

ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO POR EROÇÃO LAMINAR NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUIABÁ USANDO TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO

Fernanda Helfer¹; Fabíola Lopes²; Alfonso Risso³; Lawson Beltrame⁴ & Gustavo Merten⁵

Resumo - A Bacia do Rio Cuiabá, localizada no Estado do Mato Grosso, compreende uma área de cerca de 130.000km². A falta de práticas adequadas nas atividades antrópicas da região vem causando impactos na qualidade da água da bacia, principalmente através do cultivo de culturas anuais altamente tecnificadas. Estas práticas agrícolas inadequadas, associadas com os fatores naturais (chuva, declividade, tipo de solo), aceleram a degradação do solo, desagregando partículas que são transportadas aos rios através do processo de erosão. O objetivo deste trabalho foi a aplicação de um modelo matemático, com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, na área da Bacia do Rio Cuiabá, a fim de se identificar áreas com potencial de produção e perda de sedimentos. Para isto, foi utilizada a Equação Universal de Perdas de Solos, cujos fatores foram processados na forma de Planos de Informação (PI) de um SIG, e integrados para a geração de um mapa de perda de solo (t/ha/ano) da bacia. Esta espacialização das perdas de solo pode auxiliar na tomada de decisão, pois permite identificar áreas de monitoramento prioritário em termos dos processos erosivos, para a adoção de práticas conservacionistas.

Abstract - The Cuiabá River Drainage Basin in the Brazilian State of Mato Grosso drains an area of about 130.000km². Lack of good practice in the region's development activities is adversely affecting water quality. Inappropriate agricultural practices, such as intensive cultivation of annual crops, combine with natural factors (rainfall, slope, soil-type) to accelerate soil degradation, loosening soil particles which are transported to rivers channels by erosion processes. This paper presents results obtained using a mathematical model, in combination with geoprocessing methods, to identify areas within the Cuiabá River Drainage Basin that have potential for the production and loss of sediment. The method used the Universal Soil Loss Equation with components set out in Information Spreadsheets (IS) of a GIS, combined to generate a map of basin soil loss (t.ha⁻¹.yr⁻¹).

¹ Estudante de graduação – Faculdade de Agronomia – UFRGS; F: (51)33167515; *fehelfer@ppgiph.ufrgs.br*

² Estudante de graduação – Faculdade de Agronomia – UFRGS; F: (51)33166325; *fabiola.lopes@ufrgs.br*

³ Professor do IPH – UFRGS; Av. Bento Gonçalves, 9500, POA-RS; F: (51)33166679; *risso@iph.ufrgs.br*

⁴ Professor do IPH – UFRGS; F: (51) 33166414; *lfsb@iph.ufrgs.br*

⁵ Professor do IPH – UFRGS; F: (51) 33167513; *merten@iph.ufrgs.br*

The spatial expression of soil losses is useful for decision-making since areas can be identified that need priority monitoring of erosion processes and adoption of conservation practices.

Palavras-chave - Rio Cuiabá, geoprocessamento, EUPS, erosão

INTRODUÇÃO:

A erosão, entendida como um processo de degradação do solo devido a atuação dos fatores naturais e antrópicos tem, cada vez mais, merecido a atenção dos pesquisadores, tanto no que diz respeito à manutenção da produtividade agrícola como no que se refere à preservação ambiental de uma forma geral.

As atividades humanas (agrícolas, habitacionais ou turísticas) constituem o principal agente deflagrador dos processos erosivos, quando a erosão normal, causada pelos fatores naturais dá lugar à erosão acelerada, resultado desta interferência antrópica. O seu aumento progressivo às margens de recursos hídricos pode causar impactos negativos na qualidade de água de uma região. Entre estes impactos, pode-se citar o assoreamento de riachos, rios e reservatórios e o aumento da concentração de nutrientes ou elementos tóxicos nas águas, vindos através dos sedimentos transportados ou mesmo diluídos na água de escoamento. Isso resulta na diminuição da qualidade da água, seja para consumo humano, animal ou para irrigação, ou seja para o uso na geração de energia elétrica.

A erosão hídrica laminar é definida como a remoção homogênea de uma capa de solos e é uma forma de erosão menos perceptível, por isso mesmo a mais perigosa. As práticas agrícolas inadequadas, associadas com os fatores naturais (chuva, declividade, tipo de solo), aceleram a degradação do solo, desagregando partículas que são transportadas à rede de drenagem através do processo de erosão hídrica laminar, culminando nas conseqüências citadas anteriormente. Por isso, as atividades antrópicas, em especial, a agricultura, devem ser executadas de forma racional e realizadas com a direção de um gerenciamento integrado, que propicie a conservação dos solos e, conseqüentemente, estabeleça o equilíbrio ambiental, trazendo de volta, desta forma, a qualidade de água desejada.

