



Estimativa da erosão na microbacia do Córrego do Gambá no município de Monte Alto, SP⁽¹⁾.

Gabriel Ferreira Damasceno⁽²⁾; Célia Regina Paes Bueno⁽³⁾; Matheus Felipe Oliveira⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)

⁽²⁾ Estudante; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", FCAV; Jaboticabal, SP; gabrielfdamasceno@gmail.com; ⁽³⁾ Professora Assistente, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", FCAV; crbueno@fcav.unesp.br; ⁽⁴⁾ Mestrando, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", FCAV; mtf_matheus@hotmail.com.

RESUMO: O processo de ocupação do espaço de forma desordenada, a necessidade do aumento de áreas agropecuárias e novas áreas para a expansão dos centros urbanos, acarretam em prejuízos ambientais, como as erosões hídricas, que são agravadas devido à falta de utilização de práticas de manejo adequadas às particularidades do terreno e à falta de planejamento urbano, resultando em perdas exacerbadas de solos e comprometimento da qualidade dos corpos hídricos. Este trabalho teve como objetivo utilizar técnicas de sensoriamento remoto e de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), apoiado pelo modelo preditivo Equação Universal de Perda de Solo Revisada (RUSLE) em análises ambientais, para quantificar a perda de solo nas áreas de contribuições das nascentes do Córrego do Gambá localizada no município de Monte Alto/SP. Neste trabalho são apresentados os fatores preconizados pela RUSLE, como a Erosividade (R), Erodibilidade (K), Uso e Manejo do Solo (C), Práticas Conservacionistas (P), Fator topográfico (LS), obtidos em ambiente SIG. Na microbacia hidrográfica, 65,7% da área têm perdas de solo menores que 10 t.ha⁻¹.ano⁻¹. A maior parte da área de estudo é considerada pelos valores estimados como alta susceptibilidade à erodibilidade do solo, com valores entre 0,03 a 0,04 Mg.h.MJ⁻¹.mm⁻¹, importante no planejamento do uso do solo. O potencial natural de erosão foi estimado como muito alta em 47,3%, com alta correlação com o fator topográfico. A utilização integrada de SIG e RUSLE permitiu uma análise detalhada, permitindo apontar áreas de maior vulnerabilidade ao processo de perda de solo na área de estudo.

Termos de indexação: perda de solo, Sistemas de Informações Geográficas, RUSLE

INTRODUÇÃO

A erosão hídrica é a principal responsável pela degradação e limitação do uso do solo, tanto em ambiente agrícola como urbano, sendo um fenômeno de interesse de pesquisadores quanto à sua origem, desenvolvimento e controle,

relacionados à variáveis ambientais e antrópicas específicas para determinados lugares como a precipitação, relevo, solo, uso e manejo do solo e as práticas conservacionistas adotadas. Sua estimativa é importante para o planejamento do uso do solo, no que se refere à gestão e limitação do uso do solo, objetivando sua conservação, mantendo em baixos níveis a erosão hídrica.

Os modelos de simulação, como os modelos matemáticos de predição de erosão, a Equação Universal de Perda de Solo (EUPS) e mais recentemente um novo modelo de predição da erosão denominado Equação Universal de Perda de Solo Revisada - RUSLE, a qual se manteve a mesma estrutura da USLE, porém, com expressivas mudanças de determinação dos fatores. A RUSLE é um modelo de erosão elaborado para utilização na predição da perda de solo (t.ha⁻¹.ano⁻¹), com ampla aplicação e validação em condições agrícolas. Desta forma, o objetivo deste trabalho é estimar a perda de solo em parte da microbacia hidrográfica do córrego do Gambá, no município de Monte Alto/SP.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende as áreas de contribuição das nascentes do terço alto do córrego do Gambá, com coordenada central, Latitude 7644787,6 O e Longitude 758580,6 S (Córrego Alegre, Universal Transversa de Mercator, Zona 22 S), com aproximadamente 414 hectares, afluente do córrego Rico, localizado ao sul do município de Monte Alto, à nordeste do estado de São Paulo, na morfoescultura Planalto Ocidental Paulista, mais especificamente no Planalto de Monte Alto entre 410 e 740 metros de altitude. Esse planalto se caracteriza por um relevo escarpado peculiar da região. Na região, destacam-se platôs residuais sustentados por rochas do Grupo Bauru (Cretáceo Superior), Formação Marília, com forte cimentação carbonática e Formação Adamantina.

