

## Escoamento superficial em Latossolo Vermelho Amarelo em resposta ao uso do solo e à geoforma <sup>(1)</sup>.

**Hugo Alberto Ruiz <sup>(2)</sup>; Fabiana Silva de Souza <sup>(3)</sup>; Carlos Ernesto Gonçalves Reynaud Schaefer <sup>(4)</sup>; Raphael Bragança Alves Fernandes <sup>(4)</sup>; Demetrius David da Silva <sup>(4)</sup>.**

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

<sup>(2)</sup> Professor Visitante Nacional Sênior; Universidade Federal do Espírito Santo; Alegre, ES; E-mail: [hruiz@ufv.br](mailto:hruiz@ufv.br);

<sup>(3)</sup> Pesquisadora; Universidade Federal de Viçosa; <sup>(4)</sup> Professor; Universidade Federal de Viçosa.

**RESUMO:** A erosão hídrica tem sido considerada a forma mais importante de degradação dos solos tropicais. É frequente, processa-se com rapidez e causa elevados prejuízos ao setor agrícola, principalmente quando acelerada pela ação antrópica. Com objetivo de avaliar a influência do uso do solo (mata, plantio de café, plantio de eucalipto e pastagem) e da geoforma (côncava e convexa) nas perdas de água, em condições de chuva natural, no período de março/2009 a fevereiro/2010, instalaram-se unidades experimentais de 11,0 m de comprimento e 3,5 m de largura em Latossolo Vermelho Amarelo, localizado em microbacia do município de Viçosa, MG. O volume de água escoado na parcela foi captado em caixa com vertedor triangular e quantificado por meio de linígrafo automático com sensor de pressão. As perdas de água acumuladas no período foram: pastagem > café ≈ eucalipto >> mata. A presença do dossel e dos resíduos vegetais na mata, no café e no eucalipto diminui a velocidade do escoamento superficial e contribui para incrementar a infiltração de água no solo. Em relação às geoformas, os resultados indicaram maiores perdas de água e solo na geoforma convexa. O fluxo de água entre as geoformas é diferente, na convexa há divergência da água de chuva e, geralmente, menor infiltração e na côncava, pelo contrário, há convergência da água de chuva.

**Termos de indexação:** café, eucalipto, pastagem.

### INTRODUÇÃO

A expansão das áreas agrícolas devido ao crescente aumento da demanda por alimentos tem sido associada a impactos socioeconômicos e ambientais diversos. Dentre estes, a modificação do uso do solo tem sido responsável por um dos principais fatores limitantes da atividade agrícola mundial, a erosão, com a conseqüente produção de sedimentos. Embora a erosão do solo seja um processo natural, a ação antrópica a acelera, resultando na redução da capacidade produtiva dos solos e na degradação ambiental.

A erosão hídrica tem sido considerada a forma mais importante de degradação do solo. É mais frequente, processa-se com maior rapidez e causa elevados prejuízos ao setor agrícola, a outras atividades econômicas e ao próprio meio ambiente. Acelerada pela ação antrópica é a principal causa de degradação dos solos tropicais (Cogo et al., 2003).

O escoamento superficial é a fase do ciclo hidrológico mais diretamente associada à erosão hídrica, atuando diretamente no transporte dos sedimentos. A vegetação pode reduzir o movimento de água em superfície pela cobertura oferecida pelo dossel, que age interceptando as gotas da chuva, e pela serrapilheira em contato direto com a superfície do solo.

A topografia também influencia o processo erosivo. Desta forma, a declividade do terreno, o comprimento de rampa e à forma da encosta podem influenciar a velocidade e o volume de água no escoamento. O efeito da declividade no processo erosivo é evidenciado por sua relação com a energia cinética do escoamento superficial. Entretanto, estudos de campo que avaliem o efeito da forma da encosta no processo erosivo são incipientes.

A forma da encosta é um atributo de paisagem importante em relação ao processo erosivo contribuindo para a instabilidade de áreas de produção agrícola. Influencia, entre outros, o fluxo de água. Assim sendo, as geoformas côncava e convexa apresentam características que podem provocar respostas diferenciadas relativas ao processo erosivo. Portanto, o estudo da influência das formas de relevo no escoamento da água sobre o terreno em diferentes trajetórias é importante para o entendimento e a quantificação da erosão e da variabilidade dos principais atributos dos solos (Sanchez et al., 2009).