Para estudar o fenômeno da erosão dispõe-se de métodos diretos, baseados na coleta do material erodido, em campos experimentais e/ou em laboratório, ou ainda de métodos indiretos, por meio de modelagem matemática. Estes modelos podem ser associados a técnicas de geoprocessamento, que permitem análises espaciais do fenômeno, visando auxiliar o planejamento racional do uso e ocupação do solo e a exposição das áreas que necessitam de adoção de práticas de

controle da erosão. Dentre esses modelos, a Equação Universal de Perda de Solos (EUPS), proposta por Wischmeier e Smith (1978), quando espacializada por meio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG), permite estimar a perda de solo por erosão laminar, possibilitando contextualizar os resultados obtidos em função do uso e ocupação das terras. O geoprocessamento, na pesquisa, tem permitido um melhor gerenciamento de grandes áreas com rapidez, precisão e a custos bem mais baixos quando comparados a levantamentos feitos *in loco*.

OBJETIVOS:

Os estudos de erosão hídrica laminar contam hoje com modelos de predição, que associados a técnicas de geoprocessamento, possibilitam a previsão de perdas de solo e seleção de práticas para seu controle, facilitando, desta forma, a adoção de medidas pontuais, planejamento ambiental e priorização das ações de pesquisa. Dentro desta ótica, o presente trabalho teve como objetivos, aplicar um modelo matemático (EUPS), com o auxílio de ferramentas de geoprocessamento, na área da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá que pertence ao estado do Mato Grosso, a fim de se identificar áreas com potencial de produção de sedimentos.

DESENVOLVIMENTO:

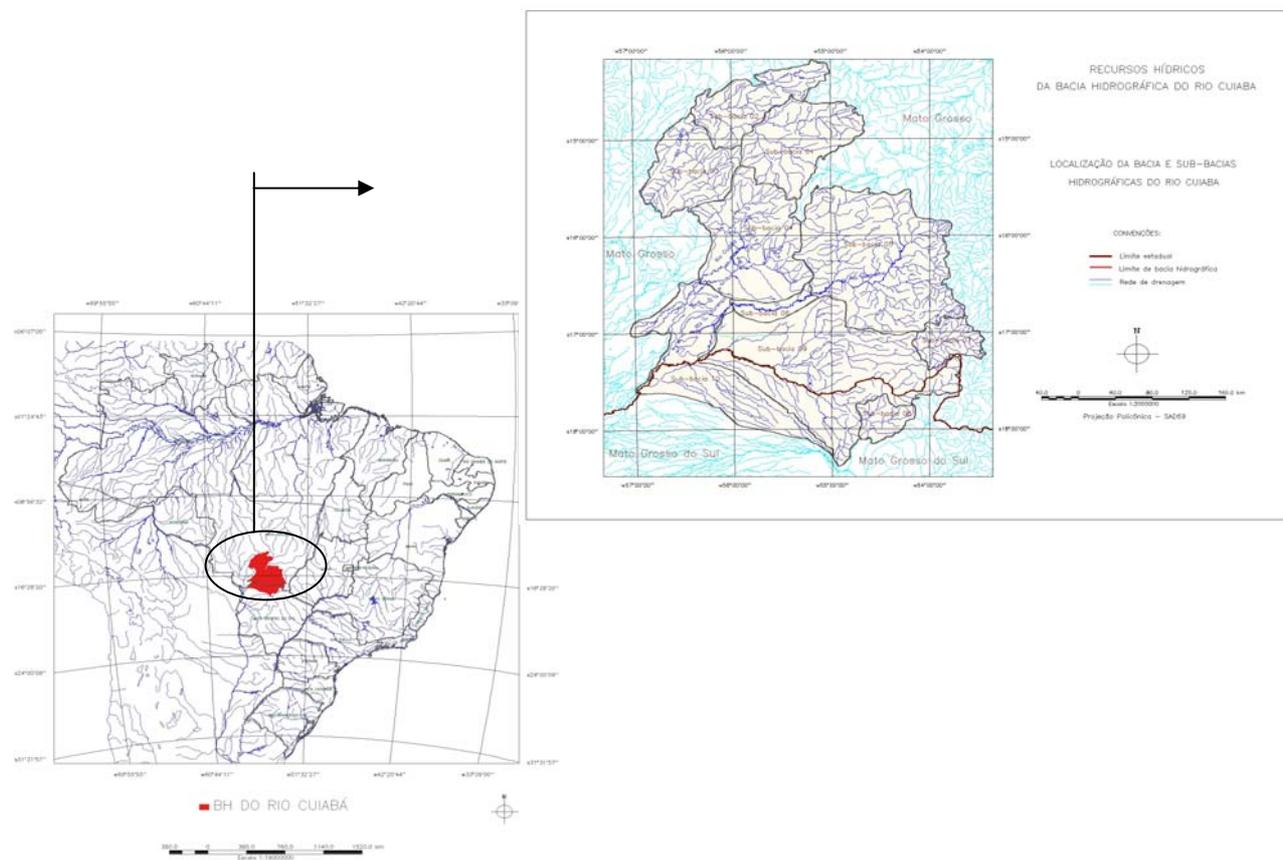


Figura 1: Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá

A área estudada nesse trabalho foi a Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá (figura 1) pertencente ao estado do Mato Grosso, localizado na região Centro-Oeste do Brasil. A bacia total ocupa uma área de 103.523 km², sendo 85.255 km² pertencente ao estado em questão (Mato Grosso), de onde foram adquiridos os dados para a execução do presente trabalho. Dentro dela, situam-se vários municípios importantes para a região, como Cuiabá, Várzea Grande, Chapada dos Guimarães, Rondonópolis, Rosário do Oeste, entre outros.

As nascentes do Rio Cuiabá, que dá nome à bacia, localizam-se no município de Rosário do Oeste, nas encostas da Serra Azul e tem como primeiros formadores os rios Cuiabá da Larga e Cuiabá do Bonito. Após a confluência destes rios, recebe o nome de Cuiabazinho e somente após encontrar o rio Manso, passa a chamar-se Cuiabá. É um dos principais afluentes do rio Paraguai.

Para quantificar as perdas de solo por erosão laminar, diversos autores desenvolveram equações empíricas, partindo de talhões experimentais e extrapolando os resultados para bacias hidrográficas inteiras. O desenvolvimento destas equações subsidiaram o trabalho de dois cientistas do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), W. H. Wischmeier e D. D. Smith (1978), chamada de Equação Universal de Perda de Solo (EUPS), sendo, provavelmente, uma das mais aceitas e utilizadas para o cálculo de perdas de solo.

A EUPS é definida por: $A=R*K*L*S*C*P$, onde A=perda de solo, em t/ha/ano; R=erosividade da chuva, em (MJ.mm)/(ha.h.ano); K=erodibilidade do solo, em (t.h)/(MJ.mm); L=comprimento de rampa (adimensional); S=declividade (adimensional); C=uso e manejo do solo (adimensional); e P=práticas conservacionistas (adimensional).

O fator R é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva em provocar erosão em uma área sem proteção (Bertoni & Lombardi Neto, 1990a). Em trabalhos desenvolvidos nos Estados Unidos, Wischmeier e Smith concluíram que o índice que possui melhor correlação com a perda de solo é produto da energia cinética da chuva pela sua intensidade máxima em 30 minutos (Catâneo et al., 1982). Lombardi Neto e Moldenhauer (apud Bertoni e Lombardi Neto, 1993) propuseram a seguinte equação para determinação de um valor médio do índice de erosividade por meio da relação entre a média mensal e a média anual de precipitação: $EI_{30}=67,355(r^2/P)^{0,85}$, onde EI_{30} =média mensal do índice de erosividade, em MJ.mm/(ha.h); r=média do total mensal de precipitação, em mm; P=média do total anual de precipitação, em mm. Para a determinação da erosividade anual, soma-se o resultado dos valores mensais do índice de erosividade em cada estação pluviométrica. Fazendo-se a média da erosividade anual das chuvas de um longo período (20 anos ou mais), obtém-se o fator R da EUPS. O fator R para a área da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá foi estimado a partir de dados pluviométricos correspondentes a dois períodos de tempo

ininterruptos, 1970 a 1973 (13 postos) e 1995 a 1999 (29 postos). A análise destes dois períodos visou identificar alterações temporais referentes a erosividade da chuva na bacia (tabela 1).

Tabela 1: Fator R da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá.

