

## Perdas de solo e água pós-plantio de eucalipto na região Leste do Mato Grosso do Sul<sup>(1)</sup>.

**Bernardo Moreira Cândido<sup>(2)</sup>; Marx Leandro Naves Silva<sup>(3)</sup>; Andrew Antunes dos Santos<sup>(4)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do FAPEMIG, CNPq e FIBRIA.

<sup>(2)</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Departamento de Ciência do Solo (DCS), Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. Bolsista da CAPES. [bernardocandido@gmail.com](mailto:bernardocandido@gmail.com); <sup>(3)</sup> D.Sc Professor associado IV da UFLA/DCS, Bolsista do CNPq; <sup>(4)</sup> Estudante do curso de Agronomia; UFLA/DCS, Bolsista do PIBIC/FAPEMIG.

**RESUMO:** Estudos de conservação do solo tornam-se essenciais para o sucesso da atividade florestal no Brasil. O objetivo do trabalho é calcular a erosividade da chuva e as perdas de solo e água por erosão hídrica em floresta de eucalipto e comparar com a vegetação nativa e solo descoberto. O estudo foi realizado em dois hortos florestais denominados Matão e Barra do Moeda, no município de Três Lagoas, MS, apresentando solo do tipo Latossolo Vermelho distrófico (LVd5 e LVd2). O período crítico em relação à erosão hídrica é de dezembro e janeiro. O valor médio de erosividade para o período estudado foi  $10.666 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{período}^{-1}$ , que é classificado como muito alta. Os resultados das perdas de solo e água evidenciam a eficiência da cobertura vegetal em proteger o solo contra o impacto direto da gota de chuva e, do outro lado, a exposição do solo favorecendo a erosão hídrica (solo descoberto). As perdas de solo para os sistemas de manejo do eucalipto foram bem abaixo dos limites toleráveis.

**Termos de indexação:** erosão hídrica, erosividade, sistemas florestais.

### INTRODUÇÃO

As florestas de eucalipto estão cada vez mais se tornando de grande importância para economia brasileira. Estima-se que o Brasil possua atualmente cerca de 4,8 milhões de hectares de eucalipto plantado, ocupando lugar estratégico na economia do país com participação de 2,6% do PIB nacional (ABRAF, 2012). Diante desse cenário de ascensão da cultura do eucalipto, estudos de conservação do solo são essenciais para o sucesso da atividade.

Nos sistemas florestais, grande parte dos impactos é decorrente de operações de manejo adotadas em plantios, em sua maioria, atribuídos às operações de preparo do solo, colheita mecanizada da madeira e à construção e manutenção de estradas florestais. Entre as diversas maneiras pelas quais os solos de uso agrícola e florestal podem perder sua capacidade produtiva, destaca-se a erosão do solo provocada pela água das chuvas, denominada de erosão hídrica. A produção

de sedimentos decorrente da erosão hídrica do solo representa a principal fonte de poluição difusa dos recursos hídricos superficiais.

O conhecimento das perdas de solo e água oriundas da erosão hídrica, bem como os outros fatores que compõem os modelos de previsão do processo erosivo são importantes para o planejamento conservacionista, contribuindo para o uso sustentável dos solos florestais.

Dentre os fatores que atuam no processo erosivo do solo, a erosividade da chuva (fator R) é um dos mais importantes, pois a precipitação é a força motriz da erosão e tem uma influência direta na quebra dos agregados e no escoamento superficial.

O fator R é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva, esperada em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção. O  $EI_{30}$  é um dos índices de erosividade mais utilizados atualmente e apresenta uma boa correlação com perdas de solo em diversos estudos no Brasil.

Assim, o objetivo do trabalho foram estimar as perdas de solo e água por erosão hídrica e a erosividade da chuva (fator R -  $EI_{30}$ ) em floresta de produção de eucalipto, relacionando-as com os valores obtidos na vegetação nativa e solo descoberto, e compará-las com os limites admissíveis para as principais classes de solos.

### MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em solos sob plantios de eucalipto em dois hortos florestais denominados Matão e Barra do Moeda, pertencentes à bacia hidrográfica do Rio Paraná, localizados no município de Três Lagoas, MS. Os solos das regiões de estudo foram classificados como Latossolo Vermelho distrófico típico, textura média, sendo o solo do Barra do Moeda classificado como LVd5 e o horto Matão como LVd2 (Bognola & Fasolo, 2008).

