

EROSÃO HÍDRICA EM LATOSSOLO VERMELHO SOB DIVERSOS SISTEMAS DE MANEJO DO CAFEIEIRO NO SUL DE MINAS GERAIS¹

Water erosion in red latosol under diverse coffee plant management systems at South of Minas Gerais State, Brazil

Ricardo Carvalho², Marx Leandro Naves Silva³, Junior Cesar Avanzi⁴, Nilton Curi⁵, Fabiana Silva de Souza⁶

RESUMO

A erosão hídrica contribui para a redução da sustentabilidade dos sistemas agrícolas. O presente estudo avaliou, sob condições de chuva natural, as perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica em um Latossolo Vermelho distroférrico típico, com 12 % de declividade, localizado na região de Lavras (MG). O trabalho foi conduzido em parcelas experimentais de perdas de solo. Os sistemas de manejo estudados foram: café sob cultivo convencional, com capina manual (CCC); cultivo convencional, com roçado (CCR); cultivo convencional, com utilização de herbicida (CCH); cultivo orgânico, com capina manual (COC); cultivo orgânico, com roçado (COR); e como referência parcela com solo descoberto (SD). Nos sistemas de manejo em que foi mantida a cobertura da vegetação espontânea (roçado), obteve-se maior eficiência de proteção do solo quando comparado aos sistemas onde houve exposição do solo (capina). No sistema com utilização de herbicida, observou-se um comportamento intermediário. Todos os sistemas de manejo estudados se mostraram conservacionistas quanto à proteção do solo em relação à erosão hídrica, onde o espaçamento adensado merece ser enfatizado.

Termos para indexação: Perda de solo, perda de água, perda de nutrientes, *Coffea arabica*.

ABSTRACT

Water erosion reduces the sustainability of agricultural systems. The present study evaluated under natural rainfall, the soil, water, nutrients and organic carbon losses in a typical dystroferic Red Latosol, with 12 % slope, located at Lavras region, Minas Gerais state, Brazil. The work was conducted in soil losses experimental plots. The studied treatments were: coffee under conventional cultivation with manual weeding (CCC); conventional cultivation with cleared undergrowth (CCR); conventional cultivation with herbicide use (CCH); organic cultivation with manual weeding (COC); organic cultivation with cleared undergrowth (COR); and test plot with bare soil (SD). In the systems where the expontaneous vegetation covers were maintained (cleared undergrowth) there was more efficiency of soil protection than in the systems where there was soil exposition (weeding). The system with herbicide use had an intermediate behaviour. All the management systems showed to be conservative in relation to water erosion, where the dense spacemant deserves to be emphasized.

Index terms: Soil, water and nutrient losses, *Coffea arabica*.

(Recebido em 9 de março de 2006 e aprovado em 14 de dezembro de 2006)

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é um dos principais fatores que contribui para a diminuição da produtividade e sustentabilidade dos solos agrícolas, podendo acarretar sua degradação. Vários autores têm avaliado perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica em diferentes sistemas de uso e manejo do solo (BERTOL & MIQUELLUTI, 1993; BEUTLER et al., 2003; BEZERRA & CANTALICE, 2006; BRITO et al., 2005; HERNANI et al.,

1999; MARTINS et al., 2003; SCHICK et al., 2000; SEGANFREDO et al., 1997; TÁVORA et al., 1985). Entretanto, poucos são os estudos de erosão para a cultura do cafeeiro no Brasil. Lani et al. (1996) desenvolveram estudos no município de Marilândia (ES), visando observar a eficiência de práticas vegetativas no controle da erosão para a cultura do café conilon (*Coffea canephora*), cultivado no espaçamento de 3,5 x 1,5 m. As perdas de solo para chuvas com precipitação em torno de 70,8 (1,5 hora de

¹Trabalho apresentado na XV Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, Santa Maria (RS), 25 a 30 de julho de 2004.

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Solos e Nutrição de Plantas – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – rcarvalho1981@yahoo.com.br – Bolsista da Capes; CNPq

³Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – marx@ufla.br – Bolsista do CNPq.

⁴Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – javanzi@yahoo.com.br

⁵Engenheiro Agrônomo, PhD em Ciência do Solo – Departamento de Ciência do Solo/DCS – Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – niltcuri@ufla.br – Bolsista do CNPq.

