

ESTIMATIVA DAS PERDAS DE SOLO NA BACIA EXPERIMENTAL DO RIO GUARAÍRA A PARTIR DA EUPS EM AMBIENTE SIG

Richarde Marques da Silva¹; Celso A. G. Santos² & Jorge Flávio C. B. da Costa Silva³

RESUMO --- Este estudo busca estimar as perdas de solo na Bacia Experimental Guaraíra a partir da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), acoplado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG). A Bacia Experimental Guaraíra possui uma área de 5,74 km² e está localizada na costa litorânea da região nordeste do Brasil. Essa bacia possui relevo suave, solos do tipo Podzólico Vermelho-Amarelo e Podzol Hidromórfico, e é caracterizada pela presença de cultivos de cana-de-açúcar e abacaxi, além de áreas de mata densa. A EUPS foi calculada a partir de mapas do uso e manejo do solo, erodibilidade do solo, declividade, e erosividade da chuva, para o período de 2003–2005. Os resultados obtidos pela aplicação da EUPS mostram que as perdas de solo na bacia entre os meses de maio e junho ficaram entre 10 e 13 ton/ha/mês, e pode ser considerado como uma perda média de solo, enquanto que o período entre outubro a dezembro apresenta perdas de solo muito baixo, menos de 1,0 ton/ha/mês, segundo a classificação da FAO (1967). A partir da aplicação da EUPS em ambiente SIG, pôde-se constatar de maneira geral, que grande parte da Bacia Experimental Guaraíra apresenta um potencial de perdas de solo muito baixo, e apenas poucas porções da bacia apresentam susceptibilidade a perdas de solo.

ABSTRACT --- The present paper aims to predict the soil loss in Guaraíra Experimental Basin through the Universal Soil Loss Equation (USLE), linked to a Geographic Information System (GIS). Guaraíra Experimental Basin has an area of 5.74 km² and it is located in the coastal area of northeastern Brazil. This basin has soft relief, Red-Yellow Podzolic and Hydromorphic Podzol soils, and it is characterized by the presence of sugarcane and pineapple plantations, as well forest. The USLE was computed using digital maps of soil use and management, soil erodibility, slope degree, and rainfall erosivity for the period of 2003–2005. The obtained results by the USLE application showed that the soil losses within the basin between May and June was between 10 and 13 ton/ha/month, and it can be considered as a median soil loss, while the period between October and December presents very low soil losses, below 1.0 ton/ha/month, according to the FAO (1967) classification. Through the USLE application in GIS environment, it could be verified that a great part of Guaraíra Experimental Basin presents a very low soil loss potential, and just some parts of the basin present susceptibility to soil losses.

Palavras-chave: perdas de solo, EUPS, SIG.

1) Professor da UFPB, CCEN, DGEOC e Bolsista DTI do MCT/CT-Hidro/CNPq. E-mail: richarde@lrh.ct.ufpb.br

2) Professor Adjunto da UFPB, CT, DEC, João Pessoa-PB, 58051-900, Telefax: (83)3216-7684. E-mail: celso@ct.ufpb.br

3) Mestrando em Engenharia Urbana da UFPB e Bolsista CNPq. E-mail: jfgeo2@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A erosão dos solos é um dos principais problemas existentes que afetam a capacidade produtiva de áreas agrícolas e da contaminação e assoreamento de cursos d'água superficiais. Este fenômeno consiste no desprendimento, transporte e deposição de partículas de solo. Apesar de ser um processo natural, a erosão pode ser intensificada em função das atividades antrópicas desenvolvidas em determinada área.

Buscando entender melhor como se dá o processo de perda de solos no litoral paraibano, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o uso de técnicas de modelagem associada à aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS ou *USLE – Universal Soil Loss Equation*), desenvolvida no Departamento de Agricultura dos EUA na década de 1950. Para Paranhas Filho *et al.* (2003), o uso da EUPS, constitui-se num importante instrumento de investigação sobre o processo erosivo, pois a partir das características e propriedades dos fatores ambientais responsáveis pelas perdas de solos, permite a compartimentação da paisagem em níveis de instabilidade, possibilitando ações mais efetivas de planejamento ambiental e otimização dos recursos naturais.

Desde a formulação da EUPS, inúmeros trabalhos, como os de Pinto (1983 e 1996), Bertoni e Lombardi Neto (1990), IPT (1986), Donzeli *et al.* (1992), Moore e Wilson (1992), Moretti (2001), Pinto e Garcia (2005), Ruhoff *et al.* (2006) e Benatto *et al.* (2006), vêm adotando esse modelo empírico como um dos mais utilizado e eficaz na determinação da perda de solos em diversas bacias em várias partes do planeta.

Sobre o uso da EUPS, Batista (1997) afirma que essa equação apresenta praticamente todos os fatores envolvidos no processo de erosão hídrica. Dada essa grande abrangência quanto aos fatores (ambientais e antrópicos) envolvidos na estimativa da erosão, a EUPS tem sido utilizada como base para estudos em diferentes escalas, com as mais variadas finalidades.

Para Stein *et al.* (1987), a EUPS não deve ser empregada para estimar, ou mesmo para quantificar, as perdas de solo por erosão hídrica para grandes áreas, mas sim para uma avaliação qualitativa dessas perdas em pequenas bacias. Entretanto, segundo Ruhoff (2006), inicialmente, o uso da EUPS era restrito à escala local, como parcelas agrícolas ou encostas de exploração, passando rapidamente a ser utilizada em escala regional, contribuindo para a definição e estabelecimento de políticas públicas e planos de modelagem ambiental, principalmente em bacias hidrográficas.

Desde então, o uso da EUPS vem sendo empregado em diversos estudos, e também tem sido incorporado a Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Donzeli *et al.* (1992) foram pioneiros em trabalhos com adoção da EUPS para o diagnóstico e planejamento de microbacias hidrográficas.

Pereira (2002) destaca o uso da EUPS para: (a) quantificação de perdas de solo e água; (b) estimativas de erosão e seus impactos; (c) diagnóstico ambiental; (d) adequação/inadequação de uso das terras; (e) índice de vida dos solos, simulações de cenários ambientais; (f) avaliação de fragilidade de terras; (g) comparação de métodos, no caso da erosividade e erodibilidade, onde há, respectivamente, comparações entre chuva natural e chuva artificial; e (h) perdas de solo coletadas, perdas calculadas e estimativas de indicadores relacionados à erosão.

