

## AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160

v.5, n.4, p.579-584, out.-dez., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

DOI: 10.5239/agraria.v5i4.724

Protocolo 724 – 31/10/2009 \*Aprovado em 07/07/2010

Jadir V. da Silva<sup>1</sup>

Marco A. B. Alecrim<sup>2</sup>

Diego de O. Silva<sup>2</sup>

Claudionor C. da Costa<sup>2</sup>

Robson J. de Oliveira<sup>3</sup>

# Perdas de solo e água por erosão hídrica em floresta equiânea em um Latossolo Vermelho-Amarelo

## RESUMO

A erosão hídrica contribui de maneira importante na degradação do solo, e a cobertura vegetal é um dos importantes fatores que exercem influência na intensidade dessa erosão sobre o solo. Neste intuito, o presente trabalho objetivou avaliar as perdas de solo e água por erosão hídrica, sob chuva natural em floresta equiânea de eucalipto, relacionando-as com valores-limites de tolerância, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Foi instalada uma parcela-padrão no interior da floresta. A partir desta foram realizadas as coletas de água e solo, após cada chuva considerada erosiva. A perda de solo estimada apresentou valor médio de 0,2566 t ha<sup>-1</sup> no período avaliado (seis meses). A perda de água estimada foi de 8,36 mm no período avaliado. Estes baixos valores encontrados mostram a sustentabilidade da floresta em estudo, no contexto de erosão hídrica, quando comparadas com o limite de tolerância de perda de solo e com outros resultados de pesquisas em mata nativa e solo descoberto.

**Palavras-chave:** Parcela-padrão, eucalipto, sustentabilidade.

## Soil and water losses by water erosion in even-aged forest in a Red-Yellow Latosol

## ABSTRACT

Water erosion contributes significantly in soil degradation, and vegetation cover is one of the important factors that influence the intensity of this erosion on the soil. To this end, this study aimed to evaluate soil and water losses by water erosion under natural rainfall in eucalyptus even-aged forest, relating them to limit-values of tolerance in a Red-Yellow Dystrophic Latosol. A standard plot was installed within the forest. From this collection, soil and water collections were carried out, after each erosive rainfall. The estimated soil loss presented and average value of 0.2566 ton ha<sup>-1</sup> in the study period (six months). The estimated water loss was of 8.36 mm in the study period. The low values show the sustainability of the studied forest, within the context of erosion, when compared to the soil loss tolerance limit, and to other research findings in native forest and bare soil.

**Key words:** Plot-standard, eucalyptus, sustainability.

<sup>1</sup> Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri/ Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal, Rodovia MG 367, n. 5000, Alto do Jacuba, CEP 39100-000, Diamantina-MG, Brasil. Fone: (38) 9818-2945. E-mail: jadirsilva@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Instituto Federal de Minas Gerais, Curso Superior de Tecnologia em Silvicultura, Campus São João Evangelista-MG, Av. 1º de Junho Nº 1043, Centro, CEP: 39705-000, São João Evangelista-MG, Brasil. Fone: (33) 3412 2900, Fax: (33) 3412 2901. E-mail: aureliobarbosa2007@hotmail.com; diegooliveira182@yahoo.com.br; claudionor.costa@ifmg.edu.br

<sup>3</sup> Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Universitário Cinobelina Elvas, BR 135, Km 3, CEP: 64900-000, Bom Jesus-PI, Brasil. Fone: (89) 3562 2535. Fax: (89) 3562 1866. E-mail: robinhojo@yahoo.com.br

## INTRODUÇÃO

A erosão hídrica do solo é um processo físico que ocorre naturalmente, devido à ação das águas das chuvas. Esse processo envolve o impacto, a desagregação, o transporte e a deposição de partículas do solo. A erosão se torna mais intensa devido ao escoamento superficial influenciado pela declividade do terreno e se torna mais grave com a ação antrópica.

A desagregação é provocada pelo impacto direto das gotas da chuva sobre a superfície do solo, causando ruptura dos agregados do solo (erosão por embate). O transporte das partículas é causado quando o solo está saturado ou quando a intensidade da precipitação é superior à velocidade de infiltração básica (VIB) do solo, resultando no escoamento superficial do excesso de água, em áreas com declive. Consequentemente, o material transportado pela erosão se deposita em locais mais baixos, que podem ser depressões naturais do terreno ou reservatórios de água, como rios, lagos, açudes, e represas, dando fim ao processo erosivo.