⁶Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas – Departamento de Solos – Universidade Federal de Viçosa/UFV – Cx. P. 231 – 36571-000 – Viçosa, MG – fassouza@yahoo.com.br

duração) e 49,6 mm (2,0 horas de duração), foram: 9,0; 6,3; 5,0; e 2,1 Mg ha⁻¹, para os tratamentos lavoura toda capinada; uma faixa capinada a cada duas ruas de cafeeiros; uma faixa capinada a cada três ruas de cafeeiros; uma faixa capinada a cada rua de cafeeiros; respectivamente. Pode-se concluir que a vegetação natural, apesar da concorrência com o cafeeiro, foi uma prática adequada no controle da erosão. Em Londrina (PR), IAPAR (1978) e Rufino et al. (1985) verificaram perdas de solo, em parcelas, sob chuva natural, para um Latossolo Vermelho distroférico típico variando de 86,0 a 105,3 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, para cafeeiro conduzido no sistema convencional (espaçamento 4 x 2 m), pós-plantio e solo descoberto, respectivamente. Andrello et al. (2003), trabalhando com a metodologia do Césio-137, para verificação das taxas de erosão na cultura do cafeeiro, da soja e pastagem, em Latossolos, não encontraram perdas de solo para o cafeeiro, mas para a soja elas foram de 15,80 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ e para a pastagem de 13,90 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

A resistência dos solos à erosão hídrica apresenta grande amplitude devido à variabilidade climática que influi na erosividade das chuvas e à variedade de solos com características diferenciadas que se reflete na sua erodibilidade, tornando arriscado estimar um valor com base unicamente na classificação de solos (EL-SWAIFY & DANGLER, 1982; SILVA et al., 2005).

O presente estudo teve como objetivo avaliar, sob condições de chuva natural, as perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em um Latossolo Vermelho distroférico típico, localizado na região de Lavras (MG), sob diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro pós-plantio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (MG), situada nas coordenadas 21°14' S e 45°00' W de Greenwich. A altitude média da área é de 918,84 m. O clima da região é enquadrado, de acordo com a classificação de Köppen, como sendo do tipo Cwa, com precipitação média anual de 1.529,7 mm. A temperatura média anual é de 19,4 °C (OMETTO, 1981; PERON & CASTRO, 1986).

Para fins de caracterização química e mineralógica dos solos estudados, determinaram-se os teores de carbono orgânico total (WALKEY & BLACK, 1934) e óxidos (SiO₂, Al₂O₃ e FeO₃) extraídos pelo ataque sulfúrico (EMBRAPA, 1997), caulinita e gibbsita por análise térmica diferencial (ATD) na fração argila desferrificada (TAN & HAJEK, 1977), após tratamento com ditionito – citrato –

bicarbonato de sódio (MEHRA & JACKSON, 1960) (Tabela 1).

A análise granulométrica foi realizada pelo método da pipeta (DAY, 1986), modificado, depois da dispersão da amostra com NaOH 1 mol L⁻¹ e agitação rápida (6.000 rpm) por 15 minutos. A densidade do solo foi determinada segundo Blake & Hartge (1986a) e a densidade de partículas pelo método do balão volumétrico segundo Blake & Hartge (1986b). Determinou-se o volume total de poros segundo Danielson & Sutherland (1986).

A microporosidade foi determinada em amostras com estrutura não deformada, previamente saturadas, utilizando-se mesa de tensão com 60 cm de altura de coluna de água, sendo a macroporosidade obtida pela diferença entre a porosidade total e a microporosidade (Tabela 1). A permeabilidade do solo à água foi determinada utilizando-se permeâmetro de carga constante, com modificações de Lima et al. (1990) e McNeal & Roland (1964). O solo foi classificado de acordo com Embrapa (1999) como Latossolo Vermelho distroférico típico - LVdf, apresentando

Tabela 1 – Atributos mineralógicos, químicos e físicos do Latossolo Vermelho distroférico (LVdf) típico na profundidade 0-20 cm, em Lavras (MG).

Atributo ⁽¹⁾	LVdf
Ct (g kg ⁻¹)	160
Gb (g kg ⁻¹)	310
Gb/(Gb+Ct)	0,66
SiO ₂ (g kg ⁻¹)	126
Al ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	274
Fe ₂ O ₃ (g kg ⁻¹)	292
CO (g kg ⁻¹)	38,7
Areia Total (g kg ⁻¹)	259
Silte (g kg ⁻¹)	124
Argila (g kg ⁻¹)	617
Densidade do solo (Mg m ⁻³)	0,92
Densidade de partículas (Mg m ⁻³)	2,47
Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,63
Macroporosidade (m ³ m ⁻³)	0,27
Microporosidade (m ³ m ⁻³)	0,36
Permeabilidade (mm h ⁻¹)	119,89

⁽¹⁾ Ct: caulinita; Gb: gibbsita; CO: carbono orgânico.

declividade de $0,12 \text{ m m}^{-1}$, conforme observações e medições de campo.