Segundo Benatto *et al.* (2006), somente nos Estados de São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, pesquisas utilizando aplicações da EUPS já geraram mais de uma centena de trabalhos conclusivos, facilitando na tomada de decisão no âmbito conservacionista. Mesmo existindo esses diversos trabalhos citados, a região da costa oriental do Nordeste ainda se recente de mais estudos sobre estimativas de perdas de solo em suas bacias, principalmente, aquelas localizadas no Estado da Paraíba. Portanto, o presente estudo apresenta as primeiras estimativas dos parâmetros da EUPS e os resultados das perdas de solo para a Bacia Experimental do rio Guaraira, a partir da utilização de técnicas de modelagem e da EUPS, que servirão como base para outros estudos sobre conservação, uso e manejo do solo e da água em outras bacias do litoral nordestino.

A área de estudo

A Bacia Experimental do Rio Guaraira é uma microbacia da bacia hidrográfica do rio Gramame (Figura 1). A Bacia do Rio Guaraira possui uma área de 5,74 km² e está localizada entre os municípios de Alhandra e Pedras de Fogo, em propriedade da agroindústria GIASA – Gramame Agro Industrial S.A., entre as coordenadas 9.190,80 km Sul, 9.195,25 km Sul e 274,50 km Oeste, 277,00 km Oeste, e é a principal fonte hídrica responsável pelo suprimento de água da Região Metropolitana de João Pessoa – RMJP, sendo formada pelos municípios de João Pessoa, Santa Rita, Conde, Cabedelo e Bayeux. A Bacia do Rio Guaraira foi escolhida para o presente estudo, devido ao fato da existência de equipamentos de monitoramento hidro-climatológico instalados. Na bacia experimental estão instaladas quatro estações pluviométricas, uma estação fluviométrica e uma estação climatológica descritos a seguir.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização física da bacia experimental

Um levantamento topográfico minucioso foi realizado, utilizando o método convencional através de estação total na região da bacia recoberta por mata atlântica, e GPS nas demais regiões, sendo gerado uma carta topográfica na escala 1:10.000. A partir desse levantamento foi possível a identificação do uso e ocupação do solo da bacia (Figura 2a). A Figura 2b apresenta a sobreposição das curvas de nível do levantamento topográfico da bacia e a espacialização dos tipos de solo na

bacia experimental, segundo o Levantamento Exploratório de Solos dos municípios de Alhandra e Pedras de Fogo, disponibilizados pela Embrapa Solos (MA/SUDENE/DRN, 1972).

Foram utilizados dados diários observados de precipitação de cinco estações pluviométricas localizadas na bacia experimental. A descrição e a localização de cada um dos postos utilizados pode ser conferido na Tabela 1.

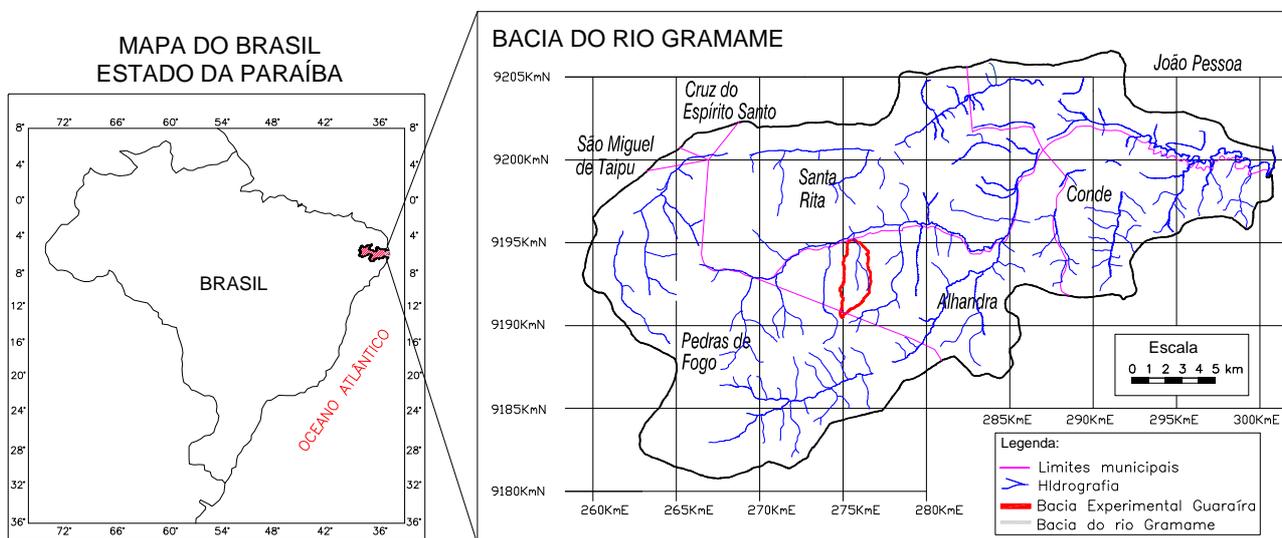
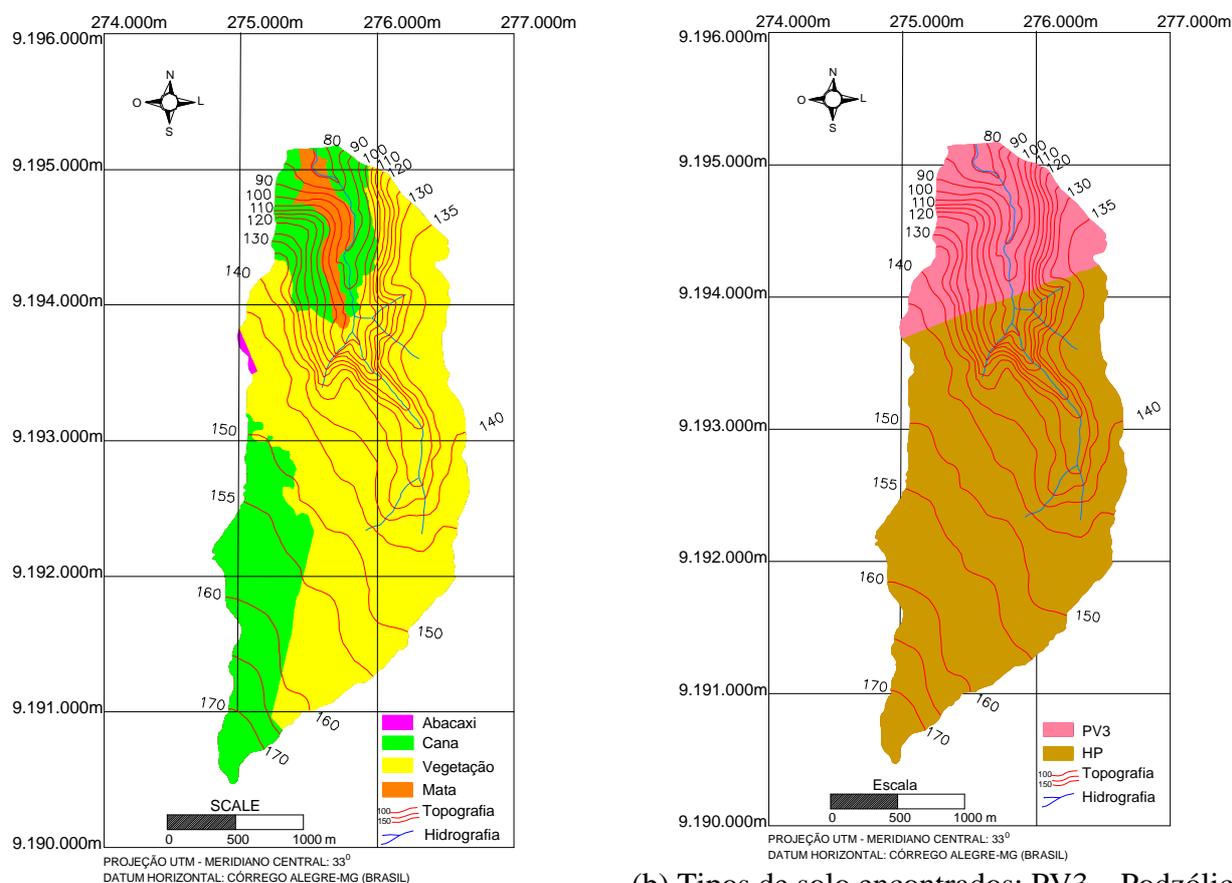


