



**EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E
PERDAS POR EROSÃO EM
CAMBISSOLO E LATOSSOLO SOB
CHUVA NATURAL**

ANTONIO MARCOS DA SILVA

2003

ANTONIO MARCOS DA SILVA

**EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E PERDAS POR EROSÃO
EM CAMBISSOLO E LATOSSOLO SOB CHUVA NATURAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientadores

Prof. Dr. Nilton Curi

Prof. Dr. Marx Leandro Naves Silva

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva, Antonio Marcos da

Erosividade, erodibilidade e perdas por erosão em cambissolo e latossolo
sob chuva natural / Antonio Marcos da Silva. -- Lavras : UFLA, 2003.

72 p. : il.

Orientador: Nilton Curi, Marx Leandro Naves Silva.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

I. Solo. 2. Erosão. 3. Erosividade. 4. Erodibilidade. 5. Perda de solo. 6.
Cambissolo. 7. Latossolo. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-631.45

ANTONIO MARCOS DA SILVA

**EROSIVIDADE, ERODIBILIDADE E PERDAS POR EROSÃO
EM CAMBISSOLO E LATOSSOLO SOB CHUVA NATURAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, para obtenção do título de "Mestre".


APROVADA em 21 de julho de 2003

Prof. Dr. José Maria de Lima

UFLA

Prof. Dr. Pedro Castro Neto

UFLA


Prof. Dr. Nilton Curi
UFLA
(Orientador)


Prof. Dr. Marx Leandro Naves Silva
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

À família e aos amigos

DEDICO

Ao homem do campo brasileiro

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, aos meus pais, Cida e Domingos; aos meus irmãos, Adriano, Fabiano, Dominginhos; à minha irmã Tatiane; ao meu avô, Antonio de Souza (*in memoriam*) e a minha avó Conceição de Paula, por toda uma vida de muito amor, trabalho, desafios e vitórias.

À Universidade Federal de Lavras, Pró-Reitoria de Assuntos Estudantis Comunitários e Culturais, Prefeitura do Alojamento Misto da UFLA e ao Departamento de Ciência do Solo, pela oportunidade. A CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos professores Nilton Curi e Marx Leandro Naves Silva pela orientação, amizade e bons exemplos.

Aos professores José Maria de Lima, Pedro Castro Neto, Mozart Martins Ferreira e Ricardo Pereira Reis pela colaboração e amizade.

À professora Janice Guedes de Carvalho e ao técnico Adalberto Ribeiro pela paciência e pelo aprendizado.

A toda equipe do DCS e a todos os colegas dos cursos de graduação e pós-graduação, pelo dia-a-dia.

Aos companheiros e companheiras Sérgio Martins, Vitor Barreto, Marcos Carolino, Tony Silva, Adriana Lima, Rodrigo Martins, Junior Avanzi, Fabiana Souza, Liziane Brito e Silvana Silva, pela diferença que fizeram.

Aos amigos de sempre Janaina Polimeno, Hélio Ananias, Lourival dos Santos, Antonio Fernando e Levi Pereira, pela confiança e respeito mútuos.

Aos companheiros e companheiras Anselmo, Bráulio, Cris, Denis, Denise, Koji, Lívia Lima, Marcos e Mary, pelo dia-a-dia, afinal, companheiro é companheiro...

Ao professor Vicente Gualberto, com muito carinho.

E, a todos que contribuíram de alguma forma ao longo desta jornada.

BIOGRAFIA

ANTONIO MARCOS DA SILVA, filho de Maria Aparecida de Souza e Domingos Evangelista da Silva, nasceu em Nova Andradina (MS), em 13 de junho de 1975.

Concluiu o curso primário na EMRPG Sala Emergência PAM, em Rio Brillhante (MS), em 1984. O curso ginásial foi cursado na EEPSG Luiz Soares Andrade, em Nova Andradina (MS), em 1989.

Técnico em Agropecuária pela EEPSG da Fundação Centro de Educação Rural de Aquidauana, em Aquidauana (MS), em 1992.

Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras (UFLA), em julho de 2001.

Em agosto de 2001, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Solos e Nutrição de Plantas, no Departamento de Ciência do Solo, concluído em julho de 2003.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
CAPÍTULO 1 Aspectos Gerais	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	2
3 METODOLOGIA GERAL.....	4
3.1 Localização, clima e solo	4
3.2 Amostragem.....	5
3.3 Análises Estatísticas.....	5
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	6
CAPÍTULO 2 Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo sob chuva natural	9
RESUMO.....	9
ABSTRACT.....	10
1 INTRODUÇÃO.....	11
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	14
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4 CONCLUSÕES.....	22
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23
CAPÍTULO 3 Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural.....	27
RESUMO.....	27

ABSTRACT.....	28
1 INTRODUÇÃO	29
2 MATERIAL E MÉTODOS	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4 CONCLUSÕES	39
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
ANEXOS	42

RESUMO

SILVA, Antonio Marcos. Erosividade, erodibilidade e perdas por erosão em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. 2003. 71 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

A erosão hídrica é um dos principais problemas ligados ao manejo de solos tropicais. Este estudo teve como objetivos avaliar a erosividade, a erodibilidade e as perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico, sob chuva natural, no período entre 1998 e 2002. A área experimental está localizada no *campus* da Universidade Federal de Lavras, em Lavras (MG), e os solos estudados foram classificados como Cambissolo Háptico Tb distrófico típico (CXbd) e Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf). A precipitação média anual foi de 1.287 mm e a erosividade da chuva foi de $4.865 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Os valores de perdas de solo foram $205,65 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para o CXbd e $14,90 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para o LVdf. As perdas médias anuais de água foram 369 mm para o CXbd e 113 mm para o LVdf. A erodibilidade foi $0,024 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para o CXbd e $0,004 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para o LVdf. Seguindo a tendência das perdas de solo, as perdas de nutrientes foram mais críticas no CXbd em relação ao LVdf. O período entre novembro e março foi o mais crítico para estas perdas.

* Comitê Orientador: Nilton Curi e Marx Leandro Naves Silva - UFPA (Orientadores)

ABSTRACT

SILVA, Antonio Marcos. Erosivity, erodibility and erosion losses on Cambisol (Inceptisol) and Latosol (Oxisol) under natural rainfall. 2003. 71 p. Dissertation (Master Program in Soils and Nutrition of Plants) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The hydric erosion is one of the main problems linked to management of tropical soils. This study had as objectives to evaluate the erosivity, the erodibility, and the soil, water, nutrients and organic carbon losses under natural rainfall, in the period between 1998 and 2002. The experimental area is located at the Federal University of Lavras, Minas Gerais state, Brazil, and the studied soils were classified as typic dystrophic Haplic Cambisol (CXbd) and typic dystroferric Red Latosol (LVdf). The mean annual precipitation was 1,287 mm and the rain erosivity was $4,865 \text{ MJ mm ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{year}^{-1}$. The soil losses values were $205.65 \text{ Mg ha}^{-1}\text{year}^{-1}$ for the CXbd and $14.90 \text{ Mg ha}^{-1}\text{year}^{-1}$ for the LVdf. The mean annual losses of water were 369 mm for the CXbd and 113 mm for the LVdf. The erodibility was $0.024 \text{ Mg h MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$ for the CXbd and $0.004 \text{ Mg h MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$ for the LVdf. Following the trend of the soil losses, the nutrient losses were more critical on the CXbd in relation to the LVdf. The period between november and march was the most critical for such losses.

* Guidance Committee: Nilton Curi and Marx Leandro Naves Silva - UFLA (Major Professors)

CAPÍTULO 1

1 INTRODUÇÃO GERAL

O adequado manejo dos recursos naturais tem sido defendido como um dos requisitos básicos para a melhoria da qualidade de vida na atualidade e o solo é um dos elementos básicos neste contexto.

O planejamento de uso da terra visa fornecer subsídios para um manejo adequado do solo, com vistas a evitar a sua degradação e a manter e, ou, melhorar os atributos que determinam a sua qualidade. Este planejamento fica facilitado quando se dispõe de parâmetros que permitem alguma estimativa sobre fenômenos inseridos no processo produtivo, assim como simulações sobre alternativas de manejo.

A erosão hídrica constitui um dos maiores problemas de grande parte dos agricultores do Sul de Minas Gerais em função da topografia movimentada, preparo do solo com revolvimento excessivo, queima dos resíduos da cultura anterior, baixa aplicação de insumos e manutenção do solo por um longo período de tempo exposto à ação erosiva das chuvas. Estes fatores têm contribuído para a instabilidade de algumas áreas de produção agrícola, gerando, pela falta de manejo adequado, a necessidade de recuperação de extensas áreas degradadas. Portanto, faz-se necessário avaliar os componentes do processo erosivo para o desenvolvimento, adaptação e melhor adoção de práticas conservacionistas.

A conservação do solo e da água em Minas Gerais vem ganhando destaque nos últimos anos, em função do acelerado processo erosivo de boa parte das terras do estado e dos danos sócio-ambientais e econômicos provocados. Todavia, a carência de dados científicos obtidos diretamente no campo tem dificultado a conscientização dos segmentos sociais relacionados a

este tema, que não atentam para o fato de que o manejo e a conservação do solo e da água são responsabilidade da sociedade como um todo. Assim, faz-se necessário estudo de mais longa duração relacionado à erosão hídrica para permitir a geração de um banco de dados que possa ser utilizado como uma ferramenta a mais de conhecimento e informação sobre o uso e manejo do solo.

Desta forma, os objetivos deste estudo foram avaliar a erosividade, a erodibilidade e as perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural em Lavras (MG).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A erosão hídrica é, fundamentalmente, a ação erosiva da chuva sobre o solo. A desagregação das partículas do solo causada pelo impacto direto das gotas de chuva e o escoamento superficial do excesso de água sobre o solo são os agentes ativos e o solo, o agente passivo, no processo de erosão hídrica (Hudson, 1995).

Para melhor entender e prever o fenômeno de erosão têm sido propostos diversos modelos matemáticos que possam descrever este processo. Dentre estes modelos, destaca-se a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS) (Wischmeier & Smith, 1965, 1978), que é de utilização muito prática para o planejamento conservacionista do solo. Embora seja denominada “universal”, seus parâmetros devem ser determinados localmente (Wischmeier, 1976). A EUPS é expressa da seguinte forma:

$$A = R K L S C P$$

em que:

A: perda de solo por erosão ($\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

R: potencial erosivo médio anual da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$);

K: erodibilidade do solo ($\text{Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$);

LS: fator topográfico do solo, que representa o comprimento de rampa (m) e grau de declive (%);

C: fator cobertura da cultura (adimensional);

P: fator práticas de manejo (adimensional).

A erodibilidade do solo (fator K da EUPS) é a suscetibilidade do solo à ação erosiva da chuva. A erosividade da chuva (fator R da EUPS) representa o potencial que a chuva tem em causar erosão e é representada pelo parâmetro EI_{30} , que consiste no produto da energia cinética total da chuva pela sua intensidade máxima em trinta minutos (Wischmeier & Smith, 1978), o qual tem se mostrado adequado para a estimativa do potencial erosivo da chuva de acordo com vários autores, podendo ser citados entre eles, Marques et al. (1997) e Silva et al. (1997). Assim, a erodibilidade ($\text{Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) representa a suscetibilidade do solo à erosão, expressa em termos de quantidade de perdas de solo (Mg ha^{-1}) por unidade de erosividade da chuva ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$).

De acordo com Bertol (1994) e Bertol et al. (2002), a erosão dos solos brasileiros apresenta grande variabilidade espacial e temporal, explicada pela diversidade climática, a qual influi no potencial erosivo das chuvas, e pela variabilidade de solo, que tem influência na suscetibilidade do mesmo à erosão. Neste caso, podemos ter solos mais ou menos suscetíveis à erosão, tanto do ponto de vista de sua pedogênese (fatores intrínsecos) quanto do ponto de vista do manejo adotado (fatores extrínsecos).

