

Carbono e nitrogênio de um Argissolo Vermelho sob floresta, pastagem e mata nativa

Carbon and nitrogen of an Alfisol under forest, pasture and native forest

Clenio Nailto Pillon^{I*} Daiane Carvalho dos Santos^{II} Cláudia Liane Rodrigues de Lima^{III}
Lidiane Oliveira Antunes^{III}

RESUMO

O monitoramento da matéria orgânica do solo (MOS) constitui um indicador da qualidade do sistema de uso adotado. No Sul do Brasil, são escassos os trabalhos que avaliam as alterações no carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT) e a labilidade da MOS em sistemas de produção florestal. Diante desse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a concentração de COT e de NT no solo e na fração leve e livre (FLL) da MOS de um Argissolo Vermelho distrófico sob eucalipto após 13 e 20 anos de implantação, adotando-se a mata nativa e um sistema com produção de pastagem como áreas de referência. Além disso, foi quantificado o estoque de COT e de NT na serrapilheira e na liteira das áreas florestais. As avaliações foram feitas, aleatoriamente, em três trincheiras por área, nas camadas de 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40m. Maiores concentrações de COT, de NT e da FLL foram verificadas na camada superficial, sendo estas favorecidas pela adição de resíduos vegetais e pela minimização das operações de revolvimento do solo.

Palavras-chave: uso do solo, qualidade do solo, eucalipto.

ABSTRACT

The monitoring of soil organic matter content (MOS) has been considered soil quality indicator. Few studies, in Southern Brazil, have evaluated changes in the total organic carbon (COT), total nitrogen (NT) and in the lability of MOS in forestry systems. This study aimed to evaluate the COT, NT and free light fraction of MOS from 0.00 to 0.05, 0.05 to 0.10, 0.10 to 0.20 and 0.20 to 0.40m depths of the Alfisol under eucalyptus, native forest and pasture. In addition, it was quantified the stock of COT and NT in plant residues in forestry areas. The concentration of COT and NT and labile fractions of MOS

increased favored by the addition of vegetables residues and by minimizing soil disturbance.

Key words: soil management, soil quality, eucalyptus.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui 42% de sua superfície coberta por florestas nativas densas, 7% por florestas naturais abertas e 17% por outras formas de vegetação (CORREA, 2005). Existem 412 milhões de hectares de florestas com potencial madeireiro, 167 milhões constituem reservas indígenas, parques nacionais e florestas de domínio público. Além da floresta nacional, 4,8 milhões de florestas foram plantadas, 3 milhões com eucalipto e o restante com pinus. As florestas plantadas estão distribuídas, em sua maioria, no Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo (RIBASKI, 2008).

Existe interesse cada vez maior na identificação de sistemas de manejo e de uso de pastagens que favoreçam maior manutenção da MOS e redução dos gases do efeito estufa (PINHEIRO et al., 2004). O cultivo comercial de espécies florestais, quando manejadas adequadamente, pode representar uma oportunidade para a redução de emissões de gases do efeito estufa e para o sequestro do CO₂ atmosférico. As florestas plantadas no Brasil ocupam

^IEmbrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, Brasil.

^{II}Departamento de Solos, Universidade Federal de Pelotas (UFPel), 96010-900, Pelotas, RS, Brasil. E-mail: santos.daianec@gmail.com. Autor para correspondência.

^{III}UFPel, Pelotas, RS, Brasil.

aproximadamente cinco milhões de hectares, dos quais aproximadamente 2/3 são plantações de eucaliptos (SILVA et al., 2004).

A expansão do uso das técnicas de cultivo em florestas reflete a atual preocupação do setor na obtenção de produtos florestais com adequada qualidade, produtividade e rentabilidade, sem prejudicar a qualidade física, química e biológica do solo (GONÇALVES, 2000). Nesse sentido, CHAER (2001) constatou índices de qualidade do solo semelhantes para áreas de mata e cultivo de eucalipto.

O monitoramento das alterações da MOS tem sido um indicador dos efeitos do manejo e uso do solo (CONCEIÇÃO et al., 2008). Geralmente, sistemas conservacionistas de uso promovem aumento no carbono do solo e de suas frações, com reflexos positivos sobre os parâmetros biológicos (LIMA et al., 2008).