Figura 1 – Localização da bacia hidrográfica do Rio Gramame e da Bacia Experimental Guaraira.



(a) Uso e ocupação do solo

(b) Tipos de solo encontrados: PV3 – Podzólico Vermelho-Amarelo e HP – Podzol Hidromórfico

Figura 2 – Levantamento topográfico da bacia, uso e ocupação, e tipos de solo da Bacia Experimental do Rio Guaraira.

Tabela 1 – Descrição das estações pluviométricas utilizadas

| Nome | Longitude (m) | Latitude (m) | Período de dados |
|-----------|---------------|--------------|------------------|
| Estação 1 | 275.402 | 9.194.296 | 2003–2005 |
| Estação 2 | 275.788 | 9.192.719 | 2003–2005 |
| Estação 3 | 275.608 | 9.190.997 | 2003–2005 |
| Estação 4 | 276.824 | 9.192.848 | 2003–2005 |
| Estação 5 | 276.555E | 9.194.206N | 2003–2005 |

Equação Universal da Perda de Solo (EUPS)

A EUPS foi desenvolvida nos EUA na década de 1950, sendo revisada e atualizada por Wischmeier *et al.* (1971). No Brasil, os trabalhos com essa equação se iniciaram com Bertoni *et al.* (1975) no Estado de São Paulo.

A EUPS é constituída por dois conjuntos de fatores (naturais e antrópicos), que multiplicados entre si, resultam numa perda média anual de solos, por unidade de área:

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

onde A é a perda de solo por unidade de área e tempo (ton/ha); R é o fator de chuva ou índice de erosão pela chuva, (MJ/ha·mm/ha); K é o fator de erodibilidade do solo (ton/ha)/(MJ/ha)·(mm/h); fator LS como sendo um fator conjunto de comprimento e grau de declive; C o fator de uso e manejo do solo; e P como sendo o fator de prática conservacionista, entendido como a relação entre as perdas do solo de um terreno cultivado com determinada prática e as perdas quando se planta morro abaixo.

Uso do Sistema de Informações Geográficas

Para o cálculo da espacialização das perdas de solo na bacia experimental, foi utilizada a EUPS em ambiente SIG. Esse processo foi realizado a partir da conversão de mapas digitais dos respectivos valores dos fatores da EUPS para o formato *Grid*. Para a conversão no formato *Grid* em ambiente SIG, foram utilizadas a extensão *Spatial Analyst* e a função *Map Calculator*, usada para a sobreposição dos mapas (multiplicação dos fatores).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Obtenção dos parâmetros da EUPS

Estimativa da Erosividade da Chuva (R)

O fator R foi obtido pela equação (2) de Lombardi Neto e Moldenhauer (1980), com dados do período de 2003–2005 das estações pluviométricas instaladas na bacia experimental. A Tabela 2

apresenta a precipitação média mensal na bacia calculada a partir do Método de Thiessen (equação 3) e os resultados do cálculo do fator energético da chuva (EI_{mensal}), para cada mês calculado, no período de 2003 a 2006.

$$EI_{mensal} = 89,823 (P_m^2 / P_a)^{0,759} \quad (2)$$

onde EI_{mensal} é a média mensal do índice de erosão (MJ·mm/h·ha), para o mês considerado; P_m é a precipitação mensal (mm) também do mês considerado; e P_a é a precipitação média anual (mm).

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \bar{P}_i}{A} \quad (3)$$

onde \bar{P} é a precipitação média na bacia (mm); A_i é a área do respectivo polígono, dentro da bacia (km²); \bar{P}_i é a precipitação no posto i (mm); e A é a área total da bacia.