Áreas sem coberturas vegetais e fisicamente degradadas, utilizadas em sistemas convencionais de preparo do solo, sofrem maior intensidade de erosão hídrica por ação da enxurrada, decorrente da energia do impacto das gotas de chuva que desagregam e transportam as partículas do solo com maior facilidade. Já as áreas cobertas com resíduos vegetais, como nos sistemas conservacionista de preparo de solo, sofrem menor erosão hídrica. A cobertura vegetal superficial dissipa a energia da chuva, e sem uma maior intensidade de enxurrada, protege a superfície do arraste de partículas. Com isso aumenta a infiltração da água no solo, diminui o escoamento superficial e consequentemente a erosão hídrica (Guandagnin et al., 2005).

No Brasil, trabalhos sobre as perdas de solo e água por erosão hídrica na área de silvicultura têm sido conduzidos. Destacam-se vários trabalhos nesta área florestal, como o de Ranzini & Lima (2002), os quais verificaram que as perdas de um Podzólico Vermelho-Amarelo, em microbacias reflorestadas com eucalipto, variaram entre 0,03 e 0,08 t ha<sup>-1</sup>, sendo consideradas não significativas, quando comparadas com as perdas de solo de uma mata nativa e com o limite de tolerância (0,90 t ha<sup>-1</sup>), estabelecido segundo Bertoni & Lombardi (1985). Vital et al. (1999) observaram que, apesar de os valores de perdas de Podzólico Vermelho-Amarelo terem praticamente dobrado no primeiro ano depois do corte raso de eucalipto em uma microbacia, os valores de 0,04 t ha<sup>-1</sup> por ano foram ainda significativamente menores do que os decorrentes do uso mais intensivo do solo com a pastagem (bovinocultura).

É importante citar que a erosão é um fenômeno cujo impacto sobre os recursos naturais renováveis tem preocupado governos e instituições de todo o mundo. O enfoque principal deste fenômeno tem sido considerado uma ameaça à própria existência da humanidade. Essa ameaça tem contribuído para uma imediata necessidade de se quantificar e controlar, de forma racional, as causas do processo erosivo. Essa demanda em se propor uma metodologia capaz de avaliar com precisão a estimativa das perdas de solo e água tem resultado em um grande número de pesquisas. Dentre essas

metodologias destaca-se o método da parcela padrão, ou seja, a coleta de uma fração de enxurrada. Segundo Bertoni (1949) é uma das mais utilizadas devido a sua precisão na estimativa direta da quantidade de solo perdido por hectare e também por sua praticidade no campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas de solo e água por erosão hídrica, sob chuva natural em floresta de equiânea de eucalipto, relacionando-as com valores-limites de tolerância, em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - campus de São João Evangelista (IFMG – Campus São João Evangelista), localizada na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub-bacia do Suaçuí Grande), região Centro Nordeste do Estado de Minas Gerais. O clima é classificado, de acordo com Köppen (1948), como Cwa (inverno seco e verão chuvoso), sendo predominantemente nesta região o clima do tipo tropical, apresentando uma temperatura média mínima de 22°C e média máxima de 27°C por ano, precipitação média anual de 1.180 mm e a altitude média de 680 m.

A área onde o experimento foi instalado possui coordenadas 18° 32' 56" latitude Sul e 42° 45' 42" longitude Oeste, e a altitude do local é 753 m. A área atualmente cultivada com eucalipto (com 4 anos de idade) foi ocupada com pastagem há alguns anos, a qual foi se degradando paulatinamente, e no ano de 2005 foi implantada a atual cultura. Esse é o primeiro cultivo de eucalipto no histórico desta área. Foi implantado em novembro de 2005 o clone híbrido de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* ("urograndis"), com o espaçamento de 3,0 x 3,0 m (mil cento e onze árvores por hectare), em covas feitas manualmente com enxadão (cultivo mínimo), com dimensões de 0,30 x 0,30 x 0,30 m. Depois do plantio foram feitas duas capinas manuais, no ano de 2006. Na adubação de plantio, foram utilizados 90 g de NPK (respectivamente, nitrogênio, fósforo e potássio) na formulação 6-30-6, 320 g de fosfato reativo e 1 kg de calcário por cova, e 270 g de KCl (cloreto de potássio) por planta, aplicados em cobertura.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com o horizonte A Proeminente, textura arenosa.

O local escolhido para a instalação da parcela experimental na floresta de eucalipto apresentou declividade média representativa da região, ou seja, a área escolhida apresenta um relevo predominante da localidade estudada. A declividade do local escolhido para a instalação da parcela-padrão apresentou valores variando de 20 a 35%.