CONCEIÇÃO et al. (2005) definem que a MOS é um eficiente indicador das qualidades induzidas pelos sistemas de manejo e de uso do solo e, segundo esses autores, o estoque de COT avaliado na camada superficial mostra-se eficiente em discriminar o impacto dos sistemas de manejo sobre a qualidade do solo.

Algumas decisões de atenuação de gases do efeito estufa, principalmente do CO₂ para a atmosfera, precisam ser tomadas. Diante desse contexto e com a perspectiva de contribuir para a definição de formas adequadas de uso de solos para a implantação de sistemas florestais, os objetivos deste estudo foram avaliar a concentração de COT e de NT no solo e na FLL da MOS e o estoque de COT e de NT na serrapilheira e na liteira existente acima de um Argissolo Vermelho sob eucalipto após 13 e 20 anos de implantação.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas áreas de produção florestal de eucalipto pertencentes a CMPC Celulose Rio Grandense, no município de Butiá, RS, com coordenadas 30°06'06" S e 51°52'18" O. O clima da região é classificado, segundo Köppen, como "Cfa", clima subtropical, úmido e sem estiagem. A temperatura do mês mais quente é superior a 22°C e a do mês menos quente fica entre 3°C a 18°C (KÖPPEN-GEIGER, 2010). O solo classifica-se como Argissolo Vermelho distrófico latossólico Tb A moderado, textura média/argilosa com cascalhos, relevo suave ondulado e ondulado (EMBRAPA, 2006).

As áreas amostradas compreendem o cultivo comercial de *Eucalyptus saligna*, implantado há 13 anos (E1) em um talhão de 17,71 hectares, cujo

solo foi preparado com escarificador e grade pesada, sendo o primeiro corte efetuado aos 8,5 anos de idade e o segundo plantio, efetuado nas entre-linhas, a 4,5 anos e o cultivo de *Eucalyptus saligna* implantado há 20 anos (E2) com manejo similar à área anterior, porém sem histórico de corte. Como áreas de referência, utilizou-se uma mata nativa que representa o remanescente de vegetação nativa da região composta por diversas espécies arbóreas e arbustivas com altura de aproximadamente 4m e um sistema de produção pastagem de braquiária brizanta (*Brachiaria brizantha*) consorciada a pensacola (*Paspalum lourai*) e trevo (*Trifolium sp.*) (PAST), implantada há aproximadamente cinco anos em uma área de 1200 hectares e (iv) mata nativa (MN).

Em cada área, foram amostradas três trincheiras de forma aleatória, distanciadas em aproximadamente 5m, nas camadas de 0,00 a 0,05; 0,05 a 0,10; 0,10 a 0,20 e 0,20 a 0,40m. Foram coletadas amostras com e sem estrutura original para a quantificação da densidade do solo e de COT e NT, respectivamente. Os dados de densidade do solo disponíveis em SUZUKI (2008) foram utilizados para cálculo do estoque de COT e de NT.

O solo foi peneirado e na fração menor e igual a 2mm foi avaliado o COT e o NT. Para estimar o COT e NT do resíduo vegetal em decomposição acima do solo, coletaram-se seis amostras de serrapilheira e de liteira em cada uma das áreas (E1 e E2), utilizando-se uma moldura de ferro de 0,50m x 0,50m. Foram acondicionados, em sacos de papel, 100 gramas do material vegetal, sendo esse material seco em estufa a 65°C até obtenção de peso constante e, posteriormente, moído em moinho do tipo Wiley.

A separação da fração leve livre (FLL) da MOS foi efetuada segundo GOLCHIN et al. (1994), utilizando-se NaI a 1,8 Mg m⁻³.

O COT e o NT do solo da FLL e dos resíduos vegetais em decomposição (serrapilheira e liteira) foram quantificados por oxidação via seca em um Analisador Elementar modelo Flash EA 1112 Thermo Electron, sendo os resultados de COT, NT e FLL expressos pela relação massa volume por meio da correção da densidade do solo.

