



Estimativa da perda de solo em um plantio de cana-de-açúcar

Lara Dal Soto Costa⁽¹⁾; Jorge Luiz Barbarotto Junior⁽²⁾; Rodrigo Camilo⁽³⁾

⁽¹⁾ Estudante do curso de Engenharia Ambiental; Universidade Estadual de Maringá; Umuarama, Paraná; laradalsoto@gmail.com; ^(2 e 3) Professor Assistente; Universidade Estadual de Maringá.

RESUMO: Cada vez mais o uso de geotecnologias no plano de manejo e conservação dos solos vem se tornando um instrumento comum. Neste estudo quantificou-se a perda de solo em uma área de cultivo de cana-de-açúcar utilizando o método da Equação Universal de Perda dos Solos (EUPS), juntamente com um sistema de informações geográficas (SIG) baseando-se em classes de risco à erosão. A perda de solo média estimada foi de 6,10 ton/há/ano, o que de acordo com a tolerância de perdas de solo proposta por Bertoni e Lombardi Neto (2005), não impõem restrições arbitrárias ao uso e manejo do solo. Porém aproximadamente 24% da área apresentou alto risco a erosão, o que exige maiores cuidados em determinados pontos, considerando que boa parte desta classe está próxima ao curso d'água.

Termos de indexação: EUPS, Erosão.

INTRODUÇÃO

O homem aprendeu que junto com a sua necessidade de intensificar o uso do solo, e conseqüentemente a retirada da cobertura deste, a erosão se tornava mais ativa e que a influência protetora da cobertura vegetal retardava o escoamento da enxurrada mantendo-a uniforme.

De maneira geral “qualquer atividade agrícola que utiliza recursos naturais, como água e solo, e usa insumos e defensivos químicos, como fertilizantes e praguicidas, provoca algum impacto ambiental. Contudo, é possível reduzir quaisquer impactos, ao fazer planejamento, ocupação criteriosa do solo agrícola e emprego de técnicas de conservação para cada cultura e região” (Ramos & Junior, 2008). Os valores de perda de solo têm sido utilizados para planejamento ambiental e agrícola a fim de identificar as áreas com risco à erosão em bacias hidrográficas (Zhang et al., 2004). Dessa forma o estudo quantificou a perda de solo em ton/há/ano da área em questão e classificou-a de acordo com a tabela de classes de risco à erosão segundo Bertoni e Lombardi Neto (2005).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

A área de estudo está localizada em uma sub-bacia do rio Paraná, na parte sul do estado do Mato

Grosso do Sul, aproximadamente a oito quilômetros do município de Naviraí, tendo como coordenadas centrais a latitude 23°04'45.76"S e longitude 54°07'116.48"O.

Equação universal da perda de solo (EUPS)

A EUPS tem como objetivo estimar a perda de solo média anual. Ela é composta por seis fatores do processo erosivo conforme proposto por Wischmeier & Smith (1978) (Equação 1).

$$A=R.K.LS.C.P \quad (1)$$

Onde: A é a perda média anual de solo por unidade de área ($Mg \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); R é o fator de erosividade da chuva ($MJ.mm.ha^{-1}.h^{-1}.ano^{-1}$); K é o fator erodibilidade do solo ($Mg.h.MJ^{-1}.mm^{-1}$); LS é o fator topográfico (adimensional); C é o fator uso e manejo do solo (adimensional) e P é o fator práticas conservacionistas (adimensional).

Fator erosividade da chuva (R)

O fator erosividade da chuva é representado pelo índice EI30 que expressa a energia cinética de uma gota de chuva e sua capacidade em causar erosão. Originalmente o fator R é obtido pelo valor do produto de sua energia cinética total e sua intensidade máxima em trinta minutos. Porém devido à carência de dados de pluviógrafo, muitos pesquisadores têm elaborado equações ajustadas para o cálculo do fator R de uma determinada região exigindo apenas dados de chuvas totais, mensais e anuais.

Para o presente estudo, os dados de precipitação foram obtidos da plataforma HidroWeb da Agência Nacional de Águas (ANA), a partir dos quais foram calculadas as precipitações médias, mensais e anual.

O índice EI30 para Naviraí – MS pode ser estimado pela Equação 2 definida por Oliveira et. al (2013) para a cidade de Dourados – MS, distante aproximadamente 140 Km da área de estudo, devido a semelhança entre as características climáticas de ambas as regiões. O índice EI30 foi calculado para cada mês e o fator R foi obtido pela soma dos 12 valores de EI30 (Equação 2).

$$EI30=80,305.(pi^2/P)^{0,8966} \quad (2)$$



Onde: EI30 é a erosividade ($\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$);
 π_i é a precipitação média mensal do mês i (mm); P é a precipitação média anual (mm).

$$\begin{aligned} S(i,j) &= 10,8 \sin\beta(i,j) + 0,03 \quad \tan\beta(i,j) < 0,09 \\ S(i,j) &= 16,8 \sin\beta(i,j) - 0,5 \quad \tan\beta(i,j) \geq 0,09 \end{aligned} \quad (8)$$

Fator erodibilidade do solo (K)

O fator erodibilidade do solo tem seu valor quantitativo determinado experimentalmente em parcelas unitárias, sendo expresso, como a perda de solo (A), por unidade de índice de erosão da chuva (EI).

