



ESCOAMENTO SUPERFICIAL E PERDAS DE SOLO EM FLORESTAS DE EUCALIPTO NO RIO GRANDE DO SUL, RS.

Anna Hoffmann Oliveira⁽¹⁾; Marx Leandro Naves Silva⁽²⁾; Nilton Curi⁽²⁾; Junior Cesar Avanzi⁽³⁾; Mayesse Aparecida da Silva⁽⁴⁾; Gabriela Camargos Lima⁽⁴⁾; Elias Frank de Araújo⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Engenheira Florestal, D.Sc., Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG, anna.ufla@gmail.com; ⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Professor, Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG. Bolsistas do CNPq; ⁽³⁾ Engenheiro Agrícola, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Pesca e Aquicultura, Quadra 103 Sul - Av. JK - ACSO 01, Cj. 01 - Lt. 17, Centro, CEP 77015-012 Palmas, TO; ⁽⁴⁾ Engenheira Florestal, M.Sc. Doutoranda, Departamento de Ciência do Solo – Universidade Federal de Lavras/UFLA, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 Lavras, MG; ⁽⁵⁾ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Aracruz Celulose S.A., Rua São Geraldo, 1.800, Guaíba, RS, CEP 92500-000.

Resumo – Na exploração florestal, o manejo adotado pode favorecer as perdas de solo e água por erosão hídrica e, conseqüentemente, acarretar no empobrecimento do solo e assoreamento de mananciais. O presente estudo foi realizado em um Argissolo Vermelho localizado na sub-bacia hidrográfica do horto florestal Terra Dura, município de Eldorado do Sul, RS, com o objetivo de avaliar as perdas de solo e água por erosão hídrica em florestas de eucalipto plantadas em 2004 (FE1) e 2001 (FE2); floresta nativa (FN) e solo descoberto (SD). Os sedimentos foram coletados no período de 2006 a 2010, através de parcelas padrão. O escoamento superficial e perdas de solo nos sistemas ocorreram na seqüência FN<FE2<FE1<SD. Comparados ao SD, a cobertura arbórea e o tipo de manejo nos sistemas florestais diminuem o potencial de escoamento, erosão e aporte de sedimentos na sub-bacia do horto florestal Terra Dura. O sistema florestal atualmente é sustentável do ponto de vista da erosão hídrica, devendo ser mantidas as práticas conservacionistas existentes de forma a controlar o potencial de escoamento superficial e erosão.

Palavras-Chave: Erosão hídrica, Argissolo, escoamento superficial.

INTRODUÇÃO

A exploração florestal, quando adotada sem a utilização de um eficiente sistema conservacionista, pode causar a degradação do solo, principalmente através da erosão hídrica. O manejo adotado pode favorecer as perdas de solo e água e, conseqüentemente, acarretar no empobrecimento do solo e na queda da produtividade. O sedimento derivado do processo pode ainda assorear e comprometer a qualidade da água dos mananciais.

Na região sul do Brasil, as perdas de solo nos cultivos agrícolas são fortemente influenciadas pelo sistema de manejo, variando com os anos de cultivo (Bertol et al., 2007). Considerando o constante aumento das plantações florestais de eucalipto, correspondente a cerca de 80% das florestas plantadas

no país (Bracelipa, 2009), é importante avaliar o grau de degradação por erosão nestes sistemas através da quantificação das perdas de solo e água. A partir desta informação, é possível direcionar o sistema de manejo do solo para a redução dos impactos do processo erosivo na paisagem. Este trabalho teve como objetivo avaliar as perdas de solo e água por erosão hídrica em florestas de eucalipto sob cultivo mínimo, relacionando-as com as observadas em floresta nativa e solo descoberto. O estudo localiza-se no horto florestal Terra Dura, que está inserido em uma sub-bacia hidrográfica representativa da bacia hidrográfica do Rio Jacuí, município de Eldorado do Sul, RS.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no horto florestal Terra Dura, que está inserido em uma sub-bacia hidrográfica representativa da bacia hidrográfica do Rio Jacuí, município de Eldorado do Sul, RS. De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Cfa, subtropical úmido, caracterizado por apresentar chuvas durante todos os meses do ano e possuir a temperatura do mês mais quente superior a 22°C, e a do mês mais frio superior a 3°C. A precipitação média anual é de, aproximadamente, 1.500 mm (BRASIL, 1973).