Para avaliar os resultados obtidos em cada camada de solo, foi efetuada a análise de variância e o teste t, considerando a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carbono orgânico e nitrogênio total

Com exceção da camada de 0,10 a 0,40m, de forma geral, a concentração de COT e de NT foi

influenciada pelo sistema de uso de solo. Concentrações mais elevadas de COT e de NT foram observadas na camada de 0,00 a 0,05m, decrescendo com o aumento da profundidade (Figura 1A). Concentrações mais elevadas de MOS em camadas superficiais estão relacionadas ao processo de adição de resíduos vegetais pela parte aérea das culturas (BURLE et al., 1997; BAYER et al., 2000).

Não foram verificadas diferenças na concentração de COT na camada superficial (0,00 a 0,05m). De forma similar a esses resultados, GUO e GIFFORD (2002) não verificaram diferenças nos estoques de COT do solo quando a mata nativa foi substituída por eucalipto. Mesma tendência foi verificada por MENDHAM et al. (2004), quando compararam plantações de eucalipto com pastagem.

Na camada de 0,00 a 0,05m e para a concentração acumulada na camada de 0,00 a 0,20m, observaram-se diferenças significativas para a concentração de NT, sendo estas mais elevadas na

MATA (Figura 1B e Tabela 1). A menor concentração de NT nos sistemas E2 e PAST na camada de 0,00 a 0,05m, possivelmente está relacionada ao aporte de resíduos vegetais com elevada relação C/N pela parte aérea das plantas de eucalipto do E2.

Concentração mais elevada de COT e de NT na PAST, observada na camada de 0,05 a 0,10m em relação aos sistemas E1 e E2, provavelmente esteja relacionada à contribuição do sistema radicular das gramíneas presentes no sistema em subsuperfície e à redistribuição da MOS das camadas superficiais para camadas mais profundas quando da implantação da pastagem cultivada. CORAZZA et al. (1999) observaram que após 18 anos do estabelecimento de uma pastagem de *Brachiaria decumbens*, houve um aumento no conteúdo de C na camada de 0,20 a 1,00m de um solo originalmente mantido sob vegetação de cerrado nativo.

Para camadas subsuperficiais, NEVES et al. (2004) observaram teores de COT em pastagens iguais