Foi instalada no campo a parcela-padrão, com dimensão de 12 x 24 m no interior da floresta de Eucalipto, no sentido do declive, totalizando em 288 m<sup>2</sup>. Essa parcela foi contornada com chapas galvanizadas com 0,40 m de altura, sendo 0,20 m na superfície do solo, e enterradas com 0,20 m de profundidade, para não haver desvio de água no solo que atrapalhasse as coletas de água e de solo. A parte inferior das



Figura 1. Representação da parcela em campo, detalhando os coletores de água e solo.

*Figure 1. Representation of the portion in field, detailing the collectors of water and soil.*

parcelas continha calhas coletoras, as quais continham tubos de plásticos de três polegadas para conduzir a enxurrada até os tanques de sedimentação com capacidade de 500 L e um tanque coletor de água e sedimentos com capacidade de 250 L (Figura 1). Entre o tanque de sedimentação e o tanque coletor havia um sistema divisor do tipo Geib com janelas para que, depois do enchimento do tanque de sedimentação, apenas 1/15 da enxurrada fosse conduzida para o coletor.

As coletas para determinação das perdas de solo e água foram realizadas a cada evento de chuva considerada erosiva, no período compreendido entre janeiro e junho de 2009. As amostras foram retiradas dos tanques de coleta e depois foram agitadas e submetidas à decantação. Em seguida o material decantado foi seco em estufa a 105°C. Os cálculos das perdas de solo foram efetuados em termos de  $t\ ha^{-1}$  e das perdas de água em mm. Os estudos de perdas de solo e água em parcelas-padrão não apresentaram repetições de tratamentos. Para a análise pluviométrica (monitoramento das precipitações), foi instalado nas proximidades da parcela um pluviômetro de plástico, situado fora da parcela em um local considerado meteorologicamente correto, onde a quantidade da precipitação não sofresse interferência da vegetação.

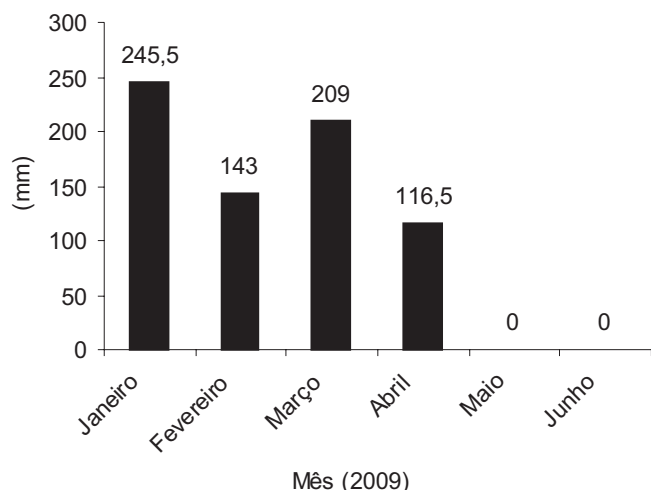
Neste trabalho foram consideradas somente as precipitações significativas, ou seja, desprezaram-se as precipitações não significativas ocorridas no período em estudo. Segundo Pires et al. (2006), as chuvas significativas, ou seja, chuvas consideradas erosivas, são aquelas cujos registros se apresentam maiores do que 10 mm em cada evento de precipitação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 é representada a precipitação total no período de estudo considerada significativa (erosiva), totalizando em 714 mm nos meses de estudo. A precipitação concentrou-se no período de janeiro a abril, visto que nos meses de maio e junho, não ocorreram chuvas consideradas significativas para este estudo.

Os maiores valores de perda de solo coincidiram com os meses de maior precipitação (Tabela 1), o que pode ser explicado pela alteração, no decorrer das chuvas, das condições da superfície do solo, a qual é formada pela matéria orgânica composta pela serrapilheira da cultura do eucalipto, que se encontrava em quantidade relativamente baixa devido estar nos primeiros anos da cultura. Outro fator de relevância a ser levado em consideração, porém menos expressivo, é que no período do ano em que foi montado o experimento, os meses anteriores na região são de baixo índice de precipitação, resultando em até uma baixa atividade microbológica na matéria orgânica, o qual afeta significativamente na quantidade e qualidade dela no solo. Com o aumento das chuvas eleva-se a quantidade da matéria orgânica no solo, devido ao próprio acúmulo de serrapilheira, decorrente da deposição provocada pelo impacto das gotas de chuva com na copa das árvores.

