

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA E PROFISSIONAL  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA (IFMG-SJE)  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM SILVICULTURA**

**ISAC APOLÔNIO DE MOURA CARVALHO, ROMUALDO FREDERICO DO  
CARMO E WILIAN ANDRADE MAGALHÃES**

**ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO E ÁGUA PELO MÉTODO DA PARCELA  
PADRÃO EM ÁREAS COM REBROTA DE EUCALIPTO E PASTAGEM**

**SÃO JOÃO EVANGELISTA – MINAS GERAIS  
NOVEMBRO DE 2010**

**ISAC APOLÔNIO DE MOURA CARVALHO, ROMUALDO FREDERICO DO  
CARMO E WILIAN ANDRADE MAGALHÃES**

**ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO E ÁGUA PELO MÉTODO DA PARCELA  
PADRÃO EM ÁREAS COM REBROTA DE EUCALIPTO E PASTAGEM**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso Superior de  
Tecnologia em Silvicultura, do IFMG -  
Campus São João Evangelista - MG,  
como requisito para obtenção do título de  
Tecnólogo em Silvicultura.

Orientador: prof. Dr. Claudionor Camilo da  
Costa

**SÃO JOÃO EVANGELISTA – MINAS GERAIS  
NOVEMBRO DE 2010**

C331e **CARVALHO, Isac Apolônio de Moura**  
**Estimativa da perda de solo e água pelo método de parcela padrão em áreas com rebrota de eucalipto e pastagem./ Isac Apolônio de Moura Carvalho; Romualdo Frederico do Carmo; Wilian Andrade Magalhães. São João Evangelista, MG: IFMG-Campus São João Evangelista, 2010. 32p.**

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC (graduação) apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista – IFMG, Curso de Tecnologia em Silvicultura, 2010.

Orientador: Prof. Dr. Claudionor Camilo da Costa

1. Perda de solo e água. 2. Áreas com rebrota de eucalipto e pastagem. 3. Sistema de manejo. I. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. Curso de Tecnologia em Silvicultura. II. Título.

**CDD 631.45**

**ISAC APOLÔNIO DE MOURA CARVALHO, ROMUALDO FREDERICO DO  
CARMO E WILIAN ANDRADE MAGALHÃES**

**ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO E ÁGUA PELO MÉTODO DA PARCELA  
PADRÃO EM ÁREAS COM REBROTA DE EUCALIPTO E PASTAGEM.**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso Superior de  
Tecnologia em Silvicultura do IFMG –  
SJE, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Tecnólogo em  
Silvicultura.

Aprovado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Claudionor Camilo da Costa (Orientador) - Instituto Federal de Educação,  
Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

---

Prof. Dr. Márcio Takeshi Sugawara - Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

---

Prof. Dr. Aderlan Gomes da Silva - Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista

A Deus, pelas  
graças alcançadas.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente agradecemos a Deus, devemos tudo a ele, ele é o verdadeiro responsável por tudo que realizamos até aqui.

Aos nossos familiares, principalmente a nossos pais pelo esforço, dedicação e carinho atribuído a nós durante todos momentos de nossa vida.

Ao nosso orientador Claudionor Camilo da Costa, por todo conhecimento passado durante esse trabalho, a compreensão pelo tempo de dedicação, além de sua excelente orientação.

A todos nossos professores deste instituto, em especial, ao professor Márcio Takeshi, Elton Valente, Aderlan Gomes e Ícaro Tourino, que foram os grandes responsáveis pelos conhecimentos adquiridos durante essa jornada.

Ao nosso amigo Rodrigo, pela paciência e auxílio na tradução do trabalho de conclusão.

A instituição pela estrutura oferecida para execução da pesquisa.

Aos funcionários da instituição por todo suporte, em especial aos que nos ajudaram na confecção e implantação do experimento no campo.

Aos nossos colegas de turma pelos três anos de convivência e aprendizado.

CARVALHO, ISAC APOLÔNIO DE MOURA; CARMO, ROMUALDO FREDERICO; MAGALHÃES, WILIAN AANDRADE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, novembro de 2010. **Estimativa da perda de solo e água pelo método da parcela padrão em áreas com rebrota de eucalipto e pastagem.** Orientador: Dr. Claudionor Camilo da Costa.

## RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar a perda de solo e água por erosão hídrica sob chuva natural em áreas de rebrota de eucalipto e comparar áreas com pastagem de *Brachiaria humidicula* (brachiaria) e *Melinis minutiflora* (capim gordura). O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista localizado na bacia do Rio Doce. As amostras foram retiradas de caixas de água coletoras de enxurrada localizadas na parte mais baixa das parcelas que foram alocadas com o comprimento maior no sentido do declive, sendo instaladas em modelo de parcela-padrão com dimensões 12 x 24 metros. A cada chuva considerada erosiva, foram realizadas coletas de água e sedimentos da parcela com rebrotas de eucalipto e pastagem mista os quais foram levadas para análise em laboratório, no período de dezembro de 2009 a junho de 2010. A perda de solo estimada foi de 0,2335 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para a rebrota de eucalipto e 0,0222 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> para pastagem. Deve-se ressaltar que o período de amostragem foi bastante atípico em relação à pluviosidade anual média da região com a distribuição irregular das chuvas durante o período. Os valores de perdas de solo encontrados para os dois sistemas demonstraram níveis inferiores ao limite de tolerância quando comparados com de perdas encontradas por Pires et al. (2006), Lima (1988), Martins (2003), evidenciando a viabilidade do uso do dois sistemas de manejo quanto à redução das perdas de solo e água em áreas degradadas.

**Palavras chave:** Perda de solo; rebrota de eucalipto; sistema de manejo.

CARVALHO, ISAC APOLÔNIO DE MOURA; CARMO, ROMUALDO FREDERICO; MAGALHÃES, WILIAN AANDRADE. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, novembro de 2010. **Estimation of soil loss and water by the method of standard plot in areas with eucalyptus and pasture regrowth.** Advisor: Dr. Claudionor Camilo da Costa.

## ABSTRACT

This Article's goal is to assess the water and soil's loss by hydro erosion because natural rains in part with regrowth of eucalyptus of the kind *urograndis* compared to the pasture of *Brachiaria humidicula* (brachiaria) and *Melinis minutiflora* (capim gordura). The Experiment was made in the Minas Gerais Federal Institute – São João Evangelista Campus situated on watershed Rio Doce Basin. The Samples were achieved from boxes of flood water gatherers situated on the down side parcels that were allocated with greater length in the direction of slop, being installed by standard-plots form with the size of 12 x 24 meters. At each rain considered erosive, it was collected samples of water and sediments plot with eucalyptus regrowth and posture which were taken for analysis in the laboratory, in the period December 2009 to June 2010. Soil's loss was 0,2335 t.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup> for regrowth of eucalyptus and 0,0222 t ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> for pasture, t should be noted that the sample period quite atypical wire in relation to the average annual rainfall in the region with the uneven distribution of rainfall during the period. The soil losses values found for the two systems have shown levels below the limit of tolerance when compared with losses encountered by Pires et al. (2006), Lima (1988), Martins (2003), evidencing the feasibility of using two management systems as the reduction of losses of soil and water in degraded areas.