Os sistemas de manejo adotados nos plantios de eucalipto nas duas regiões constituíram de: plantio em nível com resíduo (EC); plantio em nível sem resíduo (ES); plantio em desnível (ED), apenas no LVd2. Estes sistemas foram comparados à vegetação nativa de referência que é a floresta

nativa (FN), no Lvd5, e ao cerrado nativo (CN), no Lvd2 e ao sistema de máxima perda de solo e água que é o solo descoberto (SD).

O monitoramento das perdas de solo e água foi realizado por meio de parcelas experimentais instaladas no campo no período de abril de 2011 a outubro de 2012. As parcelas apresentavam dimensões de 4,0 x 24 m (solo descoberto, vegetação nativa e eucalipto sem resíduo/desnível) e 14 x 24 m (eucalipto com resíduo), sendo contornadas com chapas galvanizadas com 40 cm de largura, enterradas a uma profundidade de 20 cm. Na parte inferior, foram colocadas calhas coletoras para conduzirem a enxurrada até os tanques coletores. A estrutura coletora é constituída de um tanque de sedimentação, munido de um divisor do tipo Geib de 15 janelas, e um tanque coletor de água e sedimentos. A partir do sistema divisor tipo Geib, através de uma canaleta, a água e sedimentos correspondentes à vazão de uma janela são conduzidos para o tanque coletor. Assim, após o enchimento do tanque de sedimentação, 1/15 de água da enxurrada é conduzida ao segundo tanque. Dentro do tanque de sedimentação foi colocado um recipiente calibrado e codificado para a coleta de sedimentos.

A amostragem e a quantificação das perdas de solo e água foram realizadas para cada evento de chuva considerada erosiva. Foram consideradas chuvas individuais aquelas separadas por mais de 6 horas. As chuvas menores que 10 mm, com intensidade máxima menor que 24 mm h<sup>-1</sup>, em 15 minutos ou energia cinética menor que 3,6 MJ, foram consideradas não erosivas (De Maria, 1994).

Para quantificar as perdas de solo e água, amostras de enxurrada e sedimentos foram retiradas dos tanques de coleta, segundo metodologia descrita por Cogo (1978). Após agitação da suspensão, foram retiradas três alíquotas de volume predeterminado, as quais foram transferidas para o laboratório e submetidas à decantação. O material decantado foi seco em estufa a 105°C.

Para o estudo da erosividade da chuva foram utilizados dados pluviográficos referentes ao período de dezembro de 2011 a fevereiro de 2013, obtidos de estação climatológica automatizada localizada no município de Três Lagoas, que gerou dados com intervalos de 5 minutos. A partir das precipitações, foram calculadas as energias cinéticas totais das chuvas erosivas para cada evento. Para o cálculo da energia cinética (Ec), utilizou-se a equação proposta por Wischmeier & Smith (1958):  $Ec = 0.0119 + 0.0873 \cdot \log I$ , onde: Ec = energia cinética (MJ ha<sup>-1</sup> mm<sup>-1</sup>); e I = intensidade média da chuva (mm h<sup>-1</sup>).

O índice de erosividade EI<sub>30</sub> (MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) de cada chuva individual erosiva foi calculado

multiplicando a energia cinética pela sua intensidade máxima em 30 minutos (mm h<sup>-1</sup>). O EI<sub>30</sub> mensal foi calculado pelo somatório dos valores desse índice para todas as chuvas individuais erosivas que ocorreram em cada mês do ano (Wischmeier & Smith, 1958). A erosividade foi classificada segundo Foster et al. (1981).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média mensal do índice de erosividade foi maior no período mais chuvoso (**Tabela 1**), que compreende os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Contribuindo, em média, com 79% do valor da erosividade total para o período do estudo. Nesse período a precipitação pluvial e a sua intensidade ocorrem de forma mais acentuada, característica de chuvas convectivas, típicas de regiões tropicais e caracterizam-se por ser de grande intensidade e curta duração.