O solo estudado é um Argissolo Vermelhos (PV) sob relevo ondulado (8% a 20% de declive). Os sistemas avaliados foram: solo sob cultivo de eucalipto plantado em 2004 (FE1) e 2001 (FE2), representando o uso atual do solo; o solo descoberto (SD) como referencial de máxima degradação; e o solo sob floresta nativa (FN) como referência de equilíbrio. O preparo de solo adotado para a implantação da cultura do eucalipto nas classes foi escarificação ou subsolagem a 60 cm, sob cultivo mínimo com abertura da linha de plantio e espaçamento 3x3 m.

Em cada sistema foi instalada uma parcela para o monitoramento da erosão hídrica, de onde se coletaram dados no período de novembro de 2006 a outubro de 2010. As parcelas possuem dimensões de 12,0 x 12,0 m em FE1 e FE2, e 4,0 x 12,0 m em FN e SD, sendo a maior dimensão localizada no sentido máximo do declive da classe de solo. As parcelas foram contornadas com chapas galvanizadas de 0,40 m de largura, enterradas 0,20 m no solo. Na

extremidade inferior de cada parcela, foram colocadas calhas coletoras para condução da enxurrada até dois tanques coletores, tendo o primeiro tanque de sedimentação com capacidade para 250 L e um recipiente calibrado para a coleta de sedimentos. O excedente da enxurrada passava por um divisor do tipo Geib, em que 1/15 de água da enxurrada era encaminhada para o segundo tanque com capacidade para 500 L. O escoamento superficial originado nas parcelas foi coletado nos tanques. Para sua quantificação foi feita a leitura da altura atingida pela água da enxurrada nos tanques de coleta com o auxílio de uma régua graduada. Com a enxurrada homogeneizada, foram retiradas amostras, as quais foram transferidas para o laboratório e submetidas à decantação e posteriormente conduzidas à estufa, a 105° C, para determinação das perdas de solo.

Os dados pluviométricos utilizados são referentes ao período de setembro de 2007 a agosto de 2010, obtidos da estação meteorológica automática instalada na área do estudo. As informações de erosividade e tolerância de perdas do solo foram obtidas em Oliveira (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados mais elevados de escoamento superficial foram verificados em SD e os menores em FN, enquanto os sistemas FE1 e FE2 apresentaram taxas intermediárias (Tabela 1). Os sistemas com eucalipto apresentaram valores de escoamento superficial, relativamente, reduzidos e similares, porém, cerca de 3 vezes maior comparados à FN (Tabela 1). Conforme verificado por Brito et al. (2005), Pires et al. (2006) e Martins et al. (2010), a mata nativa é a cobertura que proporciona menor escoamento superficial, para todos os solos, devido a sua complexidade estrutural. O controle da erosão pela espécie arbórea se dá devido à interceptação da chuva pelo dossel, aumento da infiltração de água, manutenção do teor adequado de matéria orgânica e efeito agregador nas partículas de solo. Segundo Oliveira Júnior e Dias (2005), entre os ecossistemas vegetais, a floresta nativa atua no ciclo hidrológico de maneira mais significativa, pois proporciona melhores condições de infiltração da água da chuva.