Tabela 2 – Precipitação média e fator energético da chuva para a Bacia do Rio Guaraíra

| Mês | Precipitação Média Mensal (mm) | EI_{mensal} (MJ·mm/h·ha) |
|--------------|--------------------------------|----------------------------|
| Janeiro | 93,12 | 397 |
| Fevereiro | 137,68 | 720 |
| Março | 110,03 | 512 |
| Abril | 102,90 | 463 |
| Mai | 154,26 | 855 |
| Junho | 232,73 | 1.597 |
| Julho | 188,64 | 1.161 |
| Agosto | 78,25 | 305 |
| Setembro | 44,27 | 129 |
| Outubro | 28,61 | 66 |
| Novembro | 10,52 | 15 |
| Dezembro | 40,87 | 114 |
| TOTAL | 1.059,14 | |

Estimativa da Erodibilidade do Solo (K)

O fator de erodibilidade do solo K representa as propriedades inerentes do solo que indicam a maior ou menor susceptibilidade do mesmo à erosão. Esta propriedade depende das seguintes características do solo: (a) relação granulométrica entre as classes existentes; (b) textura; (c) grau de agregação; (d) grau de permeabilidade; (e) teor de matéria orgânica; (f) resistência ao cisalhamento; (g) retenção; e (h) transmissão de água (Paranhas Filho *et al.*, 2003).

Deve-se observar também que, a intensidade da erosão de determinada área pode ser influenciada mais pelo declive, pelas características da chuva, pela cobertura vegetal e manejo, do

que pelas propriedades do solo. Contudo, alguns solos são mais erodíveis que outros, mesmo quando as características morfológicas, a cobertura vegetal, os fatores meteorológicos e as práticas de controle da erosão são iguais.

Os valores do fator K para a bacia foram obtidos com base no mapa de solos da região, segundo os tipos de solos encontrados na bacia e já apresentados na Figura 2b, e nos valores do fator K utilizados por Lima *et al.* (2005), que estimaram o grau de erodibilidade dos solos para uma bacia próxima ao rio Guaraíra com os mesmos tipos de solo, porém, sem chegar a determinar a perda de solo na bacia. Os valores de K adotados no presente trabalho estão apresentados na Tabela 3.

Segundo Paiva (2003), o fator K pode ser determinado pela Figura 3 ou pela equação 4, descrita abaixo:

$$K = [2,1 \times 10^{-4} M^{1,14} (12 - k_a) + 3,25 (k_b - 2) + 2,5 (k_c - 3)] 0,001313 \quad (4)$$

onde M é a porcentagem de silte mais a porcentagem de areia muito fina, multiplicada por 100, menos a porcentagem de argila; k_a é a porcentagem de matéria orgânica; k_b é coeficiente relativo à estrutura do solo; e k_c é a classe de permeabilidade.

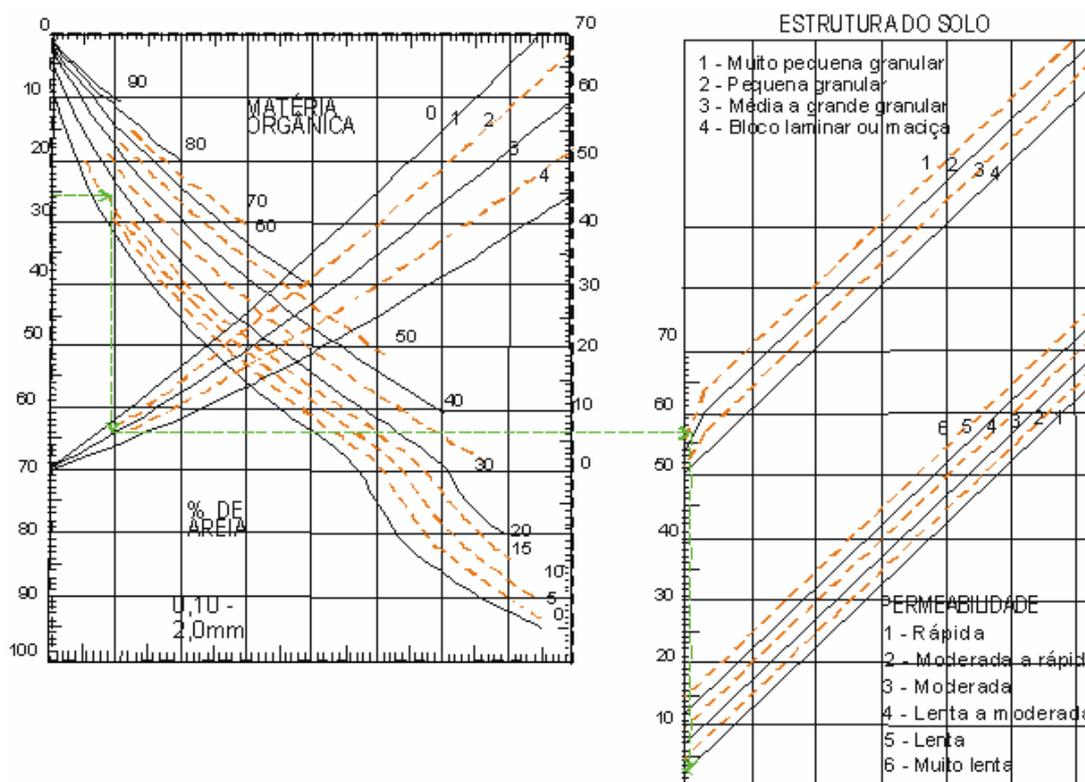


Figura 3 – Ábaco para determinação do fator de erodibilidade do solo (K).

Tabela 3 – Valores do fator K para os solos da Bacia Experimental do rio Guaraíra

| Tipos de Solos | Textura | Classe | K (t·ha·h/ha·MJ·mm) |
|----------------------------|----------------|--------|--------------------------|
| Podzólico Vermelho-Amarelo | Argilo-Arenosa | PV3 | 0,032 |
| Podzol Hidromórfico | Argilosa | HP | 0,021 |

Estimativa dos fatores de relevo (LS)

A extensão de vertente e a declividade (fatores de relevo – LS) é a relação esperada da perda de solo por unidade de área em um declive qualquer em relação às perdas de solo correspondentes de uma parcela unitária de 22 m de comprimento e 9% de declive (Paiva, 2003). O fator LS pode ser obtido pela equação 5:

$$LS = (L/22,1)^m (0,065 + 0,0454S + 0,0065S^2) \quad (5)$$

onde S é a declividade da encosta (%); m é igual a 0,2 para $S < 1\%$; m é igual a 0,3 para $3\% \geq S \geq 1\%$; m é igual a 0,4 para $5\% \geq S \geq 3\%$; m é igual a 0,5 para $S \geq 5\%$; e L é o comprimento da encosta (m).