Da mesma maneira, a umidade do solo influencia diretamente nas perdas de solo, pois, quando ocorre o pico de maior intensidade, o solo está muito úmido, favorecendo a desagregação e o transporte das partículas de solo.



**Figura 2.** Precipitação pluviométrica (mm) considerada significativa, durante o período em estudo.

*Figure 2. Rainfall (mm) considered significant during the period under study*

**Tabela 1.** Valores de perdas de solo ( $t\ ha^{-1}$ ) por erosão hídrica, no período de Janeiro a Junho de 2009

*Table 1. Soil loss values ( $t\ ha^{-1}$ ) by water erosion between January and June 2009*

Meses	Perda de solo em $t\ ha^{-1}$
Janeiro	0,2459
Fevereiro	0,0023
Março	0,0091
Abril	0,0026
Maio	0
Junho	0
Total do período	0,2599

As perdas de solo apresentaram variação mensal de 0,0023 a  $0,2459\ t\ ha^{-1}$ .

Comparando as perdas de solo com a tolerância admissível para esta mesma classe de solo em estudo ( $7,17\ t\ ha^{-1}$  por ano) determinada por Pires (2004), observa-se que a floresta de eucalipto em estudo apresentou valor muito inferior.

Pires et al. (2006), na mesma classe de solo, em estudo com fatores edafoclimáticos semelhantes (região geograficamente próxima à deste trabalho), estimaram que a mata nativa apresenta valor médio de  $0,109\ t\ ha^{-1}$  por ano; então, observa-se que a floresta de eucalipto apresentou um valor de perda de solo relativamente próximo ao de uma mata nativa, indicando, assim, sustentabilidade do cultivo de eucalipto em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Os valores obtidos para as perdas de água variaram entre 0,93 e 3,90mm (Tabela 2) e representam aproximadamente 1,17% da precipitação acumulada no período estudado, que foi de 714 mm. Estes baixos valores de perdas de água, obtidos no sistema de eucalipto, são altamente positivos, tendo-se em mente que o relevo é ondulado, a precipitação média anual

**Tabela 2.** Valores de perdas de água (mm) por erosão hídrica, no período de Janeiro a Junho de 2009

*Table 2. Water losses by water erosion values (mm) between January and June 2009*

Mês	Perdas de água (mm)
Janeiro	3,90903
Fevereiro	0,93167
Março	2,55931
Abril	0,96469
Maio	0,00000
Junho	0,00000
TOTAL	8,36469

não é elevada (1.180 mm) e o período seco é relativamente extenso, o que é comum na região.

O processo de infiltração da água no solo é afetado por diversos fatores, dentre os quais se destacam: as condições da superfície do solo, o conteúdo inicial de água no perfil do solo, o tempo de infiltração, a existência de camadas menos permeáveis ao longo do perfil, a topografia do terreno e as propriedades físicas do solo (Costa et al., 1999). No solo onde foi realizado este trabalho, estas condições são favoráveis para o aumento da infiltração de água no solo, sendo um solo de textura médio-arenosa e culminando com a formação de matéria orgânica no solo por meio da serrapilheira da cultura do eucalipto. Além disso, por ser um Latossolo, esta classe de solo apresenta condições físico-químicas típicas, favoráveis a uma boa infiltração de água no solo.

Valores muito próximos a este foram encontrados por Pires et al. (2006) trabalhando com a mesma classe de solo, em floresta nativa, no qual o valor de perda de água é de 14,78 mm ao ano. Esta baixa perda de água anual estimada evidencia uma satisfatória eficiência na redução das perdas hídricas por enxurrada na floresta de eucalipto. Portanto, deve-se ressaltar que este tipo de estudo exige tempo maior para confiabilidade na estimativa, e validação dos resultados encontrados.

Na floresta de eucalipto em estudo, o escoamento superficial variou entre 0,25 e 2,42 % do total de cada evento de precipitação considerada erosiva (Tabela 3). Valores superiores a estes foram verificados em área com reflorestamento de eucalipto por Martins et al. (2003), em povoamento de eucalipto com idade superior ao cultivo deste trabalho e condições edafoclimáticas pouco semelhantes, cujo autores trabalharam em outra classe de solo em região distante a deste trabalho. Ressalta-se que os meses de maio e junho não tiveram precipitação considerada significativamente erosiva, por este motivo esses valores não foram explicitados na Tabela 3.

