

INFLUÊNCIA DO MANEJO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS SOBRE A VAZÃO ESPECÍFICA E PRODUÇÃO ESPECÍFICA DE SEDIMENTOS

LUIZ SERGIO VANZELA¹, CAMILA FERNANDES FERREIRA APARECIDO²,
ELAINE CRISTINA SIQUEIRA³

¹ Engenheiro Agrônomo, Professor Titular, Mestrado em Ciências Ambientais, Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO, Fernandópolis - SP, (17) 3465-4200, luiz.vanzela@unicastelo.edu.br

² Engenheira Agrônoma, Professora, Departamento de Agronomia, Universidade Camilo Castelo Branco – UNICASTELO, Fernandópolis - SP

³ Engenheira Ambiental e Sanitarista, Professora, Departamento de Engenharia Ambiental e Sanitária, Faculdades Integradas de Fernandópolis – FIFE, Fernandópolis - SP

Apresentado no

XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: A intensidade de uso e manejo dos solos associados ao relevo e intensidade do escoamento superficial nas bacias hidrográficas, interfere nos recursos hídricos. Assim, este trabalho objetivou avaliar a influência do manejo de bacias hidrográficas na vazão específica-Qesp e na produção específica de sedimentos-Ps, em bacias localizadas no Triângulo Mineiro. Para isto foram monitoradas mensalmente as vazões e a concentração de sedimentos na foz de 4 bacias de diferentes usos e ocupações do solo, do período de 20/10/2013 a 21/09/2014 (12 medições). Após as medições, realizou-se a análise de correlação cruzada e de regressão múltipla da Qesp e Ps em função dos percentuais de cada uso e ocupação do solo, do escoamento superficial-Es e da declividade média-D das bacias. A resposta da Qesp foi significativa em função do percentual de áreas ocupadas por matas nativas-MA e por várzeas-VA ($Q_{esp}=84,0413-2,8139*MA+4,6540*VA$; $r^2=0,5226^{**}$), onde a Qesp tende a aumentar com o decréscimo do percentual de MA e o aumento do percentual de VA. A resposta da Ps foi significativa em função dos percentuais de áreas ocupadas por MA, área urbana-AU e com o Es ($Ps=958,9544-38,4458*MA+8,4833*AU+21,0651*ES$; $r^2=0,3937^{**}$), onde Ps tende a aumentar com o decréscimo de MA e com o aumento de AU e Es.

PALAVRAS-CHAVE: descarga líquida, descarga sólida, escoamento superficial

INFLUENCE OF WATERSHED MANAGEMENT ON THE SPECIFIC DISCHARGE AND SPECIFIC SEDIMENT YIELD

ABSTRACT: The intensity of use and management of soils associated with topography and intensity of runoff in watersheds can change water resources. Therefore, this work evaluated the influence of watershed management in specific discharge-QESP and the specific sediment yield-Ps in watersheds located at Triângulo Mineiro. For this, were monitored monthly the discharge and concentration of sediments at outfall of the 4 watersheds with different use land, from 10/20/2013 to 09/21/2014 (12 measurements). After the measurements, was realized the cross-correlation analysis and multiple regression of the Qesp and Ps in function of the percentage of each use land, runoff-Es and slope-D of the watersheds. The response of Qesp was significant with the percentage of areas occupied by forest-MA and wetlands-VA ($Q_{esp}=84.0413-2.8139*MA+4.6540*VA$; $r^2=0.5226^{**}$), where Qesp tends to increase with decrease in the percentage of MA and increased of percentage VA. The response of Ps was significant with the percentage of areas occupied by MA, urban area-AU and Es ($Ps=958.9544-38.4458*MA+8.4833*AU+21.0651*ES$; $r^2=0.3937^{**}$), where Ps tends to increase with the decrease of MA and with the increase of AU and Es.

KEYWORDS: liquid discharge, solid discharge, runoff

INTRODUÇÃO: Um dos principais fatores que influenciam a sustentabilidade dos recursos hídricos nas bacias hidrográficas é o uso e ocupação dos solos (VANZELA et al., 2010), devido a sua relação com a produção de sedimentos de origem difusa. Com o escoamento superficial das águas das chuvas são carreados sedimentos minerais e orgânicos, suspensos e dissolvidos, para o leito dos mananciais. Quando o solo é explorado pela agricultura, a quantidade de sedimentos carreados aumenta, pois de acordo com Gomes et al. (2007), a dinâmica de uso e ocupação do solo interfere em alguns atributos físicos do solo, principalmente aqueles influenciados pelo manejo, como a densidade e a matéria

orgânica. Silva et al. (2005) verificaram que a cobertura completa do solo evita a desagregação provocada pelo impacto das gotas de chuva e a formação do selamento superficial favorecendo, conseqüentemente, a infiltração da água no solo e a redução do escoamento superficial. Considerando, então, que o conhecimento da relação entre o uso e ocupação do solo e sua resposta sobre os recursos hídricos é fundamental no manejo das bacias, este trabalho objetivou avaliar a influência do manejo de bacias hidrográficas na vazão específica e na produção específica de sedimentos, em bacias localizadas no Triângulo Mineiro.