**Key-Words:** soil loss; eucalyptus regrowth; management system.



## SUMÁRIO

|                                                   |           |
|---------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 INTRODUÇÃO.....</b>                          | <b>8</b>  |
| <b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>               | <b>10</b> |
| 2.1 EROSÃO DO SOLO.....                           | 10        |
| 2.2 TIPOS DE EROSÃO HÍDRICA.....                  | 11        |
| 2.3 PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA..... | 11        |
| 2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO.....                     | 13        |
| 2.5 FATORES QUE DETERMINAM A EROSÃO.....          | 13        |
| 2.6 EFEITOS DA EROSÃO HÍDRICA.....                | 14        |
| <b>3 METODOLOGIA.....</b>                         | <b>16</b> |
| 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....                   | 16        |
| 3.2 MATERIAL E MÉTODOS.....                       | 18        |
| <b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>              | <b>22</b> |
| <b>5 CONCLUSÃO.....</b>                           | <b>27</b> |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>                           | <b>28</b> |



## 1 INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é um processo complexo que se manifesta em intensidade variável, dependendo da interação dos fatores clima, solo, topografia, vegetação, uso da terra e práticas conservacionistas (PIRES et al., 2006). A erosão hídrica do solo é um processo físico que ocorre naturalmente, devido à ação das águas das chuvas. Esse processo envolve a desagregação, transporte e 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 cobertura do solo é o fator isolado mais determinante na erosão hídrica (FOSTER, 1982), mas a rugosidade da superfície e as propriedades físicas na camada superficial e subsuperficial do solo também contribuem fortemente (ALLMARAS et al., 1966; COGO et al., 1984; MARTINS et al., 2002). A cobertura do solo, proporcionada pelos resíduos culturais deixados na superfície, tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica, fato este que promove a dissipação da energia cinética das gotas da chuva, diminuindo a desagregação das partículas e o selamento superficial, e aumenta a infiltração de água (BRITO et al.; 2004).

Áreas sem cobertura vegetal e fisicamente degradada, utilizadas em sistemas convencionais de preparo do solo, sofrem maior intensidade de erosão hídrica por ação da enxurrada, decorrentes da energia do impacto das gotas que desagregam e transportam as partículas com maior facilidade. Já as áreas cobertas com resíduos vegetais, como nos sistemas conservacionistas 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).

Os métodos de preparo do solo utilizados em áreas florestais no Brasil variam muito, mas podem ser sintetizados em dois grandes grupos: o amplo revolvimento das camadas superficiais do solo – preparo convencional com aração e gradagem – e o cultivo mínimo, com preparo de solo restrito às linhas de plantio, mantendo os resíduos culturais sobre o terreno. Este último tem-se destacado no setor florestal nos últimos anos por garantir melhor conservação do solo e de suas propriedades

(GONÇALVES et al., 2002; MARTINS et al., 2003; BRITO et al., 2004; PIRES, 2004; MARTINS, 2005).

Pires et al. (2006), ressaltam que a técnica do cultivo mínimo consegue um aumento da eficiência dos plantios florestais e também de sua rentabilidade, reduzindo assim gastos com fertilizantes e degradando menos o solo.

Pelo fato da erosão proporcionar grande impacto ambiental, vem se elaborando estudos para diminuir a quantidade de solo e água perdidos em plantios florestais. Dentre estas metodologias utilizadas para redução deste agravante, destaca-se o método da parcela padrão, ou seja, a coleta de uma fração de enxurrada com água e sedimentos. Segundo Bertoni (1949), essa metodologia de estudo é uma das mais utilizadas devida 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, a fim de se quantificar por meio de cálculos diretos os resultados, relacioná-los com os limites de tolerância para a classe de solo vermelho distroférico onde foi conduzido o experimento e determinar qual dos sistemas de cultivo citados é o mais adequado para se atenuar os problemas causados ao ambiente por meio da erosão hídrica.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 EROÇÃO DO SOLO

A erosão hídrica é um processo complexo que se manifesta em intensidade variável, dependendo da interação dos fatores clima, solo, topografia, vegetação, uso da terra e práticas conservacionistas (FOSTER, 1982). Este é um processo físico relacionado com agentes ativos, como vento e chuva, e agentes passivos como o solo.

Bahia et al. (1992), classifica a erosão em normal ou geológica, esta causada por ação de fenômenos naturais, provocando mudanças na superfície terrestres, e erosão acelerada, que é causada pela interferência do homem no solo, podendo diminuir ou, como é mais comum, acelerar sua ação de degradação.

A erosão causada pela ação do vento denomina-se erosão eólica, sendo esta mais comum em regiões áridas e semi-áridas. De acordo com Antonenangelo (2004), os sinais iniciais de erosão eólica incluem a deposição das partículas de areia ao redor de plantas formando pequenas rugas na superfície das áreas expostas, sendo que o extremo final são as clássicas estruturas dunares dos desertos de areia.

A camada de proteção (serapilheira) presente sobre o solo tem ação direta na redução do desprendimento de partículas do solo, pois atua como dispersante da energia cinética provida do impacto das gotas de chuva, contribuindo assim com a infiltração da água no solo e evitando a perda do mesmo através do escoamento superficial. A erosão hídrica superficial e a consequente produção e transporte de sedimentos para os corpos de água apresentam-se entre os mais relevantes impactos ambientais em bacias hidrográficas (DUTRA et al., 1997). Slonekr; Moldenhauer (1977), avaliaram que a porcentagem de cobertura do solo proporcionada pelo resto de culturas é fundamental na redução das perdas de solo por erosão ocasionada pela precipitação.

De acordo com Bahia et al. (1992), a erosão hídrica é dividida em três etapas: 1) desagregação das partículas de solo; 2) transporte das partículas desagregadas; 3) deposição deste material.

## 2.2 TIPOS DE EROSÃO HÍDRICA

Gonçalves et al. (2002), classificam três tipos principais de erosão: laminar, voçorocas e em sulcos, sendo que os três podem ocorrer simultaneamente.

A erosão laminar caracteriza-se por remover camadas superficiais delgadas de solo devido ao fluxo de enxurrada. Primeiro ocorre o arraste de partículas suspensas no solo (silte e argila) sendo de difícil percepção e em estágios avançados pode-se observar áreas mais claras devido à exposição do solo (BAHIA et al., 1992).

Erosão em voçorocas é identificada por grandes concentrações de enxurrada que passam, ano após ano, no mesmo sulco e estes vão aumentando, ocasionando valas de grandes dimensões.

Bahia et al. (1992), descrevem erosão em sulco como formação de sulcos em pequenas irregularidades do terreno, onde a enxurrada se concentra atingindo o volume e velocidades suficientes para escavá-lo.