Foram coletadas 207 amostras na profundidade de 0 a 0,20 m, em uma malha amostral georreferenciada. Para a obtenção dos fatores da RUSLE, determinou-se a granulometria e o teor de



carbono orgânico (CO) das amostras, para a estimativa da erodibilidade do solo (K). O fator erodibilidade (R), foi obtido segundo os dados fornecidos pelo programa net Erosividade SP. Na obtenção dos modelos e análise geoestatística dos fatores K e R, utilizou-se o GS+®, versão 7.0 na elaboração dos mapas utilizou-se Geostatistical Analyst® do sistema ArcGIS®. Para a elaboração do mapa do fator topográfico (LS), utilizou-se de modo integrado, softwares como o ArcGIS/ArcMap 10.2, o Idrisi Selva 17.0 e o Usle2D, versão 4.1, a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE). O fator C foi determinado com base no mapa de uso e ocupação do solo, elaborado através do programa, Idrisi versão Selva. O fator prática conservacionista (P) foi obtido utilizando a equação definida por LAGROTTI (2000). A partir dos fatores estimados, foi possível calcular a perda de solo ($t \cdot ha^{-1} \cdot ano^{-1}$) da área de nascentes do Córrego do Gambá, no município de Monte Alto/SP, empregando o módulo Spatial Analyst Tools, Map Algebra, utilizando a ferramenta Raster Calculator.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A erodibilidade do solo (**Figura 1**) média foi de $0.0300 \text{ Mg} \cdot \text{h} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$, classificada como alta de acordo com BERTONI & LOMBARDI NETO (2010). MIQUELONI & BUENO (2011) determinou $0,036 \text{ Mg} \cdot \text{h} \cdot \text{MJ}^{-1} \cdot \text{mm}^{-1}$ para outra área do mesmo município. No município de Monte Alto há um predomínio de Argissolos, o que influencia a erodibilidade e a determinação da perda de solo em áreas de solos com acúmulo de argila no horizonte subsuperficial (BERTONI & LOMBARDI NETO, 2010). O mapa da erodibilidade do solo fornece informações dos locais que possuem maior risco de erosão além de permitir o estabelecimento de zonas de manejo.

A erosividade é um fator que corresponde a potencial capacidade da chuva em erodir o solo. A distribuição espacial do fator R (**Figura 2**) permitiu constatar uma distribuição uniforme, ou seja, baixas variações, porém com influência da altitude da área, devido à anisotropia encontrada no ajuste do semivariograma.

Apresentado na **figura 3**, o fator topográfico possui grande variação na área de estudo com uma predominância de valores de 1 a 5, seguidas de menores que 1. A área apresenta um relevo predominantemente ondulado e suave ondulado, com feições geomórficas escarpadas, justamente onde se localizam os maiores valores do fator LS e da erodibilidade, importante na contribuição do desenvolvimento de processos erosivos. Os menores valores se encontram nas cotas de maiores altitudes da área e próximos ao corpo

hídrico, caracterizadas por FROTA (2012) como áreas que representam os setores de infiltração das águas pluviais, com os menores valores das classes de ocorrência de LS, como se observa na **figura 3**, além das áreas com vertentes com elevadas declividades apresentaram os maiores valores. Os valores intermediários se localizam nas áreas à montante e à jusante da área escarpada, também exercendo contribuição na dinâmica do escoamento superficial das águas pluviais e sua velocidade, com relação direta com o fator topográfico, que dependendo do aumento de sua intensidade aumenta proporcionalmente o potencial erosivo. O valor máximo estimado para o fator LS é de 64, classificado como muito alto localizado em áreas com declividade maior que 20%.