Considerando-se que as perdas de nutrientes e matéria orgânica são uma função das perdas de solo (Munn et al., 1973; Schuman et al., 1973), alguns trabalhos têm demonstrado que para algumas classes de solo tais perdas têm sido consideradas críticas. Para Latossolo Vermelho distroférico e Cambissolo

Húmico aluminico, destacam-se os estudos de Hernani et al. (1999) e Schick et al. (2000), respectivamente. Resende et al. (1988) e Oliveira et al. (1992) citam que os Cambissolos, por apresentarem pequena espessura do *sólum*, pobreza química acentuada e quando localizados em relevo movimentado, tem-se constituídos em sistemas muito instáveis.

A obtenção de dados de perdas de solo em experimentos com chuva natural é cara e morosa, razão do pequeno número de trabalhos que vêm sendo realizados no país, notadamente no estado de Minas Gerais. Dentre os estudos existentes em Minas Gerais, com chuva simulada, pode-se destacar o de Resck et al. (1981), desenvolvido em Podzólico Vermelho-Amarelo câmbico, em Viçosa, o de Lima (1991), desenvolvido em Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, em Lavras, e o de Silva et al. (1994), desenvolvido em Latossolo Vermelho-Escuro e Latossolo Vermelho-Amarelo, em Lavras. O conhecimento das perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica, e dos fatores que compõem a EUPS é de fundamental importância para o planejamento de uso da terra de forma sustentada.

3 METODOLOGIA GERAL

3.1 Localização, clima e solo

O município de Lavras está localizado na região Sul do Estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 21°14' de latitude sul e 45°00' de longitude oeste. A altitude média da área é de 918,84 m. O clima é enquadrado, de acordo com a classificação de Köppen, como Cwa, com precipitação média anual de 1529,7 mm. A temperatura média anual é de 19,4° C (BRASIL, 1992; Ometto, 1981).

Os solos estudados são classificados como Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (CXbd) e Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf) (EMBRAPA, 1999). O CXbd apresenta espessura do sólum (horizontes A + B) de 36 cm, sendo enquadrado como raso, ao passo que o LVdf é enquadrado como profundo (> 200 cm), conforme observações e medições de campo.

3.2 Amostragem

As amostragens para a determinação das perdas de solo e água foram feitas segundo Cogo (1978a e b) e as de nutrientes e carbono orgânico, de acordo com a descrição feita por Hernani et al. (1997).

3.3 Análises Estatísticas

O delineamento experimental utilizado para a caracterização das perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica consta de uma parcela de perdas de solo nos dois solos estudados, com a repetição no tempo (5 anos). As análises de regressão para a determinação da erodibilidade foram feitas utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS Institute, 1985).

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981 – 1990. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1453-1458, set. 1994.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico Aluminico Léptico, determinada sob chuva natural entre 1989 e 1998 em Lages (SC). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 465-471, 2002.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma agrária. *Normais climatológicas (1961-1990)*. Brasília: Secretaria Nacional de Irrigação. Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.

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

COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural: II – Alguns conceitos básicos e modelos de uma ficha para registro das características da chuva e perdas de solo e água (1a Aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. *Anais...* Passo fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978b. p. 99-107.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 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, n. 1, p. 145-154, jan./mar. 1999.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 667-676, out./dez. 1997.

- HUDSON, N. *Soil conservation*. 3. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 391 p.
- LIMA, P. M. de P. Índices de erodibilidade diretos e indiretos para dois latossolos do município de Lavras-Minas Gerais. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 15, n. 2, abr./jun. p. 186-193, 1991.
- MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N.; SANTANA, D. P.; SILVA, M. L. N. Índices de erosividade da chuva, perdas de solo e fator erodibilidade para dois solos da região dos Cerrados – Primeira aproximação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, n. 3, p. 427-434, jul./set. 1997.
- MUNN, D. A.; McLEAN, E. D.; RAMIREZ, A. LOGAN, T. J. Effect of soil cover, slope, and rainfall factors on soil and phosphorus movement under simulated rainfall conditions. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 37, n. 3, p. 428-431, 1973.
- OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 210 p.
- OMETTO, J. C. *Bioclimatologia vegetal*. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres, 1981. 440 p.
- RESCK, D. V.; FIGUEIREDO, M. S.; FERNANDES, B.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Erodibilidade de um Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico Distrófico fase terraço, localizado na Zona da Mata (MG), determinada com simulador de chuva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 5, n. 1, p. 7-14, jan./abr. 1981.
- RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 83 p.
- SAS INSTITUTE. *SAS User's guide: statistics*. 5. ed. Cary, N. C., 1985. 956 p.
- SCHICK, J.; BERTOL, I.; BALBINOT JÚNIOR, A. A.; BATISTELA, O. Erosão hídrica em Cambissolo Húmico Aluminico 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, n. 2, p. 437-447, 2000.

SCHUMAN, G. E.; SPOMER, R. G.; PIEST, R. F. Phosphorus losses from four agricultural watersheds on Missouri Valley loess. *Soil Science Society America Proceedings*, Madison, v. 37, n. 3, p. 424-427, 1973.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, M. S.; FERREIRA, M. M.; LOMBARDI NETO, F. Comparação entre métodos diretos e indiretos para determinação da erodibilidade em Latossolos sob cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1751-1761, nov. 1994.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P.; CURI, N.; LIMA, J. M. Relação entre parâmetros da chuva e perdas de solo e determinação da erodibilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro em Goiânia (GO). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 131-137, jan./mar. 1997.

WISCHMEIER, W. H. Use and misuse of the universal soil loss equation. *Journal of Soil and Water Conservation*, Ankeny, v. 31, n. 1, p. 5-9, Jan./Feb. 1976.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*. Washington: United States Department of Agriculture, 1978. 58 p. (Agriculture Handbook, 537).

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. *Predicting rainfall erosion losses from cropland east of the Rocky Mountains: guide for selection of practices for soil and water conservation*. Washington: United States Department of Agriculture, 1965. 47 p. (Agriculture Handbook, 282).

CAPÍTULO 2

SILVA, Antonio Marcos. Erosividade da chuva e erodibilidade de Cambissolo e Latossolo sob chuva natural. 2003. 71 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

RESUMO

O potencial da chuva em causar erosão, erosividade, e a suscetibilidade do solo em ser erodido, erodibilidade, influenciam diretamente na escolha adequada do uso e manejo do solo. Este estudo teve como objetivos avaliar a erosividade da chuva e a erodibilidade de Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (CXbd) e Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf), sob chuva natural, em Lavras (MG), entre 1998 e 2002. Os dados de precipitação pluviométrica foram obtidos junto à Estação Climatológica Principal de Lavras, localizada no *campus* da Universidade Federal de Lavras, próxima às unidades experimentais de perdas de solo. Utilizou-se um programa específico para o cálculo da erosividade (EI_{30}), que foi estimada a partir do produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos. Estes dados, correlacionados com as perdas de solo, permitiram obter a erodibilidade dos solos. A precipitação total média anual foi 1.287 mm e a erosividade média estimada foi de 4.865 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹. A erodibilidade foi 0,024 Mg h MJ⁻¹ mm⁻¹ para o CXbd ($R^2=0,84$) e 0,004 Mg h MJ⁻¹ mm⁻¹ para o LVdf ($R^2=0,69$).

* Comitê Orientador: Nilton Curi e Marx Leandro Naves Silva - UFLA (Orientadores)

ABSTRACT

SILVA, Antonio Marcos. Rainfall erosivity and erodibility of Cambisol (Inceptisol) and Latosol (Oxisol) under natural rainfall. 2003. 71 p. Dissertation (Master Program in Soils and Nutrition of Plants) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The rain potential in causing erosion, erosivity, and the susceptibility of soil to be eroded, erodibility, directly influence the adequate choice of use and management of the soil. This study had as objectives to evaluate the rain erosivity and the erodibility of a typical dystrophic Haplic Cambisol (CXbd) and a typical dystroferric Red Latosol (LVdf), under natural rainfall, at Lavras, Minas Gerais state, Brazil, between 1998 and 2002. The pluvial precipitation data were obtained from the Lavras Main Climatic Station, localized at the Federal University of Lavras, close to the soil losses experimental units. It was utilized a specific program for the calculation of erosivity (EI_{30}), which was estimated from the product of the rain kinectic energy by its maximum intensity in 30 minutes. These data, correlated with the soil losses, allowed to obtain the erodibility of the soils. The mean annual total precipitation was 1,287 mm and the estimated average erosivity was $4,865 \text{ MJ mm ha}^{-1}\text{h}^{-1}\text{year}^{-1}$. The erodibility was $0.024 \text{ Mg h MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$ for the CXbd ($R^2=0.84$) and $0.004 \text{ Mg h MJ}^{-1}\text{mm}^{-1}$ for the LVdf ($R^2=0.69$).

* Guidance Committee: Nilton Curi and Marx Leandro Naves Silva - UFLA (Major Professors)



1 INTRODUÇÃO

A erosividade das chuvas, representada pelo fator R da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), consiste no potencial da chuva em causar erosão e é representada pelo produto da energia cinética da chuva pela sua máxima intensidade em trinta minutos (EI_{30}) (Wischmeier & Smith, 1978). Este fator é empregado nos cálculos dos fatores erodibilidade e cobertura vegetal da EUPS. A determinação dos valores de erosividade permite identificar os meses nos quais o risco de erosão é mais elevado, sendo o mesmo importante no planejamento de uso da terra (Wischmeier & Smith, 1978; Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Hudson, 1995).

Entre vários estudos de erosividade no país, destacam-se alguns índices de erosividade da chuva (EI_{30}) como apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Erosividade da chuva para diferentes localidades no Brasil

Local	Estado	Erosividade	
		$\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1} \text{ano}^{-1}$	
Região Nordeste			
Bebedouro	PE	3.657	Lopes & Brito (1993)
Caatinga	PE	3.619	Lopes & Brito (1993)
Fortaleza	CE	6.774	Dias & Silva (2003)
Glória de Goitá	PE	3.551	Campos Filho et al. (1992)
Mandacaru	BA	4.039	Lopes & Brito (1993)
Região Centro-Oeste			
Barranquinho	MT	8.493	Morais et al. (1991)
Brasília	DF	8.319	Dedecek (1978)
Dourados	MS	6.411	Hernani et al. (1997)
Flechas	MT	7.830	Morais et al. (1991)
Goiânia	GO	8.355	Silva et al. (1997)
Região Sudeste			
Campinas	SP	6.738	Lombardi Neto & Moldenhauer (1992)
Lavras	MG	6.843	Val et al. (1986)
Mococa	SP	7.747	Carvalho et al. (1989)
Sete Lagoas	MG	5.835	Marques et al. (1998)
Região Sul			
Campos Novos	SC	6.329	Bertol (1994)
Guaíba	RS	1.126	Saraiva et al. (1981)
Lages	SC	5.790	Bertol et al. (2002)

A erodibilidade do solo, representada pelo fator K da EUPS, consiste na suscetibilidade do solo à erosão. Assim, a mesma é um atributo intrínseco de cada solo e um parâmetro fundamental para a previsão de perdas de solo e planejamento de uso da terra.

Entre os fatores que, de forma integrada, afetam a erodibilidade do solo destacam-se: a permeabilidade, capacidade total de armazenamento de água, textura (principalmente os teores de silte e areia muito fina), grau e tipo de estrutura, matéria orgânica, teores de óxidos de ferro e alumínio e tipo de argila.