O escoamento superficial nos sistemas FE1 e FE2 foi cerca de 7 vezes menor comparado ao SD. Considerando uma capacidade de infiltração constante no PV sob determinada quantidade de precipitação pluvial, o volume do escoamento variou com a capacidade de retenção do fluxo da água na superfície do solo. Tanto o plantio em nível, como a espécie arbórea auxiliou na redução da velocidade e do volume de escoamento nos sistemas FE1 e FE2 comparado ao SD, se aproximando do sistema em equilíbrio (FN), pois favoreceu a infiltração da água no solo através do parcelamento do comprimento de rampa e aumento da rugosidade do terreno e da capacidade de retenção de água. Silva et al. (2011) quantificaram perdas de água por escoamento de 2,6% a 3,8% em relação ao total precipitado para Latossolo Vermelho-Amarelo, com

redução de 1,2% quando adotado o cultivo mínimo e práticas conservacionistas de plantio em nível e manutenção dos resíduos da colheita florestal nos plantios florestais, em relação ao plantio no sentido do declive e queima de restos culturais. Martins et al. (2010) verificaram perdas de 0,95% a 8,4% para floresta de eucalipto no sistema de cultivo mínimo, em Argissolo Amarelo.

Os valores de escoamento superficial no referencial de máxima perda de solo (SD) refletem o potencial erosivo do solo em relação às características do relevo, solo e clima, não considerando a cobertura vegetal ou uso do solo. Sob estas condições, o escoamento alcançou máxima de 63% e média de 55%, do total médio anual precipitado (Tabela 1). Gilles et al. (2009), Volk et al. (2004) e Volk e Cogo (2008), observaram perdas de água semelhantes, da ordem de 50%, 49% e 35%, respectivamente, e Castro et al. (2006) verificaram perdas de 80%, em parcelas sem cobertura vegetal instaladas em PV sob chuva simulada, no município de Eldorado do Sul (RS).

O índice de erosividade na sub-bacia, à exceção do ano 2006 e 2010, variou de 3.627 a 7.523 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹, com média de 5.908 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 2), classificados respectivamente como moderado e altos (Foster et al., 1981). Estes valores se aproximam dos verificados na literatura para o Rio Grande do Sul. Hickmann et al. (2008) determinaram erosividade de 8.875 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ para Uruguaiana, enquanto Bazzano et al. (2010) verificaram de 5.135 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹ em Rio Grande.

As perdas máximas de solo em todos os sistemas estiveram associadas aos primeiros 14 meses de experimento (2006 e 2007) (Tabela 2), período que sofre influência da movimentação de solo inerente ao plantio. A maior perda observada no período (13,89 Mg ha⁻¹) ocorreu em SD, ficando acima da tolerância do solo, de 6,35 Mg ha⁻¹ ano⁻¹. A perda média do SD no período também foi acima da tolerância de perdas (Tabela 2), mostrando a elevada propensão deste solo à erosão hídrica. Nos demais anos, as maiores perdas estiveram associadas à maior erosividade (7.523 MJ mm ha⁻¹ h⁻¹ ano⁻¹) registrada em 2009. Os sistemas FE1 e FE2 apresentaram perdas intermediárias à FN e SD, com perdas elevadas no período de alta erosividade.

As perdas médias de solo de 0,472 e 0,135 Mg ha⁻¹ nos sistemas FE1 e FE2 (Tabela 2) são, respectivamente, 13 e 47 vezes menores do que a tolerância permitida, próximas às observadas por Martins et al. (2010) e Silva et al. (2011), para plantios de eucalipto; e menores do que as observadas por Lima (1988). O revolvimento mínimo do solo aliado à manutenção dos resíduos vegetais sobre a superfície contribui para a maior conservação do solo nos sistemas FE1 e FE2. A espécie arbórea promove ainda efeitos de redução no impacto direto das gotas de chuva no solo, aumento da infiltração de água, manutenção do teor adequado de matéria orgânica e agregação das partículas do solo. A camada orgânica presente na superfície dos solos florestais (serrapilheira) funciona também como barreira física ao livre escoamento superficial, diminuindo o volume e a velocidade da enxurrada, e assim, sua

capacidade erosiva de desagregação e transporte de solo, corroborando observações de Martins et al. (2010) e Silva et al. (2011).