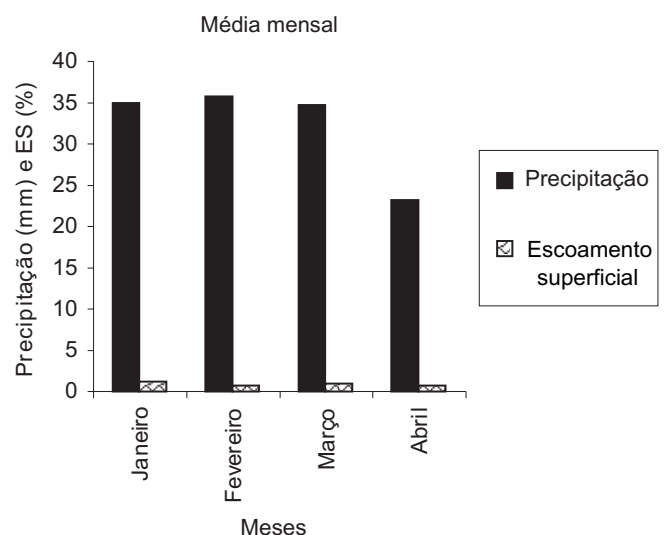
Os valores de volume de água escoada por hectare foram muito inferiores aos valores de volume de água infiltrada e a água evaporada. Estes valores encontrados são próximos aos de uma mata nativa como analisado por Lourenção & Honda (2007). Esses mesmos autores obtiveram resultados evidenciando que o escoamento superficial de uma floresta equiânea de eucalipto apresenta um volume de água escoada

**Tabela 3.** Escoamento superficial (%), volume de água infiltrada evaporada ( $m^3$ ) por hectare e volume de água escoada por hectare ( $m^3$ ), obtidos em cada evento de chuva considerada significativa**Table 3.** Runoff (%), volume of water infiltrated and evaporated ( $m^3$ ) per hectare and the volume of runoff per hectare ( $m^3$ ) obtained in each rainfall considered significant

	Precipitação (mm)	Escoamento superficial (%)	Volume de água infiltrada mais evaporada por ha ( $m^3$ )	Volume de água escoada por ha ( $m^3$ )
Janeiro	17,5	2,29	170,99	4,01
	95	2,43	926,95	23,05
	22	1,64	216,40	3,60
	23	0,30	229,31	0,69
	22	0,34	219,26	0,74
	50	1,32	493,40	6,60
	16	0,25	159,60	0,40
Fevereiro	29	0,56	288,38	1,62
	42,5	0,71	421,96	3,04
	29	0,56	288,38	1,62
	42,5	0,71	421,96	3,04
Março	17	0,69	168,82	1,18
	15	0,75	148,88	1,12
	17	0,69	168,82	1,18
	29	0,81	287,64	2,36
	33	0,73	327,61	2,39
	98	1,77	962,64	17,36
Abril	25	0,92	247,69	2,31
	29	1,04	286,98	3,02
	30	0,74	297,78	2,22
	17,5	0,73	173,73	1,27
	15	0,55	149,17	0,83

37 vezes menor do que um solo descoberto, indicando ser um sistema de cultivo ótimo no que diz respeito à retenção da água da chuva; o que evidencia a sustentabilidade do cultivo de eucalipto no que diz respeito à erosão hídrica.

Na Figura 3 são apresentadas as médias mensais da precipitação e do escoamento superficial e na Figura 4 são apresentados os valores médios mensais de volume de água infiltrada e evaporada por hectare e de volume de água escoada por hectare. Por meio desses resultados mensais pode-se afirmar que, devido ao clima da região propiciar um verão chuvoso, os meses de janeiro, fevereiro e março apresentam uma maior concentração do escoamento superficial no período estudado e, conseqüentemente, um maior arraste das partículas sólidas da superfície do solo originando a formação de erosão laminar. Devido à cobertura vegetal consideravelmente densa que é formada pela floresta de eucalipto, e a boa infiltração que o sistema radicular que esta vegetação propicia, o escoamento superficial é quase insignificante e é praticamente nula a formação de erosão no solo. Em função do clima da região em estudo, como descrito anteriormente, a partir do mês de abril há uma baixa