## 2.3 PERDAS DE SOLO E ÁGUA POR EROSÃO HÍDRICA

A fim de diminuir a ação da erosão hídrica, têm sido conduzidos trabalhos sobre as perdas de solo e água por erosão hídrica no setor florestal. Na área silvicultural destacam-se trabalhos como o de Ranzini; Lima (2002), os quais verificaram que as perdas de um solo podzólico vermelho-amarelo, em microbacias reflorestadas com eucalipto, variaram entre 0,03 e 0,08 t ha<sup>-1</sup>, sendo consideradas significativas, quando comparadas com as perdas de solo de uma mata nativa e com o limite de tolerância estabelecido. 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.

Estudo de perdas de solo por erosão hídrica demonstra que em diferentes sistemas de cultivo, a cobertura vegetal apresenta o seguinte comportamento em relação ao arraste do solo: solo descoberto > eucalipto > mata nativa, assim

verificaram Cardoso et al. (2004). Neste trabalho os autores analisaram a perda de solo sob chuva natural em plantio de eucalipto (clones híbridos de *Eucalyptus grandis*) e mata nativa, utilizando o método da parcela padrão e dos pinos cravados no solo na mesma parcela, na área experimental da Aracruz Celulose no município de Aracruz – ES.

A cobertura do solo propicia uma redução significativa de perda por erosão hídrica, podendo chegar a valores 80% menores em cultivos com a cobertura vegetal mantida. Beutler et al. (2003), apontam que uma cobertura por resíduos culturais de 60 % da superfície representa uma acentuada redução da velocidade do escoamento superficial da água e em eficaz controle das perdas de solo, quando comparada à ausência de cobertura.

Pires et al. (2006), avaliaram as perdas de solo e água por erosão-hídrica, sob condições de chuva natural, no período de pós-plantio em diferentes sistemas de manejo de florestas de eucalipto, onde se obtiveram os maiores valores de perda de água no sistema de eucalipto plantado na direção do declive com queima de restos culturais, sugerindo que o fogo aumenta a repelência à água e diminui a taxa de infiltração de água no solo. Todos os sistemas de manejo de eucalipto avaliados neste trabalho apresentaram perdas de solo inferior ao limite de tolerância, no qual o eucalipto plantado em nível foi o que mais aproximou da mata nativa em relação a perdas de solo.

Carvalho et al. (2007), avaliaram as perdas de solo e água por erosão hídrica sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro e solo descoberto em um latossolo vermelho distroférrico típico sob condições de chuva natural. Verificou-se que as perdas em solo descoberto variam de 0,11 a 6,72 t ha<sup>-1</sup> por período de chuvas. Esses valores encontrados situam-se abaixo da tolerância admissível estabelecida para a classe de solo estudada, que é de 12,70 t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os valores observados nos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro se apresentam bem abaixo da tolerância admissível para o solo estudado. Os valores de perdas de água para sistemas de manejo estão condizentes com as perdas de solo, ou seja, os sistemas que não apresentaram revolvimento do solo foram os que mostraram as menores perdas de água. A presença da palhada e plantas ainda vivas no solo favoreceram a um maior tempo de permanência da água no sistema e consequentemente sua menor perda. Esses baixos valores observados são altamente positivos levando em consideração

o aproveitamento de água no sistema, visto que no solo descoberto as perdas de água chegam até um quarto do volume precipitado no período.

## 2.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO

Visto que a erosão hídrica é um dos fatores que mais contribuem para a queda da produtividade do sistema e degradação do solo, o monitoramento das perdas de solo por erosão hídrica é indispensável para o manejo sustentável e adequado em setores agrícolas, florestais e pastoris.

Para a estimativa das perdas de solo e água em determinado sistema de cultivo podem ser empregados métodos diretos (com perdas avaliadas diretamente no campo em parcelas de coleta de sedimentos) ou indiretos com base em modelos matemáticos com parâmetros definidos após intensa experimentação de campo.

Os métodos de avaliação direta contemplam a delimitação de parcelas experimentais, conjugadas com coletores de solo e água na parte mais baixa do terreno (BERTONI, 1949). Na avaliação indireta das perdas de solo destacam-se os modelos matemáticos como a Equação Universal das Perdas de Solo (EUPS) (WISCHMEIER; SMITH, 1965).

## 2.5 FATORES QUE DETERMINAM A EROSÃO

De acordo com Gonçalves et al. (2002), o processo erosivo e sua intensidade dependem principalmente das condições climáticas, fatores relacionados à topografia, cobertura do solo e às propriedades do mesmo, ou seja, a erosão hídrica depende da erosividade das chuvas e da erodibilidade do solo.

A erodibilidade de um solo é definida por Curi et al. (1993) como a sua susceptibilidade à erosão. Para Lima et al. (1992) é o efeito total de uma combinação particular das propriedades do solo, sendo altamente complexa e tornando alguns solos mais facilmente erodíveis que outros. Os atributos que mais influenciam a erodibilidade são os que afetam a permeabilidade e a capacidade de

armazenamento de água e aqueles que conferem ao solo resistência à dispersão, à abrasão e às forças de transporte da enxurrada.

A erosividade da chuva é a capacidade desta em provocar erosão (ELTZ et al., 1997). Lemos et al. (1992), destacam que o potencial da chuva em causar erosão é função da quantidade, intensidade e duração da mesma. Essas características afetam o volume de enxurrada, determinando assim se o processo erosivo é maior ou menor desde que outros fatores (características físicas, químicas e biológicas do solo) sejam considerados constantes.

O grau de declividade do terreno, a extensão e forma da encosta também são fatores determinantes à erosão. A forma da encosta, dependendo de sua inclinação, tem grande influência na convergência e/ou divergência das enxurradas. Segundo Resende (1985), a forma côncava da encosta favorece a convergência das águas contribuindo para um processo de erosão localizada. A forma convexa gera a divergência das águas, favorecendo a erosão mais uniforme e laminar, não ocorrendo deposição, sendo que sementes e nutrientes são retirados do sistema. Para Gonçalves et al. (2002), o grau de declividade pode influenciar a velocidade da enxurrada, bem como a sua capacidade de volume da enxurrada e seu poder erosivo.

## 2.6 EFEITOS DA EROSÃO HÍDRICA

O principal impacto, se não o mais importante, da erosão hídrica do solo é a constante redução da fertilidade do mesmo (BAHIA et al., 1992). Um fator de grande relevância que aponte o assoreamento de rios e lagos é oriundo de áreas que sofrem erosão hídrica, assim apontam Martins et al. (2003). Os autores também relatam em seus trabalhos que com o assoreamento dos cursos de água, resulta-se no comprometimento da qualidade da água, alterando assim a vida aquática.

Corrêa (2010), ressalta um poder nocivo da degradação de um solo que é a redução de sua capacidade de retenção e armazenamento de água, indispensável ao desenvolvimento da vegetação. Se o solo não retém água suficiente, a produção das culturas é comprometida. Os processos conservacionistas objetivam manter o solo e a água no terreno, com técnicas que visem aumentar a infiltração e reduzir o escoamento superficial.