Alguns estudos em diferentes regiões do país encontraram valores de erodibilidade para diversas classes de solos, entre estes vale a pena ressaltar, em Ijuí (RS), de $0,009 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Denardin, 1990); em Chapecó (SC), de $0,016 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Silva et al., 1997); em Campinas (SP), de $0,012 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Bertoni & Lombardi Neto, 1990); e em Dourados (MS), de $0,004 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ (Hernani et al., 1997), todos para Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 1999), antigo Latossolo Roxo. Para Cambissolo, destaca-se o estudo de Bertol et al. (2002), que encontraram um valor de $0,0115 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$, em Lages (SC).

Os solos apresentam um limite tolerável de perdas acima do qual os mesmos não manterão seu potencial produtivo sustentável ao longo dos anos. Assim, considera-se que a intensidade de erosão está dentro dos limites toleráveis quando esta não ultrapassa a intensidade de formação e renovação dos solos, tendo em vista que o solo representa um balanço entre remoção e enriquecimento através, respectivamente, das forças de erosão e pedogênese (Wischmeier & Smith, 1978). Para Sparovek & van Lier (1997), o conceito diz respeito à profundidade do solo, taxa de erosão presente e aspectos sociais ou econômicos presentes e futuros.

Os métodos de estimativa da tolerância de perdas de solo por erosão utilizam atributos que influenciam a erosão do solo e têm uma base de sustentação lógica e racional. Assim, torna-se importante definir a tolerância para diferentes classes de solo, com vistas a monitorar a eficácia dos sistemas de uso e manejo do solo na redução da erosão (Bertol & Almeida, 2000).

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1931

1932

1933

1934

1935

1936

1937

1938

1939

1940

1941

1942

1943

1944

O objetivo deste estudo foi avaliar a erosividade e a erodibilidade em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico, sob chuva natural, em Lavras (MG), entre 1998 e 2002.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o cálculo da erosividade foram utilizados registros contínuos de dados pluviométricos de Lavras (MG), do período entre janeiro de 1998 e dezembro de 2002, obtidos junto à Estação Climatológica Principal de Lavras, do 5º Distrito de Meteorologia, localizada no *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA). A amplitude de registro destes dados foi de 10 mm de precipitação, com precisão de 0,2 mm, sendo o tempo de registro de 24 horas, com unidade de 20 minutos. Após terem sido cotadas manualmente em segmentos de intensidades mais uniformes de chuva, determinaram-se as energias cinéticas totais das chuvas para cada evento, com o auxílio de um programa computacional específico desenvolvido por Cataneo et al. (1982), que calcula a energia cinética segundo Wischmeier & Smith (1958), com adaptações de De Maria (1994), que acrescentou o cálculo da energia cinética desenvolvido por Wagner & Massambani (1988). Segundo o programa, são consideradas chuvas individuais aquelas separadas por mais de 6 horas com precipitação menor que 1 mm. As chuvas menores que 10 mm, ou com intensidade máxima em 15 minutos menor que 24 mm h⁻¹, ou energia cinética menor que 3,6 MJ, são consideradas não erosivas (De Maria, 1994). A equação de energia cinética de Wischmeier & Smith (1958) foi convertida para o Sistema Internacional de Unidades, de acordo com Foster et al. (1981), resultando na equação:

$$E = 0,119 + 0,0873 \log I$$

A equação proposta por Wagner & Massambani (1988) é a seguinte:

$$E = 0,153 + 0,0645 \log I$$

em que:

E: energia da chuva ($\text{MJ ha}^{-1} \text{mm}^{-1}$);

I: intensidade da chuva (mm h^{-1}).

O índice EI_{30} foi obtido a partir da multiplicação da energia cinética total (somatório dos segmentos erosivos da chuva) pela máxima intensidade ocorrida em um período de 30 minutos consecutivos (I_{30}), segundo Wischmeier & Smith (1958). Pelo somatório de cada chuva, obteve-se o valor mensal e pela somatória dos valores mensais, obteve-se os valores anuais.

Os solos estudados foram um Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (CXbd) e um Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf), situados no *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA). As perdas de solo foram determinadas segundo Cogo (1978a e b).

A partir dos dados de erosividade e de perdas de solo, determinou-se o fator erodibilidade, em função de correlações entre os parâmetros de erosividade da chuva (x) e as respectivas perdas de solo (y), por meio de regressões lineares simples ($y = a + bx$), utilizando-se valores mensais para fazer as correlações. O coeficiente b, após correções do grau de declive e comprimento de rampa (fator LS), representa a erodibilidade do solo, em $\text{Mg h MJ}^{-1} \text{mm}^{-1}$. O fator erodibilidade do solo foi corrigido para o comprimento de rampa (22 m) e grau de declive ($0,09 \text{ m m}^{-1}$) referentes à parcela padrão, conforme preconizado por Wischmeier & Smith (1978) e transformado para o Sistema Internacional de Unidades conforme Bertoni et al. (1975), através da seguinte equação:

$$LS = L^{0,5} 100^{-1} (1,36 + 0,975S + 0,1385S^2)$$

em que:

LS: fator topográfico da EUPS, corrigido para as condições da parcela padrão (adimensional);

L: comprimento do declive (m);

S: declividade do terreno (%).

Para observar a significância estatística dos resultados de regressão a 5 %, aplicou-se o teste F de Snedecor, utilizando-se o pacote estatístico SAS (SAS Intitute, 1985).

Para o cálculo do valor de tolerância de perdas de solo, foi utilizada a descrição morfológica (Anexo D) e as análises dos perfis de solos representativos, as quais foram complementadas com observações e determinações de campo. As tolerâncias de perdas de solo foram estimadas segundo método proposto por Galindo & Margolis (1989).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 são apresentados os dados de precipitação e erosividade. A precipitação ocorrida entre os meses de novembro e março corresponde a 82,75% do total anual e a erosividade para o mesmo período corresponde a 90,36% do total, mostrando ser este o período de maior risco em relação à erosão hídrica. Esta observação está de acordo com os resultados encontrados por Val et al. (1986), embora estes autores tenham encontrado um valor total anual de $6.837 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ para Lavras (MG), trabalhando com uma série histórica de 22 anos.

Os valores aqui encontrados correlacionam-se bem com aqueles obtidos por Val et al. (1986), em relação à precipitação ($r = 0,85$) e em relação à distribuição percentual da erosividade ($r = 0,93$).

TABELA 2. Valores médios mensais e valor total anual da precipitação pluvial e da erosividade para Lavras (MG), entre 1998 e 2002

Mês	Precipitação (média de 5 anos)		Erosividade (média de 5 anos)	
	mm	%	MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ mês ⁻¹	%
Janeiro	230	17,86	1.255	25,81
Fevereiro	205	15,95	259	5,33
Março	175	13,59	634	13,02
Abril	20	1,59	10	0,20
Mai	30	2,32	99	2,04
Junho	5	0,42	1	0,02
Julho	6	0,45	6	0,13
Agosto	27	2,11	27	0,56
Setembro	47	3,62	93	1,91
Outubro	87	6,74	233	4,78
Novembro	184	14,31	1.008	20,71
Dezembro	271	21,04	1.240	25,49
Total	1.287	100,00	4.865	100,00
DP	94,23	-	474,25	-
CV	87,86	-	116,97	-

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios anuais de erosividade das chuvas, para Lavras (MG), onde se pode verificar a variabilidade deste parâmetro em consonância com a variabilidade das chuvas no período estudado.

TABELA 3. Valores anuais de precipitação e erosividade para Lavras (MG), entre 1998 e 2002

Ano	Precipitação mm	Erosividade
		MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹ ano ⁻¹
1998	1176	3.467
1999	1414	5.566
2000	1459	6.949
2001	1234	6.171
2002	1151	2.173
Média	1287	4.865
DP	125,97	1.983,75
CV (%)	9,79	40,77

Na Figura 1 são exibidas as distribuições relativas da precipitação e da erosividade das chuvas. Observa-se que nos meses de novembro a janeiro os valores de erosividade superam os valores de precipitação, caracterizando chuvas mais intensas e, conseqüentemente, mais erosivas neste período. No estudo de Val et al. (1986), este fato foi observado somente nos meses de dezembro e janeiro.

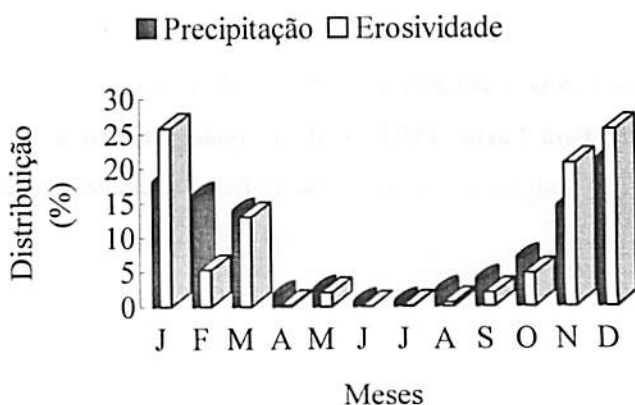


FIGURA 1. Distribuição média percentual da precipitação e da erosividade das chuvas para Lavras (MG) no período entre 1998 e 2002.

Na Figura 2 é demonstrada a relação entre o índice de erosividade das chuvas (EI_{30}) e a precipitação (p). Os valores de precipitação apresentaram boa correlação com os valores de erosividade ($r=0,90$) no período estudado.

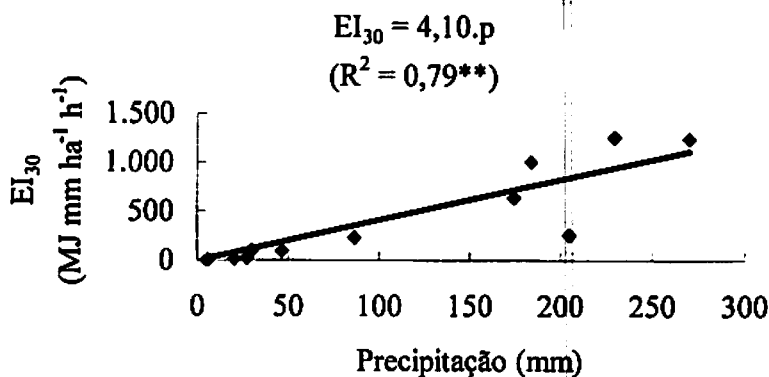


Figura 2. Regressão linear entre EI_{30} e precipitação para o período de 1998 a 2002 em Lavras (MG).

A partir dos modelos lineares entre a erosividade (EI_{30}) e as perdas de solo (A), estabelecidos como: $A = 0,0339 EI_{30} + 3,3958$ ($R^2 = 0,86$) para o CXbd e $A = 0,0038 EI_{30} - 0,2893$ ($R^2 = 0,70$) para o LVdf, foram ajustados os modelos, para que as coordenadas partissem de zero. Os modelos foram: $A = 0,0339 EI_{30}$ ($R^2 = 0,84$) para o CXbd e $A = 0,0039 EI_{30}$ ($R^2 = 0,69$) para o LVdf. O coeficiente angular b , corrigido pelo fator LS (1,4144 para o CXbd e 0,9901 para o LVdf), permitiu estimar a erodibilidade dos solos em $0,024 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para o CXbd e $0,004 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para o LVdf.

Os valores de erodibilidade são classificados como moderado para o CXbd e como baixo para o LVdf (Foster et al., 1981).

Para o CXbd o valor de erodibilidade encontrado difere do de Bertol et al. (2002) que obtiveram um resultado de $0,0151 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para um Cambissolo Húmico de Lages (SC), mas para o LVdf, o valor aqui obtido é muito próximo àquele encontrado por Hernani et al. (1997), de $0,0045 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$ para um Latossolo Vermelho distroférico de Dourados (MS).

Uma possível explicação para o valor mais alto de erodibilidade do Cambissolo de Lavras em relação ao de Lages está relacionada ao teor bem mais baixo de carbono orgânico do primeiro, que contribui para sua baixa resistência à erosão hídrica.