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi desenvolvido em 4 bacias localizadas nos municípios de Iturama e Campina Verde, no Triângulo Mineiro (Tabela 1).

TABELA 1. Características das bacias estudadas.

Bacia	Área (km ²)	Leito principal (km)
1	3,083	1,707
2	4,040	2,287
3	3,177	2,329
4	1,183	0,742

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é o Cwa, ou seja, clima temperado úmido com inverno seco e verão quente (SÁ JUNIOR, 2009). Os solos são classificados como Latossolo Vermelho distroférico (JACOMINE et al., 1976). A avaliação da influência do manejo do solo sobre a vazão específica e produção específica de sedimentos foi realizada a partir da modelagem da resposta linear múltipla de variáveis dependentes (y) em função de uma ou mais variáveis independentes (x₁, x₂, x₃, ..., x_n). As variáveis dependentes modeladas foram vazão específica e produção específica de sedimentos. As variáveis independentes foram os percentuais de uso e ocupação do solo, declividade média e escoamento superficial nas bacias hidrográficas. As vazões específicas foram determinadas pelo quociente entre as vazões e as respectivas áreas de drenagens das bacias. As vazões foram monitoradas pelo método do flutuador em trechos de seções de pequenas dimensões (larguras médias próximas de 1 m e profundidades máximas de 40 cm), retilíneos (em torno de 6 m) e regulares. As produções específicas de sedimentos foram determinadas pelo quociente entre as descargas sólidas totais e as respectivas áreas de drenagens das bacias. As descargas sólidas totais foram determinadas a partir da concentração de sólidos totais, utilizando a metodologia de Colby de 1954 (CARVALHO, 1994). O monitoramento foi composto de 12 levantamentos nas seções, em intervalos aproximados de 30 dias, do período de 20/10/2013 a 21/09/2014. A análise da concentração de sólidos totais foi realizada na Central de Laboratórios da Universidade Camilo Castelo Branco, pelo método gravimétrico. O levantamento do uso e ocupação dos solos, iniciou pela delimitação das bacias hidrográficas com o auxílio de imagem do satélite LANDSAT 8 (sensor OLI, resolução de 15 m, com data de 28 de janeiro de 2014) (USGS, 2014) e isolinhas altimétricas cotadas de 5 m, obtidas a partir de imagem do satélite ASTER (resolução de 30 m) (NASA, 2010). Pelo processo de digitalização manual, classificação visual e validação de campo (na ocasião das medições das variáveis hídricas), digitalizaram-se os usos e ocupações do solo dentro do perímetro das 4 bacias, a partir do qual foi possível obter os percentuais de uso do solo (Tabela 2). A declividade média das bacias (Tabela 3) foi determinada a partir do modelo de elevação do terreno (MDE) do satélite ASTER, com resolução espacial de 30 m.

TABELA 2. Classes de uso e ocupação do solo.

Classes	Área (% do total)			
	1	2	3	4
Áreas urbanizadas	0,00	65,28	0,00	0,00
Cana-de-açúcar	43,46	0,00	0,00	0,00
Estradas	2,36	0,00	0,00	0,00
Matas	15,48	2,67	3,83	20,40
Gramíneas	35,81	32,06	89,33	79,60
Espelhos d'água	0,52	0,00	0,00	0,00
Várzeas	2,37	0,00	6,84	0,00

TABELA 3. Classes de declividade.

Classes	Área (% do total)			
	1	2	3	4
0 a 2%	4,27	4,94	3,18	4,01
2 a 5%	20,96	24,65	16,24	17,58
5 a 10%	40,65	40,40	36,12	38,46
10 a 15%	23,70	21,41	27,16	25,47
15 a 20%	7,79	6,49	11,51	10,46
20 a 25%	2,14	1,67	4,35	2,61
25 a 50%	0,48	0,45	1,44	1,42
Média	8,57%	8,05%	9,93%	9,41%