Anteriormente à montagem do experimento, o solo estava sendo cultivado com crotalária sp.. Antes da instalação do experimento, foi realizado o preparo convencional do solo (1 aração e 2 gradagens), em toda a área experimental.

Os sistemas de manejo estudados foram os seguintes: café sob cultivo convencional, com capina manual (CCC), roçado (CCR) e com utilização de herbicida (CCH) e café sob cultivo orgânico, com capina manual (COC) e roçado (COR). O espaçamento adotado foi de $3,0 \times 0,75 \text{ m}$, resultando em 4.444 plantas por hectare. Foram utilizadas mudas de seis meses de idade. A parcela com solo descoberto (SD) foi incluída como testemunha, para comparação dos resultados.

Aplicou-se 860 kg ha^{-1} de fosfato natural e, para correção da acidez do solo, utilizou-se 3.500 kg ha^{-1} de calcário magnesiano (PRNT corrigido para 100%), em todos os tratamentos. No plantio, cada parcela com café no sistema orgânico recebeu 7.150 kg ha^{-1} de esterco bovino, enquanto que cada parcela com cultivo convencional recebeu 1.300 kg ha^{-1} de superfosfato simples, 17 kg ha^{-1} de ácido bórico e 28 kg ha^{-1} de sulfato de zinco. Após o plantio as parcelas receberam 343 kg ha^{-1} de sulfato de amônio e 300 kg ha^{-1} de cloreto de potássio. As adubações foram

realizadas com base na interpretação da análise de solo da área. Os tratamentos fitossanitários constituíram-se de aplicações de glifosato (2 L ha^{-1}) no sistema cultivo convencional com utilização de herbicida. Para o controle de fungos utilizou-se oxicloreto de cobre (2 kg ha^{-1}) nos sistemas orgânicos e nos sistemas convencionais usou-se folicur (1 L ha^{-1}). Foram utilizadas iscas contendo formicida próximas a área experimental.

Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos em estação climatológica automatizada, localizada próxima à área experimental, a qual, para este estudo, gerou registro de dados de cinco em cinco minutos. A precipitação acumulada para o período de fevereiro de 2003 a março de 2004 foi de 1.429 mm e o valor acumulado de erosividade foi de $8.102 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Figura 1).

As parcelas experimentais de perdas de solo e água foram instaladas em fevereiro de 2003, e o experimento foi conduzido até março de 2004. A avaliação das perdas de solo e água foi efetuada por meio de parcelas padrão, instaladas no campo, com dimensões de $12 \times 24 \text{ m}$, para os tratamentos com o solo cultivado com cafeeiro (Figura 2) e $4 \times 12 \text{ m}$, para o tratamento solo descoberto, sendo este último preparado convencionalmente, com uma aração e duas gradagens, no sentido do declive, e mantido permanentemente sem cobertura, conforme preconizado por Wischmeier & Smith (1978). Para contornar as parcelas,

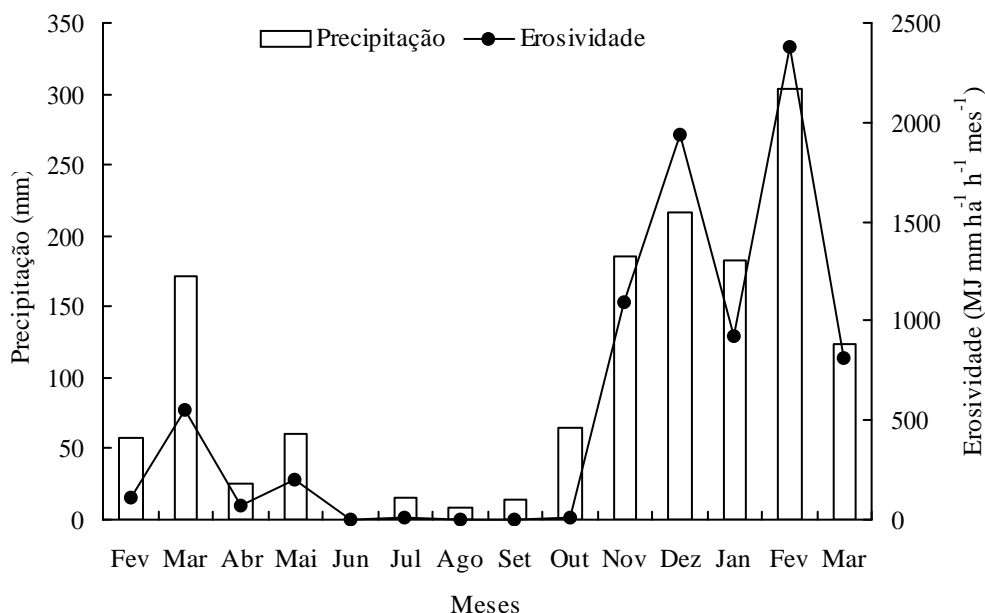


Figura 1 – Valores de precipitação e erosividade mensais no período de estudo.

foram utilizadas chapas galvanizadas com 0,40 m de largura, enterradas 0,20 m.