O baixo valor de erodibilidade encontrado para o LVdf está em consonância com seu teor de carbono orgânico mais elevado que o CXbd ($82,0 \text{ g kg}^{-1}$ versus $27,7 \text{ g kg}^{-1}$, Anexo B, Tabela 7B) e sua mineralogia predominantemente gibbsítica, conferindo estrutura mais granular, induzindo maior porosidade ($61,18 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$ versus $50,31 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$, Anexo B, Tabela 5B) e maior permeabilidade ($119,98 \text{ mm h}^{-1}$ versus $24,80 \text{ mm h}^{-1}$, Anexo B, Tabela 6B), concordando com Silva et al. (1994 e 1997) e Ferreira et al. (1999).

O valor de tolerância de perdas de solo obtido para o LVdf foi $12,70 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e para o CXbd, $5,60 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Observa-se que o limite de tolerância para o LVdf é mais que o dobro em relação ao CXbd, em razão da sua maior profundidade efetiva, permeabilidade e teor de matéria orgânica.

Os resultados de tolerância de perdas de solo obtidos estão abaixo dos valores obtidos para Cambissolos do Estado de Santa Catarina ($8,6 - 9,3 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) (Bertol & Almeida, 2000). A tolerância média para solos com horizonte B latossólico do estado de São Paulo variou entre $9,6$ e $15,0 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, conforme Lombardi Neto & Bertoni (1975).

As Figuras 3 e 4 apresentam os resultados da regressão linear entre a erosividade (EI_{30}) e as perdas de solo (A). Observa-se que é necessário um valor de erosividade de $233,33$ e $3.175,00 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ para que as perdas de solo

superem o valor de tolerância, 5,60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para o CXbd (Figura 3) e 12,70 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ para o LVdf (Figura 4), respectivamente. Com base nestes valores, faz-se necessário adotar práticas conservacionistas de manejo do solo, principalmente no Cambissolo.

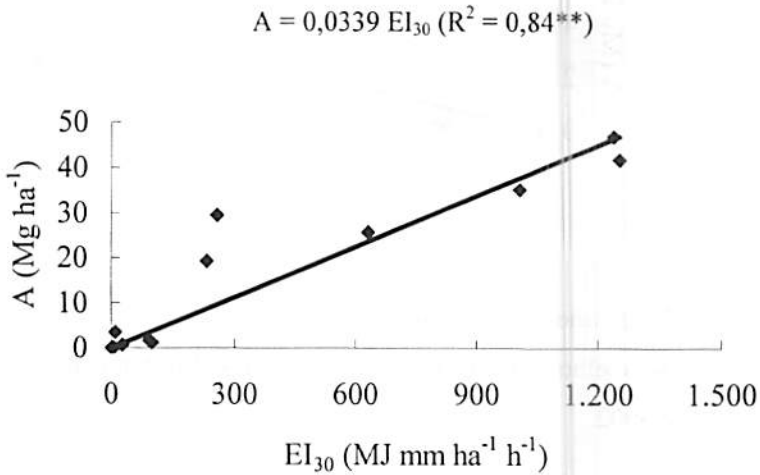


Figura 3. Regressão linear entre EI_{30} e perdas de solo (A) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico de Lavras (MG), no período entre 1998 e 2002.



$$A = 0,0039 EI_{30} (R^2 = 0,69^{**})$$

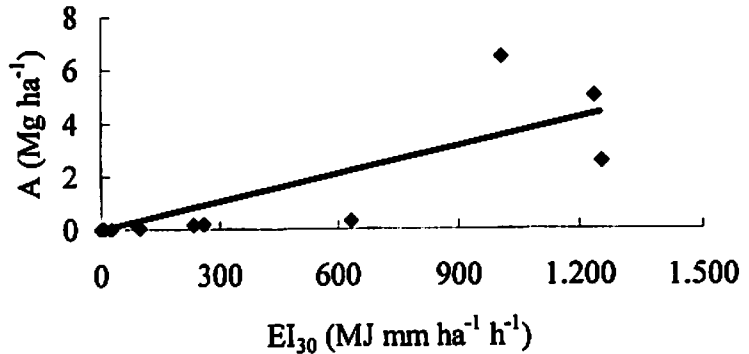


Figura 4. Regressão linear entre EI_{30} e perdas de solo (A) em Latossolo Vermelho distroférrico típico de Lavras (MG), no período entre 1998 e 2002.

4 CONCLUSÕES

A maior erosividade concentra-se no período entre novembro e março provocando maior erosão hídrica.

Os valores de erodibilidade foram enquadrados como moderado para o Cambissolo ($0,024 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$) e baixo para o Latossolo ($0,004 \text{ Mg h MJ}^{-1} \text{ mm}^{-1}$), em consonância com seus atributos diferenciais.

Em condições equiparáveis, seria necessária uma erosividade da chuva muito maior no Latossolo ($3.175,00 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$) do que no Cambissolo ($233,33 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$) para que as perdas de solo naquele atingissem o limite máximo de tolerância.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BERTOL, I. Avaliação da erosividade da chuva na localidade de Campos Novos (SC) no período de 1981 – 1990. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 9, p. 1453-1458, set. 1994.

BERTOL, I.; ALMEIDA, J. A. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do estado de Santa Catarina, *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 24, p. 657-668, 2000.

BERTOL, I.; SCHICK, J.; BATISTELA, O.; LEITE, D.; AMARAL, A. J. Erodibilidade de um Cambissolo Húmico Aluminico Léptico, determinada sob chuva natural entre 1989 e 1998 em Lages (SC). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 26, p. 465-471, 2002.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. *Conservação do solo*. Piracicaba: Ícone, 1990. 355 p.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATI JÚNIOR, R. *Equação de perdas de solo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975. 25 p. (IAC. Boletim Técnico, 21).

CAMPOS FILHO, O. R.; SILVA, I. de F.; ANDRADE, A. P.; LEPRUN, J. C. Erosividade da chuva e erodibilidade do solo no Agreste de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 27, n. 9, p. 1363-1370, set. 1992.

CARVALHO, M. P.; LOMBARDI NETO, F.; VASQUES FILHO, J.; CATANEO, A. Erosividade da chuva de Mococa (SP) analisada pelo índice EI_{30} . *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 13, n. 2, p. 243-249, maio/ago. 1989.

CATANEO, A.; CASTRO FILHO, C.; ACQUAROLE, R. M. Programa para cálculo de índice de erosividade de chuvas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 6, n. 3, p. 236-239, set./dez. 1982.

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

COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural: II – Alguns conceitos básicos e modelos de uma ficha para registro das características da chuva e perdas de solo e água (1ª Aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. Anais... Passo fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978b. p. 99-107.

DE MARIA, I. C. Cálculo da erosividade da chuva. In: INSTITUTO AGRONOMICO 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. n. p.

DEDECEK, R. A. Capacidade erosiva das chuvas de Brasília – DF. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS SOBRE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. Anais... [S. 1.]: EMBRAPA-SNLCS, 1978. p. 157-161.

DENARDIN, J. R. Erodibilidade do solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos. 1990. 106 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

DIAS, A. S.; SILVA, J. C. R. A erosividade das chuvas em Fortaleza (CE). I – Distribuição, probabilidade de ocorrência e período de retorno – 1ª Aproximação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, p. 335-345, 2003.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

FERREIRA, M. M. Influência da mineralogia da fração argila nas propriedades físicas de latossolos da região sudeste do Brasil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 515-524, jul./set. 1999.

FOSTER, G. R.; McCOOL, D. K.; RENARD, K. G.; MOLDENHAUER, W. C. Conversion of the universal loss equation to SI metric units. Journal Soil Water Conservation, Ankey, v. 36, n. 6, p. 355-359, 1981.

GALINDO, I. C. de L.; MARGOLIS, E. Tolerância de perdas por erosão para solos do estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 13, n. 1, p. 95-100, jan./abr. 1989.

HERNANI, L. C.; SALTON, J. C.; FABRÍCIO, A. C.; DEDECEK, R.; ALVES JÚNIOR, M. Perdas por erosão e rendimentos de soja e de trigo em diferentes sistemas de preparo de um Latossolo Roxo de Dourados (MS). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, n. 4, p. 667-676, out./dez. 1997.

HUDSON, N. *Soil conservation*. 3. ed. Ames: Iowa State University Press, 1995. 391p.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. *Tolerância de perdas de terra para solos do estado de São Paulo*. Campinas: Instituto Agrônomo, 1975. 12 p. (Boletim Técnico, 28)

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solos em Campinas (SP). *Bragantia*, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

LOPES, P. R. C.; BRITO, L. T. I. Erosividade da chuva no Médio São Francisco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 17, n. 1, p. 129-133, jan./abr. 1993.

MARQUES, J. J. G. S. M.; ALVARENGA, R. C.; CURI, N. Erosividade das chuvas na região de Sete Lagoas, MG. *Pesquisas Agropecuárias Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 5, p. 761-768, maio 1998.

MORAIS, L. F. B. de.; SILVA, V. de.; NASCHENVEN, T. M. de C.; HARDOIN, P. C.; ALMEIDA, J. E. L. de.; WEBER, O. L. dos S.; BOEL, E.; DURIGON, V. Índice EI_{30} e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 17, n. 3, p. 339-344, set./dez. 1991.

SARAIVA, O. F.; COGO, N. P.; MIELNIEZUK, J. Erosividade das chuvas e perdas por erosão em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais em solo Laterítico Bruno Avermelhado Distrófico I. Resultados do segundo ano. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 16, n. 1, p. 121-128, jan. 1981.

SAS INSTITUTE. *SAS User's guide: statistics*. 5. ed. Cary, N. C., 1985. 956 p.

SILVA, M. L. N.; CURI, N.; OLIVEIRA, M. S.; FERREIRA, M. M.; LOMBARDI NETO, F. Comparação entre métodos diretos e indiretos para determinação da erodibilidade em Latossolos sob cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 29, n. 11, p. 1751-1761, nov. 1994.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P.; CURI, N. Índices de erosividade das chuvas da Região de Goiânia (GO). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 32, n. 10, p. 977-985; out. 1997.

SPAROVEK, G.; JONG VAN LIER, Q. Definition of tolerable soil erosion values. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 21, p. 467-471, 1997.

VAL, L. A.; BAHIA, V. G.; FREIRE, J. C.; DIAS JUNIOR, M. S. Erosividade das chuvas em Lavras – MG. *Ciência e Prática*, Lavras, v. 10, n. 2, p. 199-209, 1986.

WAGNER, C. S.; MASSAMBANI, O. Análise da relação intensidade de chuva-energia cinética de Wischmeier & Smith e sua aplicabilidade à região de São Paulo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 12, n. 3, p. 197-203, set./dez. 1988.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall energy and its relationships to soil loss. *Transactions of the American Geophysical Union*, Washington, v. 39, n. 2, p. 285-291, 1958.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning**. Washington, DC: USDA, 1978. 58 p. (Agriculture Hand-book, 537)

CAPÍTULO 3

SILVA, Antonio Marcos. **Perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo e Latossolo sob chuva natural.** 2003. 71 p. Dissertação – Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

RESUMO

A erosão hídrica é responsável por consideráveis perdas de nutrientes e carbono dos solos agrícolas. A minimização das perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico, constitui-se num importante aspecto do planejamento conservacionista. Este estudo teve como objetivos avaliar as perdas por erosão hídrica, de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico (CXbd) e Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf). As coletas foram realizadas após cada evento de chuva. As perdas médias anuais de solo foram de 205,65 Mg ha⁻¹ para o CXbd e de 14,90 Mg ha⁻¹ para o LVdf. As perdas médias anuais de água foram 369 mm para o CXbd e 113 mm para o LVdf, representando, respectivamente, 28,67% e 8,78% do total precipitado. As perdas de nutrientes e carbono orgânico no sedimento de erosão foram maiores no CXbd em relação ao LVdf, tornando-se mais críticas no primeiro caso.