Para a Bacia Experimental Guaraira, o fator conjunto de comprimento e grau de declive (LS) foi calculado a partir da equação 5, cujos resultados calculados são apresentados na Figura 4.

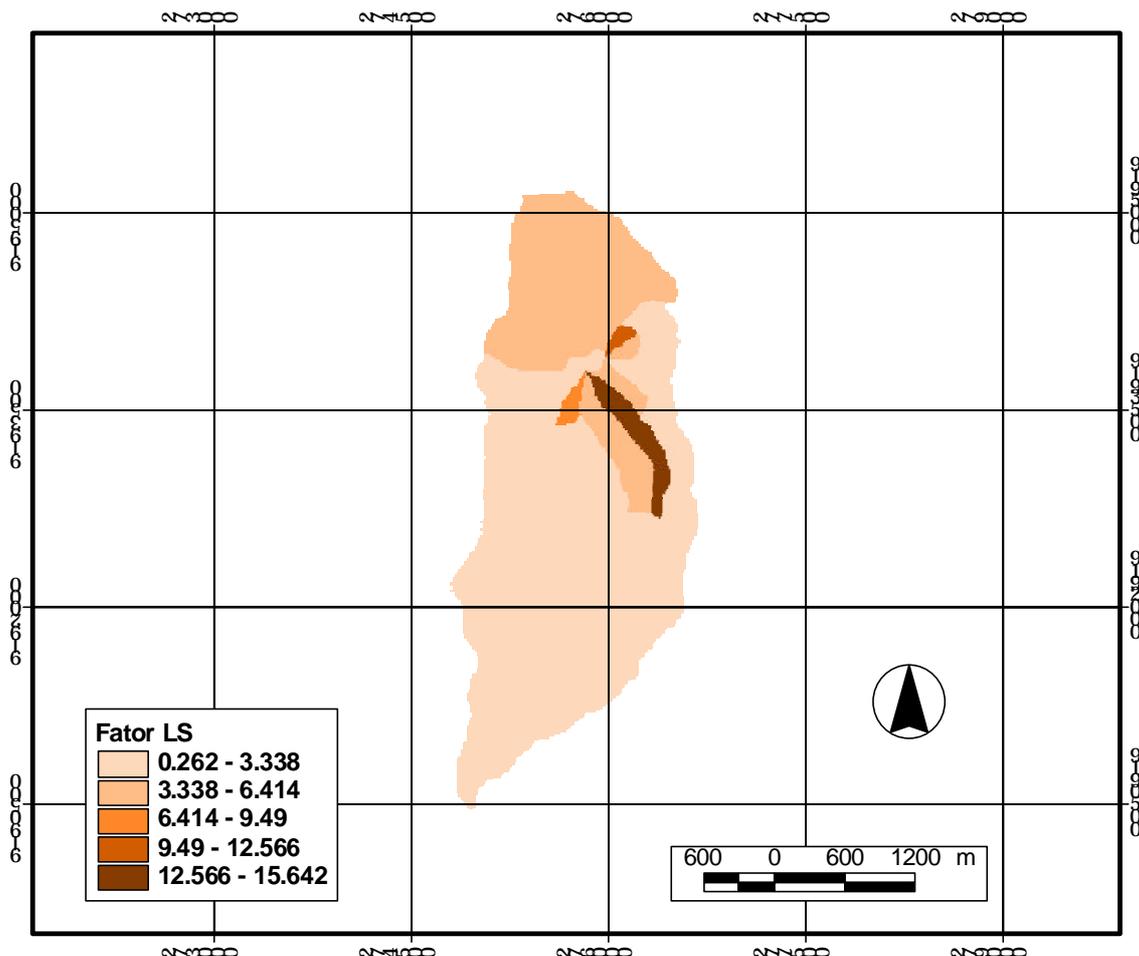


Figura 4 – Espacialização do Fator LS para a Bacia Experimental Guaraira

Estimativa do fator de uso e manejo do solo (C)

O fator C, referente ao uso da terra, à cobertura vegetal e ao manejo de cultura englobados no tema uso da terra, é entendido pela razão entre as perdas de um solo de uma área com cultura e manejo específicos e aquela mantida permanentemente descoberta. A Tabela 4 apresenta um resumo dos valores do fator C para os principais usos da terra encontrados na bacia Guaraíra. A partir dos levantamentos e da identificação do uso e ocupação do solo da bacia (Figura 2a), foi possível atribuir os valores do fator C para cada elemento discretizado, e o resultado da espacialização do fator C está apresentado na Figura 5.

Tabela 4 – Valores resumidos do fator C relacionados às categorias de uso da terra da área de estudo

| Uso da Terra | Valores do Fator C |
|-------------------------|--------------------|
| Abacaxi | 0,21 |
| Campo com boa cobertura | 0,010 |
| Cana | 0,004 |
| Pasto | 0,01 |
| Cerrado | 0,0007 |
| Vegetação de Várzea | 0,00 |
| Mata | 0,00004 |
| Côco | 0,02 |
| Solo exposto | 1,0 |

Fonte: Adaptado de Bertoni *et al.* (1975) e Silva *et al.* (2003).