Dentro desse contexto, este trabalho visa avaliar a influência do uso do solo (mata, plantio de café, plantio de eucalipto e pastagem) e da geoforma (côncava e convexa) nas perdas de água, em condições de chuva natural, no período de março/2009 a fevereiro/2010, em Latossolo Vermelho Amarelo localizado em microbacia do município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em área pertencente à microbacia do córrego Santa Catarina, afluente do Ribeirão São Bartolomeu, município de Viçosa, Zona da Mata de Minas Gerais, delimitada pelas coordenadas 20°43' e 20°51' S e 42°50' e 42°56' W. O clima da região enquadra-se na classificação Cwb de Köppen, ou seja, mesotérmico com verões quentes e chuvosos e invernos frios e secos. A precipitação pluviométrica média anual é de 1221,4 mm, com período chuvoso de outubro a março.

As unidades experimentais foram selecionadas de acordo com o uso do solo (mata, plantio de café, plantio de eucalipto e pastagem) e a geoforma (côncava e convexa), apresentando declive médio de 0,12 m m<sup>-1</sup> ± 0,003 m m<sup>-1</sup> e orientadas no sentido leste-oeste. O solo, nas oito unidades experimentais, foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico. Os valores médios dos teores de areia, silte e argila foram de 0,420, 0,100 e 0,480 kg kg<sup>-1</sup> e os da porosidade total e da macroporosidade de 0,557 e 0,346 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>, respectivamente. O número de unidades experimentais foi limitado pela especificidade e custo dos equipamentos utilizados no estudo.

As parcelas experimentais foram dispostas no sentido do declive. As dimensões das parcelas foram de 11,0 m de comprimento e 3,5 m de largura, delimitadas nas laterais e extremidade superior por chapas galvanizadas de 20 cm de altura, cravadas 10 cm no solo. Na extremidade inferior foi instalada uma calha para direcionamento do escoamento, canalizado por meio de tubos de PVC para caixas coletoras do sedimento e da água.

Na área do estudo foi instalado um sensor pluviométrico modelo SP-3 *Seba*, conectado a um sistema automatizado de aquisição de dados para registro da quantidade e da duração da chuva. Para determinação da lâmina precipitada na parcela foi instalado um pluviômetro Ville de Paris com a área de captação da precipitação posicionada em plano horizontal com 1,5 m de altura da superfície do solo.

O volume de água escoado na parcela foi captado em caixa com vertedor triangular. Nesta caixa foi mantida lâmina de água de 22 cm, correspondente à altura do fundo da caixa ao vértice do vertedor, sendo a variação na altura desta lâmina utilizada para indicar a entrada de água na caixa, por meio de linígrafo automático com sensor de pressão modelo MDS DIPPER-3 *Seba*. O volume de água escoado foi obtido por meio da calibração entre a altura da lâmina de água registrada pelo linígrafo e a vazão escoada pelo vertedor.

A altura da lâmina de água foi registrada em intervalos de leitura de 1 min, sendo os dados coletados a cada 10 dias. O software WBedien32 *Seba* foi utilizado para programação dos linígrafos e coleta de dados. A lâmina do escoamento superficial, referente à perda de água, foi calculada pela relação entre o volume de água escoado e a área da parcela experimental.

As avaliações das perdas de água foram realizadas entre março/2009 e fevereiro/2010, e quantificadas com base na área de cada parcela experimental. Os dados de perda de água foram agrupados mensalmente, entre março/2009 e fevereiro/2010. A partir desses valores calcularam-se as perdas cumulativas nos doze meses. A precipitação pluviométrica total no período estudado foi de 1249 mm.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta a precipitação pluviométrica mensal na área em estudo, no período de março/2009 a fevereiro/2010, e as perdas de água considerando o uso do solo (mata, café, eucalipto e pastagem) e a geoforma (côncava e convexa). Complementando essa informação, a tabela 2 mostra o valor médio, o desvio padrão, os valores máximo e mínimo e a amplitude associada a cada tratamento indicado.

Pelas características climáticas da região, com períodos chuvosos e secos definidos, verifica-se pouco ou nenhum volume de água escoando das parcelas experimentais nos meses de menor precipitação (Tabela 1). Nesse caso, quando ocorreu precipitação houve infiltração da totalidade da água que atingiu as unidades experimentais. A amplitude no escoamento, registrada na tabela 2, é evidência adicional das diferenças marcantes que existem entre a época seca e a época chuvosa na Zona da Mata de Minas Gerais.