* Comitê Orientador: Nilton Curi e Marx Leandro Naves Silva – UFPA (Orientadores)

ABSTRACT

SILVA, Antonio Marcos. Soil, water, nutrients and organic carbon losses on Cambisol (Inceptisol) and Latosol (Oxisol) under natural rainfall. 2003. 71 p. Dissertation (Master Program in Soils and Nutrition of Plants) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The hydric erosion is responsible for considerable losses of nutrients and carbon from agricultural soils. The reduction of soil, water, nutrients and organic carbon losses constitutes an important aspect of the conservation planning. This study had as objectives to evaluate the soil, water, nutrients and organic carbon losses on a typic dystrophic Haplic Cambisol (CXbd) and a typic dystroferric Red Latosol (LVdf). The samplings were performed after each rain event. The mean annual soil losses were 205.65 Mg ha⁻¹ for the CXbd and 14.90 Mg ha⁻¹ for the LVdf. The mean annual water losses were 369 mm for the CXbd and 113 mm for the LVdf, representing, 28.67% and 8.78% of the total precipitation, respectively. The nutrients and organic carbon losses in the erosion sediment were higher on the CXbd in relation to the LVdf, becoming more critical in the first case.

* Guidance Committee: Nilton Curi and Marx Leandro Naves Silva - UFLA (Major Professors)

1 INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é um dos principais problemas relacionados ao manejo dos solos no país. A erosão tem contribuído para o empobrecimento dos mesmos e para uma redução e, ou, perda de sustentabilidade dos agroecossistemas, em função das perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico a ela associadas.

A degradação do solo ocorre em geral a partir da interferência antrópica sobre este recurso. A erosão, a lixiviação, a compactação do solo e a perda de matéria orgânica são exemplos de processos degradativos em sistemas agrícolas (Bezdicek et al., 1996).

Considerando-se que as perdas de nutrientes e matéria orgânica são uma função das perdas de solo (Munn et al., 1973; Schuman et al., 1973), alguns trabalhos têm demonstrado que, para algumas classes de solo, tais perdas têm sido consideradas críticas. Para Latossolo Vermelho distroférico e Cambissolo Húmico Alumínico, destacam-se os estudos de Hernani et al. (1999) e Schick et al. (2000), respectivamente. Resende et al. (1988) e Oliveira et al. (1992) citam que os Cambissolos, por apresentarem pequena espessura do *sólum*, pobreza química acentuada e quando localizados em relevo movimentado, tem-se constituído em sistemas muito instáveis.

A obtenção de dados de perdas de solo em experimentos com chuva natural é cara e morosa, razão do pequeno número de trabalhos que vêm sendo realizados no país, notadamente no estado de Minas Gerais. O conhecimento das perdas de solo, água, nutrientes e matéria orgânica é de fundamental importância para o planejamento de uso da terra de forma sustentada.

Os objetivos deste estudo foram avaliar, sob condições de chuva natural, as perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico em Cambissolo Háptico Tb distrófico típico (CXbd) e Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf) em Lavras (MG).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido entre janeiro de 1998 e dezembro de 2002 no *campus* da Universidade Federal de Lavras, em Lavras (MG). A unidade experimental foi constituída de uma parcela com declive de $0,15 \text{ m m}^{-1}$ no Cambissolo Háptico Tb distrófico típico (CXbd) e uma com declive de $0,12 \text{ m m}^{-1}$ no Latossolo Vermelho distroférico típico (LVdf), com aproximadamente 26 m^2 ($3 \times 8,67 \text{ m}$) e ambas delimitadas por chapas galvanizadas cravadas a 20 cm no solo e com 20 cm de altura a partir da superfície do mesmo. Na parte inferior das parcelas foram instaladas calhas coletoras que conduzem a enxurrada para dois tanques coletores de 225 L cada, interligados por um divisor tipo Geib com 9 janelas, sendo que a coleta no segundo tanque corresponde a $1/9$ da enxurrada total, conforme Figura 1.

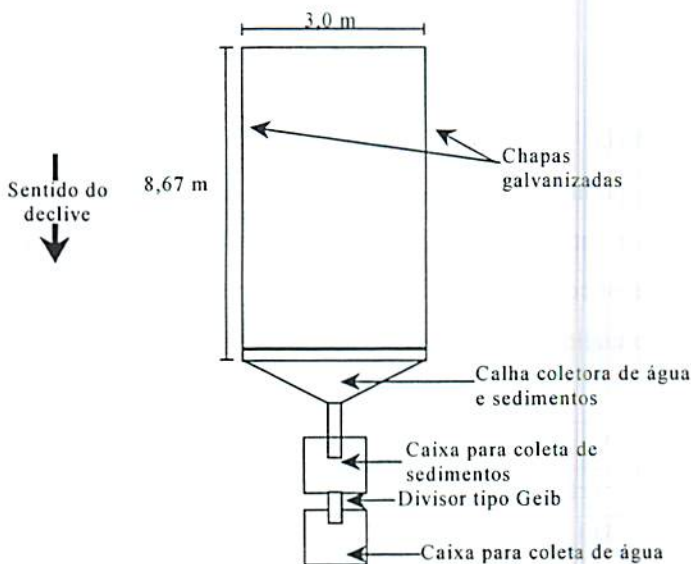


Figura 1. Croqui das parcelas experimentais de perdas de solo (Adaptado de Martins, 2001).

No início do experimento foram feitas uma aração com arado de discos e duas gradagens leves, todas no sentido do declive. Para quantificar as perdas de solo foram coletadas amostras segundo Cogo (1978a e b), após cada evento de chuva. O potencial de perdas de solo foi calculado pela razão entre as perdas de solo ($Mg\ ha^{-1}$) e as perdas de água (mm), como descrito por Martins (2001). As perdas de nutrientes, carbono orgânico e a taxa de enriquecimento do sedimento foram determinadas como descrito por Hernani et al. (1999).

Os atributos mineralógicos e químicos dos solos foram determinados segundo Vettori (1969), Klug & Alexander (1974) e EMBRAPA (1997).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os resultados de alguns atributos mineralógicos e químicos dos solos estudados.

TABELA 1. Atributos mineralógicos e químicos de Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico na profundidade de 0 a 20cm

Solo	Ct	Gb	Gb/(Gb+Ct)	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SiO ₂
	-----g kg ⁻¹ -----			-----g kg ⁻¹ -----		
CXbd	330	190	0,36	239	33	223
LVdf	160	310	0,66	274	292	126

Ct: caulinita; Gb: gibbsita; Al₂O₃, Fe₂O₃, SiO₂: óxidos do ataque sulfúrico.

O LVdf apresenta mineralogia predominantemente gibbsítica, que aliada a maiores teores de óxidos de ferro, contribui para uma estrutura granular (Anexo D), maior porosidade total (61,18 m³m⁻³, Anexo B, Tabela 5) e maior permeabilidade (119,98 mm h⁻¹, Anexo B, Tabela 6). O CXbd, mais caulinitico, com baixos teores de óxidos de ferro, tende a uma estrutura em blocos (Anexo D), menor porosidade total (50,31 m³m⁻³, Anexo B, Tabela 5) e baixa permeabilidade (24,80 mm h⁻¹, Anexo B, Tabela 6). O LVdf, embora tenha maior permeabilidade, apresenta menor coesão entre os agregados, ao contrário do CXbd.

Na Tabela 2 observam-se os resultados médios mensais das perdas de solo. Observa-se que o período crítico para erosão ocorre entre os meses de novembro e março e acompanha a erosividade da chuva. As perdas de solo neste período correspondem a 205,65 Mg ha⁻¹ em média para o CXbd e 14,90 Mg ha⁻¹ em média para o LVdf. Os resultados do CXbd estão acima dos resultados

obtidos por Schick et al. (2000), para Cambissolo Húmico de Lages (SC), com valor de 111,83 Mg ha⁻¹. Os atributos do Cambissolo deste estudo, notadamente seus baixos teores de carbono orgânico (Anexo B, Tabela 7), ajudam a explicar seu valor mais alto de perdas de solo. Já em estudo desenvolvido nos Cambissolos da zona fisiográfica Campos das Vertentes (MG), Santos et al. (1998) encontraram valores da ordem de 151 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. Para Latossolo Roxo (atualmente Latossolo Vermelho distroférico), Hernani et al. (1999) encontraram valores de perdas de solo de 6,9 Mg ha⁻¹ ano⁻¹, sob condição de solo descoberto.

Contribuiu para a erosão mais intensa no CXbd, um encrostamento (impermeabilização superficial) pronunciado, concordando com Santos et al. (1998), segundo observações de campo.

TABELA 2. Perdas médias mensais de Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico para o período de 1998 a 2002, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Meses	Perdas de solo			
	CXbd		LVdf	
	Mg ha ⁻¹	%	Mg ha ⁻¹	%
Janeiro	41,74	20,31	2,54	17,05
Fevereiro	29,52	14,35	0,20	1,34
Março	25,81	12,55	0,32	2,15
Abril	3,48	1,69	0,01	0,07
Maiο	1,25	0,61	0,05	0,34
Junho	0,02	0,01	0,00	0,00
Julho	0,00	0,00	0,00	0,00
Agosto	0,71	0,34	0,01	0,07
Setembro	1,65	0,80	0,12	0,80
Outubro	19,39	9,43	0,17	1,14
Novembro	35,19	17,11	6,47	43,42
Dezembro	46,88	22,80	5,01	33,62
Total	205,65	100,00	14,90	100,00
DP	18,05	-	2,24	-
CV (%)	105,34	-	180,25	-

65,0%
de 1998 a 2002

relação entre 1998 e 2002 mensal
com 100000 perda média de
100000 mensal

As perdas de solo no período de novembro a março corresponderam a 87,12% das perdas totais no CXbd e a 97,58% das perdas totais no LVdf. Portanto, maiores cuidados no manejo e conservação do solo e da água serão necessários neste período. Os valores de perdas de solo estão acima dos limites de tolerância para os dois solos, 12,70 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no LVdf e 5,60 Mg ha⁻¹ ano⁻¹ no CXbd, sendo que no CXbd o valor de perda é bem mais crítico. Observa-se que o limite de tolerância para o LVdf é mais que o dobro em relação ao CXbd, em razão da sua maior profundidade efetiva (Anexo D), permeabilidade (Tabela 6B), e teor de matéria orgânica (Tabela 7B).

Na Tabela 3 são apresentados os valores médios mensais de precipitação e das perdas de água em relação ao total precipitado no período estudado. As perdas de água seguiram a mesma tendência, em diferentes proporções, das perdas de solo, sendo que o CXbd apresentou perdas três vezes maiores em relação ao LVdf. Considerando-se que o Cambissolo é muito mais raso do que o Latossolo (descrição morfológica, Anexo D), estes valores tornam-se muito críticos no primeiro solo e devem ser necessariamente considerados no uso e manejo deste sistema.

TABELA 3. Precipitação e perdas mensais médias de água em relação ao total anual precipitado em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico entre 1998 e 2002, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Meses	Precipitação		Perdas de água			
			CXbd		LVdf	
	Mm	mm	%	mm	%	
Janeiro	230	53	4,12	27	2,10	
Fevereiro	205	67	5,21	9	0,70	
Março	175	54	4,20	13	1,01	
Abril	20	10	0,78	1	0,08	
Maió	30	7	0,54	1	0,08	
Junho	5	0	0,00	0	0,00	
Julho	6	0	0,00	0	0,00	
Agosto	27	2	0,16	0	0,00	
Setembro	47	6	0,47	1	0,08	
Outubro	87	26	2,02	3	0,23	
Novembro	184	51	3,96	27	2,10	
Dezembro	271	93	7,23	31	2,41	
Total	1287	369	28,67	113	8,78	
DP	94,29	30,25	-	11,61	-	
CV (%)	87,91	98,38	-	123,27	-	

Foi estabelecida uma relação percentual entre a precipitação e as perdas de água nos solos estudados, obtendo-se $r = 0,98$ para o CXbd e $r = 0,91$ para o LVdf.