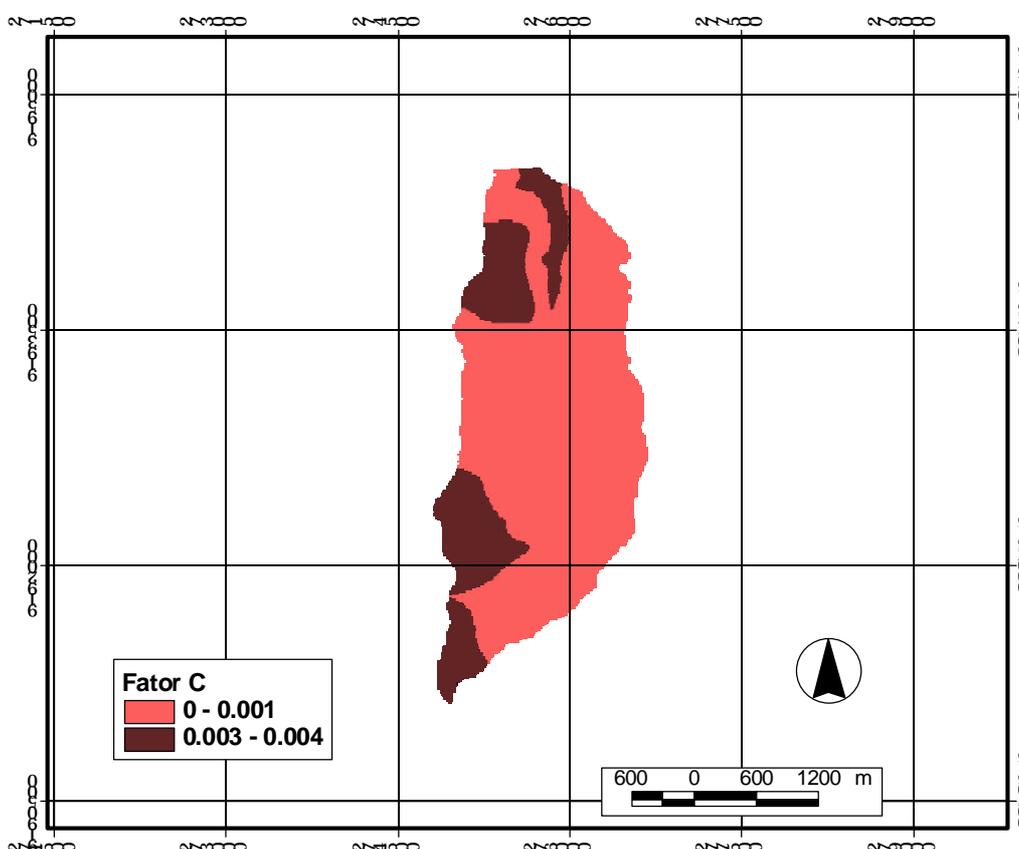


Figura 5 – Espacialização do fator C para a Bacia Experimental Guaraíra.

Estimativa do fator prática de conservação do solo (P)

O fator P é a razão entre as perdas de solo de uma área com práticas conservacionistas: (a) plantio morro a baixo; (b) plantio em contorno; (c) alternância de capinas mais plantio em contorno; e (d) cordões de vegetação permanente, e possui valores determinados como expostos na Tabela 5. As práticas de manejo conservacionista do solo estão relacionadas com as atividades desenvolvidas pelo homem. Nesse caso, constitui ação interventora, diante da própria constatação do fato de que há necessidade de serem tomadas medidas para atenuar o efeito destrutivo dos processos erosivos. A partir dos levantamentos sobre o uso e ocupação do solo da bacia e visitas *in loco*, foi possível determinar os valores do fator P para cada elemento da bacia, como pode ser conferido na Figura 6.

Tabela 5 – Valores do fator P para algumas práticas de conservação

| Práticas de Conservação | Valor de P |
|--|--------------|
| Plantio morro abaixo | 1,0 |
| Plantio em contorno | 0,5 |
| Alternância de capinas + plantio em contorno | 0,4 |
| Cordões de vegetação permanente | 0,2 |

Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1990).

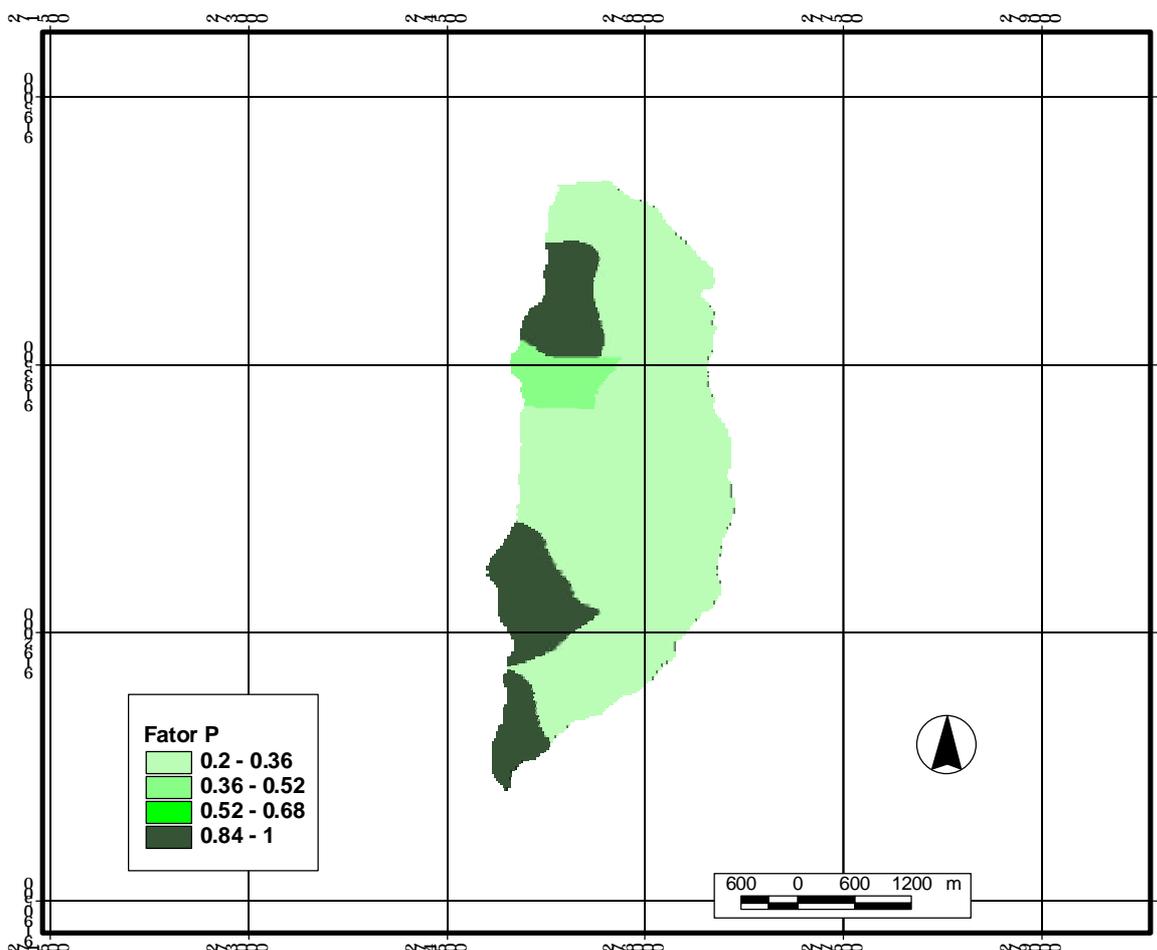


Figura 6 – Espacialização do fator P para a Bacia Experimental Guaraíra.