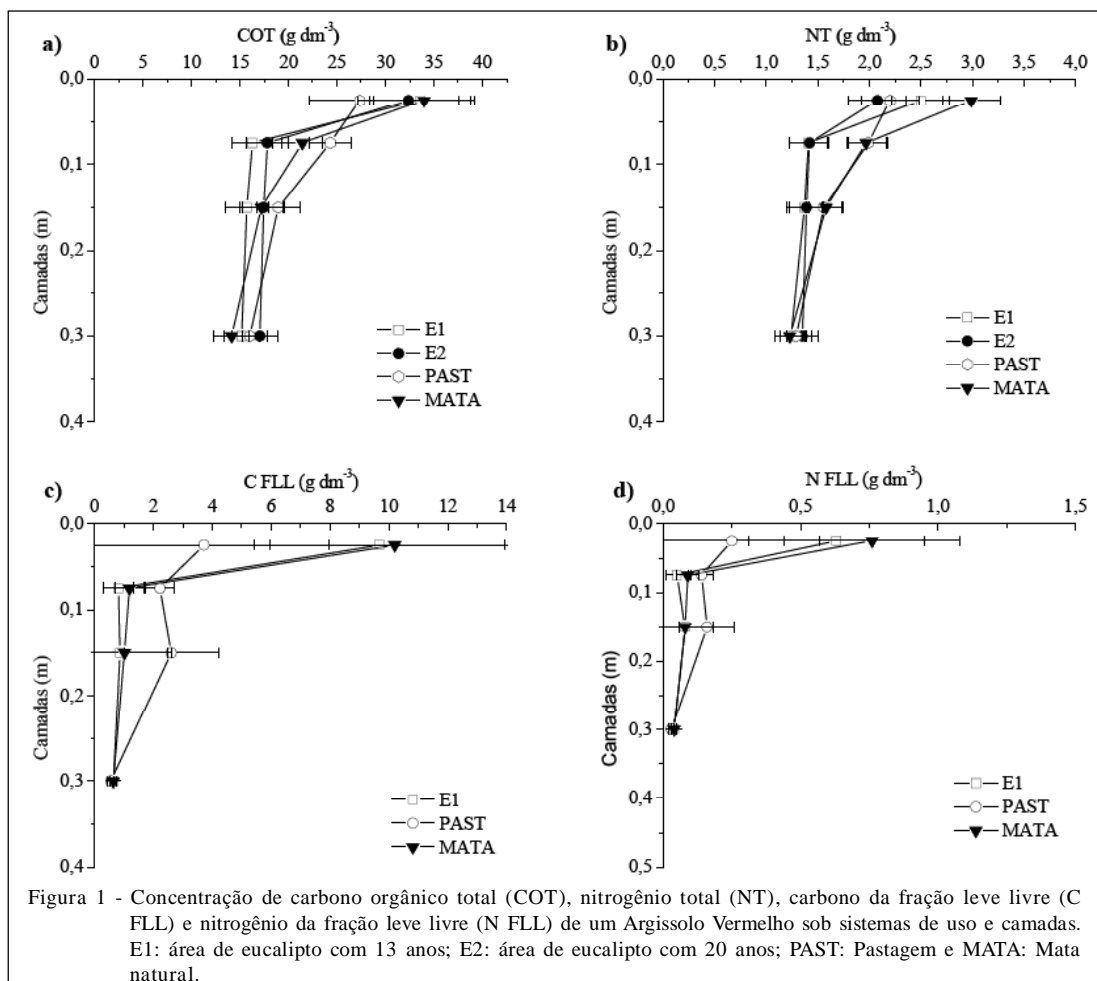


Tabela 1 - Concentração de carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), relação C/N do solo, carbono da fração leve livre (C FLL), nitrogênio da fração leve livre (N FLL) e relação C/N da fração leve livre de um Argissolo Vermelho sob sistemas de uso e camadas.

Sistemas ¹	COT	NT	C/N	C FLL	N FLL	C/N
	-----g dm ⁻³ -----			-----g dm ⁻³ -----		
	-----0,00-0,20m-----					
E1	65,61 a	5,28 b	12,43 a	11,38 a	0,76 a	15,12 a
E2	67,64 a	4,90 b	13,76 a	nd	nd	nd
PAST	70,63 a	5,76 ab	12,29 a	8,56 a	0,54 a	15,78 a
MATA	72,64 a	6,53 a	11,11 a	12,41 a	0,92 a	13,76 a
CV ²	11,59 a	9,05	-	41,14	46,67	-
	-----0,00-0,40m-----					
E1	80,79 a	6,52 a	12,40	12,02 a	0,80 a	15,16
E2	84,71 a	6,25 a	13,51	nd	nd	nd
PAST	86,65 a	7,04 a	12,32	9,13 a	0,58 a	15,83
MATA	86,79 a	7,77 a	11,16	13,06 a	0,97 a	13,82
CV ²	11,12	8,86	-	38,83	44,24	-

¹E1: área de eucalipto com 13 anos; E2: área de eucalipto com 20 anos; PAST: Pastagem; e MATA: Mata natural. ²CV: coeficiente de variação (%). Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna e camada não diferem pelo teste t que considera a diferença mínima significativa (dms) a 5% de probabilidade.

à mata natural, devido à alta densidade do sistema radicular das gramíneas.

Fração leve livre da matéria orgânica

Para a FLL, não foram observadas diferenças estatísticas na camada superficial para concentração de COT e de NT (Figura 1C e 1D). Concentrações absolutas mais elevadas de COT e de NT na FLL da MOS foram verificadas na MATA. Em camadas superficiais, esses incrementos estão diretamente relacionados ao processo de adição de resíduos vegetais pela parte aérea e pelo sistema radicular das culturas na superfície do solo (BURLE et al., 1997; BAYER et al., 2000). Segundo BIEDERBECK et al. (1994), os principais efeitos do uso do solo são verificados inicialmente na camada superficial. PINHEIRO et al. (2004) verificaram os maiores valores para a FLL na camada 0,00 a 0,05m.

A concentração de COT na FLL da MOS foi influenciada pelo sistema de uso na camada de 0,05 a 0,10m (Figura 1C). Tal fato reforça a contribuição do sistema radicular das espécies gramíneas nesses sistemas em subsuperfície e ou redistribuição da MOS das camadas superficiais para camadas mais profundas.