Os valores anuais de perdas de solo, água e o potencial de perdas de solo (PAS) são apresentados na Tabela 4. Por estes resultados, o CXbd apresenta um PAS, em média, cinco vezes maior do que o LVdf. Este resultado concorda com a permeabilidade, cinco vezes maior no LVdf em relação ao CXbd (Tabela 6B).

TABELA 4. Valores médios anuais de perdas de solo, água e potencial de perdas de solo (PAS) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico, entre 1998 e 2002, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Solo	Ano	Perdas de Solo	Perdas de Água	PAS
		Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹	mm	Mg ha ⁻¹ mm ⁻¹
CXbd	1998	374,10	335,04	1,12
	1999	280,40	535,56	0,52
	2000	115,20	283,10	0,41
	2001	160,08	475,83	0,34
	2002	98,47	225,67	0,44
Média		205,65	371,04	0,56
DP		105,55	130,58	0,28
C.V. (%)		51,33	35,19	50,14
LVdf	1998	2,20	65,37	0,03
	1999	6,19	133,53	0,05
	2000	5,05	117,15	0,04
	2001	55,74	201,52	0,28
	2002	5,34	52,83	0,10
Média		14,90	114,08	0,10
DP		20,46	59,49	0,09
C.V. (%)		137,29	52,15	91,18

Em 2001, um evento de chuva de 78 mm e de 2231 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ de erosividade, contribuiu para o maior valor de perda de solo destacado no LVdf.

Na Tabela 5 são apresentados os valores de perdas anuais de nutrientes e carbono orgânico nos solos estudados. Os maiores valores de perdas de nutrientes e carbono orgânico encontrados no sedimento de erosão para o CXbd estão de acordo com as perdas médias de solo, 205,65 Mg ha⁻¹ para o CXbd e 14,90 Mg ha⁻¹ para o LVdf.

TABELA 5. Perdas anuais de nutrientes e carbono orgânico dos solos no período de estudo

Solo	Ano	Nutrientes				C org.
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K ⁺	Mg ha ⁻¹
		kg ha ⁻¹				
CXbd	1998	11,22	0,90	1,87	13,84	5,98
	1999	6,17	1,01	0,84	6,17	3,93
	2000	4,34	1,21	0,40	3,41	1,94
	2001	1,92	0,38	0,50	1,76	1,60
	2002	1,38	0,24	0,28	1,67	0,98
Média		5,06	0,75	0,78	5,37	2,89
DP		3,97	0,42	0,64	5,07	2,05
C.V. (%)		79,33	55,87	82,91	94,47	71,10
LVdf	1998	0,14	0,03	0,01	0,09	0,05
	1999	0,41	0,06	0,02	0,36	0,22
	2000	0,28	0,05	0,01	0,19	0,12
	2001	2,79	0,33	0,17	1,56	1,51
	2002	0,26	0,04	0,02	0,14	0,13
Média		0,78	0,10	0,05	0,47	0,41
DP		1,13	0,13	0,07	0,62	0,62
C.V. (%)		145,61	125,44	151,08	132,23	152,73

O carbono orgânico foi perdido em maior quantidade nos dois solos, em razão de seu maior teor no solo e porque a matéria orgânica é o primeiro constituinte a ser removido pela erosão, tendo em vista a sua baixa densidade (Seganfredo et al., 1997; Schick et al., 2000). A perda total de potássio no sedimento de erosão foi maior do que a de fósforo, devido a sua menor fixação, o que facilita o transporte pela água, concordando com Seganfredo et al. (1997) e Schick et al. (2000). No CXbd, a seqüência decrescente de perdas de nutrientes não acompanhou os resultados encontrados por Schick et al. (2000). No LVdf, as perdas seguindo a tendência Ca > K > Mg > P concordam com os estudos de Hernani et al. (1999).

Na Tabela 6 são apresentados os dados da taxa de enriquecimento no sedimento de erosão. As taxas de enriquecimento maiores do que 1,0 indicam que as concentrações no sedimento erodido foram sempre maiores do que no solo original, caracterizando o caráter seletivo da erosão hídrica, que transporta principalmente as partículas mais finas, a fração mais reativa do solo e, conseqüentemente, com maior capacidade de carrear nutrientes e carbono orgânico.

TABELA 6. Taxa de enriquecimento no sedimento de erosão de Cambissolo Háplico Tb distrófico típico e Latossolo Vermelho distroférico típico, entre 1998 e 2002, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Solo	Ano	Taxa de Enriquecimento				C org.
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K ⁺	
CXbd	1998	1,15	0,67	2,50	0,84	1,45
	1999	0,85	1,00	1,50	0,50	1,27
	2000	1,08	2,17	1,29	0,50	1,14
	2001	0,46	0,67	1,55	0,25	0,91
	2002	0,54	0,67	1,40	0,39	0,91
Média		0,82	1,03	1,65	0,50	1,14
DP		0,28	0,58	0,44	0,20	0,21
C.V. (%)		34,07	56,24	26,48	39,50	18,59
LVdf	1998	0,91	1,71	0,80	0,46	1,29
	1999	0,97	1,14	0,80	0,65	2,12
	2000	0,81	1,24	0,52	0,43	1,38
	2001	0,74	0,71	0,62	0,31	1,59
	2002	0,71	0,86	0,62	0,30	1,41
Média		0,83	1,13	0,67	0,43	1,56
DP		0,10	0,35	0,11	0,13	0,30
C.V. (%)		12,21	30,58	16,29	29,21	18,94

No sedimento de erosão foram observados principalmente enriquecimentos em carbono orgânico, magnésio e fósforo (somente no Cambissolo). Estes maiores teores de nutrientes e carbono orgânico no solo erodido do que no solo original pode ser também atribuído ao fato de que a amostragem de solo na condição original para análise destes constituintes foi feita na profundidade de 0 a 20 cm, concordando com Eltz (1977), diluindo estes teores. Apesar da maior taxa de enriquecimento de fósforo em relação ao potássio, como a quantidade de potássio no solo na condição original é bem maior que a de fósforo, o potássio é perdido em maior quantidade por erosão hídrica conforme demonstrado na Tabela 5.

4 CONCLUSÕES

O Cambissolo apresenta maior potencial de perdas de solo, água, nutrientes e carbono orgânico do que o Latossolo.

O período entre novembro e março concentra o período crítico de potencial destas perdas, concordando com os índices de erosividade neste período.

No Cambissolo e no Latossolo as perdas estão acima dos limites toleráveis, sendo que no Cambissolo os valores são bem mais críticos, requerendo cuidados constantes com a sua conservação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEZDICEK, D. F.; PAPENDICK, R. I.; LAL, R. Introduction: importance of soil quality to health and sustainable land management. In: DORAN, J. W.; JONES, A. J. (eds.). **Methods for assessing soil quality**. Madison: Soil Science Society of America, 1996. p.1-8. (SSSA Special Publication, 49).

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

COGO, N. P. Uma contribuição à metodologia de estudo das perdas por erosão em condições de chuva natural: II – Alguns conceitos básicos e modelos de uma ficha para registro das características da chuva e perdas de solo e água (1ª Aproximação). In: ENCONTRO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DO SOLO, 2., 1978, Passo Fundo. **Anais... Passo fundo: EMBRAPA-CNPT, 1978b. p. 99-107.**

ELTZ, F. L. P. **Perdas por erosão sob precipitação natural em diferentes manejos de solo e coberturas vegetais. I. Solo da unidade de mapeamento São Jerônimo – Primeira Etapa Experimental.** 1977. 97 p. Dissertação - (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de Métodos de Análises de Solo.** Rio de Janeiro, 1997. 2ª ed. 212 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, n. 1, p. 145-154, jan./mar. 1999.**

KLUGE, H. P.; ALEXANDER, L. E. **X-ray diffraction procedures.** New York: Wiley, 1974.

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

MUNN, D. A.; McLEAN, E. D.; RAMIREZ, A.; LOGAN, T. J. Effect of soil cover, slope, and rainfall factors on soil and phosphorus movement under simulated rainfall conditions. *Soil Science Society of America Proceedings*, Madison, v. 37, n. 3, p. 428-431, 1973.

OLIVEIRA, J. B. de; JACOMINE, P. K. T.; CAMARGO, M. N. *Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento*. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 210 p.

RESENDE, M.; CURI, N.; SANTANA, D. P. *Pedologia e fertilidade do solo: interações e aplicações*. Brasília: MEC/ESAL/POTAFOS, 1988. 83 p.

SANTOS, D.; CURI, N.; FERREIRA, M. M.; EVANGELISTA, A. R.; CRUZ FILHO, A. B.; TEIXEIRA, W. G. Perdas de solo e produtividade de pastagens nativas e melhoradas sob diferentes práticas de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 2, p. 183-189, fev. 1998.

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.

SCHUMAN, G. E.; SPOMER, R. G.; PIEST, R. F. Phosphorus losses from four agricultural watersheds on Missouri Valley loess. *Soil Science Society America Proceedings*, Madison, v. 37, n. 3, p. 424-427, 1973.

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*, Campinas, v. 21, p. 287-291, 1997.

VETTORI, L. *Métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: Equipe de pedologia e fertilidade do solo - Ministério da Agricultura, 1969. 24 p. (Boletim Técnico, 7).

ANEXOS

ANEXO A

TABELA 1. ANAVA da regressão linear para erodibilidade dos solos estudados

Parâmetros	GL	SQ	QM	Fc	P > Fc
Regressão Linear- CXbd	1	3099,89	3099,89	63,93	0,00
Desvios- CXbd	10	484,88	48,89	23,16	0,00
Regressão Linear- LVdf	1	38,48	38,48	63,93	0,00
Desvios- LVdf	10	16,62	1,66	23,16	0,00

ANEXO B

TABELA 1B. Densidade de partículas (Dp) e características granulométricas dos solos estudados

Solo	Dp	Areia	Silte	Argila	
	kg dm ⁻³	-----g kg ⁻¹ -----			
0 – 2,5 cm					
CXbd	Mata Nativa	2,35	502,5	152,7	344,8
	Parcela Padrão	2,48	498,6	129,3	372,0
LVdf	Mata Nativa	2,34	160,3	113,0	726,7
	Parcela Padrão	2,69	149,7	268,3	582,0
2,5 – 5 cm					
CXbd	Mata Nativa	2,42	511,7	140,3	348,0
	Parcela Padrão	2,45	482,9	143,9	373,1
LVdf	Mata Nativa	2,47	164,0	105,9	730,1
	Parcela Padrão	2,67	146,8	255,5	597,8
5 – 10 cm					
CXbd	Mata Nativa	2,45	513,2	136,5	350,2
	Parcela Padrão	2,45	503,2	133,7	361,9
LVdf	Mata Nativa	2,61	163,9	114,5	721,5
	Parcela Padrão	2,68	144,4	212,9	642,7
10 – 20 cm					
CXbd	Mata Nativa	2,43	482,0	200,6	317,4
	Parcela Padrão	2,50	506,6	146,2	347,2
LVdf	Mata Nativa	2,60	154,4	164,2	681,3
	Parcela Padrão	2,72	141,4	214,8	643,8