Considerando a necessidade de chuva em volume e intensidade apreciáveis para contar com escoamento superficial e a necessidade desse escoamento para provocar erosão hídrica, quantidades elevadas de sedimentos foram carregadas em associação com os maiores valores de escoamento nas parcelas experimentais (Souza, 2011).

Para avaliar a relação existente entre a precipitação pluviométrica mensal, o escoamento superficial e a perda de sedimentos, determinaram-se coeficientes de correlação linear simples entre essas três variáveis, considerando 12 observações correspondentes aos meses estudados, no período entre março/2009 e fevereiro/2010. Os resultados

são mostrados no tabela 3. Observa-se que todos os coeficientes foram positivos, com valores no intervalo entre 0,781 e 0,989 e significância superior a 1 %. Essa resposta confirma a associação das perdas de água e solo com a precipitação, apresentando valores muito expressivos de correlação, para cada uso do solo e geoforma estudados. Deve ser destacado que os coeficientes de correlação linear foram determinados para cada situação estudada e não servem na comparação dos tratamentos avaliados: mata, plantio de café, plantio de eucalipto e pastagem e geoformas côncava e convexa.

As perdas totais de água no período em questão variaram entre 79,9 e 532,2 mm, representando valores extremos de 6,4 % e de 42,8 % da precipitação total, na mata geoforma côncava e na pastagem geoforma convexa, respectivamente (Tabela 1).

Os valores observados para os usos do solo, independentemente da geoforma, apresentam tendência definida com maiores perdas de água na pastagem e menores na mata. O café e o eucalipto apresentaram comportamento intermediário entre aqueles usos. Isso indica que as perdas de água diminuíram com o aumento da cobertura vegetal proporcionada pelo uso do solo. O controle da erosão hídrica oferecida por espécies arbóreas responde à redução no impacto da gota de chuva, ao aumento na infiltração de água proporcionado pelo dossel das plantas, à manutenção do teor de matéria orgânica e ao seu efeito na agregação do solo. Além disso, a vegetação e os resíduos vegetais funcionam como obstáculos ao escoamento superficial, reduzindo a velocidade da enxurrada. Todos estes fatores convergem para reduzir o escoamento superficial e, conseqüentemente, as perdas. Em acréscimo, esperar-se-ia maior compactação superficial na pastagem, em resposta ao pisoteio dos animais, e, conseqüentemente, menor infiltração de água.

A presença do dossel e dos resíduos vegetais na mata, café e eucalipto favorecem maior tempo de permanência da água no sistema e conseqüentemente menor perda. Porém, as perdas de água observadas no café e eucalipto são elevadas, em torno de 250 e 350 mm. Esses valores são atribuídos a quaisquer mudanças na cobertura vegetal que afetam diretamente a taxa de escoamento superficial, aumentando os efeitos danosos da erosão em áreas agrícolas.

Na pastagem, as perdas de água são preocupantes tendo em vista que as áreas com pastagem representam 70 % da superfície da Zona da Mata Mineira. Essas perdas acarretam prejuízos

ambientais, pois comprometem o aproveitamento de água no sistema e a recarga hídrica para manutenção dos cursos de água.

Vale ressaltar que mesmo em condições de vegetação densa como na mata verifica-se que ocorrem perdas de água por escoamento superficial, o que se deve à capacidade-limite de infiltração de água do solo. Ultrapassado tal limite, o excesso de água de chuva escoava independentemente do uso do solo. Isso ocorre especialmente em condições de chuvas de longa duração, portanto de elevado volume, as quais saturam o solo e, assim, chegam a produzir enxurradas. Esse fato pode ser elucidado observando-se as maiores perdas de água para o mês de dezembro de 2009, condizente com a elevada precipitação (Tabela 1).

Em relação às geoformas, os resultados observados indicam tendência definida de perdas de água, sendo estas maiores para a geoforma convexa em relação à côncava (Tabela 1), o que se deve ao comportamento característico proveniente da forma da encosta. O fluxo de água entre as geoformas é diferente, na convexa há divergência da água de chuva e, geralmente menor infiltração e a côncava reflete convergência da água.