Segundo Hernani et al. (1997), as perdas de solo e água acarretam prejuízos econômicos ao país, sendo que os custos para as propriedades rurais estão em níveis exorbitantes. O aumento nos custos de produção estão relacionados com a baixa produtividade e a reposição de corretivos e fertilizantes do solo.

### 3 METODOLOGIA

A seguir será detalhada a metodologia utilizada no experimento para quantificar a estimativa da perda de água e solo na rebrota de eucalipto e pastagem pelo método da parcela padrão.

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

O experimento foi instalado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais - Campus de São João Evangelista (IFMG Campus SJE), localizado na bacia hidrográfica do Rio Doce (sub bacia do Suaçuí Grande), localizada no leste do Estado de Minas Gerais. O clima é classificado, de acordo com Köppen, como Aw, clima Tropical chuvoso de savana, ou seja, inverno seco e chuvas máximas no verão (SOUZA 2003), 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 (PORTALSJEVANJELISTA, 2009).

A área onde os experimentos foram instalados possui coordenadas 18° 32' 56" latitude Sul e 42° 45' 42" longitude Oeste e altitude do local é 753 m, valores obtidos com GPS (modelo GARMIN eTrex Ouro). Os locais atualmente são cultivados com eucalipto (com 05 anos de idade) e pastagem mista com as espécies *brachiaria* (*Brachiaria humidicula* Rendle Schweick..) e capim gordura (*Melinis minutiflora* Beauv).

A primeira área foi ocupada com pastagem há alguns anos, a qual foi se degradando gradativamente e no ano de 2005 foi implantado o cultivo de eucalipto. Esse é o primeiro cultivo da área utilizando o eucalipto. Utilizou-se o clone híbrido de *Eucalyptus 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. Na adubação de plantio, utilizaram 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 cloreto de potássio (KCl) por planta, aplicados em cobertura. Depois do plantio foram feitas duas capinas manuais, no ano de 2006. Em meados de outubro de 2009, foi realizado o corte raso

na área, deixando tocos de aproximadamente 0,20m para que houvesse emissão de brotações e assim, as conduzisse em condições naturais (sem desbaste) (Figura 1). Estes dados foram fornecidos pelo Setor de Agricultura do IFMG - Campus SJE.



Figura 1: Foto da parcela de eucalipto abatida emitindo brotações.

A segunda área do experimento é pastagem de *B. humidicula* (brachiaria) e *M. minutiflora* (capim gordura), sendo cultivada para fins da criação de gado. A pastagem encontra-se bem formada e uniforme (Figura 2). A parcela está envolta por mata nativa (Mata Atlântica).



Figura 2: Foto da parcela de pastagem envolta por Mata Atlântica.

As declividades médias dos experimentos foram medidas por meio de um clinômetro digital, apresentando valores de 43% no cultivo de rebrota de eucalipto e 31% na área onde se encontra a pastagem.

O solo das áreas experimentais foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com o horizonte A proeminente, textura arenosa.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O tratamento utilizado foi constituído pelo seguinte sistema de cultivo: clone híbrido de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake (urograndis) com 60 meses de idade e pastagem de *B. humidicula* (brachiaria) e *M. minutiflora* (capim gordura).

Foram instaladas no campo as parcelas-padrão (Figura 3), com dimensão de 12 x 24 m no interior da floresta de eucalipto e na pastagem, no sentido do declive, totalizando 288 m<sup>2</sup>. As parcelas foram contornadas com chapas galvanizadas com 0,40m de altura, sendo 0,20m na superfície do solo e enterradas com 0,20m de profundidade, para não houvesse desvio de água no solo que

atrapalhasse as coletas de água e de solo. A parte inferior das parcelas continha calhas coletoras, das quais saíam 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 200 L. 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 (Figura 3). Os estudos de perda de solo e água em parcelas-padrão não apresentam repetições de tratamentos.

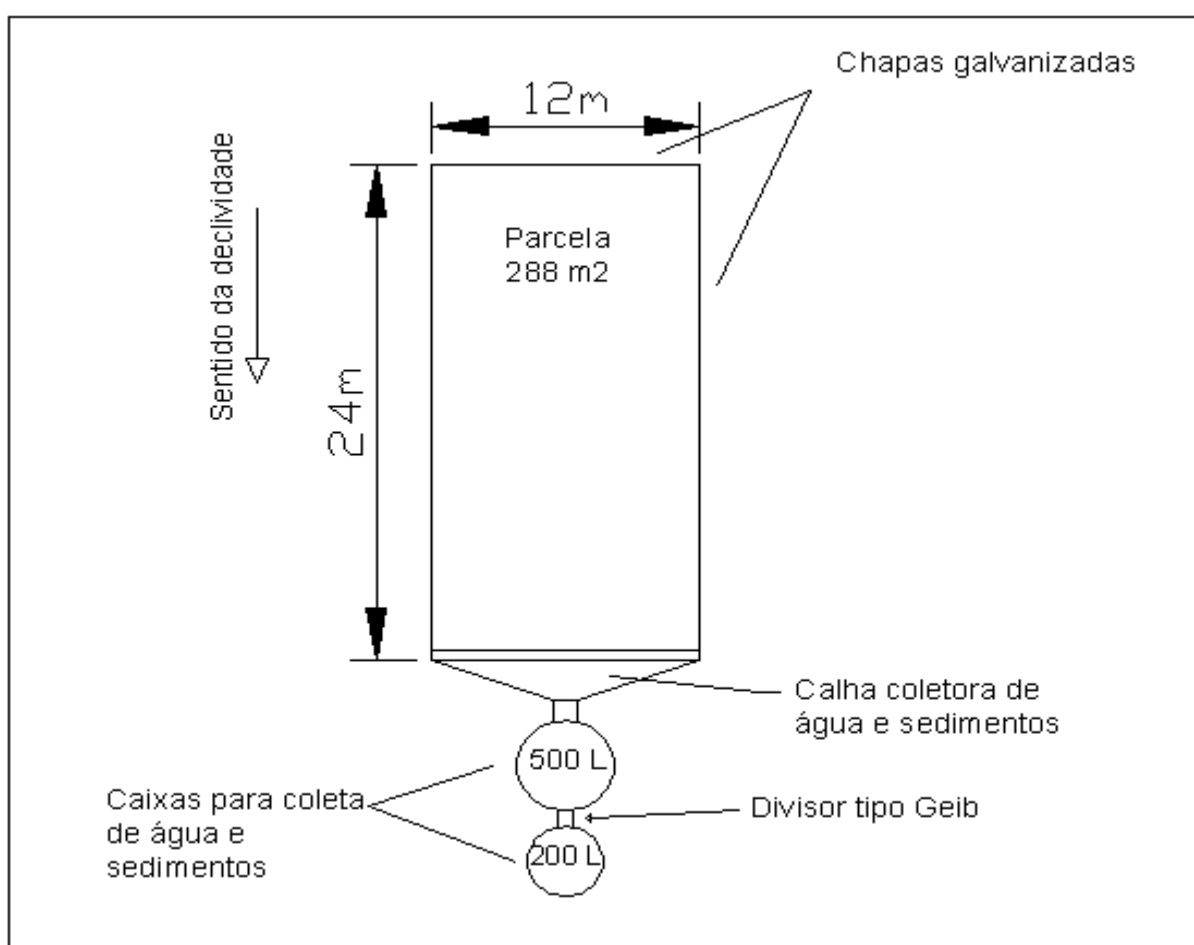


Figura 3: Desenho esquemático da parcela-padrão de coleta de solo e água.

