foram coletadas em cinco profundidades (0–0,2; 0,2–0,4; 0,4–0,6; 0,6–0,8 e 0,8–1,0 m). O teor de carbono orgânico e o conteúdo de água no solo, determinados por amostras deformadas, coletadas com trado holandês, foram quantificados por meio dos métodos de Walkley; Black (1934) e gravimétrico (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA, 1997), respectivamente. O estoque de carbono no solo foi expresso em (1):

$$EC = \frac{(Ds \times P \times TC)}{10} \quad (1)$$

Em que: EC = estoque de carbono (Mg.ha⁻¹); Ds = densidade do solo (Kg.dm⁻³); P = profundidade da camada de solo (m); e TC = teor de carbono (g.Kg⁻¹).

A densidade do solo, a porosidade total e a condutividade hidráulica saturada foram determinadas por

meio de amostras indeformadas, coletadas em anel volumétrico com auxílio do amostrador de Kopeck. A determinação da condutividade hidráulica foi realizada em um permêmetro de carga constante utilizando as amostras de solo. Posterior a adição de água nas amostras, mediu-se o volume percolado a cada cinco minutos, ou até permanecer constante, sendo o valor da condutividade hidráulica determinada pelo modelo de Darcy (2):

$$K_{SAT} = \frac{V \times L}{A \times t \times (h + L)} \quad (2)$$

Em que: Ksat = condutividade hidráulica saturada (mm.h⁻¹); V = volume percolado (mL); L = comprimento da amostra (mm); A = área do cilindro da amostra (mm²); t = tempo (horas); e h = carga hidráulica no topo da amostra (mm).

Em cada ponto de amostragem a campo foi determinada a resistência do solo à penetração, até a profundidade de 0,8 m, com o uso de um penetrógrafo eletrônico.

Os dados foram submetidos à análise de variância, em um delineamento inteiramente casualizado, e ao teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, caso da existência de significância estatística.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A porosidade total (Tabela 2) não apresentou diferença significativa entre as profundidades nos períodos chuvoso e seco. Os valores obtidos foram similares aos observados por Souza et al. (2005) e Correia

et al. (2008) em Neossolos Quartzarênicos sob diversas culturas e formas de manejo.

Contudo, verificou-se redução da porosidade total após a colheita, sugerindo que o tráfego de máquinas em reflorestamentos de eucalipto causa decréscimo no volume de poros, devido ao processo de compactação do solo, sendo esse efeito evidenciado quando a entrada de máquinas nas áreas não respeitam as condições de umidade do solo, corroborando com os resultados obtidos por Seixas; Oliveira Junior (2001) e Silva et al. (2008).

Os valores de densidade do solo foram inferiores a $1,75 \text{ g.cm}^{-3}$, considerado o nível crítico em solos arenosos

(SOUZA et al., 2005), demonstrando que a densidade do solo em estudo não é restritiva ao desenvolvimento radicular do eucalipto. Além disso, os valores foram numericamente inferiores nas camadas superficiais, possivelmente, devido ao maior teor de matéria orgânica, o que favoreceu a redução da densidade do solo em função da sua baixa densidade específica (SEIXAS et al., 1998). Apesar da ausência de diferença significativa da densidade do solo entre as duas épocas de coleta, visualizado pelas letras minúsculas na linha, foi observado, de maneira geral, tendência de aumento numérico de seus valores após a colheita da madeira.

Tabela 2. Valores de porosidade total (PT), densidade do solo (Ds) e condutividade hidráulica saturada (K_{sat}) em um Neossolo Quartzarênico, antes e após a colheita de *Eucalyptus urograndis*.