Maiores valores de COT na fração leve pode promover melhorias em atributos químicos, físicos e biológicos. Com relação a atributos físicos do solo, CONCEIÇÃO (2006) observou uma correlação direta e positiva entre o teor de COT na fração leve oclusa (FLO) e o diâmetro médio ponderado úmido (DMPu)

de agregados na camada 0,00 a 0,05m de um Argissolo sob sistemas de uso e preparo de solo.

Similarmente aos resultados apresentados, BAYER et al. (2004) e LIMA et al. (2008) encontraram maiores valores de COT e de NT na fração lábil da MOS em superfície (0,00 a 0,05m).

A relação C/N na camada de 0,00 a 0,40m variou de 13,82 a 15,83 para a MATA e PAST, respectivamente (Tabela 1). Possivelmente, a presença de espécies leguminosas em consórcio à braquiária no sistema PAST esteja contribuindo para a obtenção de valores similares de C/N em relação à MATA.

REZENDE et al. (2007), em estudo comparativo de eucalipto, pastagem e mata nativa em um Latossolo, encontraram maior relação C/N na FLL sob cultivo de eucalipto, na camada superior (0,00 a 0,10m), em relação aos outros sistemas, fato atribuído a um menor estágio de decomposição dos resíduos nesse sistema.

C e N da serrapilheira e liteira

Os valores de ciclagem de C e de N nas frações serrapilheira e liteira e relação C/N podem ser observados na tabela 2. Maiores valores para COT e NT foram observados no sistema E2. Valores mais elevados para a relação C/N foram observados nos resíduos vegetais da serrapilheira, comparativamente à liteira para ambas as áreas florestais (E1 e E2) (Tabela 2). Valores superiores para a relação C/N na serrapilheira, comparativamente à liteira, possivelmente

Tabela 2 - Estoque de carbono orgânico total (COT), de nitrogênio total (NT) e relação C/N do resíduo vegetal em decomposição (serapilheira e liteira) acima de um Argissolo Vermelho.

Resíduo	Sistemas ¹	-----Estoque-----		
		COT	NT	C/N
		Mg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	
Serapilheira	E1	3,20 b	63,61 b	50,27
	E2	5,04 a	83,79 a	59,64
Liteira	E1	2,80 b	81,28 b	34,33
	E2	5,82 a	168,59 a	34,74

¹E1: área de eucalipto com 13 anos e E2: área de eucalipto com 20 anos. Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna, por resíduo vegetal, não diferem pelo teste que considera a diferença mínima significativa a 5% de probabilidade.

estejam relacionados à maior proporção relativa de material lenhoso (especialmente em partes de ramos), à maior concentração de compostos fenólicos e celulose, notadamente com menores quantidades de N, e ao estágio inicial de decomposição dos resíduos. Na liteira, a oxidação de compostos orgânicos pelos microorganismos e os subprodutos da decomposição microbiana contribuem para a redução da relação C/N.

Em um florestamento de eucalipto, GARAY et al. (2003) obtiveram valores de relação C/N para folhas, fragmentos e fração fina equivalentes a 56, 48 e 30, respectivamente. Valores maiores de relação C/N favorecem o acúmulo de resíduos vegetais em superfície, geralmente pela baixa oferta de N no sistema, fato que reduz a taxa de mineralização dos resíduos e, consequentemente, a ciclagem de nutrientes (HOPPE et al., 2006). Em plantios comerciais de eucalipto, uma elevada adição de resíduos nem sempre pode estar diretamente relacionada à incorporação a curto prazo do C na MOS, pois a presença de altas concentrações de hemicelulose e lignina e outros polifenóis, especialmente em plantas mais antigas, podem inibir a ação microbiana, retardando o processo de decomposição dos resíduos vegetais, fato que, por outro lado, favorece a manutenção de uma cobertura vegetal constante e elevada sobre o solo (SIQUEIRA et al., 1991; SILVA et al., 2004; RANGEL, 2006).