Para determinação do potencial de arraste do sedimento (PAS) de cada evento erosivo foi usado o cálculo apresentando por Martins (2001), que dividem-se as perdas de solo em  $t\ ha^{-1}$  pelas perdas de água em milímetros.

Foi feita a amostragem com trado de Uhland para se obter a amostra indeformada do solo a fim de se determinar a densidade do mesmo tomando-se por base o procedimento apresentado por Dias Junior (1996). As coletas foram feitas em

pontos distintos em locais aleatórios da parcela. Foi determinado o volume do cilindro e pesou-se a massa de solo úmido em balança de precisão, colocando-se em estufa a 105°C para a evaporação da água. Após 24 horas, as amostras foram retiradas da estufa e acondicionadas em dessecador para o resfriamento. Em seguida, as amostras foram pesadas para a determinação da massa de solo seco da amostra. O cálculo de densidade do solo foi feito por meio da massa do solo seco da amostra dividido pelo volume total de solo da amostra, onde o resultado foi determinado pela média das densidades obtidas por amostra.

Foram realizadas amostragens deformadas para o cálculo de densidade de partículas por meio do método do balão volumétrico, de acordo com a Equação 1, conforme metodologia descrita por Dias Junior (1996). As amostras coletadas foram colocadas em estufa a 105°C para a evaporação da água, após a secagem, as mesmas foram acondicionadas em dessecador para resfriar durante 15 minutos, logo após foram peneiradas (peneira de 20 mesh), pesaram-se 20 g de cada amostra e transferiu-se para balões volumétricos de 50 mL. Colocaram-se 20 mL de álcool etílico P. A. em cada balão contendo solo seco, e logo depois as mesmas foram deixadas em repouso durante 15 minutos, completando-se o volume de cada balão até a marca de 50 mL.

$$D_p = \frac{20}{(50 - L)} \text{ onde:} \quad (1)$$

20 = Quantidade de terra fina seca em estufa (g);

50 = Volume do balão (mL);

L = Quantidade de álcool usado para avolumar (mL).

Posteriormente com os dados de densidade do solo e densidade de partículas foram obtidos os valores de volume total de poros para as duas parcelas do experimento segundo a Equação 2.

$$VTP = \left( 1 - \frac{D_s}{D_p} \right) * 100 \text{ onde,} \quad (2)$$

VTP = Volume total de poros;

$D_s$  = Densidade do solo;

$D_p$  = Densidade de partículas.

As coletas para determinação das perdas de solo e água foram realizadas a cada evento de chuva considerada erosiva (cada evento onde foi possível se retirar amostras de sedimentos e realizar medições de perdas de água na caixa de sedimentação independentemente da quantidade precipitada), no período compreendido entre dezembro de 2009 a maio de 2010. 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, estes cálculos foram efetuados com auxílio do software MICROSOFT EXCEL (2000).

Para análise pluviométrica (monitoramento das precipitações), foi instalado na parcela de pastagem um pluviômetro de plástico (Figura 4).



Figura 4: Foto do pluviômetro de plástico instalado na parcela de pastagem.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação total no período de estudo foi de 461 mm, que compreenderam os meses de dezembro de 2009 a maio de 2010, muito abaixo da pluviosidade de 714 mm verificada por Alecrim et al. (2009), para o período de janeiro a abril de 2009. Observou-se que a precipitação no período ficou muito abaixo das médias anuais registradas para a região e também houve desigual distribuição das chuvas durante o período (Figura 5).

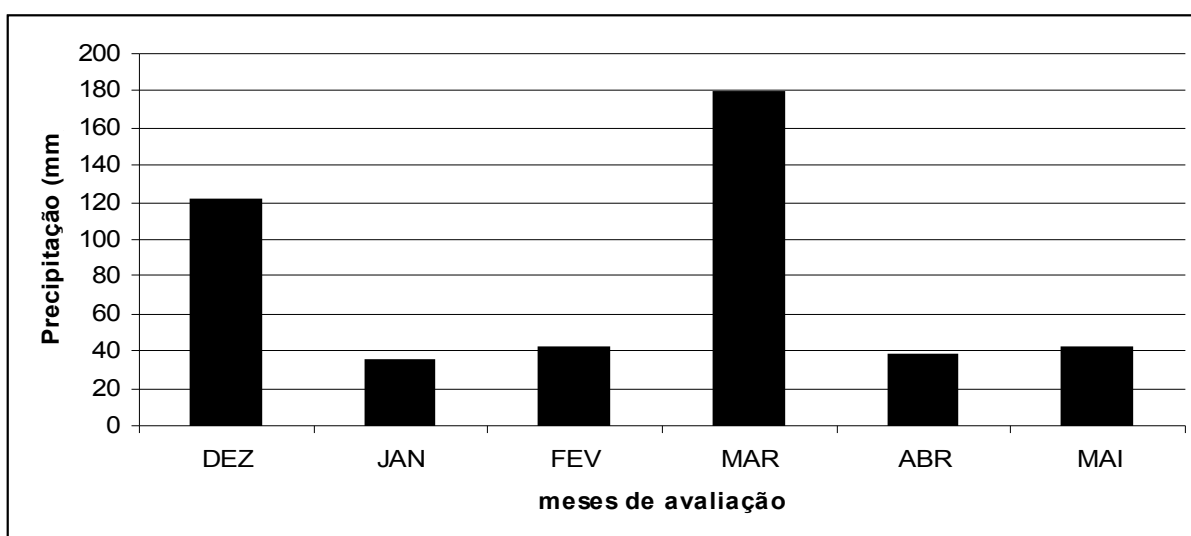


Figura 5: Precipitação pluviométrica mensal (mm) no período de coletas de dezembro de 2009 a maio de 2010.

Os maiores valores de perdas de solo coincidiram com o mês de março, apresentando maior sequência de eventos considerados erosivos. Isso pode ser explicado pela alteração, com o decorrer das chuvas, das condições da superfície e da umidade do solo. Quando ocorreu o pico de maior intensidade de chuva, o solo já estava muito úmido, favorecendo a desagregação e o transporte das partículas de solo (PIRES et al., 2006).