Prof. (m)	PT (%)		Ds (g.cm^{-3})		K_{sat} (mm.h^{-1})	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Período chuvoso						
0-0,2	43,48 Aa	40,15 Ab	1,34 Ba	1,39 Aa	35,77 Aa	26,97 Aa
0,2-0,4	40,26 Aa	36,05 Ab	1,44 Aa	1,49 Aa	19,28 Ba	12,98 Ba
0,4-0,6	41,43 Aa	36,94 Ab	1,40 ABa	1,45 Aa	18,52 Ba	17,77 Ba
0,6-0,8	43,95 Aa	36,97 Ab	1,36 ABa	1,42 Aa	18,87 Ba	16,06 Ba
0,8-1,0	44,90 Aa	38,67 Ab	1,32 Bb	1,43 Aa	17,97 Ba	14,12 Ba
Período seco						
0-0,2	39,61 Aa	39,26 Aa	1,37 Aa	1,39 Ba	26,51 Ba	25,67 Ba
0,2-0,4	42,31 Aa	39,77 Ab	1,49 Aa	1,49 ABa	41,33 Aa	26,09 Bb
0,4-0,6	42,06 Aa	36,43 Ab	1,48 Aa	1,51 Aa	42,16 Aa	29,22 Bb
0,6-0,8	40,03 Aa	40,93 Aa	1,49 Aa	1,47 ABa	40,70 Aa	40,15 Aa
0,8-1,0	39,24 Aa	40,96 Aa	1,49 Aa	1,41 ABb	39,66 Aa	40,25 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha, para uma mesma variável, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo Silva et al. (2006) e Milde et al. (2010), a compactação do solo intensifica os efeitos negativos sobre a produtividade do eucalipto, particularmente a colheita da madeira em condições de alta umidade do solo, o que, para Martins et al. (2002), pode prejudicar o desenvolvimento radicular devido ao impedimento físico. Ao passo que, para Seixas; Oliveira Júnior (2001), os maiores incrementos na densidade do solo, em áreas de Neossolo Quartzarênico sob plantio de eucalipto e em condição de solo úmido, estão associados à maior facilidade de deslocamento das partículas do solo durante o tráfego de máquinas nas operações de colheita.

A condutividade hidráulica saturada do solo (Tabela 2) apresentou tendência de redução dos valores após a

colheita. No entanto, embora essa redução apresentasse valores expressivos, ela não foi significativa no período chuvoso, possivelmente devido a elevada variabilidade desse atributo no solo, conforme evidenciado por Marques et al. (2008) e Scherpinski et al. (2010). A tendência de redução após a colheita pode estar associada à compactação ocasionada durante a colheita da madeira. Os valores observados nas camadas superficiais do solo são condizentes com aqueles encontrados por Seixas; Oliveira Júnior (2001) em um Neossolo Quartzarênico.

Verificou-se que, para o período seco, não houve diferença significativa do conteúdo de água no solo entre profundidades e entre as épocas de coleta, antes e após o corte e transporte da madeira (Tabela 3).

Tabela 3. Valores de conteúdo de água (U), resistência do solo à penetração (RP) e estoque de carbono (EC) em um Neossolo Quartzarênico, antes e após a colheita de *Eucalyptus urograndis*.

Prof. (m)	U (%)		RP (MPa)		EC (Mg.ha^{-1})	
	Antes	Após	Antes	Após	Antes	Após
Período chuvoso						
0-0,2	9,21 Aa	11,21 Aa	1,02 Bb	2,30 Ba	21,96 Ab	29,65 Aa
0,2-0,4	9,79 Aa	10,97 Aa	1,90 Ab	3,57 Aa	18,46 Ab	29,54 Aa
0,4-0,6	9,80 Aa	12,06 Aa	2,50 Aa	2,57 Ba	13,53 Bb	24,27 Ba
0,6-0,8	8,64 Ab	12,02 Aa	2,11 Aa	2,21 Ba	11,26 BCb	20,86 BCa
0,8-1,0	7,30 Ab	11,52 Aa	-	-	7,86 Cb	17,73 Ca
Período seca						
0-0,2	5,44 Aa	4,90 Aa	1,59 Ba	1,74 Ba	13,12 Aa	22,96 Aa
0,2-0,4	4,83 Aa	4,57 Aa	2,91 Aa	2,76 Aa	10,13 ABa	13,65 ABa
0,4-0,6	4,55 Aa	4,56 Aa	2,05 Ba	2,17 Aa	10,16 ABa	9,54 Ba
0,6-0,8	4,78 Aa	4,18 Aa	1,75 Ba	1,53 Ba	6,61 ABa	6,96 Ba
0,8-1,0	2,09 Aa	2,83 Aa	-	-	4,24 Ba	5,15 Ba

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha, para uma mesma variável, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o período chuvoso, também não foi observado diferença significativa entre profundidades, porém observou-se que o conteúdo de água no solo são maiores após a colheita da madeira, principalmente a 0,6–0,8 e 0,8–1,0 m, nas quais houve um aumento significativo do conteúdo de água no solo. O que pode ser explicado pelo processo de interceptação da copa das árvores e a consequente redução da quantidade de água disponível no solo, impossibilitando que a frente de umedecimento alcance as camadas mais profundas do solo.