Na parte inferior das parcelas foram instaladas calhas coletoras para conduzir a enxurrada até os tanques coletores. O sistema coletor foi constituído por um tanque de sedimentação, munido de um sistema divisor do tipo Geib, o qual constava de nove janelas, e por um tanque coletor de água e sedimentos, ambos com capacidade de 320 L. As coletas foram realizadas a cada evento de chuva considerada erosiva conforme sugerido por Cogo (1978).

O potencial de arraste de sedimentos do solo (PAS) foi calculado, dividindo-se as perdas de solo em Mg ha^{-1} pelas perdas de água em mm (MARTINS et al., 2003; ZHOU et al., 2002).

Para determinar as concentrações de nutrientes e carbono orgânico, amostras do sedimento de cada evento erosivo foram coletadas nos tanques, constituindo uma amostra composta, referente ao período de estudo. No sedimento foram determinados os teores de P e K disponíveis, Ca e Mg trocáveis e carbono orgânico total, conforme Embrapa (1997).

Para a determinação da cobertura vegetal, utilizou-se a metodologia descrita por Stocking (1988), sendo as leituras feitas de forma aleatória e transversalmente às linhas de plantio da cultura, utilizando-se um aparato que consiste em uma estrutura horizontal, contendo orifícios para visualização, a cerca de 1,5 m de altura do solo. Atribuiu-se valor 0 para o solo desnudo ou com restos de

vegetação, 0,5 para a vegetação parcialmente formada e 1,0 para a vegetação em seu estado natural. As avaliações foram feitas aos 2 meses (avaliação 1) e 14 meses (avaliação 2) após o plantio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, observam-se as perdas mensais e totais de solo para os diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro pós-plantio e para o solo descoberto. As perdas de solo variaram de 0,11 a $67,24 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ período}^{-1}$. No solo descoberto tais valores estão acima da tolerância admissível estabelecida para a classe de solo estudada, que é de $12,70 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (SILVA et al., 2005). Observa-se que o período crítico no tocante à erosão hídrica ocorre entre os meses de dezembro e março, notadamente em situações de solo descoberto.

Os valores observados nos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro estão bem abaixo da tolerância admissível para o solo estudado (Tabela 2). Nota-se que o solo descoberto perde de 232 a 612 vezes mais sedimentos do que os solos nos diversos sistemas de manejo. Entretanto, as maiores perdas foram observadas para os sistemas que utilizaram revolvimento do solo (CCC e COC).

Nos sistemas onde se utilizou o herbicida (CCH) a perda teve um comportamento intermediário devido à proteção da palha remanescente e nos sistemas onde se utilizou o controle através do roçado a proteção foi maior propiciando as menores perdas de solo (COR e CCR). Isto pode ter ocorrido devido a palhada se distribuir uniformemente sobre a superfície do solo, após o roçado, em associação ao efeito das plantas daninhas que permanecem vivas e tornam a se recompor aos poucos após o corte. Tal situação proporciona menor impacto direto da gota de chuva no solo e melhores condições para que a água da chuva infiltre. Estes resultados evidenciam a adequação destes sistemas de manejo adotados para a cultura do cafeeiro no que diz respeito à erosão.

Em todos os sistemas de manejo adotados para a cultura do cafeeiro a perda de solo encontrada foi inferior às perdas de solo em diversas culturas agrícolas avaliadas por diversos autores no Brasil (BERTOL & MIQUELLUTI, 1993; BEUTLER et al., 2003; BEZERRA & CANTALICE, 2006; HERNANI et al., 1999; SCHICK et al., 2000; SEGANFREDO et al., 1997; TÁVORA et al., 1985) e bem próximos aos valores encontrados para sistemas de plantio de eucalipto (BRITO et al., 2005; MARTINS et al., 2003). As perdas de solo foram até 783 vezes menores quando comparadas com os valores encontrados por Rufino et al. (1985), no período pós-plantio. Os maiores valores de