As perdas de solo para os eventos erosivos variaram de  $1.10^{-5}$  a  $4,42.10^{-2}$  t ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os valores de perdas de solo encontrados para o sistema rebrota de eucalipto, divergiram dos resultados encontrados por Alecrim et al. (2009), em pesquisa anterior conduzida em plantio de eucalipto (4 anos) com a mesma metodologia na mesma área experimental. As menores perdas acumuladas foram observadas no sistema de manejo sob pastagem (Quadro 1). Entre outros fatores tal

resultado pode ser explicado pelo sistema estar instalado em local de menor declividade (33%). A redução do embate pela interceptação das gotas de chuva pelo emaranhado de vegetação característica de pastagens bem formadas e as maiores quantidades de material orgânico observado, em relação ao sistema rebrota, formaram agregados mais estáveis, ajudando a explicar tais resultados. Já em trabalho conduzido por Martins et al. (2003), explicando resultados de perdas de solo na cultura do eucalipto, eles relatam como a instalação da cultura reduz gradativamente as perdas de solo e água com o passar do tempo através da interceptação das gotas de chuva pelo entrelaçamento do dossel, a existência de uma rica camada de folhas no solo (serapilheira) e a elevação dos teores de matéria orgânica.

As perdas de solo iniciam-se de forma laminar, acarretando diminuição da fertilidade, pois a cada período de chuvas perdem-se camadas superficiais do solo que correspondem ao horizonte A, normalmente o de maior fertilidade. Quando os valores de perdas de solo se encontram acima dos níveis de tolerância, o solo sofre danos muito severos, não se recuperando naturalmente através de sua capacidade de resiliência, sendo necessário criar artifícios que possam diminuir o escoamento superficial, que por sua vez diminuem as taxas de perdas de solo.

Quadro 1. Valores médios mensais por repetição de perdas de solo ( $t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ) por erosão hídrica para os dois sistemas de manejo, durante o período de dezembro de 2009 a maio de 2010.

| Meses de coleta  | Pastagem       |                |                |                | Rebrota de eucalipto |                |                 |                |
|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
|                  | Cadinho 1      | Cadinho 2      | Cadinho 3      | Média total    | cadinho 1            | cadinho 2      | cadinho 3       | Média total    |
| Dezembro         | $3,9\ 10^{-3}$ | $4,0\ 10^{-3}$ | $4,5\ 10^{-3}$ | $4,1\ 10^{-3}$ | $1,0\ 10^{-2}$       | $1,1\ 10^{-2}$ | $9,0\ 10^{-3}$  | $1,0\ 10^{-2}$ |
| Janeiro          | $0,2\ 10^{-3}$ | $0,4\ 10^{-3}$ | $0,2\ 10^{-3}$ | $0,3\ 10^{-3}$ | $0,3\ 10^{-3}$       | $1,2\ 10^{-3}$ | $9,0\ 10^{-3}$  | $0,8\ 10^{-3}$ |
| Fevereiro        | $0,3\ 10^{-3}$ | $1,0\ 10^{-3}$ | $0,3\ 10^{-3}$ | $0,5\ 10^{-3}$ | $1,9\ 10^{-3}$       | $1,8\ 10^{-3}$ | $1,8\ 10^{-3}$  | $1,9\ 10^{-3}$ |
| Março            | $2,2\ 10^{-3}$ | $9,5\ 10^{-3}$ | $2,8\ 10^{-3}$ | $4,8\ 10^{-3}$ | $4,8\ 10^{-2}$       | $9,1\ 10^{-2}$ | $1,1\ 10^{-2}$  | $4,9\ 10^{-2}$ |
| Abril            | $1,4\ 10^{-3}$ | $0,4\ 10^{-3}$ | $0,8\ 10^{-3}$ | $0,9\ 10^{-3}$ | $1,9\ 10^{-3}$       | $1,6\ 10^{-3}$ | $1,6\ 10^{-3}$  | $1,7\ 10^{-3}$ |
| Maio             | $0,7\ 10^{-3}$ | $0,8\ 10^{-3}$ | $0,8\ 10^{-3}$ | $0,8\ 10^{-3}$ | $3,4\ 10^{-3}$       | $1,3\ 10^{-1}$ | $2,7\ 10^{-2}$  | $5,3\ 10^{-2}$ |
| Totais           | 1              | 2              | 3              | Soma           | 1                    | 2              | 3               | Soma           |
| total do período | $8,7\ 10^{-3}$ | $1,6\ 10^{-2}$ | $9,5\ 10^{-3}$ | $1,1\ 10^{-2}$ | $6,6\ 10^{-2}$       | $2,5\ 10^{-1}$ | $5,11\ 10^{-2}$ | $1,2\ 10^{-1}$ |
| total por ano    | $1,7\ 10^{-2}$ | $3,2\ 10^{-2}$ | $1,9\ 10^{-2}$ | $2,3\ 10^{-2}$ | $1,3\ 10^{-1}$       | $4,7\ 10^{-1}$ | $1,1\ 10^{-1}$  | $2,4\ 10^{-1}$ |

Os valores encontrados para a perda de solo em ambos sistemas foram muito semelhantes com os observados por Pires et al. (2006), Lima (1988), Barros et al. (2009), Martins et al. (2003). Comparando as perdas de solo com a tolerância admissível ( $7,17\ t\ ha^{-1}\ ano^{-1}$ ) determinada por Pires (2004) para a classe de solo em

questão, observou-se que os sistemas analisados apresentaram valores muito inferiores.

O sistema pastagem foi o que apresentou os menores valores de perda de água (Quadro 2), seguindo a mesma tendência das perdas de solo. Provavelmente isso se deve à menor declividade da parcela, em relação ao sistema rebrota de eucalipto, 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 devido ao emaranhado de vegetação viva e morta que tem um papel de barreira física e absorção para os sedimentos e a água escoada respectivamente. Deve-se ressaltar que esse tipo de estudo exige maior tempo para a confirmação de sua validação, pois esses resultados refletem somente uma estação chuvosa e o sistema silvicultural reduz drasticamente seus níveis de perdas de solo e água com o passar do tempo de estabelecimento nas áreas cultivadas, de acordo com Martins et al. (2003), isso se dá principalmente devido ao fechamento de seu dossel, acúmulo de serapilheira e matéria orgânica sobre o solo.

Tabela 2. Valores mensais de perdas de água (mm por mês) por erosão hídrica para os dois sistemas de manejo, durante o período de dezembro de 2009 a maio de 2010.

| Meses avaliados | Precipitação (mm) | Pastagem           |                 | Rebrota de eucalipto |                 |
|-----------------|-------------------|--------------------|-----------------|----------------------|-----------------|
|                 |                   | Perda de água (mm) | Porcentagem (%) | Perda de água (mm)   | Porcentagem (%) |
| Dezembro        | 123,50            | 0,65               | 0,53%           | 2,83                 | 2,29%           |
| Janeiro         | 35,00             | 0,09               | 0,26%           | 0,51                 | 1,45%           |
| Fevereiro       | 42,25             | 0,14               | 0,34%           | 0,79                 | 1,87%           |
| Março           | 179,10            | 0,37               | 0,21%           | 4,06                 | 2,27%           |
| Abril           | 38,50             | 0,06               | 0,17%           | 0,70                 | 1,83%           |
| Maio            | 42,50             | 0,11               | 0,26%           | 0,88                 | 2,07%           |
| Total           | 460,85            | 1,43               | 0,31%           | 9,77                 | 2,12%           |

Os sistemas analisados praticamente não apresentaram variação de potencial de arraste de sedimentos (PAS), com os valores médios de  $8,3 \cdot 10^{-3}$  e  $8,5 \cdot 10^{-3} \text{ t ha}^{-1} \text{ mm}^{-1}$  para pastagem e rebrota de eucalipto respectivamente. O menor valor médio de PAS foi verificado na pastagem, isso mostra sua boa eficiência na proteção inicial do solo, principalmente se associada a plantios silviculturais sob o cultivo mínimo, visando à maior proteção do solo com o menor revolvimento.