**Tabela 1** – Valores de erosividade da chuva e precipitação para a região leste do Mato Grosso do Sul, município de Três Lagoas.

| Mês/ano | Erosividade  | Precipitação |
|---------|--|--------------|
|         | MJ mm ha <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> período <sup>-1</sup> | mm           |
| dez/11  | 3040,4   | 162,56       |
| jan/12  | 1969,9   | 191,76       |
| mar/12  | 1455,5   | 87,88        |
| abr/12  | 183,4  | 49,02        |
| jun/12  | 1074,3   | 219,46       |
| jul/12  | 0,0  | 8,13         |
| set/12  | 921,1  | 99,06        |
| out/12  | 31,5   | 13,46        |
| jan/13  | 1281,7   | 126,49       |
| fev/13  | 708,5  | 102,11       |
| Total   | 10666,2  | 1059,93      |

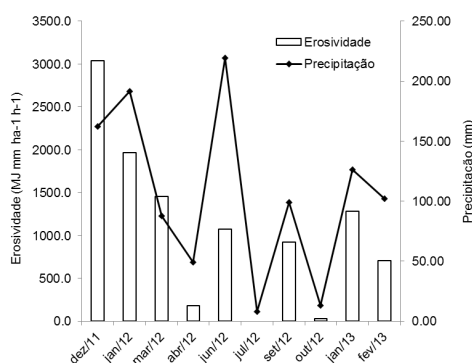
A erosividade para a região de Três Lagoas está associada a concentrações de chuvas em determinado período do ano, em virtude das características climáticas regionais, proximidade da calha do Rio Paraná e seus afluentes, bem como da dinâmica e da influência de fatores associados à circulação atmosférica.

A erosividade para a região de Três Lagoas está associada a concentrações de chuvas em determinado período do ano, em virtude das características climáticas regionais, proximidade da calha do Rio Paraná e seus afluentes, bem como da dinâmica e da influência de fatores associados à circulação atmosférica.

O valor médio de erosividade total para o

período estudado foi de 10.666 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> período<sup>-1</sup> o que pode ser classificado como muito alta. Oliveira (2011) estimando o EI<sub>30</sub> para o estado do Mato Grosso do Sul encontrou valor médio de erosividade anual de 9.274 MJ mm ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Este mesmo autor observou que a região de Três Lagoas está localizada em uma área onde se tem os maiores valores de erosividade da chuva para o estado.

No mês de junho a precipitação foi bem maior do que a erosividade (**Figura 1**), mostrando que nem sempre valores elevados de chuva proporcionam maiores erosividades. A concentração de chuvas erosivas nos meses iniciais do ano chama atenção para a incorporação de práticas conservacionistas nesses períodos considerados críticos.



**Figura 1** – Distribuição da precipitação média mensal e do índice de erosividade médio mensal, EI<sub>30</sub>, observadas, nos anos de 2011 a 2013, na região leste do Mato Grosso do Sul, município de Três Lagoas.

As perdas médias de solo para cada período do estudo encontram-se na **Tabela 2**, respectivamente para o LVd5 e LVd2.

A precipitação média no período deste estudo (2011 a 2012) foi de 1059.934 mm.

Entre os sistemas estudados, os resultados de perda de solo para o LVd5 e LVd2 obedecem à ordem: FN < EC < ES < SD e EC < CN < ED < SD < ES (**Tabela 2**). Esses resultados evidenciam a eficiência da cobertura vegetal em proteger o solo contra o impacto direto da gota de chuva e, do outro lado, a exposição do solo favorecendo a erosão hídrica na condição de solo descoberto (Silva, 2009).

Nos sistemas cultivados com eucalipto as maiores perdas foram observadas para sistema ES, tanto no LVd5 quanto no LVd2, evidenciando o efeito negativo da retirada da serapilheira. Vale a pena salientar o efeito positivo da cobertura do solo nos sistemas EC visto que foram os tratamentos que apresentaram valores mais próximos da vegetação nativa em ambas regiões de estudo.

O sistema com eucalipto no sentido do declive apresentou perdas de solo intermediárias entre EC

e ES no LVd2, mostrando a importância do plantio em nível e da cobertura vegetal.

Os sistemas com vegetação nativa (FN e CN) e EC foram os que apresentaram os menores valores de perda de água, seguindo a mesma tendência das perdas de solo. Isto se deve às variações da cobertura, à incorporação ao sistema de distintas quantidades e tipos de material vegetal da parte aérea e raízes, e à resistência de resíduos vegetais à decomposição e ao transporte pela enxurrada (Foster, 1982).

Os maiores valores de perdas de água, observados nos sistemas de manejo da cultura do eucalipto, em relação à FN no LVd5, estão relacionados à exposição do solo por ocasião da implantação dos sistemas. Somente depois de um ano de implantação é que esses sistemas formam serrapilheira e sub-bosques e, assim, tendem a decrescer a perda de água, igualando-se à da mata nativa.