COSTA et al. (2000) afirmam que, em um Latossolo Amarelo, sob floresta nativa, houve balanço positivo entre a retirada de C pela fotossíntese e a sua liberação pelo processo de respiração. Acredita-se que a quantificação do COT e de NT no solo e nas frações lábeis da MOS, assim como nos resíduos vegetais existentes acima do solo, pode contribuir de forma decisiva na escolha futura de um sistema mais adequado de manejo de florestas.

De forma geral, o cultivo de eucalipto promoveu o aumento das concentrações de COT, NT e das frações físicas da MOS em Argissolo Vermelho, corroborando resultados apresentados em SANTOS et al. (2009).

CONCLUSÃO

Em relação ao solo sob mata e pastagem, a adição constante de resíduos vegetais e a minimização das operações de revolvimento do solo nos sistemas de produção de eucalipto comercial e de pastagem permitem a manutenção da concentração de carbono orgânico total e de nitrogênio total no solo e na fração leve livre da matéria orgânica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao pesquisador da CMPC Celulose Riograndense, Elias Frank Araujo, por colaborar na escolha das áreas experimentais e aos técnicos, estagiários e bolsistas do Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado (CPACT) pelas amostragens de campo e avaliações laboratoriais.

REFERÊNCIAS

BAYER, C. et al. Effect of no-till cropping systems on SOM in a sandy clay loam Acrisol from Southern Brazil monitored by electron spin resonance and nuclear magnetic resonance. **Soil and Tillage Research**, v.53, p.95-104, 2000. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TC6-3YBB9H4-3&_user=10&_coverDate=01/31/2000&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=ddd4980858d0ec1ee8d5470d65df6fb&searchtype=a>. Acesso em: 15 mar. 2009. doi: 10.1016/S0167-1987(99)00088-4.

BAYER, C. et al. A. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio

- direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.677-683, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v39n7/21310.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-204X2004000700009.
- BIEDERBECK, V.O. et al. Labile soil organic matter as influenced by cropping practices in an arid environment. **Soil Biology and Biochemistry**, v.26, p.1647-1656, 1994. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TC7-476F9HB-7&_user=10&_coverDate=12/31/1994&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=605b4e579647f1a00bad3aebac5ecb8c&searchtype=a>. Acesso em: 12 mar. 2009. doi: 10.1016/0038-0717(94)90317-4.
- BURLE, M.L. et al. Effect of cropping systems on soil chemical characteristics, with emphasis on soil acidification. **Plant and Soil**, v.190, p.309-316, 1997. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/pl224326775646w1/>>. Acesso em: 23 fev. 2009. doi: 10.1023/A:1004266831343.
- CHAER, G.M. **Modelos para determinação de índice de qualidade do solo baseado em indicadores físicos, químicos e biológicos**. 2001. 89f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, MG.
- CONCEIÇÃO, P.C. **Agregação e proteção física da matéria orgânica em dois solos do Sul do Brasil**. 2006. 141f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Pelotas, RS.
- CONCEIÇÃO, P.C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832005000500013>. Acesso em: 02 mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-06832005000500013.
- CONCEIÇÃO, P.C. et al. Fracionamento densimétrico com politungstato de sódio no estudo da proteção física da matéria orgânica em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.541-549, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832008000200009&script=sci_abstract&tlng=e>. Acesso em: 10 fev. 2009. doi: 10.1590/S0100-06832008000200009.
- CORAZZA, E.J. et al. Comportamento de diferentes sistemas de manejo como fonte de depósito de carbono em relação à vegetação de cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, p.425-432, 1999. Disponível em: <<http://sbcs.solos.ufv.br/solos/revistas/v23n2a25.pdf>>. Acesso em: 11 mar. 2009.
- CORRÊA, S. **Anuário Brasileiro da Silvicultura**. Santa Cruz: Gazeta, 2005. 136p.
- COSTA, F.R. et al. A mitigação do CO₂ atmosférico na Amazônia brasileira central durante um período seco. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.8, p.275-281, 2000. Disponível em: <<http://www.ufsm.br/rba/p27582.html>>. Acesso em: 11 mar. 2009.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.
- GARAY, I. et al. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.705-712, 2003. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n4/a15v27n4.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2009. doi: 10.1590/S0100-06832003000400015.
- GOLCHIN, A. et al. Study of free and occluded particulate organic matter in soils by soilid state ¹³C CP/MAS NMR spectroscopy and scanning electron microscopy. **Australian Journal of Soil Research**, v.32, p.285-309, 1994.
- GONÇALVES, J.L.M. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L.; BENEDETTI, V. (Ed.). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.3-57.
- GUO, L.B.; GIFFORD, R.M. Soil carbon stocks and use change: a meta analysis. **Global Change Biology**, v.8, p.345-360, 2002. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1354-1013.2002.00486.x/abstract>>. Acesso em: 04 mar. 2009. doi: 10.1046/j.1354-1013.2002.00486.x.
- HOPPE, J.M. et al. Estimativa de biomassa em povoamento de *Platanus x acerifolia* (Aiton) Willd. estabelecido no município de Dom Feliciano, RS. **Ciência Florestal**, v.16, p. 463-471, 2006. Disponível em: <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/534/53416412.pdf>>. Acesso em: 04 mar. 2009.
- KÖPPEN-GEIGER. **Classificação climática de Köppen-Geiger**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Classifica%C3%A7%C3%A3o_clim%C3%A1tica_de_K%C3%B6ppen-Geiger>. Acesso em: 10 jul. 2010.
- LIMA, A.M.N. et al. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce, MGS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1053-1063, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832008000300014&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 11 mar. 2009. doi: 10.1590/S0100-06832008000300014.
- MENDHAM, D.S. et al. Soil particulate organic matter effects on nitrogen availability after afforestation with *Eucalyptus globulus*. **Soil Biology Biochemistry**, v.36, p.1067-1074, 2004. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6TC7-4C4BWD1D-1&_user=10&_coverDate=07/31/2004&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_origin=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=4390bb259b771c2af65c77fe6daa1851&searchtype=a>. Acesso em: 11 mar. 2009. doi: 10.1016/j.soilbio.2004.02.018.
- 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 Agrotécnica**, v.28, p. 1038-1046, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542004000500010&script=sci_arttext>. Acesso em: 09 mar. 2009. doi: 10.1590/S1413-70542004000500010.
- PINHEIRO, E.F.M. et al. Fracionamento densimétrico da matéria orgânica do solo sob diferentes sistemas de manejo e