No mapa do fator práticas conservacionistas, apresentado na **figura 4**, observa-se que os maiores valores do fator P, 1,0 e 0,86 (adimensional) estão localizados nas áreas de maiores declividades e compreendem uma área de 33,5% e 24,1%, respectivamente. Para a determinação deste fator foi utilizada a declividade do terreno (%) devido à direta relação entre esses dois fatores.

Para a determinação do fator C (**Figura 5**), baseou-se no mapa de uso do solo, onde foram observadas seis categorias principais: água, área urbana, florestal, pastagem, cultura perene e vegetação campestre. Com esse panorama é possível afirmar que a área é intensamente antropizada, caracterizado por constantes mobilizações do solo para fins econômicos, como exemplo a agricultura, pecuária e especulação imobiliária. A classe de maior abrangência foi a de 0,01 (adimensional) com 48,5% da área que estão relacionados à pastagem. As áreas com uso de cultura anual, referente à cana-de-açúcar e às áreas de solo sob palhada, também referente ao cultivo desta cultura são representadas por 27,2% da área (89,7 ha). O uso denominado florestal é referente ao valor 0,00004 (adimensional) de C, representando 21,4% da área amostrada. O valor de C igual a zero (0) está relacionados aos usos de infra-estrutura e água (represa) da área amostrada, representando 3% desta, por fim, o valor igual a 1 não foi identificado, referente à classe do solo exposto.

A aplicação da RUSLE utilizando SIGs viabilizou a estimativa e a espacialização dos fatores e da perda de solo relacionadas à erosão hídrica em condições de determinados usos e manejos da área em questão (WISHMEIER & SMITH, 1978).

No mapa da perda de solo (**Figura 6**) observa-se que há um predomínio de valores inferiores a $10 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$, classificada segundo BERTONI & LOMBARDI NETO (2010) como muito baixa, abrangendo 65,8% da área de acordo com a Tabela 15, isto pode estar relacionado ao tipo de uso e



manejo do solo, uma vez que segundo BELLINAZZI JUNIOR et al. (1981) as perdas médias anuais de solo no Estado de São Paulo para as culturas da cana-de-açúcar, pastagem são de 12,4 e 0,4 t.ha⁻¹.ano⁻¹, respectivamente.

A classe de 20 a 50 t.ha⁻¹.ano⁻¹ corresponde à segunda maior área, com 13,4 % seguida da classe de 10 a 20 t.ha⁻¹.ano⁻¹, com 12,5% de área, classificadas como moderada e baixa perda de solo, respectivamente. As classes que representam as maiores perdas de solo, classificadas como alta e muito alta, somam 8,3% da área, sendo o máximo valor de perda de solo de 405,7 t.ha⁻¹.ano⁻¹.

Para tanto, é necessário medidas de intervenção para minimizar os processos de perda de solo, principalmente nas áreas classificadas como alta e muito alta (acima de 100 t.ha⁻¹.ano⁻¹), onde há intensos quadros de processos erosivos, resultando na degradação do solo.

A regressão linear entre as variáveis da RUSLE e seu produto, a perda de solo (A), foi mensurada a partir dos coeficientes de correlação (r) e determinação (R²), comprovando que o fator que exerceu maior influência na perda de solo na área das nascentes do Córrego do Gambá foi o LS (fator topográfico).

Na área de estudo, assim como em outros locais no município de Monte Alto, a ocorrência de erosões hídricas é resultado da falta de planejamento e retrata a real degradação do solo nas áreas de expansão urbanas brasileiras, função de fatores como a águas pluviais, a topografia, o manejo do solo e as práticas conservacionistas adotadas.