Os tipos de solo da área de estudo foram encontrados a partir do mapa de solos do Brasil versão atualizada (EMBRAPA, 2011), e seus valores correspondentes de K, descritos em Bertoni e Lombardi Neto (2005).

Fator topográfico (LS)

O fator topográfico está relacionado com o comprimento do declive e seu gradiente de declividade. O mapa de declividade foi gerado no SIG ArcGIS, usando o modelo digital de elevação TOPODATA com resolução de 30 metros por meio do qual pode-se calcular os valores para o fator topográfico de comprimento (L) usando as equações 4, 5 e 6.

$$F = (\sin\beta / 0,08960) / (3(\sin\beta)^{0,8} + 0,56) \quad (4)$$

$$m = (F / 1 + F) \quad (5)$$

$$L = (\lambda / 22,13)^m \quad (6)$$

Onde: β = ângulo (em radianos) do declive, λ = comprimento de rampa.

Utilizando da ferramenta calculadora de *raster* do SIG ArcGIS, calculou-se a divisão da área de contribuição em relação à largura ao longo do fluxo que pode passar dentro de uma célula. Essa largura depende da direção do fluxo, de acordo com o aspecto da direção (Desmet e Govers, 1996) (Equação 7).

$$L_{i,j} = [((A_{i,j} + D^2)^{m+1}) - (A_{i,j})^{m+1}] / [(x^m \cdot D^{m+2}) \cdot (22,13^m)] \quad (7)$$

Assim: $L_{i,j}$ = fator de comprimento de vertente de uma célula com coordenadas (i, j), $A_{i,j}$ = área de contribuição de uma célula com coordenadas (i, j) (m^2), D = tamanho da grade de células (m), $x_{i,j}$ = valor da direção do fluxo, m = comprimento do declive; sendo $S < 1\%$, $m = 0,2$; $1\% \leq S \leq 3\%$, $m = 0,3$; $3\% < S \leq 5\%$, $m = 0,4$; e $S > 5\%$, $m = 0,5$; λ = expoente de inclinação, β = ângulo (em radianos) do declive.

Posteriormente pode-se obter os valores do fator gradiente de declividade (S) respeitando a condição dada pela equação 8.

Em que: β = ângulo (em radianos) do declive.

Fator uso e manejo do solo (C)

O fator uso e manejo do solo é a relação esperada entre as perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto e cultivado. (Bertoni e Lombardi Neto, 1995).

O efeito combinado de todas as relações das variáveis de cobertura e manejo do solo foi obtido através do geoprocessamento, onde levantou-se o tipo de cobertura vegetal predominante na área de estudo, cana-de-açúcar, e o valor correspondente a seu fator de uso e manejo do solo descritos em Bertoni e Lombardi Neto (2005).

Fator prática conservacionista (P)

O fator prática conservacionista é a relação entre a intensidade esperada de tais perdas com determinada prática conservacionista quando a cultura está plantada no sentido do declive (morro abaixo) (Bertoni & Lombardi Neto, 1995). Através de imagens de satélite foi possível observar a área de estudo, permitindo assimilar suas condições, às práticas conservacionistas de proteção do solo do instituto agrônomo de São Paulo, como mostra a Tabela 1, citada em Bertoni e Lombardi Neto (2005).

Tabela 1 – Fator práticas conservacionistas

Práticas conservacionistas	Valores de P
Plantio morro abaixo	1,0
Plantio em contorno	0,5
Alternância de campinas + plantio em contorno	0,4
Cordões de vegetação permanente	0,2

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fator erosividade da chuva (R)

Os valores encontrados para a erosividade média anual foram calculados com base em valores medidos por uma série histórica de precipitação diária ao longo de quarenta anos (1973 - 2013).

Valores de erosividade entre 4.147 à 11.374 $\text{MJ}\cdot\text{mm}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$ para o estado de Mato Grosso do Sul foram encontrados por Oliveira et al., (2012). Silva (2004) a partir da análise de 1.600 estações pluviométricas em todo o Brasil, obteve valores de



erosividade variando entre 3.116 a 20.035 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ (Oliveira et al., 2012).

Efetuosos os cálculos previstos na metodologia encontrou-se o valor de 8084,150 MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ para a área em questão, considerado coerente quando comparado a valores de outros estudos.