cobertura vegetal em Paty Do Alferes (RJ). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.731-737, 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832004000400013&script=sci_arttext>. Acesso em: 15 mar 2009. doi: 10.1590/S0100-06832004000400013.

RANGEL, O.J.P. **Estoque e frações da matéria orgânica e suas relações com o histórico de uso e manejo de Latossolos**. 2006. 186f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, MG.

REZENDE, M.C. et al. Estoques de carbono e nitrogênio solo e na matéria orgânica leve de solos sob eucalipto, pastagem e Mata Atlântica, na Região Centro-Leste de Minas Gerais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOLOS, 31., 2007, Gramado, RS. **Anais...** Gramado: Programa de Pós-graduação em Agronomia da UFRGS, 2007. p.1-5.

RIBASKI, J. **Cultivo do Eucalipto**. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Eucalipto/CultivodoEucalipto/>>. Acesso em: 19 dez. 2008.

SANTOS, D.C. et al. **Avaliação da qualidade física e da matéria orgânica de um Argissolo Vermelho derivado**

de arenito da fronteira oeste do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 100). Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/publicacoes/download/boletins/boletim_100.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2010.

SILVA, I.R. et al. Manejo de resíduos e matéria orgânica do solo em plantações de eucalipto: uma questão estratégica para a manutenção da sustentabilidade. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.10-20, 2004. (Boletim informativo).

SIQUEIRA, J.O. et al. Significance of phenolic compounds in plant-soil-microbial systems critical. **Reviews and Plant Science**, v.10, p.68-121.1991. Disponível em: <<http://www.informaworld.com/smp/content~db=all~content=a906289203>>. Acesso em: 11 mar. 2009. doi: 10.1080/07352689109382307.

SUZUKI, L.E.A.S. **Qualidade físico-hídrica de um Argissolo sob floresta e pastagem no sul do Brasil**. 2008. 136f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, RS.