No caso do LVd2, o sistema EC apresentou menores perdas de água e solo em relação ao CN, o que pode ser explicado pelo tipo de cobertura proporcionada pela vegetação do Cerrado, que apresenta árvores de pequeno porte e, conseqüentemente, menor cobertura do solo em relação às áreas com eucalipto.

Em síntese, os valores obtidos para estes parâmetros não são considerados críticos, o que pode estar relacionado aos baixos valores de perdas de solo para os sistemas com eucalipto em relação à tolerância de perdas estabelecida para estas classes de solos na região, na ordem de 9 e 11 t.ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup>, para o LVd5 e LVd2, respectivamente (Cândido, 2011). Estes dados indicam a adequação destes sistemas de manejo no tocante à erosão hídrica.

**Tabela 2** – Perdas médias de água e solo para o período estudado em cultivo do eucalipto, município de Três Lagoas, MS.

| Tratamento                  | Perda de Solo                            | Perda de Água            |     |
|-----------------------------|--|--------------------------|-----|
|                             | t ha <sup>-1</sup> período <sup>-1</sup> | mm período <sup>-1</sup> | %   |
| LVd5 – Horto Barra do Moeda |  |                          |     |
| SD                          | 0,2068                                   | 101,875                  | 9,6 |
| FN                          | 0,0                                      | 0,0                      | 0,0 |
| EC                          | 0,0369                                   | 17,0521                  | 1,6 |
| ES                          | 0,0548                                   | 38,8542                  | 3,7 |
| LVd2 – Horto Matão          |  |                          |     |
| SD                          | 0.0987                                   | 87.7083                  | 8.3 |
| CN                          | 0.0219                                   | 3.0729                   | 0.3 |
| EC                          | 0.0084                                   | 0.5090                   | 0.0 |
| ES                          | 0.5319                                   | 78.1667                  | 7.4 |
| ED                          | 0.0612                                   | 24.2708                  | 2.3 |

## CONCLUSÕES

O período crítico em relação à erosão hídrica é de dezembro a março, notadamente os meses de dezembro e janeiro.

O índice de erosividade para o período estudado foi de  $110.666 \text{ MJmmha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{período}^{-1}$ , considerado muito alto, constituindo cenários críticos para o planejamento de práticas de conservação do solo e da água.

As perdas de solo para os sistemas de manejo do eucalipto foram bem abaixo dos limites toleráveis, evidenciando adequação destes sistemas no contexto da erosão hídrica.

Destaca-se o sistema de eucalipto plantado em nível, com valores mais próximos àqueles da floresta nativa, indicando a sua maior sustentabilidade.

O LVd5 apresentou maior resistência ao processo erosivo em relação ao LVd2.

## REFERÊNCIAS

ABRAF – Associação Brasileira de Produtores de Floresta Plantada. Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2011. Brasília, 2012. 145p.

BOGNOLA, I.A.; FASOLO, P.J. Levantamento detalhado dos solos de hortos florestais da “VCP – MS celulose Sul Mato-grossense LTDA”, região de Três Lagoas – MS. Três Lagoas, 2008. 68p.

CÂNDIDO, B.M. Tolerância de perda de solo por erosão hídrica para solos sob plantio florestal de eucalipto, no município de Três Lagoas - MS: primeira aproximação. Universidade Federal de Lavras, 2011. 25p. (Monografia de Graduação)

COGO, N.P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas de solo por erosão em condições de chuva natural: I - Sugestões gerais, medição de volume, amostragem e quantidade de solo e água da enxurrada (1ª aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2, 1978, Passo Fundo. Anais... Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978. p.75-97.

DE MARIA, I.C. Cálculo da erosividade da chuva. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS. Manual de programas de processamento de dados de campo e de laboratório para fins de experimentação em conservação do solo. Campinas: IAC-SCS, 1994.

FOSTER, G.R.; MCCOOL, D.K.; RENARD, K.G. et al. Conversion of the universal soil loss equation to SI units. J. Soil Water Conserv., 36:355-359, 1981.

OLIVEIRA, P.T.S. Zoneamento ambiental no planejamento e gestão de bacias hidrográficas. Campo Grande, Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2011. 78p. (Tese de Mestrado)

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. Transactions of the Am. Geoph. Union, 39:285-291, 1958.

WISHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning. Washington, D.C.: U.S. Department of Agriculture, 1978. 58p.