Estimativa da Perda de Solo na Bacia Experimental do Rio Guaraíra

As perdas de solo mensal foram calculadas a partir da equação (1). Os resultados obtidos mostram que as perdas de solo na bacia podem ser consideradas como média para os meses de maio a junho com valores entre 10,0 e 13,0 (ton/ha/mês), e que o período entre outubro a dezembro apresenta perdas de solo muito baixo, menos de 1,0 (ton/ha/mês), resultados estes apresentados na Tabela 6.

A Figura 7 apresenta a espacialização das perdas de solo na bacia experimental, obtidos pelo cálculo da EUPS. Analisando os dados obtidos da estimativa das perdas de solo na Bacia Experimental do Rio Guaraíra a partir da EUPS em ambiente SIG, pode-se constatar que, grande parte da Bacia Experimental Guaraíra apresenta um potencial de perdas de solo muito baixo, e apenas poucas porções da bacia apresentam susceptibilidade a perdas de solo.

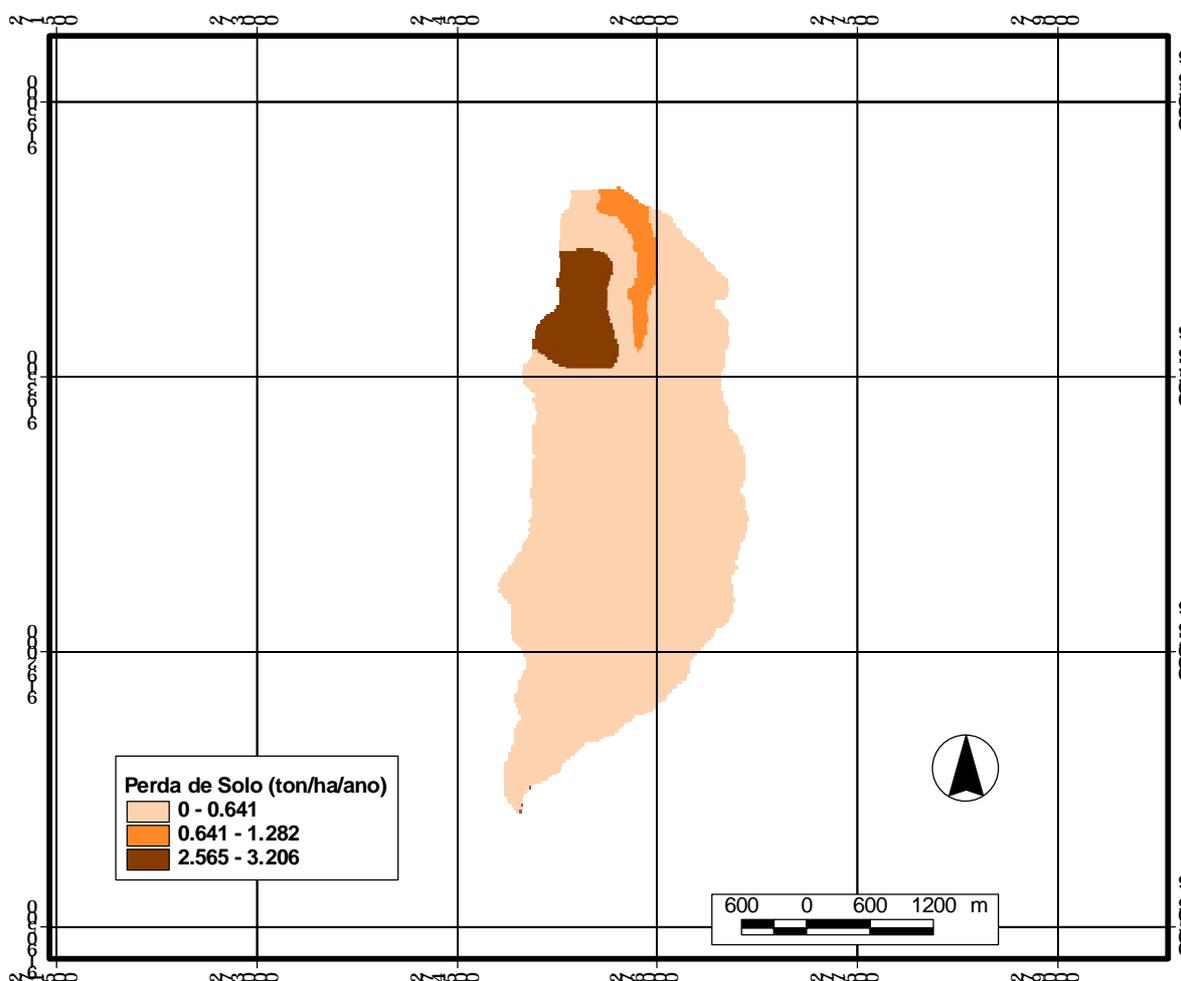


Figura 7 – Estimativa das perdas de solo anual para a Bacia Experimental Guaraíra.