Há uma especulação imobiliária pela área de estudo, pois se localiza próxima a bairros valorizados. O crescimento desordenado da área urbana gera riscos para a própria população, como por exemplo, problemas estruturais em residências, de acordo com PEDRO & LORANDI (2004), em que destacam a ocupação desordenada de áreas periurbanas, como responsável pela desestabilização de encostas devido à ausência de técnicas adequadas, assim como a falta de um sistema de drenagem, que potencializa os problemas da erosão dos solos.

CONCLUSÕES

O fator LS foi o que apresentou maior correlação com o PNE, o que mostra uma limitação da área quanto à expansão urbana.

A perda de solo (A) também foi mais influenciada pelo fator topográfico, seguido das práticas conservacionistas e do uso do solo, que caracterizam um ambiente suscetível à erosão.

Devido ao uso/ocupação atual, 65,8% da área de estudo está abaixo do limite máximo tolerável para a classe dos Argissolos.

A alteração no uso do solo, de pastagem ou cana-de-açúcar, para área urbana aumentaria a perda de solo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Faculdade de Ciências agrárias e Veterinárias, Unesp, Câmpus de Jaboticabal pelo apoio e estrutura para a execução da pesquisa e a CAPES pelo financiamento de bolsa.

REFERÊNCIAS

- BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D.; LOMBARDI NETO, F. Ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO SOBRE O CONTROLE DA EROSÃO, 2., 1981, São Paulo. Anais... São Paulo: IBGE, 1981. p. 117-137. BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 7.ed. São Paulo: Ícone. 2010.
- FROTA, P. V. Potencial de erosão na Bacia de Drenagem do Açude Orós - CE. 2012. 179 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais)—Universidade de Brasília, Brasília, 2012.
- LAGROTTI, C. A. A. Planejamento Agroambiental do município de Santo Antônio do Jardim – SP: estudo de caso na Microbacia Hidrográfica do Córrego do Jardim. 2000. 124 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- MIQUELONI, D.P.; BUENO, C.R.P. Análise multivariada e variabilidade espacial na estimativa da erodibilidade de um argissolo vermelho-amarelo. R. Bras. Ci. Solo, Viçosa, MG, v. 35, p. 2175-2182, 2011.
- PEDRO, F. G.; LORANDI, R. Área periurbana de São Carlos-SP. Rev. Bras. Cartogr., Rio de Janeiro, n. 56, v. 1, 2004.
- WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978. 58p. (Agriculture Handbook, 537).

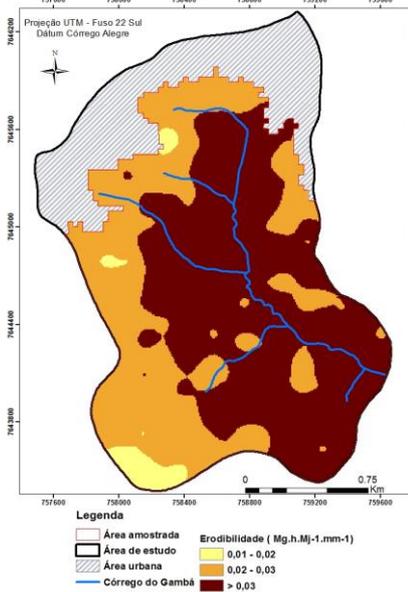


Figura 1 - Mapa da erodibilidade do solo (Fator K).

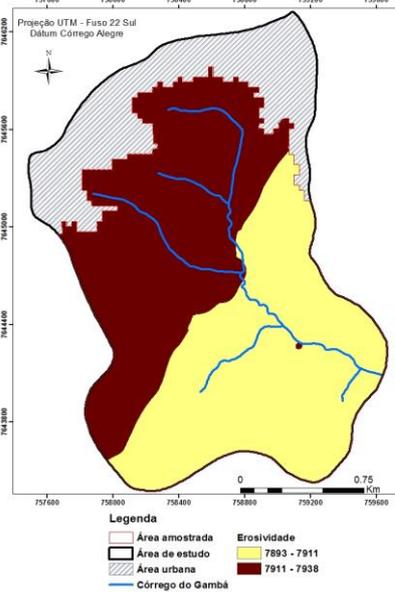


Figura 2 - Mapa da erosividade da chuva (Fator R).