O maior estoque de carbono foi observado nas camadas superficiais do solo, conforme observado por Pulrolnik et al. (2009), com $23,57 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a 0–0,1 m em um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake. Além disso, os maiores valores foram observados no período chuvoso e após a colheita, consequência do aporte de material orgânico residual da colheita, conforme relatado por Faria et al. (2009).

Os valores dos estoques de carbono foram inferiores aos observados por Gatto et al. (2010) em plantios de eucalipto cultivados em diversas classes de Latossolos em Minas Gerais, com valores médios superiores a $43 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ a 0–0,2 m. Isso pode ser atribuído ao maior teor de argila dos Latossolos, o que favorecem a formação de agregados estáveis e dificultam a mineralização da matéria orgânica (MATUS; MAIRE, 2000).

Referente a resistência do solo à penetração (RP), foi observado impacto significativo da colheita no período chuvoso, apesar da tendência de aumento da RP após a colheita da madeira em ambos os períodos. Essa tendência de aumento da resistência à penetração pode ser visualmente verificada na Figura 1.

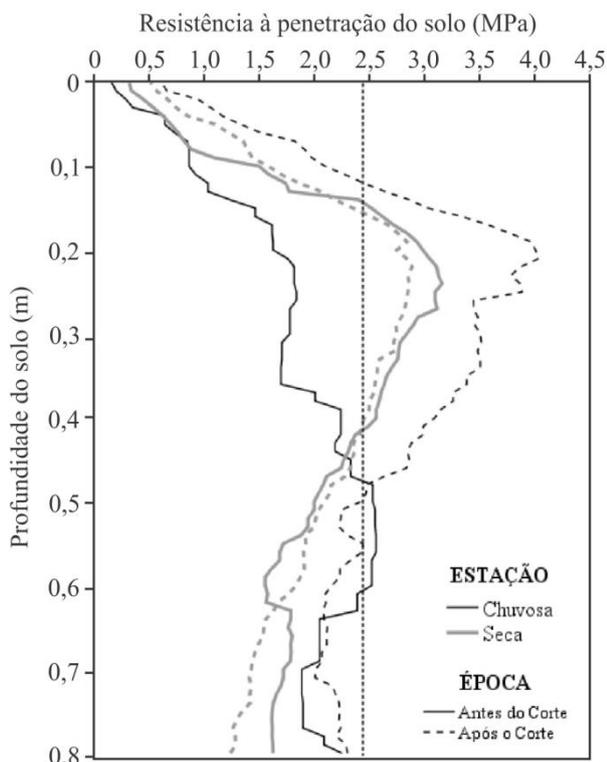


Figura 1. Perfis de resistência do solo à penetração em um Neossolo Quartzarênico, antes e após a colheita de *Eucalyptus urograndis*, nos períodos chuvoso e seco do ano.

A resistência do solo à penetração apresentou diferença significativa entre as profundidades em ambos os períodos do ano, apresentando os maiores valores na camada de 0,2–0,4 m (Figura 1). Isso corroborou os resultados de Martins et al. (2002), em povoamentos de *Pinus* sp. e *Eucalyptus* sp. em um Latossolo Vermelho, e de Debecek; Gava (2005), em um Neossolo Quartzarênico sob plantio de *Eucalyptus grandis*. A camada compactada possivelmente ocorreu por ocasião do preparo do solo na implantação do povoamento florestal, não recuperando sua condição natural ao longo dos anos.

Foi verificado que a alteração da resistência à penetração do solo, devido a colheita da madeira, foi maior no período chuvoso, motivo pelo qual a densidade do solo também foi mais elevada (Tabela 1). Os níveis críticos de resistência do solo variam conforme o solo e a espécie cultivada, utilizando, de modo geral, a faixa de 2,0 a 2,5 MPa (PORTUGAL et al., 2010). Com base nesse limite superior, a área em estudo apresentou valores elevados no período chuvoso, especialmente após a colheita da madeira, e no período seco em ambos momentos de coleta (antes e após a colheita).

Com relação ao período seco, os valores de RP retrataram, principalmente, aos baixos conteúdos de água no solo, uma vez que não se identificou efeito significativo da colheita da madeira. Ao passo que os elevados valores de RP se explicam, especialmente, pelo tráfego de máquinas, uma vez que antes da colheita, esses valores permaneceram no limite de 2,5 MPa (Tabela 3 e Figura 1).