Fator erodibilidade do solo (K)

O solo da região é composto predominantemente por Latossolo Vermelho Distrófico, seguido de Argissolo Vermelho Distrófico e Argissolo Vermelho – Amarelo Distrófico. Sendo, portanto, considerado na EUPS o valor de K=0,012 fornecido em Bertoni e Lombardi Neto (2005), correspondente ao solo predominante. Segundo Silva et al. (2009) os valores de K tem um mínimo de 0,002, médio de 0,011 e máximo de 0,034 (Silva et al., 2009). Neste sentido os dados apresentados para este trabalho estão condizentes com o esperado para solos brasileiros.

Fator Topográfico (LS)

A partir do mapa de declividade do solo foi possível observar a predominância de áreas com declive entre 0 e 3% consideradas de relevo plano, de superfície lisa ou horizontal assim como consta em IBGE (2007) (Tabela 2). As áreas mais propensas à erosão correspondem a cerca de 20% da área total, e se encontram na região mais íngreme do terreno, e conseqüentemente a mais fragilizada, pois quanto maior for a declividade, maior será a perda de solo devido a velocidade de escoamento superficial da água, acentuando assim a capacidade de desagregação de partículas de solo.

Tabela 2 - Classes de relevo

	Classe de declividade (%)	Graus
Plano	0-2	0° a 1°8'45"
Suave ondulado	2-5	1°8'45" a 2°51'45"
Ondulado	5-10	2°51'45" a 5°42'38"

Fonte: Adaptado de LEPSCH 1983/INCRA

Fator uso e manejo do solo (C)

O solo da área de estudo lida com alternância entre o plantio de cana-de-açúcar em um determinado período de tempo e a falta de cobertura vegetal em outro, expondo o solo aos agentes intempéricos em uma parte do tempo, contribuindo assim para o processo de erosão.

Dessa maneira foi considerada a maior razão de perda de solo entre área cultivada e área continuamente descoberta, igual a 15% para o primeiro ano de plantio, de acordo com os dados preliminares da secção de conservação do solo do instituto agrônomo de São Paulo descrito em Bertoni e Lombardi Neto (2005).

Fator pratica conservacionista (P)

A área foi cultivada no sentido morro abaixo, ou seja, no mesmo sentido do declive, dessa maneira o fator prática conservacionista não altera o valor final da perda de solo, pois este não influencia para a contenção do solo ou redução do risco de erosão. Desse modo o valor do fator P adotado foi 1,0 conforme apresentado na Tabela 1.

Cálculo e representação da perda de solo

Após a obtenção de todos os fatores da EUPS, seu cálculo foi efetuado pela calculadora de *raster*. Desse modo a perda foi calculada para toda a área de estudo ao nível dos pixels, limitados pela resolução do MDE utilizado, com 30 metros de resolução espacial.

Após a geração do *raster* de perda de solo e a comparação com os valores teóricos para as classes de risco a erosão segundo Bertoni e Lombardi Neto (2005), observou-se que aproximadamente 25% da área apresenta risco baixo ou muito baixo de erosão e cerca de 36% da área em questão apresenta risco alto ou muito alto (Tabela 3), valores estes representados espacialmente no mapa das áreas mais susceptíveis à erosão (Figura 1).

Tabela 3. Valores calculados de perda de solo na área e Classes de Risco à Erosão.

Classes de Risco à Erosão (*)	Perda de Solo	Área (há)	Área (%)
Muito Baixo	0 a 1	64	20,27
Baixo	1 a 4	50,71	16,06
Médio	4 a 8	124,63	39,47
Alto	8 a 16	73,92	23,41
Muito Alto	> 16	2,46	0,78

A perda de solo média obtida pela EUPS executada no ArcGIS foi de 6,10 ton/há/ano. Esse valor quando comparado à variação de 13,6 a 15,3 ton/ha/ano apresentada por Bertoni e Lombardi Neto (2005), para o tipo de solo em questão, admite que a perda esta abaixo do limite máximo que esse solo pode tolerar.