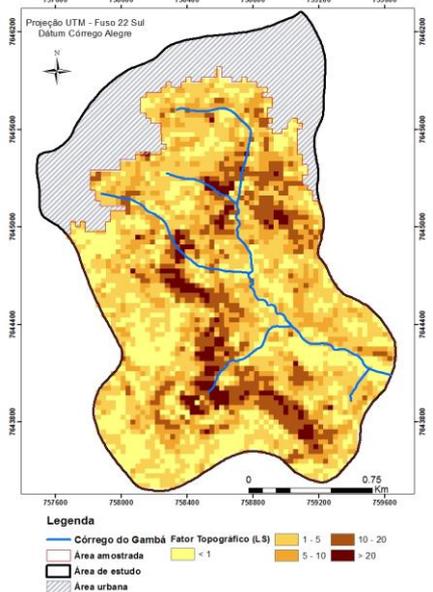


Figura 3 - Mapa do fator topográfico (Fator LS).

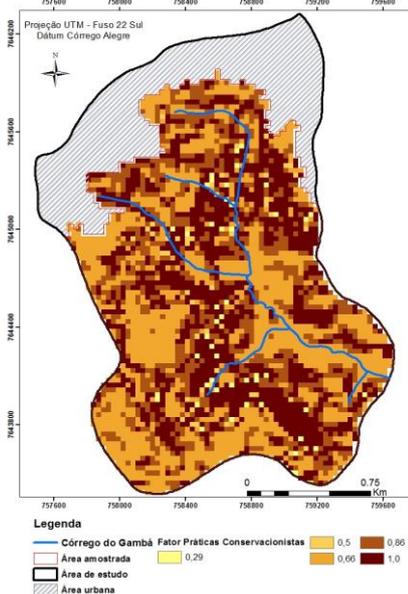


Figura 4 - Mapa do Fator Práticas Conservacionistas (Fator P).

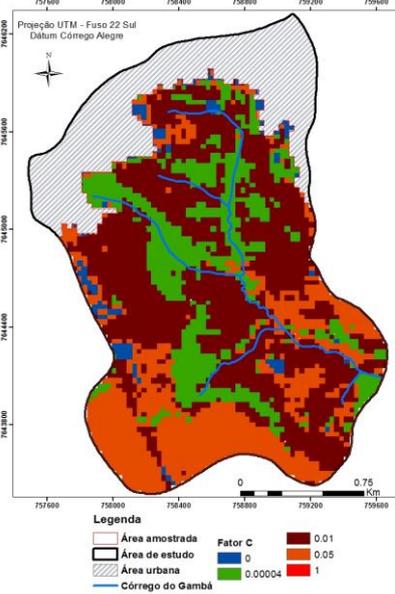


Figura 5 - Mapa do Fator Uso do Solo (C) da área de estudo.

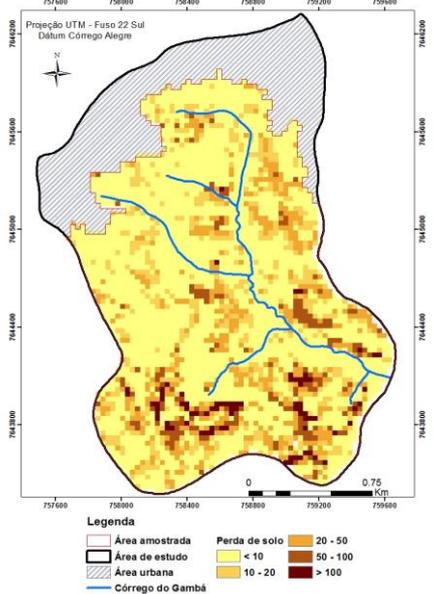


Figura 6 - Mapa de perda de solo da área de estudo.