Dessa forma, a variação de RP no período chuvoso foi proporcionada pela compactação do solo, devido a colheita da madeira e a relação com a umidade do solo. Essa compactação, segundo Martins et al. (2002), pode influenciar negativamente o crescimento das raízes do eucalipto e a absorção de nutrientes, devido o impedimento do fluxo de água no solo e a redução da disponibilidade de água.

4. CONCLUSÕES

O sistema semimecanizado de colheita altera significativamente a resistência do solo à penetração e a porosidade total nas profundidades de 0,50 até 1,0 m, ambos no período chuvoso do ano.

A densidade do solo é numericamente inferior nas camadas superficiais, ao passo que a condutividade hidráulica saturada do solo apresenta tendência de redução após a colheita semimecanizada.

O conteúdo de água no solo é o atributo que regula o impacto da colheita semimecanizada sobre o solo.

O estoque de carbono aumenta após a colheita do eucalipto, principalmente nas camadas superficiais do Neossolo Quartzarênico.

5. REFERÊNCIAS

CORAZZA, E. J. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte ou depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 425-432, mar./abr. 1999.

- CORREIA, G. G. et al. Caracterização da capacidade de retenção e disponibilidade de água em solos de tabuleiro costeiro paraibanos. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 156-162, jul./set. 2008.
- DEBECEK, R. A.; GAVA, J. L. Influência da compactação do solo na produtividade da rebrota de Eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 383-390, maio/jun. 2005.
- DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa: UFV, 1998. 251 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306 p.
- FARIA, G. E. et al. Soil fertility, organic carbon and fractions of the organic matter at different distances from eucalyptus stumps. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 3, jul./set. p. 571-579, 2009.
- FERNANDES, H. C.; SOUZA, A. P. Compactação de solos florestais: uma questão para estudo. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 25, n. 3, p. 387-392, maio/jun. 2001.
- GATTO, A. et al. Estoques de carbono no solo e na biomassa em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1069-1079, jul./ago. 2010.
- MARQUES, J. D. O. et al. Avaliação da condutividade hidráulica do solo saturada utilizando dois métodos de laboratório numa topossequência com diferentes coberturas vegetais no Baixo Amazonas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 38, n. 2, p. 193-206, abr./jun. 2008.
- MARTINS, S. G. et al. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférrico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, Lavras, v. 8, n. 1, p. 32-41, jan./jun. 2002.
- MATUS, F. J.; MAIRE, C. R. G. Relación entre la materia orgánica del suelo, textura del suelo y tasas de mineralización de carbono y nitrógeno. **Agricultura Técnica**, Chillán, v. 60, n. 2, p. 112-126, abr./jun. 2000.
- MELO, R. O. et al. Susceptibilidade à compactação e correlação entre as propriedades físicas de um Neossolo sob vegetação de caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 5, p. 12-17, dez. 2008.
- MILDE, G. A. et al. Unidades de colheita: estratégia para evitar a compactação dos solos florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 1075-1083, nov./dez. 2010.
- NEVES, C. M. N. et al. Estoque de carbono em sistemas agrossilvopastoril, pastagem e eucalipto sob cultivo convencional na região noroeste do estado de Minas Gerais. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 1038-1046, set./out. 2004.
- PORTUGAL, A. F. et al. Propriedades físicas e químicas do solo em áreas com sistemas produtivos e mata na região da Zona da Mata mineira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, n. 2, p. 575-585, abr./jun. 2010.
- PULROLNIK, K. et al. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e cerrado no vale do Jequitinhonha - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 5, p. 1125-1136, set./out. 2009.
- SCHERPINSKI, C. et al. Variabilidade espacial da condutividade hidráulica e da infiltração da água no solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 1, p. 7-13, jan./mar. 2010.
- SEIXAS, F. et al. Efeito da camada de resíduos florestais na compactação do solo causada pelo transporte de madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 54, p. 7-16, dez. 1998.
- SEIXAS, F.; OLIVEIRA JÚNIOR, E. D. Compactação do solo devido ao tráfego de máquinas de colheita de madeira. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 60, p. 73-87, dez. 2001.
- SILVA, S. R. et al. Soil compaction and eucalyptus growth in response to forwarder traffic intensity and load. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 921-932, jul./set. 2008.
- SILVA, S. R. et al. Crescimento e nutrição de eucalipto em resposta à compactação de Latossolos com diferentes umidades. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 759-768, set./out. 2006.
- SOUZA, E. D. et al. Atributos físicos de um Neossolo Quartzarênico e um Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1135-1139, nov. 2005.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter, and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Philadelphia, v. 37, n. 1, p. 29-38, jan. 1934.