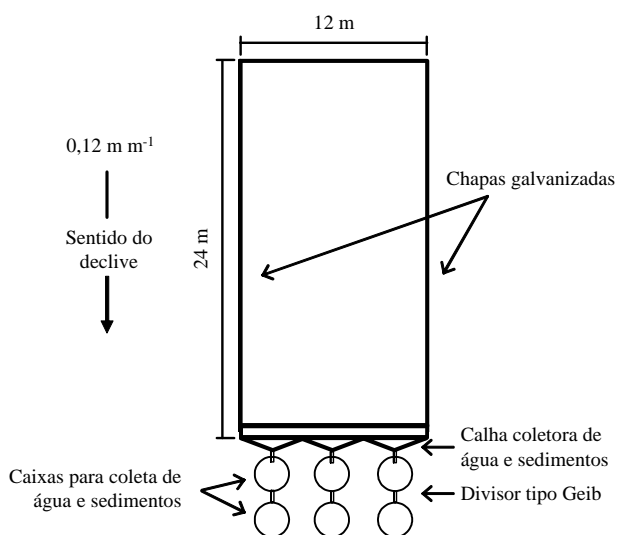


Figura 2 – Desenho esquemático da parcela de coleta de sedimentos e de água.

perdas de solo encontrados por IAPAR (1978) e Rufino et al. (1985) em Latossolo Vermelho muito semelhante ao deste trabalho, se devem à adoção do sistema de preparo convencional, maior espaçamento (4 x 2 m) e forma de plantio utilizado naquela pesquisa. Rufino et al. (1985) encontraram um valor médio de erosividade anual de 8.333 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, bem próximo ao encontrado no presente estudo (Figura 1). Nos estudos de Lani et al. (1996) as perdas de solo estão mais próximas dos resultados observados neste estudo (Tabela 2), devido ao menor espaçamento (3,5 x 1,5 m) e capina alternada adotados naquele trabalho.

Na Tabela 3 são mostrados os valores obtidos para as perdas de água, os quais variam de 11,226 a 298,680 mm, representando 0,94 a 24,95 % da precipitação acumulada no período, para o café sob cultivo orgânico roçado e solo descoberto, respectivamente. Os valores de perdas de água para os sistemas de manejo estão condizentes com as

perdas de solo (Tabela 2), ou seja, os sistemas que apresentaram ausência de revolvimento (CCR e COR) foram os que apresentaram as menores perdas de água. A presença da palhada e plantas ainda vivas no solo favoreceram um maior tempo de permanência da água no sistema e conseqüentemente sua menor perda. Esses baixos valores de perdas de água observados são altamente positivos do ponto de vista de aproveitamento de água no sistema, visto que no solo descoberto as perdas de água chegam até um quarto do volume precipitado no período, sendo a ordem decrescente de perda de água a seguinte: café sob cultivo orgânico com capina manual > cultivo convencional com capina manual > cultivo convencional com utilização de herbicida > cultivo convencional roçado > cultivo orgânico roçado. Este melhor aproveitamento da água deve ser ressaltado, pois na região existem períodos secos relativamente extensos e veranicos (PERON & CASTRO NETO, 1986).

Tabela 2 – Perdas mensais e totais de solo para os diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro pós-plantio e solo descoberto.

Meses	Perdas de solo					
	COC ⁽¹⁾	COR ⁽²⁾	CCH ⁽³⁾	CCR ⁽⁴⁾	CCC ⁽⁵⁾	SD ⁽⁶⁾
	----- Mg ha ⁻¹ mês ⁻¹ -----					
Ano 2003						
Abril	0,0026	0,0061	0,0029	0,0044	0,0027	1,0472
Maio	0,0122	0,0083	0,0088	0,0072	0,0082	2,1881
Junho	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Julho	0,0003	0,0004	0,0007	0,0007	0,0011	0,0005
Agosto	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Setembro	0,0005	0,0002	0,0003	0,0003	0,0004	0,0012
Outubro	0,0010	0,0002	0,0019	0,0019	0,0018	0,0245
Novembro	0,0041	0,0024	0,0044	0,0058	0,0037	0,5820
Dezembro	0,0537	0,0129	0,0388	0,0135	0,0895	14,4184
Ano 2004						
Janeiro	0,0862	0,0876	0,0829	0,0390	0,0848	36,7843
Fevereiro	0,0375	0,0620	0,0478	0,0157	0,0746	6,5608
Março	0,0132	0,0106	0,0165	0,0213	0,0231	5,6364
Total do período	0,2113	0,1905	0,2050	0,1098	0,2899	67,2434

⁽¹⁾COC: café sob cultivo orgânico com capina manual; ⁽²⁾COR: café sob cultivo orgânico roçado; ⁽³⁾CCH: café sob cultivo convencional com utilização de herbicida; ⁽⁴⁾CCR: café sob cultivo convencional roçado; ⁽⁵⁾CCC: café sob cultivo convencional com capina manual; ⁽⁶⁾SD: parcela sob solo descoberto.