TABELA 2B. Fracionamento da areia dos solos estudados

Solo		Frações (g kg ⁻¹)				
		AMG	AG	AM	AF	AMF
0 – 2,5 cm						
CXbd	Mata Nativa	46,5	100,5	129,0	182,1	44,2
	Parcela Padrão	59,1	105,7	132,8	166,6	34,4
LVdf	Mata Nativa	19,0	46,9	45,8	47,8	19,8
	Parcela Padrão	13,3	27,6	28,8	43,1	23,0
2,5 – 5 cm						
CXbd	Mata Nativa	53,3	104,0	129,5	180,5	44,4
	Parcela Padrão	52,7	93,5	126,6	174,2	35,9
LVdf	Mata Nativa	16,3	49,1	46,3	48,0	18,3
	Parcela Padrão	11,6	33,1	30,6	48,7	25,5
5 – 10 cm						
CXbd	Mata Nativa	45,3	99,6	133,2	189,0	46,1
	Parcela Padrão	47,9	101,9	128,0	180,9	45,6
LVdf	Mata Nativa	12,6	38,5	37,8	39,5	16,2
	Parcela Padrão	11,8	23,8	31,1	44,3	20,2
10 – 20 cm						
CXbd	Mata Nativa	49,4	100,7	124,1	169,3	38,5
	Parcela Padrão	49,1	98,4	128,4	185,4	45,3
LVdf	Mata Nativa	9,6	32,9	36,1	44,9	16,8
	Parcela Padrão	4,9	35,9	47,0	58,3	21,1

AMG: areia muito grossa; AG: areia grossa; AM: areia média; AF: areia fina; AMF: areia muito fina

TABELA 3B. Argila dispersa em água (ADA) dos solos estudados

Solo		Profundidade (cm)			
		0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 20
		ADA (%)			
CXbd	Mata Nativa	15,41	17,45	20,37	24,73
	Parcela Padrão	19,23	18,85	16,74	24,57
LVdf	Mata Nativa	7,14	11,19	11,97	14,98
	Parcela Padrão	16,19	13,88	17,85	25,70

TABELA 4B. Índice de floculação dos solos estudados

Solo		Profundidade (cm)			
		0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 20
		IF (%)			
CXbd	Mata Nativa	54,05	49,24	42,46	44,50
	Parcela Padrão	44,14	45,39	54,64	38,56
LVdf	Mata Nativa	91,80	85,75	84,03	79,19
	Parcela Padrão	72,24	71,71	70,36	57,67

TABELA 5B. Porosidade total (PT), macroporosidade (Macro), microporosidade (Micro) e densidade do solo (Ds) dos solos estudados

Solo		PT	Macro	Micro	DS
			$m^3 m^{-3}$	$m^3 m^{-3}$	$kg dm^{-3}$
0-10 cm					
CXbd	Mata Nativa	50,31	0,23	0,41	1,26
	Parcela Padrão	47,07	0,30	0,36	1,38
LVdf	Mata Nativa	61,18	0,22	0,36	0,92
	Parcela Padrão	53,97	0,30	0,37	1,13
10-20 cm					
CXbd	Mata Nativa	43,79	0,24	0,42	1,44
	Parcela Padrão	45,32	0,26	0,44	1,42
LVdf	Mata Nativa	56,90	0,24	0,39	1,04
	Parcela Padrão	48,06	0,26	0,44	1,27

TABELA 6B. Diâmetro médio geométrico (DMG), porcentagem de agregados maiores que 2 mm, porcentagem de agregados menores que 0,25 mm e condutividade hidráulica do solo saturado (Ks) na profundidade de 0-10 cm

Solo		DMG	> 2 mm	< 0,25 mm	Ks
		mm	%		$mm h^{-1}$
CXbd	Mata Nativa	4,50	99,54	4,55	24,80
	Parcela Padrão	4,40	96,98	4,27	14,14
LVdf	Mata Nativa	4,51	98,85	4,55	119,98
	Parcela Padrão	4,25	93,15	3,95	74,52

TABELA 7B. Carbono orgânico total (CO total) dos solos estudados

Solo		Profundidade (cm)			
		0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 20
		CO (g kg ⁻¹)			
CXbd	Mata Nativa	27,7	21,0	19,0	18,7
	Parcela Padrão	17,0	17,7	16,2	14,2
LVdf	Mata Nativa	82,0	65,7	53,5	38,7
	Parcela Padrão	27,5	27,7	27,2	26,2

TABELA 8B. Carbono da biomassa microbiana (C mic) dos solos estudados

Solo		Profundidade (cm)			
		0 - 2,5	2,5 - 5	5 - 10	10 - 20
		C mic (µg g ⁻¹)			
CXbd	Mata Nativa	687,46	631,53	489,70	570,85
	Parcela Padrão	348,98	263,58	359,82	431,28
LVdf	Mata Nativa	1.439,10	1.217,50	780,98	826,26
	Parcela Padrão	258,53	107,73	275,21	342,08

TABELA 9B. Respiração basal e quociente metabólico (q_{CO_2}) dos solos estudados

Solo	Respiração		q_{CO_2}
	$(\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1})$		$(\mu\text{g C-CO}_2 \mu\text{C-C mic}^{-1} \text{ h}^{-1})$
0 - 2,5 cm			
CXbd	Mata Nativa	4768,35	5,88
	Parcela Padrão	1399,58	4,45
LVdf	Mata Nativa	7863,84	9,09
	Parcela Padrão	1772,44	85,68
2,5 - 5 cm			
CXbd	Mata Nativa	3974,11	6,65
	Parcela Padrão	1521,94	18,82
LVdf	Mata Nativa	4764,12	4,14
	Parcela Padrão	1347,78	27,74
5 - 10 cm			
CXbd	Mata Nativa	3350,74	8,00
	Parcela Padrão	1058,03	3,16
LVdf	Mata Nativa	3966,59	5,42
	Parcela Padrão	1416,21	5,56
10 - 20 cm			
CXbd	Mata Nativa	2733,69	4,84
	Parcela Padrão	2141,12	7,32
LVdf	Mata Nativa	2531,84	3,18
	Parcela Padrão	1806,16	9,21

TABELA 10B. Estoque de carbono (Est C) nos solos estudados

Solo		Profundidade (cm)	
		0 - 10,0	10,0 - 20,0
		EstC (Mg ha ⁻¹)	
CXbd	Mata Nativa	28,43	26,93
	Parcela Padrão	23,41	20,16
LVdf	Mata Nativa	61,70	40,25
	Parcela Padrão	31,04	33,27

TABELA 11B. Estimativa da taxa de perda anual de carbono nas parcelas dos solos estudados

Solo	C acumulado	Estoque de C	Tempo de	Taxa de perda de
	0 - 20 cm	atual*	Avaliação	C anual
	Mg ha ⁻¹		Ano	Mg ha ⁻¹ ano ⁻¹
CXbd	43,57	- 11,79	5	- 2,36
LVdf	64,31	- 37,64	5	- 7,53

* Valores negativos indicam perda de carbono em relação ao solo original

ANEXO C

TABELA 1C. Caracterização dos solos estudados, na condição original, para análise de perdas de nutrientes e carbono orgânico

Solos	Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K ⁺	C org.
	c molc dm ⁻³		mg dm ⁻³		dag kg ⁻¹
CXbd	3,4	0,7	5	89	3,0
LVdf	1,3	0,3	2	44	1,9

TABELA 2C. Concentração de nutrientes e carbono orgânico nos sedimentos de erosão dos solos estudados

Solo	Ano	Nutrientes				C org.
		Ca ²⁺	Mg ²⁺	P	K ⁺	dag kg ⁻¹
		-----cmol _c dm ⁻³ -----	-----mg dm ⁻³ -----			
CXbd	1998	1,5	0,20	5,00	37,00	1,60
	1999	1,1	0,30	3,00	22,00	1,40
	2000	1,4	0,65	2,57	22,00	1,25
	2001	0,60	0,20	3,10	11,00	1,00
	2002	0,70	0,20	2,80	17,00	1,00
Média		1,06	0,31	3,29	21,80	1,25
DP		0,36	0,17	0,87	8,61	0,23
C.V. (%)		34,07	56,24	26,48	39,50	18,59
LVdf	1998	3,10	1,20	4,00	41,00	2,2
	1999	3,30	0,80	4,00	58,00	3,60
	2000	2,77	0,87	2,62	38,00	2,35
	2001	2,50	0,50	3,10	28,00	2,70
	2002	2,40	0,60	3,10	27,00	2,40
Média		2,81	0,79	3,36	38,40	2,65
DP		0,34	0,24	0,55	11,22	0,50
C.V. (%)		12,21	30,58	16,29	29,21	18,94

ANEXO D

Descrição dos perfis dos solos estudados

Descrição Geral

CLASSIFICAÇÃO: CAMBISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico

MUNICÍPIO: Lavras (MG)

LOCALIZAÇÃO: Pomar do *campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA)

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira aberta em situação de terço médio de encosta com declive entre 18 e 20%

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Barbacena-Pré Cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do gnaíse granítico leucocrático

RELEVO LOCAL: Ondulado a forte ondulado

RELEVO REGIONAL: Ondulado

ALTITUDE: 890 metros

DRENAGEM: Bem drenado

EROSÃO: Laminar ligeira

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subcaducifólia

USO ATUAL: Reflorestamento com *Pinus* spp

DESCRITO E COLETADO POR: C.S. Chagas e V. Gualberto

Descrição Morfológica

A 0 – 14 cm: bruno/bruno-escuro (10YR 4/3, úmido); argila arenosa; fraca pequena blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

Bi 14 – 26 cm: bruno-forte (7,5YR 5/6, úmido); argila; fraca média blocos subangulares; firme, plástico e pegajoso; transição clara e plana.

BC 26 – 35 cm: vermelho-amarelado (5YR 5/6, úmido); argila arenosa; fraca pequena e média blocos subangulares; transição clara e plana.

CB 35 – 46 cm: vermelho (2,5YR 5/6, úmido); franco-argiloso; fraca pequena blocos subangulares; friável a firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.

C 46 – 63 cm+: vermelho (10R 5/6, úmido); franco-argiloso; fraca pequena blocos subangulares; friável, não plástico e ligeiramente pegajoso.

RAÍZES – Abundantes e finas no A, raras e finas no Bi.

OBSERVAÇÕES: Presença de cascalhos de quartzo e intensa atividade biológica em todo o perfil.

Descrição Geral

CLASSIFICAÇÃO: LATOSSOLO VERMELHO distroférico típico

MUNICÍPIO: Lavras (MG)

LOCALIZAÇÃO: *Campus* da Universidade Federal de Lavras (UFLA), lado esquerdo da estrada que era a estação de tratamento de água, próximo a Capela Ecumênica.

SITUAÇÃO E DECLIVE: Trincheira situada no terço superior da encosta com declive de 4%

LITOLOGIA E FORMAÇÃO GEOLÓGICA: Complexo Barbacena-Pré - Cambriano

MATERIAL ORIGINÁRIO: Produto de alteração do gabro epimetamórfico

RELEVO LOCAL: Suave ondulado

RELEVO REGIONAL: Suave ondulado e ondulado

ALTITUDE: 920 metros

DRENAGEM: Excessivamente drenado

EROSÃO: Não aparente

VEGETAÇÃO PRIMÁRIA: Floresta tropical subperenifólia

USO ATUAL: Culturas anuais

DESCRITO E COLETADO POR: C.S. Chagas e V. Gualberto

Descrição Morfológica

A1 0 – 14 cm: vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/3, úmido); argiloso; fraca pequena e média blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

A2 14 – 30 cm: vermelho-escuro-acinzentado (10R 3/4, úmido); muito argiloso; fraca pequena e média blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular; friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.

AB 30 – 43 cm: vermelho-escuro (10R 3/5, úmido); muito argiloso; fraca pequena blocos subangulares que se desfazem em forte muito pequena granular; friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.

BA 43 – 71 cm: vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); muito argiloso; forte muito pequena granular; friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.

Bw1 71 – 97 cm: vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); muito argiloso; forte muito pequena granular; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.

Bw2 97 – 127 cm: Vermelho-escuro (10R 3/6, úmido); muito argiloso; forte muito pequena granular; muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.