Tabela 6 – Valores de perda de solo mensal calculada para a bacia

| Período | Perda de Solo (ton/mês/ha) |
|----------------|---------------------------------------|
| Janeiro | 3,44 |
| Fevereiro | 6,23 |
| Março | 4,44 |
| Abril | 4,01 |
| Maió | 7,41 |
| Junho | 13,83 |
| Julho | 10,05 |
| Agosto | 2,64 |
| Setembro | 1,11 |
| Outubro | 0,57 |
| Novembro | 0,13 |
| Dezembro | 0,99 |
| TOTAL | 54,856 |

CONCLUSÕES

De maneira geral, a Bacia Experimental do Rio Guaraíra apresenta um potencial de perdas de solo entre muito baixo e médio para o período avaliado. Os resultados mostram que a perda de solo na bacia é considerada como médio nos meses de maio a junho com valores entre 10,0 e 13,0 (ton/mês/ha), e que o período entre outubro a dezembro apresenta perda de solo muito baixa, menos de 1,0 (ton/mês/ha).

Assim, conclui-se do exposto que a aplicação da EUPS associada a técnicas de modelagem apresentou para a bacia Guaraíra resultados satisfatórios e importantes para o entendimento das características dos parâmetros da EUPS para a região litorânea da Paraíba, além de estimar as condições de perdas de solo para a bacia. O estudo recomenda também a realização de novas aplicações da EUPS em bacias do litoral nordestino, a partir do uso de técnicas de geoprocessamento, para a determinação dos fatores da EUPS, e para uma melhor avaliação da espacialização das perdas de solos em toda a bacia.

AGRADECIMENTOS

Os autores são apoiados com recursos e bolsas do CNPq e MCT/CT-Hidro.

BIBLIOGRAFIA

BENATTO, L.; GOMES, J.P.M.; MERTEN, G.H. (2006). “*Estimativa de perda de solo através da equação universal de perdas de solo considerando diferentes cenários de manejo do solo*”, in Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Porto Alegre, Nov. 2006, 1.

- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F.; BENATTI JUNIOR, R. (1975). *Equação de perdas de solo*. Campinas: IAC, 25p. (Boletim técnico, 21).
- BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. (1990). *Conservação do Solo*. São Paulo: Icone.
- DONZELI, O.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F. (1992) “*Técnicas de Sensoriamento Remoto aplicadas ao diagnóstico básico para o planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas*” in *Microbacia do córrego São Joaquim, Município Pirassununga, SP*. Eds. por LOMBARDI NETO, F. e CAMARGO, O. A. Campinas: Instituto Agrônômico, 138p. (Documento IAC, n. 29).
- FAO. (1967). *La erosión del suelo por el agua. Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo*. Cuadernos de fomento agropecuario da Org. de Las Naciones Unidas-FAO, Roma, n. 81, 207 p.
- IPT (1986). *Orientações para o combate à erosão no Estado de São Paulo - Bacia do Peixe-Parapanema*. Relatório Técnico, n. 23.739 v. 6, São Paulo, IPT.
- LIMA, E.R.V.; QUINTANS, A.G.X.; SILVA, J.F.C.B. (2005). “*Modelagem da erosão dos solos da bacia do rio Gurujá - Litoral Paraibano*”, in *Anais do VI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia, Fortaleza, Setembro, 2005, 1*.
- LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W.C. (1980). “*Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com perdas de solo em Campinas, SP*”, in *Anais do III Encontro Nacional de Pesquisa Sobre Conservação do Solo, Recife, 1980, 13 p*.
- MA/SUDENE/DRN. (1972). *Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado da Paraíba*. Recife: SUDENE.
- MOORE, J.D. e WILSON, J.P. (1992). “*Length-slope factors for the Revised Universal Soil Loss Equation: simplified method of estimation*”. *Journal of Soil and Water Conservation*, 47 (5), pp. 423 – 428.
- MORETTI, L.R. (2001). “*Avaliação da erosão superficial em pequenas bacias hidrográficas rurais*”. São Paulo, Universidade de São Paulo, 128p. Tese de Doutorado.
- PAIVA, E.M.C.D. (2003). “*Métodos de estimativa da produção de sedimentos em pequenas bacias hidrográficas*”, in *Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas*. Org. por TUCCI PAIVA, J.B.D. e PAIVA, E.M.C.D, ABRH, ed. UFRGS, Porto Alegre – RS, pp. 367–373.
- PARANHAS FILHO, A.C.; FIORI, A.P.; DISPERATI, L.; LUCCHESI, C.; CIALI, A.; LASTORIA, G. (2003). “*Avaliação multitemporal das perdas de solos na bacia do rio Taquarizinho-MS*”. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 52, p. 49 – 59.
- PEREIRA, L.C. (2002). “*Aptidão agrícola das terras e sensibilidade ambiental: proposta metodológica*”. Faculdade de Engenharia Agrícola. Universidade Estadual de Campinas. Tese de Doutorado.
- PINTO, S.A.F. (1983). “*Utilização de técnicas de sensoriamento remoto para a caracterização de erosão do solo no SW do Estado de São Paulo*”. São José dos Campos, INPE. Dissertação de Mestrado.
- PINTO, S.A.F. (1996). “*Contribuição metodológica para análise de indicadores da erosão do solo utilizando técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e modelo predictivo*”. Rio Claro, IGCE/UNESP. Tese de Livre-Docência.

RUHOFF, A.L.; SOUZA, B.S.P.E.; GIOTTO, E.; PEREIRA, R.S. (2006). “Avaliação dos processos erosivos pela Equação Universal de Perdas de Solos com Algoritmos do SPRING - Estudo de caso: Microbacia do Arroio Marcondes, RS”. Revista do Departamento de Geografia (USP), São Paulo, SP, v. 18, pp. 1 – 20.

SANTOS, C.A.G.; SILVA, R.M.; SILVA, L.P. (2006). “Simulação da produção de sedimentos e do escoamento superficial na bacia experimental do rio guaráira: primeiros resultados” in Anais do VII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos. Porto Alegre, Nov. 2006, 1.

SILVA, A.M.; SCHULZ, H.E.; CAMARGO, P.B. (2003). *Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas*. São Carlos: Rima, 140 p.

STEIN, D.P.; DONZELLI, P.L.; GIMENEZ, A.F.; PONÇANO, W.L.; LOMBARDI NETO, F. (1987). “Potencial de erosão laminar, natural e antrópica na bacia do Peixe-Paranapanema” in Anais do IV Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Marília, 1987, 1, pp. 105 – 135.

WISCHMEIER, W.H.; JOHNSON, C.B. e CROSS, B.V. (1971). “A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites”. Journal of Soil and Water Conservation, v. 26, pp. 189 – 193.