Tabela 3 – Perdas mensais e totais de água para os diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro pós-plantio e solo descoberto.

Meses	Perdas de Água					
	COC ⁽¹⁾	COR ⁽²⁾	CCH ⁽³⁾	CCR ⁽⁴⁾	CCC ⁽⁵⁾	SD ⁽⁶⁾
	----- mm -----					
Ano de 2003						
Abril	0,559	0,337	0,340	0,381	0,353	7,242
Maio	0,752	0,868	0,886	0,832	0,850	12,159
Junho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Julho	0,162	0,176	0,179	0,208	0,208	0,610
Agosto	0,084	0,116	0,104	0,123	0,118	0,283
Setembro	0,155	0,189	0,172	0,198	0,176	0,509
Outubro	0,729	0,742	0,736	0,872	0,834	1,888
Novembro	0,845	1,178	0,933	1,180	0,933	12,510
Dezembro	22,466	2,909	5,051	3,103	11,887	67,488
Ano de 2004						
Janeiro	1,218	2,215	3,640	5,198	7,334	74,791
Fevereiro	0,705	0,723	0,712	0,813	0,833	84,740
Março	1,481	1,771	2,458	1,869	1,388	36,461
Total do período	29,260	11,226	15,202	14,477	18,317	298,680

⁽¹⁾COC: café sob cultivo orgânico com capina manual; ⁽²⁾COR: café sob cultivo orgânico roçado; ⁽³⁾CCH: café sob cultivo convencional com utilização de herbicida; ⁽⁴⁾CCR: café sob cultivo convencional roçado; ⁽⁵⁾CCC: café sob cultivo convencional com capina manual; ⁽⁶⁾SD: parcela sob solo descoberto.

Na Figura 3 são apresentados os índices de cobertura vegetal (IC). Para todos os sistemas de manejo, os valores de cobertura, na segunda avaliação, foram superiores a 30%. Segundo Bezerra & Cantalice (2006), estes valores são considerados conservacionistas para solos cultivados, o que está de acordo com os valores de perdas de solo e água (Tabelas 2 e 3).

Na Figura 4 observa-se o potencial de arraste de sedimentos (PAS), o qual corresponde às perdas de solo por mm de água da enxurrada. Os valores variaram de 0,0072 a 0,2251 Mg ha⁻¹ mm⁻¹ para café sob cultivo orgânico roçado e solo descoberto, respectivamente.

Os valores do potencial de arraste de sedimentos foram praticamente iguais para os sistemas de manejo do cafeeiro (Figura 4). Em estudo similar desenvolvido por Zhou et al. (2002), foram registrados valores inferiores, na ordem de 0,0003; 0,0091; e 0,0437 Mg ha⁻¹ mm⁻¹, para reflorestamento misto, eucalipto e solo

descoberto, respectivamente. Resultados semelhantes também foram encontrados em floresta plantada de eucalipto, floresta nativa e solo descoberto e foram

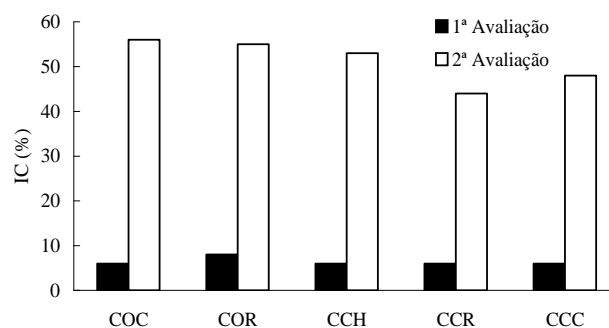


Figura 3 – Índice de cobertura vegetal (IC) para os diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro pós-plantio.

observados por Brito et al. (2005) e Martins et al. (2003). Os baixos valores aqui observados para o potencial de arraste de sedimentos são atribuídos principalmente à barreira física propiciada pela cobertura vegetal, reduzindo a energia cinética de transporte de sedimentos na enxurrada, dificultando o escoamento superficial e a quebra dos agregados. Já no caso do solo descoberto o efeito foi inverso devido à ausência de proteção da cobertura vegetal.