## CONCLUSÕES

A presença do dossel e da serrapilheira na mata, no café e no eucalipto diminui a velocidade do escoamento superficial e contribui para incrementar a infiltração de água no solo. Assim, as perdas de água na pastagem > café ≈ eucalipto >> mata.

O fluxo de água entre as geoformas é diferente, na convexa há divergência da água de chuva e, geralmente, menor infiltração e na côncava, pelo contrário, há convergência da água de chuva. Em conseqüência, há maiores perdas de água na geoforma convexa.

## REFERÊNCIAS

- COGO, N.P.; LEVIEN, R. & SCHWARZ, R.A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. R. Bras.Ci. Solo, 27:743-753, 2003.
- SANCHEZ, R.B.; MARQUES JÚNIOR, J.; SOUZA, Z.M.; PEREIRA, G.T. & MARTINS FILHO, M.V. Variabilidade espacial de atributos do solo e de fatores de erosão em diferentes pedoformas. Bragantia, 68:1095-1103, 2009.
- SOUZA, F.S. Dinâmica hídrico-térmica e perdas de solo e água: influência do uso e geoforma do solo. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2011. 88p. (Tese de Doutorado)

**Tabela 1** - Precipitação pluviométrica mensal na área em estudo (PPM) e perdas de água considerando o uso do solo e a geoforma (CC: côncava; CV: convexa), no período de março/2009 a fevereiro/2010

Mês/Ano	PPM	Mata		Café		Eucalipto		Pastagem	
		CC	CV	CC	CV	CC	CV	CC	CV
		mm							
Março/2009	235	9,5	13,6	52,0	71,2	43,7	48,6	55,2	128,9
Abril/2009	90	7,5	8,7	12,0	20,7	19,9	20,6	14,0	21,0
Mai/2009	6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Junho/2009	40	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Julho/2009	10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agosto/2009	18	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Setembro/2009	75	0,4	0,7	1,4	0,9	1,0	1,2	1,6	5,2
Outubro/2009	130	1,5	1,2	11,8	15,3	17,2	21,7	18,9	20,0
Novembro/2009	135	11,0	1,3	23,6	19,4	18,9	22,0	24,1	25,6
Dezembro/2009	335	41,5	57,8	136,0	145,6	117,6	140,0	206,0	298,0
Janeiro/2010	100	5,8	4,5	12,5	30,2	25,6	27,3	15,6	23,5
Fevereiro/2010	75	2,7	3,1	6,6	9,0	9,5	11,3	8,7	10,0
<b>Total</b>	<b>1249</b>	<b>79,9</b>	<b>90,9</b>	<b>255,9</b>	<b>312,3</b>	<b>253,4</b>	<b>292,7</b>	<b>344,1</b>	<b>532,2</b>

**Tabela 2** - Média geral, desvio padrão e valor máximo das perdas mensais de água no período de março/2009 a fevereiro/2010, considerando o uso do solo e a geoforma<sup>1/</sup>

Uso do Solo	Geoforma	Média Geral	Desvio Padrão	Valor Máximo
Mata	Côncava	6,7	11,7	41,5
	Convexa	7,6	16,4	57,8
Café	Côncava	21,3	39,1	136,0
	Convexa	26,0	42,8	145,6
Eucalipto	Côncava	21,1	33,3	117,6
	Convexa	24,4	39,4	140,0
Pastagem	Côncava	28,7	58,1	206,0
	Convexa	44,4	87,4	298,0

<sup>1/</sup> O valor mínimo sempre foi zero e, em consequência, a amplitude coincide com o valor máximo. Valores determinados com 12 observações.

**Tabela 3** - Coeficiente de correlação linear simples relacionando a perda mensal de água (PMA) e a perda mensal de solo (PMS) (Souza, 2011) com a precipitação pluviométrica mensal (PPM) e a PMS com a PMA<sup>1/</sup>

Uso do Solo	Geoforma	PMA x PPM	PMS x PPM	PMS x PMA
Mata	Côncava	0,879	0,901	0,781
	Convexa	0,854	0,933	0,816
Café	Côncava	0,929	0,936	0,989
	Convexa	0,944	0,942	0,865
Eucalipto	Côncava	0,933	0,919	0,792
	Convexa	0,930	0,933	0,831
Pastagem	Côncava	0,893	0,945	0,979
	Convexa	0,922	0,931	0,871

<sup>1/</sup> Todos os coeficientes foram significativos a 1 % pelo teste t. Valores determinados com 12 observações.