Os baixos valores para o potencial de arraste de sedimentos (Figura 6), verificados no presente estudo, são atribuídos principalmente à barreira vegetal no

caso da pastagem e aos restos vegetais e acúmulo de serapilheira da cultura do eucalipto. Maciel et al. (2008), expõem que a barreira vegetal reduz a energia cinética de transporte de sedimentos na enxurrada, dificultando o escoamento superficial e a quebra dos agregados. Provavelmente os resultados deste estudo para o PAS ficaram próximos devido ao regime das chuvas do período, que foram mal distribuídas e a mesma classe de solo onde estão instaladas as parcelas.

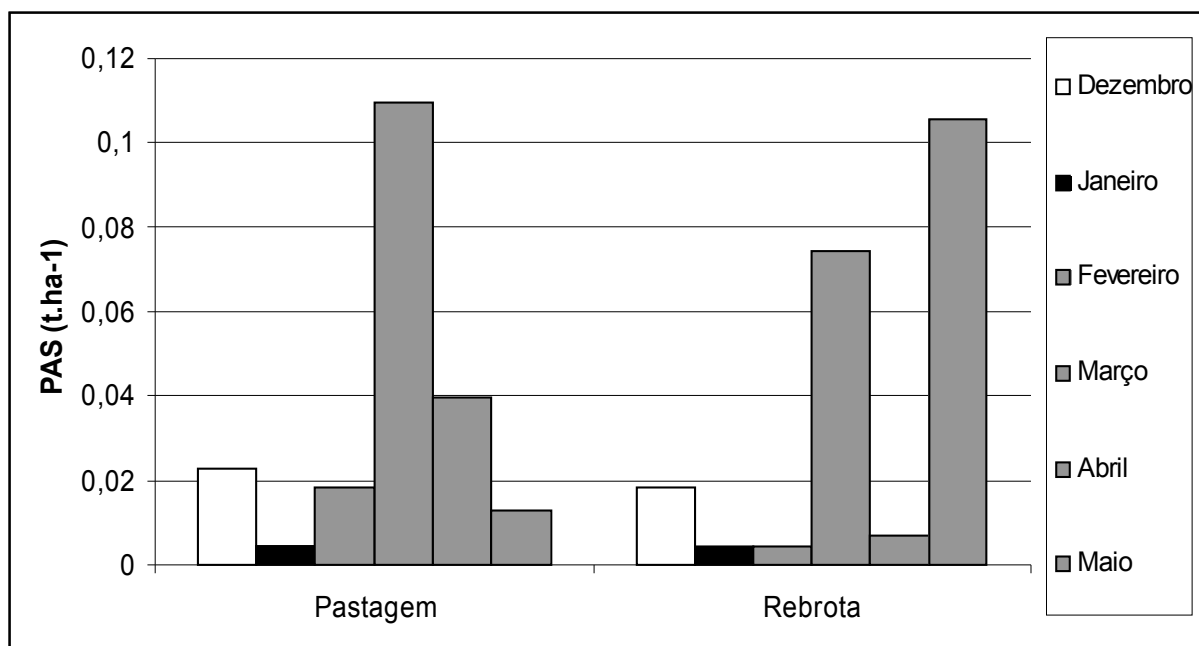


Figura 6: Valor do potencial de arraste de sedimentos, observado em cada sistema de manejo, em relação a precipitação para cada evento considerado erosivo.

Entre os atributos do solo observados, a densidade global do solo não apresentou valores muito divergentes para as médias das amostras dos dois sistemas avaliados (aproximadamente  $1,38 \text{ g cm}^{-3}$ ), o que pode ser explicado pelo fato da área de estudo ter o mesmo histórico de exploração. A área da cultura do eucalipto está no seu primeiro ciclo de cultura e em estágio juvenil (cinco anos), provavelmente esse período não foi o suficiente para a mudança dessa característica do solo.

Os valores encontrados para a densidade de partículas (aproximadamente  $2,60 \text{ g cm}^{-3}$ ) foram os mesmos entre os dois sistemas e para todas as amostras. O resultado obtido para o volume total de poros (VTP) variou pouco entre os sistemas, sendo observado entre 45 a 47 % de VTP para rebrotada e pastagem, respectivamente. Tal variação pode ser explicada pelo fato do sistema radicular da pastagem (basicamente gramíneas) ser fasciculado e atingir pequenas profundidades. Isto pode ter modificado os valores de VTP devido ao constante

desenvolvimento de novas raízes a cada ciclo da cultura, porém, essa variação do VTP é mínima. Segundo Sengik (2005), os solos que tem menor porosidade são os arenosos porque nos argilosos, o maior teor de argila coloidal contribui para formar agregados.

As raízes podem se desenvolver com porosidade pouco acima de 10%, mas o ótimo está entre 20 e 30%. Pode-se melhorar a porosidade pela adição de matéria orgânica e preparo do solo em condições ótimas de umidade.

## 5 CONCLUSÃO

Para o período de estudos, entre os sistemas de manejo avaliados a pastagem apresentou os menores resultados de perda de solo. Há necessidade de um maior período de estudo para confirmação dos mesmos.

A rebrota de eucalipto conduzida sem desbaste e adubação apresentou valores de perdas de solo inferiores aos níveis de tolerância de perdas para o solo em questão, revelando sua sustentabilidade na recuperação de áreas ciliares onde a nova lei não permite o cultivo do eucalipto.

Os maiores valores de perda de água foram observados no sistema rebrota de eucalipto.

O valor de potencial de arraste de sedimentos para os dois sistemas foi muito baixo, verificando-os como razoáveis vias para a redução do escoamento superficial. Entretanto esses valores estão relacionados com o regime das chuvas e variam com a sua intensidade.

Os sistemas de manejo estudados apresentaram perdas de solo muito abaixo do limite de tolerância de perdas para o solo onde foi instalado o experimento.