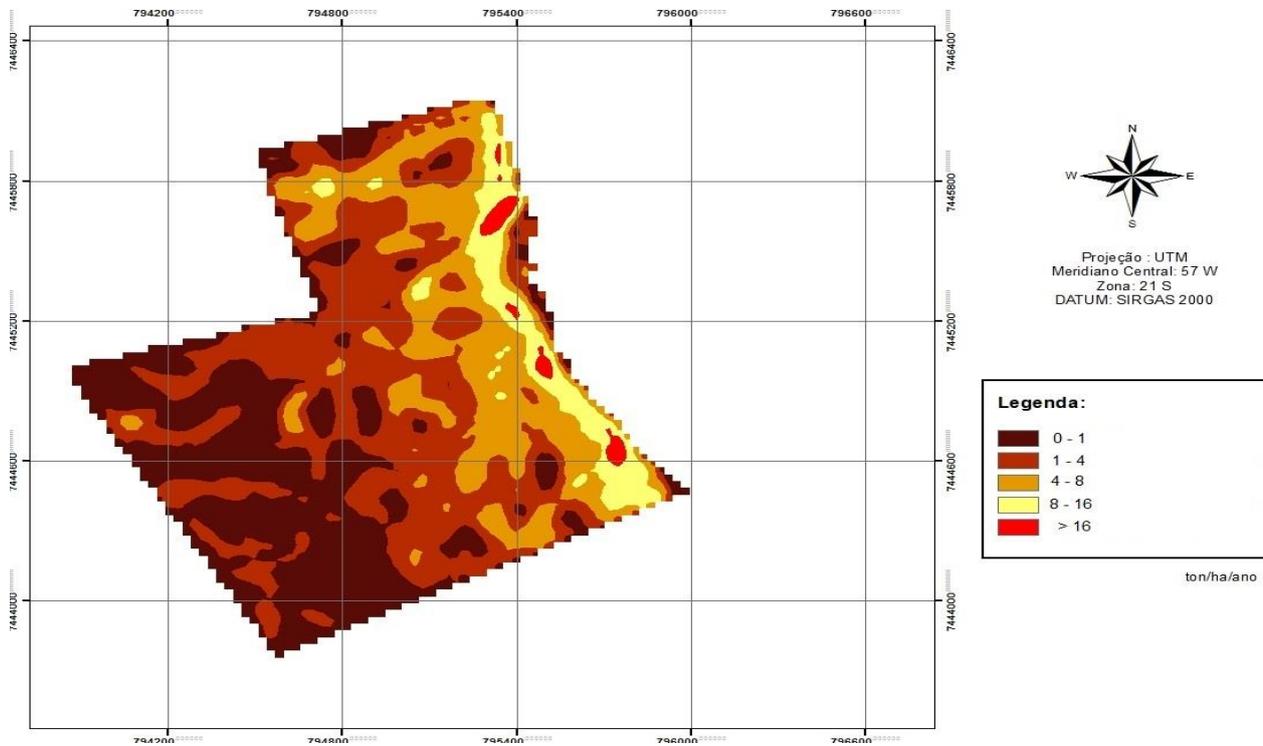


Figura 1 – Mapa de risco à erosão

CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados através da associação do cálculo da EUPS com o SIG ArcGIS, constatou-se que a perda de solo da área estudada está abaixo da tolerância teórica proposta por Bertoni e Lombardi Neto (2005), para o tipo de solo da região.

Porém não se descarta o risco a erosão já associado à área de estudo, visto que está ligado diretamente com a declividade do terreno. Além das práticas conservacionistas e o correto uso e manejo do solo, levando em conta que a área conta com o cultivo de cana-de-açúcar em determinado período de tempo, a adoção de um fator prática conservacionista adequado reduz a perda de solo e previne o risco à erosão. Vale considerar que boa parte desta área de alto risco se encontra próxima ao curso d'água sugerindo de modo geral a recuperação da mata ciliar.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Ed. Ícone, Piracicaba, 2005. 368 p.

DESMET, P.J.J.; GOVERS, G. A. GIS-procedure for automatically calculating the USLE LS-factor on

topographically complex landscape units. Journal of Soil and Water Conservation, v.51, n.5, p.427-433, 1996.

EMBRAPA: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI. 2009. 412 p.

IBGE. Manual de Pedologia. Manuais Técnicos em Geociências. Rio de Janeiro. 2007. 316p.

OLIVEIRA, P.T.S.; RODRIGUES, D. B. B.; ALVES SOBRINHO, T.; CARVALHO, D. F.; PANACHUKI, E. Spatial variability of the rainfall erosive potential in the state of Mato Grosso do Sul, Brazil. Engenharia Agrícola, v.32, n.1, p. 69-79, 2012.

OLIVEIRA, P.T.S.; WENDLAND, E.; NEARING, M.A. Rainfall erosivity in Brazil: A review. Catena, v.100, n.1, p.139-147, 2013.

RAMOS, N.P.; JUNIOR, J. L. Atividade agrícola, 2008. Disponível em:

<<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONT1.html>>. Acesso em 10 mar.2015

SILVA, A.M. Rainfall erosivity map for Brasil. Catena, v.57, n.3, p.251-259. 2004

WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. U.S. Department of Agriculture, Handbook. 1978. 537 p.

ZHANG, X.; SHAO, M.; LI, S.; PENG, K. A review of soil and water conservation in China. Journal of Geographic Sciences. v.14, n.3, p.259-274, 2004.