Na Tabela 4 observa-se a concentração de nutrientes e carbono orgânico no sedimento de erosão. Comparando Ca e Mg, a maior concentração foi observada para o Ca, devido aos maiores teores deste nutriente no solo original. As maiores concentrações no sedimento foram observadas para o K, devido à sua menor retenção pelos constituintes do solo, o que facilita o transporte pela água da enxurrada, corroborando trabalhos de Schick et al. (2000), Seganfredo et al. (1997) e Silva et al. (2005). De modo geral, a concentração dos nutrientes no sedimento de erosão corrobora os estudos de Hernani et al. (1999).

No sistema café sob cultivo convencional com capina manual (CCC) verificou-se as maiores concentrações de nutrientes e carbono orgânico no sedimento de erosão, exceto para o P onde as maiores perdas ocorreram no café orgânico capinado (COC) (Tabela 4). Neste sistema (COC), o maior aporte de matéria orgânica, a maior taxa de decomposição devido à incorporação propiciada pela capina, maior teor de fósforo ligado à matéria orgânica e a ocorrência de erosão

seletiva, ou seja, a fração mais fina do solo (argila e matéria orgânica) é mais facilmente transportada pela enxurrada (TÁVORA et al., 1985), ajudam a explicar as maiores perdas registradas para P.

As perdas de carbono orgânico no sedimento (Tabela 4) acompanharam as perdas de solo (Tabela 2). A fração coloidal e a matéria orgânica são os primeiros constituintes a serem removidos pela erosão hídrica, tendo em vista a sua baixa densidade (SCHICK et al., 2000; SEGANFREDO et al., 1997; SILVA et al., 2005).

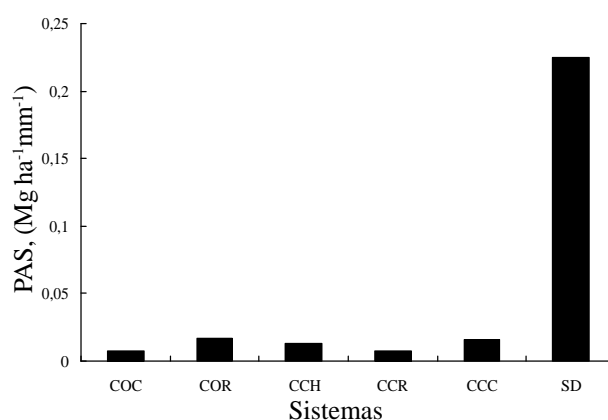


Figura 4 – Potencial de arraste de sedimentos (PAS) para os diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro pós-plantio e solo descoberto.

Tabela 4 – Concentração média de nutrientes e carbono orgânico (CO) no sedimento erodido para os diversos sistemas de manejo da cultura do cafeeiro.

Sistemas ⁽¹⁾	Ca	Mg	P	K	CO
	kg ha ⁻¹				
COC	0,26	0,01	1,72	2,66	3,38
COR	0,20	0,02	0,38	2,03	3,05
CCH	0,22	0,03	0,49	2,05	3,08
CCR	0,12	0,02	0,15	0,99	1,65
CCC	0,29	0,06	0,32	2,81	4,06

⁽¹⁾ COC: café sob cultivo orgânico com capina manual; COR: café sob cultivo orgânico roçado; CCH: café sob cultivo convencional com utilização de herbicida; CCR: café sob cultivo convencional roçado; CCC: café sob cultivo convencional com capina manual.