O escoamento superficial foi calculado para as 4 bacias hidrográficas, utilizando o método do SCS - Soil Conservation Service (PRUSKI et al., 2003). Neste trabalho, o escoamento superficial (ES)

considerado foi o acumulado de 7 dias anteriores aos períodos de avaliação das variáveis hídricas. Os dados de precipitação foram obtidos a partir da estação da Usina Coruripe localizada no município de Iturama –MG (dentro de uma distância média de 15 km das bacias). De posse dos pares de dados, inicialmente realizou-se uma análise de correlação cruzada de Pearson entre variáveis dependentes e independentes. Para as correlações significativas ($p < 0,01$) prosseguiu-se para a análise de regressão linear múltipla das variáveis dependentes (concentração de sólidos totais, dissolvidos e suspensos) em função das independentes (percentuais de cada uso e ocupação do solo, declividade média e escoamento superficial acumulado de 7 dias). Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software SPSS 16.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A resposta da vazão específica foi significativa ($p < 0,01$) em função das variáveis percentual de áreas ocupadas por matas nativas e por várzeas (Figura 2a e 2b).

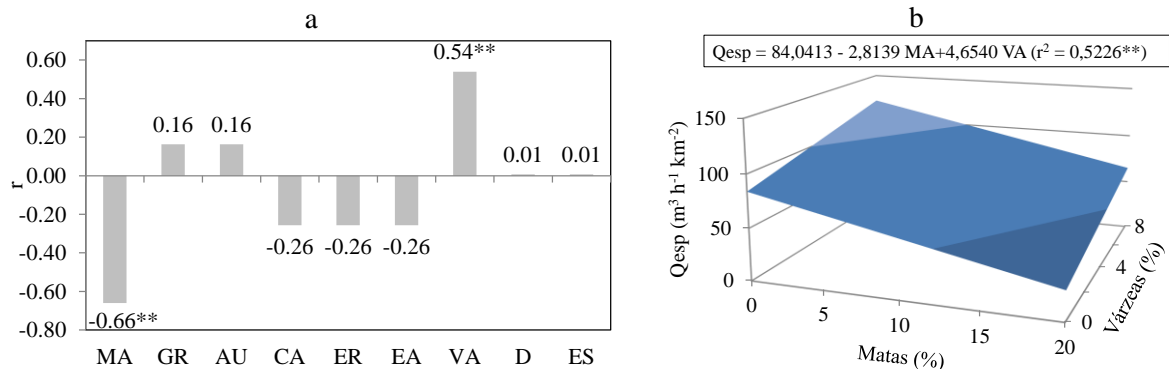


FIGURA 2. Correlação cruzada (a) da vazão específica - Q_{esp} com as variáveis independentes (sendo matas - MA, gramíneas - GR, área urbanas - AU, culturas anuais - CA, estradas rurais - ER, espelhos d'água - EA, várzeas - VA, declividade média - D e escoamento superficial - ES) e a superfície de resposta do modelo linear múltiplo (b).

De acordo com a correlação e o modelo observa-se que decréscimo da vazão específica com o aumento das áreas de matas, evidenciando a importância dessas áreas no amortecimento de cheias. Já com as áreas de várzeas, observa-se uma correlação positiva, demonstrando a que a presença desse ambiente saturado pode estar relacionada com maior disponibilidade hídrica nas bacias. Resultados obtidos por diversos autores em estudos de bacias experimentais, comprovam o aumento da vazão média com a retirada da floresta ou vegetação natural (TUCCI, 2004). A resposta da produção específica de sedimentos foi significativa ($p < 0,01$) em função das variáveis percentual de áreas ocupadas por matas nativas e áreas urbanas, e com o escoamento superficial (Figura 3a e 3b).