**Figura 3.** Média mensal da precipitação e do escoamento superficial**Figure 3.** Rainfall and runoff monthly average

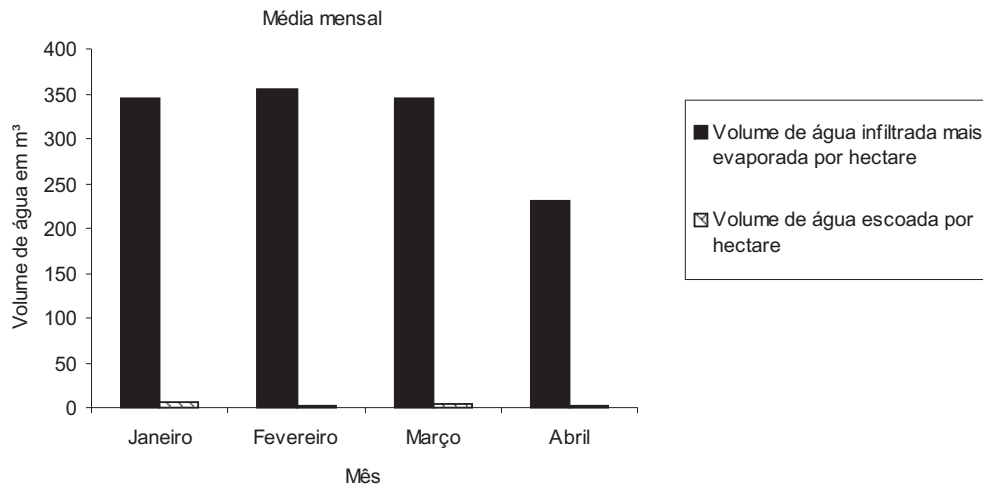


Figura 4. Volumes médios mensais de água infiltrada e evaporada por hectare ( $m^3$ ) e de água infiltrada por hectare ( $m^3$ )

Figure 4. Average monthly volumes of water infiltrated and evaporated per hectare ( $m^3$ ) and of runoff per hectare ( $m^3$ )

pluviosidade (como observado através de dados meteorológicos da estação instalada no campus do instituto, onde foi executada a pesquisa) com isso, o volume de água escoada foi menor.

## CONCLUSÕES

A floresta equiânea de eucalipto apresentou valores de  $0,2599 t ha^{-1}$  e  $8,36 mm$  de perda de solo e água respectivamente (nos seis meses de estudo) muito baixos em relação ao limite de tolerância estabelecido para a classe de solo em estudo, evidenciando uma sustentabilidade do sistema de reflorestamento com o eucalipto em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

## LITERATURA CITADA

- Bertoni, J. Sistemas coletores para determinações de perdas por erosão. *Bragantia*, v.9, n. 5-8, p.147-155, 1949.
- Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. Conservação do solo. Piracicaba: Livrocetes, 1985. 392p.
- Costa, E.D.; Silva, M.A.; Colombo, A.; Abreus, A.R. Infiltração de água em solo, determinada por simulador de chuvas e pelo método dos anéis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.3, n.2, p.131-134, 1999.
- Guadagnin, J.C.; Bertol, I.; Cassol, P.C.; Amaral, A.J. Perdas de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.2, p.277-286, 2005.
- Köppen, W. Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra. México: FCE, 1948. p.482-487.
- Lourenção, A.; Honda, E.A. Influência do reflorestamento com essências nativas sobre a infiltração da água e a velocidade do escoamento superficial. *Instituto Florestal Série Registros*, n.31, p.33-37, 2007.
- Martins, S.G.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Ferreira, M.M.; Fonseca, S.; Marques, J.J.G.S.M. Perdas de solo e água por erosão hídrica em sistemas florestais na região de Aracruz (ES). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, n.3, p.395-403, 2003.
- Pires, L.S.; Silva, M.L.N.; Curi, N.; Leite, F.P.; Brito, L.F. Erosão hídrica pós-plantio em florestas na região centro-leste de Minas Gerais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.71, n.4, p.687-695, 2006.
- Pires, L.S. Sistemas de manejo de eucalipto e erosão hídrica em Latossolo Vermelho-Amarelo muito argiloso na região de Belo Oriente (MG). Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2004. 84p. Dissertação Mestrado.
- Ranzini, M.; Lima, W.P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com *Eucalyptus*, no Vale do Paraíba, SP. *Scientia Forestalis*, v.61, p.144-159, 2002.
- Vital, A.R.T.; Lima, W. de P.; Poggiani, F.; Camargo, F.R.A. de. Biogeoquímica de uma microbacia após o corte raso de uma plantação de eucalipto de 7 anos de idade. *Scientia Forestalis*, v.55, p.17-28, 1999.