## REFERÊNCIAS

- ALECRIM, M.A.B.; SILVA, D. O.; SILVA; J. V. **Estimativa das perdas de solo e água por erosão hídrica em floresta equiânea de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico**. São João Evangelista, p. 33. Dissertação (Graduação) – Instituto Federal de Ciência e Tecnologia – Campus São João Evangelista, 2009.
- ALLMARAS, R.R.; BURWELL, R.E.; LARSON, W.E.; HOLT, R.F.; NELSON, W.W. Total porosity and random roughness of the interrow zone as influenced by tillage. **Washington: Agricultural Research Service, US Department of Agriculture**, 1966. 22p. (USDA. Conservation research report, 7).
- ANTONANGELO, A. **Identificação dos riscos de erosão em estradas florestais através de sistema de informações geográficas**. Botucatu. 2004. 100 f. Tese de Doutorado. UNESP.
- BAHIA, V. G. et al. Fundamentos de erosão do solo (tipos, formas, mecanismos, fatores determinantes e controle). **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25 - 31 1992.
- BARROS, L. S.; VALE Jr, J. F.; SHAEFER, C. E. G.R.; Jr, M.M. Perdas de solo e água em plantio de *Acácia mangium* wild e savana em Roraima, Norte da Amazônia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 33:447-454, 2009.
- BERTONI, J. Sistemas coletores para determinações de perdas por erosão. **Bragantia**, v. 9, p.147-155, 1949.
- BEUTLER, J.F.; BERTOL, I.; VEIGA,IM. & WILDNER, L.P.. Perdas de solo e água num latossolo vermelho aluminosférico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, p. 509-517, 2003.
- BRITO, L.F. **Erosão hídrica de Latossolo Vermelho distrófico típico em áreas de pós-plantio de eucalipto na região de Guanhães (MG)**. 2004. 78p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CARDOSO, D. P.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SÁFADI, T.; FONSECA, S.; FERREIRA, M. M.; MARTINS, S. G.; MARQUES, J. J. G. S M. Erosão hídrica avaliada pela alteração na superfície do solo em sistemas florestais. **Scientia Forestalis**, v. 16, p. 25-37, dez. 2004.

CARVALHO, R.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; SOUZA, F. S. Erosão hídrica em latossolo vermelho sob diversos sistemas de manejo do cafeeiro no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1679-1987, nov/dez, 2007.

COGO, N.P.; MOLDENHAUER, W.C.; FOSTER, G.R. Soil loss reductions from conservation tillage practices. **Soil Science Society of America**, v.48, p.368-373, 1984.

CORRÊA, A. Prejuízos com as perdas de solo nas áreas agrícolas. Disponível em <<http://www.cnps.embrapa.br/search/planets/coluna14.html>> Acesso em: 13 set. 2010.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A. C. E FONTES, L. E. F. **Vocabulário de Ciência do Solo**. p. 90, Campinas/ SP, 1993.

DIAS JUNIOR, M. S.; Notas de aulas de física do solo. **Curso de pós-graduação em solo e nutrição de plantas**. Lavras. 1996.

DUTRA, R. D; TEIXEIRA, C. E; MENDONÇA, A. S. F. Determinação da Estimativa de Perda de Solo Por Erosão Superficial em Bacia Hidrográfica Utilizando Sistema de Informações Geográficas – SIG. ABES - **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, 1997.

ELTZ, F.L.F; COGO, N.P.; MIELNICZUK, J. Perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo laterítico Bruno-avermelhado distrófico (São Jerônimo): I resultados do primeiro ano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 1, n 2/3, p. 123-127, maio/dez. 1997.

FOSTER, G.R. Modeling the erosion process. In: HAAN, C.T.; JOHNSON, H.P.; BRAKENSIEK, D.L. (Ed.). **Hydrologic modeling of small watersheds**. St. Joseph: **American Society of Agricultural Engineers**, 1982. p.297-380. (ASAE monograph, 5).

GONÇALVES, J. L. M. Conservação do solo. In: GONÇALVES, J. L. de M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba, S. Paulo. Ed. IPEF, 2002. 49-126.

GONÇALVES, J.L. de M.; STAPE, J.L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: Ipef, 2002. 498p.

GONÇALVES, J. L. M. et al. Manejo de resíduos vegetais e preparo do solo. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais IPEF. Cap. 3 , p. 133-204, Piracicaba, S.Paulo, 2002.

GUADAGNIN, J.C.; BERTOL, I. CASSOL, P.C. & AMARAL, A.J. Perda de solo, água e nitrogênio por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, p. 277-286, 2005.

HERNANI, L.C.; SALTON, J.C.; FABRICIO, A.C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimento de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de Latossolo Roxo de Dourados MS. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, n.4, p.667-76, 1997

LE MOS, M. S. S.; BAHIA, V.G. Erosividade da chuva. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n. 176, p. 25-31, 1992.

LIMA, W.P. Escoamento superficial de solo e de nutrientes em microparcels reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. **IPEF**, n.38, p.5-116, 1988.

LIMA, P.M.P.; BAHIA,V.G.; CURI, N.; SILVA, M.L.N. Princípios de erodibilidade do solo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v 16, n 176, p. 38- 43, 1992.

MACIEL, M. S.; SILVA, L. B.; SILVA, A. C. G.; OLIVEIRA, V. P. S. Perdas de água e solo no cultivo do café (*Coffea arabica* L.) em uma microbacia do Rio Paraíba do Sul em Varre-Sai, RJ. Campos do Goytacazes, RJ, 2008.

MARTINS, S.G. **Erosão hídrica em sistemas florestais, nos Tabuleiros Costeiros da região de Aracruz - ES**: primeira aproximação. 2001. 59p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTINS, S.G. **Erosão hídrica em povoamento de eucalipto sobre solos coesos nos Tabuleiros Costeiros, ES**. 2005. 106p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

MARTINS, S.G.; SILVA, M.L.N.; CURI, N.; FERREIRA, M.M. Avaliação de atributos físicos de um Latossolo Vermelho distroférico sob diferentes povoamentos florestais. **Cerne**, v.8, p.32-41, 2002.

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, p.395-403, 2003.

**MICROSOFT EXCEL**. Microsoft Corporation®. Versão 7. 2000.

PIRES, L.S. **Sistemas de manejo de eucalipto e erosão hídrica em Latossolo Vermelho-Amarelo muito argiloso na região de Belo Oriente (MG)**. 2004. 84p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PIRES, L. S. et al. Erosão hídrica pós-plantio em florestas na região centro-leste de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 71, n. 4, p. 687-695, abr. 2006.

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.

RESENDE, M. Aplicações de conhecimentos pedológicos à conservação de solos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, n.128, p. 38-54, 1985.

SENGIK, E. Solos e adubação. **Roteiro de aulas práticas**. Curso de zootecnia, Maringá, PR, p. 16, 2005.

SLONEKER, L.L.; MOLDENHAUER, W.C. Measuring amounts of crop residue remaining after tillage. **Journal of Soil and Water Conservation**, v.32, p.231-236, 1977.

SOUZA, M.J.H.; RIBEIRO, A.; LEITE, F.P. Balanço hídrico e caracterização climática de Guanhões, Nova Era e Rio Doce. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 13., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UNIFRA, SBA, UFSM, 2003. v 2. p.131-132

VITAL, A. R. T. et al. 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.

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. **Predicting rainfall – erosion losses**. Washington, 1965. (Agriculture handbook, 537).