Nos sistemas individuais com eucalipto, não se observou redução das perdas de solo com a idade da floresta (Tabela 2). Este fato difere do verificado em alguns trabalhos, que quantificaram a redução no escoamento superficial e nas perdas de solo ao longo do ciclo de plantio de eucalipto (Lima, 1988; Ranzini e Lima, 2002; Martins et al., 2010). A diferença verificada entre FE1 e FE2 pode ser atribuída, além das diferentes idades dos sistemas, às interações de dossel, serrapilheira e sub-bosque, as quais acreditam terem influenciado diretamente na proteção do solo. De acordo com observações de campo, a floresta FE1 possui um dossel mais fechado do que floresta do FE2 mesmo com metade da idade, refletindo em um sub-bosque menos desenvolvido e maiores perdas de solo (Tabela 2). Já no dossel mais aberto da FE2, o crescimento do sub-bosque é favorecido, alterando a capacidade de proteção do solo neste sistema, 3,5 vezes menor em relação ao FE1. A influência do sub-bosque na redução da erosão em sistemas florestais também foi relatada nos estudos de Lima (1988), Martins et al. (2010) e Silva et al. (2011).

CONCLUSÃO

1. O escoamento superficial e perdas de solo nos sistemas ocorreram na sequência FN<FE2<FE1<SD.

2. Comparados ao SD, a cobertura arbórea e o tipo de manejo nos sistemas florestais diminuem o potencial de escoamento, erosão e aporte de sedimentos, na sub-bacia do horto florestal Terra Dura.

3. O sistema florestal atualmente é sustentável do ponto de vista da erosão hídrica, devendo ser mantidas as práticas conservacionistas existentes de forma a controlar o potencial de escoamento superficial e erosão.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão das bolsas e participação em eventos científicos e à CMPC Celulose Riograndense pelo financiamento do projeto, a concessão da área de estudos e a coleta de dados experimentais.

REFERÊNCIAS

BAZZANO, M.G.P., ELTZ, F.L.F. e CASSOL, E.A. Erosividade e características hidrológicas das chuvas de Rio Grande (RS). R. Bras. Ci. Solo, 34:235-244, 2010.

BERTOL, I., COGO, N. P., SCHICK, J., GUDAGNIN, J. C. e AMARAL, A. J., 2007. Aspectos financeiros relacionados às perdas de nutrientes por erosão hídrica em diferentes sistemas de manejo do solo. R. Bras. Ci. Solo, 31: 133-142.

BRACELPA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 2009. Estatísticas do setor.

Disponível em: <
http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatistica_s/rel2009.pdf>. Acesso em 07 mai. 2011.

- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul. Recife: MA/DPP-AS/DRNR, 1973. 431 p. (Boletim técnico, 30).
- BRITO, L.F., SILVA, M.L.N., CURI, N., LEITE, F.P., FERREIRA, M.M. e PIRES, L.S. Erosão de Latossolo Vermelho muito argiloso relevo ondulado em área de pós-plantio de eucalipto no Vale do Rio Doce, região Centro Leste do estado de Minas Gerais. Sci. Forestalis, 67:27-36,2005.
- CASTRO, L.G., COGO, N.P. e VOLK, L.B.S. Alterações na rugosidade superficial do solo pelo preparo e pela chuva e sua relação com a erosão hídrica. R. Bras. Ci. Solo, 30:339-352, 2006.
- FOSTER, G.R., McCOOL, D.K., RENARD, K.G. e MOLDENHAUER, W.C. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. J. Soil Water Conservat., 36:355-359, 1981.
- GILLES, L., COGO, N.P., BISSAN, C.A., BAGATIN, T. e PORTELA, J.C. Perdas de água, solo, matéria orgânica e nutriente por erosão hídrica na cultura do milho implantada em área de campo nativo, influenciadas por métodos de preparo do solo e tipos de adubação. R. Bras. Ci. Solo, 33:1427-1440, 2009.
- HICKMANN, C., ELTZ, F.L.F., CASSOL, E.A. e COGO, C.M. Erosividade das chuvas em Uruguaiana, RS, determinada pelo índice EI30, com base no período de 1963 a 1991. R. Bras. Ci. Solo, 32:825-831, 2008.
- LIMA, W.P. Escoamento superficial, perdas de solo e de nutriente em microparcelas reflorestadas com eucalipto em solos arenosos no município de São Simão, SP. IPEF, 38:5-16, 1988.
- MARTINS, S.G., SILVA, M.L.N., AVANZI, J.C., CURI, N. e FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. Sci. Forestalis, 38:517-526, 2010.
- OLIVERIA, A.H. Erosão hídrica e seus componentes na sub-bacia hidrográfica do Horto Florestal Terra Dura, Eldorado do Sul (RS). Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2011. 181p. (Tese de Doutorado).
- PIRES, L.S., SILVA, M.L.N., CURI, N., LEITE, F.P. e BRITO, L.F. Erosão hídrica pós-plantio em floresta de eucalipto na região centro-leste de Minas Gerais. Pesq. Agropec. Bras., 41:687-695, 2006.
- RANZINI, M., LIMA, W.P. Comportamento hidrológico, balanço de nutrientes e perdas de solo em duas microbacias reflorestadas com Eucalyptus, no Vale do Paraíba, SP. Sci. Forestalis, 61:144-159, 2002.
- SILVA M.A., SILVA M.L.N., CURI N., AVANZI J.C. e LEITE F.P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. Rev. Ci. Florestal, 2011 (no prelo).
- VOLK, L.B.S. e COGO, N.P. Inter-relação biomassa vegetal subterrânea-estabilidade de agregados-erosão hídrica em solo submetido a diferentes formas de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 32: 1713-1722, 2008.
- VOLK, L.B.S., COGOI, N.P. e STRECK, E.V. Erosão hídrica influenciada por condições físicas de superfície e subsuperfície do solo resultantes do seu manejo, na ausência de cobertura vegetal. R. Bras. Ci. Solo, 28:763-77, 2004.

Tabela 1. Escoamento superficial em Argissolo Vermelho (PV) na sub-bacia do horto florestal Terra Dura (RS), para as florestas de eucalipto e sistemas de referência, no período de 11/2006 a 10/2010.

	Precipitação	FE1		FE2		FN		SD	
		mm	%	mm	%	mm	%	mm	%
2006	257	13	5	14	5	7	3	70	27
2007	1.487	155	10	181	12	38	3	1.147	77
2008	1.460	93	6	95	7	30	2	923	63
2009	1.833	142	8	116	6	55	3	888	48
2010	1.134	97	9	74	7	37	3	376	33
Média	1.542	125	8	120	8	42	3	851	55

FE1: Floresta de eucalipto plantada em 2004; FE2: Floresta de eucalipto plantada em 2001; FN: Floresta nativa, referencial de mínimo escoamento superficial e perdas de solo; SD: solo descoberto, referencial de máximo escoamento superficial e perdas de solo.

Tabela 2. Perdas de solo para florestas de eucalipto e sistemas de referência em Argissolo Vermelho (PV) da sub-bacia do horto florestal Terra Dura (RS), no período de 11/2006 a 10/2010.

Ano	Erosividade	FE1	FE2	FN	SD
	MJ mm ha ⁻¹ h ⁻¹				
2006*	985	0,124	0,048	0,032	1,66
2007	5.783	0,777	0,292	0,038	13,89
2008	3.627	0,186	0,067	0,026	5,07
2009	7.523	0,652	0,074	0,028	6,71
2010**	5.714	0,150	0,058	0,024	0,71
Média	5.908	0,472	0,135	0,037	7,01

*Dados relativos aos meses 11 e 12; **Dados relativos aos meses 1 a 10. FE1: Floresta de eucalipto plantada no ano de 2004; FE2: Floresta de eucalipto plantada no ano de 2001; FN: Floresta nativa, referencial de mínimo escoamento superficial e perdas de solo; SD: solo descoberto, referencial de máximo escoamento superficial e perdas de solo.