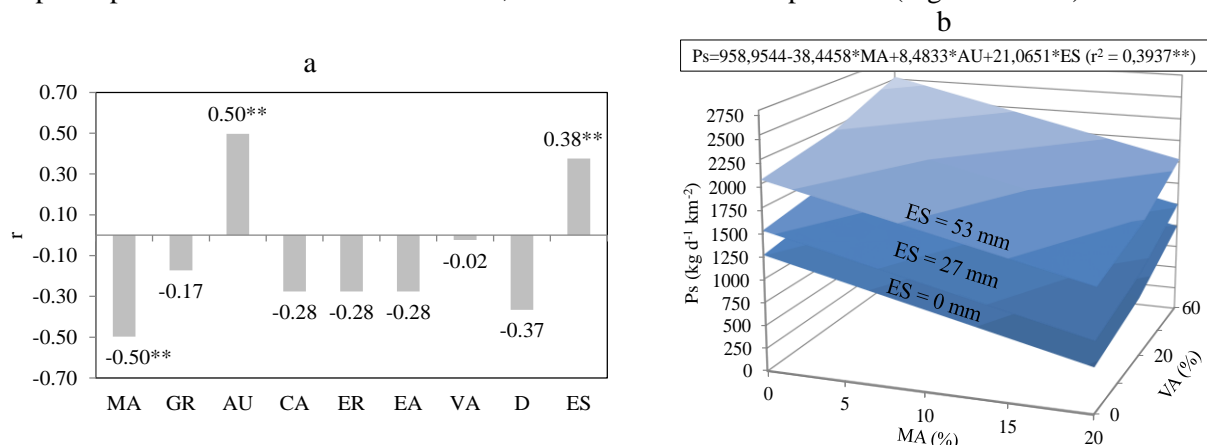


FIGURA 3. Correlação cruzada (a) da vazão específica - Q_{esp} com as variáveis independentes (sendo matas - MA, gramíneas - GR, área urbanas - AU, culturas anuais - CA, estradas rurais - ER, espelhos d'água - EA, várzeas - VA, declividade média - D e escoamento superficial - ES) e as superfícies de resposta do modelo linear múltiplo nos escoamentos 0, 27 e 53 mm (b).

Observa-se que a produção específica de sedimentos tende a reduzir com o aumento das áreas de matas nativas e com a redução das áreas urbanizadas e do escoamento superficial. Considerando o modelo obtido (Figura 3b) para as bacias essencialmente agrícolas e em escoamentos superficiais entre 27 e 53 mm, seriam necessários de 35 a 42% de áreas ocupadas por matas nativas para manter o potencial de assoreamento em níveis moderados, ou seja, abaixo de $479 \text{ kg d}^{-1} \text{ km}^{-2}$ (CARVALHO et al., 2000). Com os resultados obtidos, tanto para vazão específica quanto para produção específica de sedimentos, evidencia-se a necessidade de que o manejo das bacias hidrográficas deve preconizar práticas que promovam a redução do escoamento superficial e aumento da infiltração, como a conservação de matas nativas em áreas prioritárias (matas ciliares e áreas de alta declividade).

CONCLUSÕES: A resposta da vazão específica-Qesp foi significativa em função do percentual de áreas ocupadas por matas nativas-MA e por várzeas-VA ($Q_{esp}=84,0413-2,8139*MA+4,6540*VA$; $r^2=0,5226^{**}$), onde Qesp tende a aumentar com o decréscimo do percentual de MA e o aumento do percentual de VA. A resposta da produção específica de sedimentos-Ps foi significativa em função dos percentuais de áreas ocupadas por MA, área urbana-AU e com o escoamento superficial-Es ($Ps=958,9544-38,4458*MA+8,4833*AU+21,0651*ES$; $r^2=0,3937^{**}$), onde Ps tende a aumentar com o decréscimo de MA e com o aumento de AU e Es.

REFERÊNCIAS

- BERTOL, I.; GUADAGNIN, J. C.; CASSOL, P. C.; AMARAL, A. J.; BARBOSA, F. T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.28, p.485-494, 2004.
- CARVALHO, N. O.; FILIZOLA JUNIOR, N. P.; SANTOS, P. M. C.; LIMA, J. E. F. W. Guia de avaliação de assoreamento de reservatórios. Brasília: ANEEL/Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 2000. 132p.
- CARVALHO, N. de O. Hidrossedimentologia prática. Rio de Janeiro: CPRM, 1994. 372 p.
- GOMES, N. M.; FARIA, M. A.; SILVA, A. M.; MELLO, C. R.; VIOLA, M. R. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo associados ao uso e ocupação da paisagem. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.11, n.4, p.427-435, 2007.
- JACOMINE, P. K. T.; CAVALCANTI, A. C.; RIBEIRO, M. R.; MONTENEGRO, J. O.; BURGOS, N.; MÉLO FILHO, H. F. R. de; FORMIGA, R. A. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos da margem esquerda do rio São Francisco, estudo da Bahia. Recife: EMBRAPA, Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos, 1976. 404p.
- NASA – UNITED STATES NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. ASTER Global Digital Elevation Map Announcement. Pasadena: NASA, 2010. Disponível em: <<http://asterweb.jpl.nasa.gov/gdem.asp>>. Acesso em: 16 ago. 2013.
- PRUSKI, F. F.; BRANDÃO, V. S.; SILVA, D. D. Escoamento superficial. Viçosa: UFRV, 2003. 88p.
- SILVA, D. D.; PRUSKI, F. F.; SCHAEFER, C. E. G. R.; AMORIM, R. S. S.; PAIVA, K. W. N. Efeito da cobertura nas perdas de solo em um Argissolo Vermelho-Amarelo utilizando simulador de chuva. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.25, n.2, p.409-419, 2005.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. 3ed. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2004. 943p.
- USGS - UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY. LANDSAT 8 product information. Reston, VA: U.S.G.S., 2013. Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>. Acesso em: 10 jan 2014.
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.14, n.1, p.55-64, 2010.