Bw3 127 – 190 cm+: Vermelho-escuro (10R 3/7, úmido); muito argiloso; forte muito pequena granular; muito friável, plástico e pegajoso.

RAÍZES – Comuns e médias até Bw1, raras finas e médias em Bw2 e comuns e muito grossas em Bw3.

OBSERVAÇÕES: Atividade biológica presente até o horizonte Bw1. Poros muitos pequenos e médios em todo o perfil. Forte atração magnética do material do solo em todo o perfil.

ANEXO E

TABELA 1E. Precipitação mensal média (mm), em Lavras (MG), entre 1998 e 2002

Mês	Ano				
	1998	1999	2000	2001	2002
Janeiro	149	286	460	122	132
Fevereiro	159	295	156	48	368
Março	140	270	193	149	122
Abril	33	37	16	16	0
Mai	74	6	4	48	17
Junho	0	27	0	0	0
Julho	0	4	9	0	16
Agosto	51	0	13	63	9
Setembro	13	9	110	46	55
Outubro	201	36	25	108	64
Novembro	167	116	239	235	164
Dezembro	189	328	234	399	204

TABELA 2E. Erosividade mensal média ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$), em Lavras (MG), entre 1998 e 2002

Mês	Ano				
	1998	1999	2000	2001	2002
Janeiro	344	1574	3429	907	23
Fevereiro	538	349	283	27	99
Março	599	814	995	553	207
Abril	6	31	7	5	0
Mai	325	7	1	132	32
Junho	0	5	0	0	0
Julho	0	0	8	0	22
Agosto	105	0	3	10	19
Setembro	5	27	268	160	6
Outubro	474	0	23	558	108
Novembro	391	187	883	2635	943
Dezembro	680	2572	1049	1185	714

TABELA 3E. Perda de solo mensal média (Mg ha⁻¹) em CXbd, em Lavras (MG), entre 1998 e 2002

Mês	Ano				
	1998	1999	2000	2001	2002
Janeiro	59,80	42,30	94,00	9,06	3,52
Fevereiro	10,20	119,90	17,20	0,03	0,28
Março	56,10	60,90	0,00	7,88	0,28
Abril	17,00	0,10	0,30	0,00	0,00
Maio	4,60	0,00	0,00	1,62	0,01
Junho	0,00	0,10	0,00	0,00	0,00
Julho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Agosto	3,50	0,00	0,00	0,02	0,03
Setembro	0,10	0,00	0,10	7,83	0,23
Outubro	77,40	0,00	0,00	18,11	1,46
Novembro	36,50	3,80	0,70	83,29	51,66
Dezembro	108,90	53,3	2,90	32,24	37,08

TABELA 4E. Perda de solo mensal média (Mg ha⁻¹) em LVdf, em Lavras (MG), entre 1998 e 2002

Mês	Ano				
	1998	1999	2000	2001	2002
Janeiro	0,10	0,14	3,58	8,79	0,10
Fevereiro	0,06	0,70	0,01	0,03	0,18
Março	0,45	0,66	0,00	0,03	0,45
Abril	0,05	0,01	0,00	0,01	0,00
Maio	0,08	0,00	0,00	0,17	0,01
Junho	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
Julho	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
Agosto	0,04	0,00	0,00	0,03	0,00
Setembro	0,01	0,03	0,12	0,42	0,02
Outubro	0,24	0,00	0,00	0,46	0,14
Novembro	0,77	0,10	0,25	28,82	2,39
Dezembro	0,40	4,54	1,09	16,92	2,09

TABELA 5E. Erosividade diária (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹), em Lavras (MG), em 1998

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1										76		
2										32		
3								4			7	
4										23		
5												
6												109
7								59		156		441
8										118		
9												
10								2				
11												5
12										16		
13										48		
14												
15												50
16												
17												
18												
19												
20											82	
21												
22											278	1
23												
24												
25												2
26												
27												
28												68
29												2
30								40				
31												1

TABELA 6E. Erosividade diária (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹), em Lavras (MG), em 1999

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	111		767	27								
2	18	149										
3												
4				2								125
5	27											349
6	344										35	
7		48										248
8		77									18	154
9												146
10											32	
11			33									71
12											97	
13			8									
14												
15									20			
16	7											
17	24											
18		71										
19												
20												
21						5						
22												4
23				2					8			1474
24												
25											4	
26												
27	816	2										
28	5	1										
29												
30			2									1
31			4									1

TABELA 7E. Erosividade diária ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{h}^{-1}$), em Lavras (MG), em 2000

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1		40										
2		110										
3	21											
4	191											
5	53	48										
6	21	13										
7	1											
8		64										
9		9										
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16	25											
17	27											
18	5											
19												
20												
21												
22												
23												
24												
25	1663											
26	1084											
27	339											
28	1											
29												
30												
31												

TABELA 8E. Erosividade diária (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹), em Lavras (MG), em 2001

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1												208
2										174		
3											33	
4											26	
5											46	
6												
7												34
8										160		
9											8	
10												
11												
12											72	
13											156	
14												188
15									7		1	
16									6		20	718
17												
18											2231	13
19												
20										186	1	
21												2
22										38		
23									2			
24								9				
25												8
26											31	13
27								1	142			
28									4			
29											11	
30												
31												

TABELA 9E. Erosividade diária (MJ mm ha⁻¹ h⁻¹), em Lavras (MG), em 2002

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1		1									104	
2	5							18		9	7	
3												
4												
5											389	19
6												
7		51										38
8		40										
9	2		2									
10												3
11												9
12							8				24	528
13												32
14											39	
15											163	
16			109									79
17												
18												
19											4	
20		1										
21		1	8		30							
22		1			2				1	23	231	
23									2			
24	5	4							4			
25	6		1									5
26												
27										5		
28			87				15					
29								1		25		
30	4									31		
31												1

TABELA 10E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Latossolo Vermelho distroférico típico, em 1998, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1										0,01		
2										0,01		
3											0,02	
4										0,02		
5												
6												
7								0,01		0,10		0,11
8										0,01		
9												
10												
11												
12												
13										0,08		
14												
15												0,01
16									0,01			
17												
18												
19												
20											0,06	
21												
22											0,69	
23												
24												
25												
26												
27												
28												0,05
29												0,20
30								0,02				0,01
31												

TABELA 11E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Latossolo Vermelho distroférico típico, em 1999, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1			0,12	0,01								
2	0,01		0,48									
3	0,01											
4		0,02										0,08
5												0,05
6	0,01	0,01									0,01	
7												0,08
8		0,38									0,01	0,03
9			0,01									0,06
10											0,02	
11			0,03									0,03
12		0,01									0,03	
13			0,01						0,01			
14												
15									0,01			
16		0,16										
17												
18	0,01	0,04										
19												
20		0,35										
21												
22												
23									0,01			2,03
24												
25											0,02	
26												
27	0,09	0,04										
28	0,01	0,10										
29												0,01
30			0,01									
31			0,01									

TABELA 12E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Latossolo Vermelho distroférico típico, em 2000, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,01											0,01
2		4,30										
3	0,02											
4	0,25											0,07
5	0,01	0,01										
6	0,08											
7	0,03											
8												
9												
10												0,02
11												
12												
13											0,24	0,03
14									0,01			
15												
16	0,01								0,11			
17												
18												0,10
19												
20	0,01											0,10
21												
22												
23												0,10
24												
25	1,80											0,13
26	1,23										0,01	
27	0,11											
28												
29												0,02
30												0,49
31												

TABELA 13E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Latossolo Vermelho distroférico típico, em 2001, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1												4,67
2										0,11		
3											0,03	
4											0,01	
5											0,01	
6												
7												0,02
8										0,26		
9											0,03	
10												
11												
12											0,05	
13											0,87	
14												2,38
15									0,01			
16											0,11	6,96
17												
18											27,58	2,78
19												
20										0,01		
21												
22										0,08		
23												
24								0,03				
25												0,07
26											0,13	0,04
27									0,41			
28												
29												
30												
31												

TABELA 14E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Latossolo Vermelho distroférico típico, em 2000, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1											0,17	
2	0,02									0,04		
3												
4												
5											0,81	0,02
6												
7		0,15										0,13
8												
9			0,01									
10												
11												0,34
12												1,19
13												0,01
14											0,01	
15											0,52	
16			0,10									0,39
17												
18												
19												
20												
21			0,01		0,01							
22										0,02	0,88	
23												
24	0,05	0,03							0,02			
25	0,02		0,01									0,01
26												
27										0,02		
28			0,32				0,01					
29										0,04		
30	0,01									0,01		
31										0,03		

TABELA 15E. Perdas diárias de solo (Mg ha⁻¹) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, em 1998, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1										0,11	0,04	
2										2,45		
3								0,01				
4										2,81	4,57	
5												
6												4,51
7								1,45		59,68		43,42
8										3,09		
9												
10								0,01				
11											0,01	0,08
12										0,34	0,11	
13										7,88		
14											0,02	
15											0,04	0,29
16									0,09			0,70
17												
18												
19												
20											4,59	
21												
22											27,15	0,09
23												
24												
25												
26												
27										0,03		
28												24,83
29												33,11
30								2,06				1,81
31												0,04

TABELA 16E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, em 1999, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,13		0,16	0,10								
2	7,45	0,03	46,74									
3	1,24											
4	0,01	0,17										5,92
5	0,27											3,96
6	2,16		8,50								0,63	
7		5,12										0,87
8		10,58									0,63	3,53
9												1,08
10			0,01								0,10	
11			3,31								0,79	0,53
12		0,06										
13			0,23						0,03			
14											1,10	
15												
16	0,01	21,11										
17	0,04	0,02										
18	0,15	41,51										
19												
20		36,03										
21	17,14					0,01						
22												0,07
23												35,76
24												
25											0,59	
26												
27	11,32	0,32										
28	2,36	4,82										
29												0,03
30			0,02									
31			1,95									1,60

TABELA 17E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, em 2000, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1	0,86	1,39		0,30								
2	5,64	12,21										
3	0,19											
4	2,22											
5	5,78	1,19										
6	0,09	1,93							0,01			
7	6,13	0,02										
8		0,31										
9		0,12										
10		0,01										
11												
12												
13											0,70	
14									0,01			
15									0,02			
16	0,08								0,06			
17	0,09											
18												2,52
19												
20	0,27											0,07
21												
22												
23												0,14
24												
25	39,13											0,17
26	49,11											
27	3,24											
28	0,01											
29												
30												
31	2,51											

TABELA 18E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, em 2001, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1												12,46
2										6,72		
3											0,15	
4											0,09	
5											1,53	
6												
7												0,38
8										9,33		
9											0,55	
10												
11												
12											1,86	
13											13,45	
14												5,85
15									0,03		0,04	
16									0,02		1,90	9,35
17												
18											58,24	3,80
19												
20										0,02		
21												
22										2,04		
23												0,01
24								0,01				
25												0,16
26											5,43	0,23
27								0,01	7,75			0,04
28									0,03			
29											0,04	
30												
31												

TABELA 19E. Perdas diárias de solo (Mg ha^{-1}) em Cambissolo Háplico Tb distrófico típico, em 2002, sob chuva natural, em Lavras (MG)

Dias	Meses											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1											4,93	
2	2,04							0,01		0,03	0,69	
3												
4												
5											14,95	1,22
6												
7		0,20										2,68
8		0,02										
9	0,03											
10												
11												5,31
12							0,01					22,27
13												0,81
14											0,92	
15	0,01										12,97	
16												4,74
17												0,01
18												
19											0,01	
20												
21		0,02										
22					0,01					0,04	17,18	
23												
24	1,32	0,04							0,23			
25	0,12											0,04
26											0,01	
27										0,01		
28							0,02					
29								0,02				
30	0,01									0,44		
31										0,05		
										0,89		