CONCLUSÕES

Nos sistemas de manejo adensado da cultura cafeeira, em que foi mantida a cobertura da vegetação espontânea (roçado), obteve-se maior eficiência da proteção do solo em relação às perdas de solo e água, em comparação aos sistemas onde houve exposição do solo (capina). No sistema onde foi usado herbicida ocorreu um comportamento intermediário.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Pesquisa do Estado de Minas Gerais - FAPEMIG e ao Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café - CBP&D Café, pelo auxílio financeiro dado ao projeto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRELLO, A. C.; APPOLONI, C. R.; GUIMARÃES, M. F. Uso do Césio-137 para avaliar taxas de erosão em cultura de soja, café e pastagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 223-229, 2003.
- BERTOL, I.; MIQUELLUTI, D. J. Perdas de solo, água e nutrientes reduzidas pela cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 10, p. 1205-1213, 1993.
- BEUTLER, J. F.; BERTOL, I.; VEIGA, M.; WILDNER, L. P. Perdas de solo e água num Latossolo Vermelho aluminoférrico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 509-517, 2003.
- BEZERRA, S. A.; CANTALICE, J. R. B. Erosão em sulco em diferentes condições de cobertura do solo, sob cultivo da cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 3, p. 565-573, 2006.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Bulk density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986a. v. 1, p. 363-375.
- BLAKE, G. R.; HARTGE, K. H. Particle density. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986b. v. 1, p. 377-382.
- BRITO, L. de F.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; LEITE, F. P.; FERREIRA, M. M.; PIRES, L. S. Erosão hídrica de Latossolo Vermelho muito argiloso relevo ondulado em áreas de pós-plantio de eucalipto no Vale do Rio Doce região Centro Leste do estado de Minas Gerais. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 67, p. 27-36, 2005.
- COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural: sugestões gerais, medição de volume, amostragem e quantificação de solo e água da enxurrada: 1ª aproximação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: Embrapa, 1978. p. 75-97.
- DANIELSON, R. E.; SUTHERLAND, P. L. Porosity. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 443-461.
- DAY, P. R. Particle fractionation and particle-size analysis. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis**. 2. ed. Madison: American Society of Agronomy, 1986. v. 1, p. 545-566.
- EL-SWAIFY, S. A.; DANGLER, E. W. Rainfall erosion in the tropics: a state of art. In: KREBS, D. M. (Ed.). **Determinants of soil loss tolerance**. Madison: American Society of Agronomy, 1982. p. 1-25.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 1999. 412 p.
- HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e matéria orgânica por erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 145-154, 1999.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ-IAPAR. **Programa manejo e conservação de solos**: relatório técnico anual 1977. Londrina: IAPAR, 1978. 260 p.
- LANI, J. A.; ZANGRANDE, M. B.; FONSECA, A. F. A. da; FULLIN, E. A.; VERDIM FILHO, A. C. Eficiência de práticas vegetativas no controle da erosão na cultura do café conilon. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS

- CAFEIRAS, 22., 1996, Águas de Lindóia. **Trabalhos Apresentados...** Águas de Lindóia: [s.n.], 1996. p. 105-107.
- LIMA, J. M.; CURTI, N.; RESENDE, M.; SANTANA, D. P. Dispersão do material de solo em água para avaliação indireta da erodibilidade de latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 14, p. 85-90, 1990.
- MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; CURTI, 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**, Viçosa, v. 27, n. 3, p. 395-403, 2003.
- McNEAL, L.; ROLAND, C. Estimations of boundary flow errors in laboratory hydraulic conductivity measurements. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v. 28, p. 713-714, 1964.
- MEHRA, O. P.; JACKSON, M. L. Iron oxide removal from soils and clays by dithionite-citrate system buffered with sodium bicarbonate. In: NATIONAL CONFERENCE ON CLAYS AND CLAY MINERALS, 7., 1958, Washington. **Proceedings...** New York: Pergamon, 1960. p. 317-327.
- OMETTO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 440 p.
- PERON, A. J.; CASTRO NETO, P. Probabilidade de ocorrência de veranicos na região de Lavras, Minas Gerais. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 10, n. 3, p. 282-290, set./dez. 1986.
- RUFINO, L. R.; HENKLAIN, J. C.; BISCAIA, R. C. M. Influência de práticas de manejo e cobertura vegetal do cafeeiro nas perdas de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 277-280, 1985.
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico Alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. perdas de nutrientes e carbono orgânico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 437-447, 2000.
- SEGANFREDO, M. L.; ELTZ, F. L. F.; BRUM, A. C. R. Perdas de solo, água e nutrientes por erosão em sistemas de culturas em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 287-291, 1997.
- SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; LIMA, J. M.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 12, p. 1223-1230, dez. 2005.
- STOCKING, M. A. Assessing vegetative cover and management effects. In: LAL, R. (Ed.). **Soil erosion research methods**. Ankeny: Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 163-185.
- TAN, K. H.; HAJEK, B. F. Thermal analysis of soils. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (Eds.). **Mineral in soil environments**. Madison: Soil Science Society of America, 1977. p. 865-884.
- TÁVORA, M. R. P.; SILVA, J. C. R.; HERNÁNDES, F. F. F.; SAUNDERS, L. C. U.; MOREIRA, E. G. S. Perdas de solo, água e nutrientes em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de Ubajara (CE). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 9, p. 63-66, 1985.
- WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Science**, Baltimore, v. 37, p. 29-38, 1934.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1978. 58 p. (Agriculture Handbook, 537).
- ZHOU, G. Y.; MORRIS, J. D.; YAN, H. H.; YU, Z. Y.; PENG, S. L. Hydrological impacts of reforestation with eucalyptus and indigenous species: a case study in southern China. **Forest Ecological Management**, Amsterdam, v. 167, n. 1/3, p. 209-222, Aug. 2002.