Período	Erosividade (MJ.mm/ha.h.ano)		
	Mínima	Máxima	Média
1970 – 1983	5554	8958	6931
1990 – 1999	4914	8622	6766
Média dos dois períodos	5510	8480	6848

O fator erodibilidade (K) representa a vulnerabilidade de um solo de sofrer erosão. As propriedades do solo que influenciam na erodibilidade são as mesmas que afetam a infiltração, a permeabilidade, a capacidade total de armazenamento de água e aquelas que resistem às forças de dispersão, salpico, abrasão e transporte pelo escoamento. A erodibilidade do solo tem seu valor quantitativo determinado experimentalmente em parcelas e é expresso como a perda de solo por unidade de índice de erosão da chuva (Bertoni e Lombardi Neto, 1993). Desta forma, a parcela é estabelecida com 22m de comprimento e 9% de declividade, preparada morro abaixo e permanentemente mantida sem cobertura e rugosidade superficial. Indiretamente, o fator K pode ser obtido pelo uso da Equação de Denardin et al. (1991), ou pelo uso do nomograma de Wischmeier et al. (1971).

Os valores para o fator K dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá foram estimados a partir dos valores sugeridos no Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP – 1997), como pode ser conferido na tabela 2.

Tabela 2: Fator K dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá :

Legenda	Classe	Descrição	K (t.h/(MJ.mm))
Ae	Aluvial eutrófico	Inundável, áreas planas, recebe sedimentos	0.020
Aqa	Areia Quartzosa álica	Muito arenosa, muito erodível	0.047
Aqd	Areia Quartzosa distrófica	Muito arenosa, muito erodível	0.047
Ca	Cambissolo álico	Pouco profundo, erodível	0.034
Cd	Cambissolo distrófico	Pouco profundo, erodível	0.034
Ce	Cambissolo eutrófico	Pouco profundo, erodível	0.030
HAQa	Areia Quartzosa Hidromófica álica	Mal drenados, áreas baixas	0.045
HGPd	Glei Pouco Húmico distrófico	Mal drenados, áreas baixas (recebe sedimentos)	0.015
HGPe	Glei Pouco Húmico eutrófico	Mal drenados, áreas baixas (recebe sedimentos)	0.010
HOd	Solos Orgânicos distróficos	Mal drenados, áreas baixas (recebe sedimentos)	0.010
LEa	Latossolo Vermelho-Escuro álico	Boa aptidão agrícola, pouco erodíveis	0.013
LEd	Latossolo Vermelho-Escuro	Boa aptidão agrícola, pouco	0.013

	distrófico	erodíveis	
LVd	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico	Média aptidão	0.020
PLa	Planossolo álico	Inundáveis, áreas planas, baixa permeabilidade	0.035
PLe	Planossolo eutrófico	Inundáveis, áreas planas, baixa permeabilidade	0.030
PTa	Plintossolo álico	Problemas de drenagem interna	0.030
PTd	Plintossolo distrófico	Problemas de drenagem interna	0.030
PVa	Podzólico Vermelho-Amarelo álico	Média aptidão, erodibilidade média	0.042
PVd	Podzólico Vermelho-Amarelo distrófico	Média aptidão, erodibilidade média	0.042
PVe	Podzólico Vermelho-Amarelo eutrófico	Média aptidão, erodibilidade média	0.030
Ra	Litólico álico	baixa aptidão, pouco profundos, erodibilidade alta	0.055
Rd	Litólico distrófico	Baixa aptidão, pouco profundos, erodibilidade alta	0.055
Re	Litólico eutrófico	Baixa aptidão, pouco profundos, erodibilidade alta	0.050
SCCa	Solos concrecionários câmbicos álicos	baixa aptidão, média erodibilidade	0.050
SCLa	Solos concrecionários latossólicos álicos	baixa aptidão, média erodibilidade	0.020
SCLd	Solos concrecionários latossólicos distróficos	baixa aptidão, média erodibilidade	0.020
SCPd	Solos concrecionários podzólicos álicos	baixa aptidão, média erodibilidade	0.040

A espacialização do fator K foi obtida a partir da reclassificação numérica dos mapas pedológicos, correspondentes ao mosaico da Fundação Estadual do Meio Ambiente (FEMA –MT) referente à área da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá, e pode ser visto na figura 2.

O fator comprimento de rampa (L) tem grande importância na perda de solo, uma vez que quanto maior for o comprimento, maior será a velocidade de escoamento, e, conseqüentemente, a capacidade de transporte do escoamento. Ao mesmo tempo, o volume e velocidade do escoamento estão diretamente relacionados ao grau de declividade do terreno (Bertoni & Lombardi Neto, 1990a). Segundo trabalho realizado por Pante et al. (2002), o cálculo *in situ* do fator integrado LS em grandes bacias hidrográficas de geomorfologia complexa se torna bastante difícil, moroso e incerto. O cálculo computacional do fator LS, a partir de um modelo numérico de elevação, considerando áreas acumuladas, declividade e forma das áreas (se convergentes ou divergentes), é um método revolucionário que permite uma melhor exatidão nos resultados em bacias com aquelas

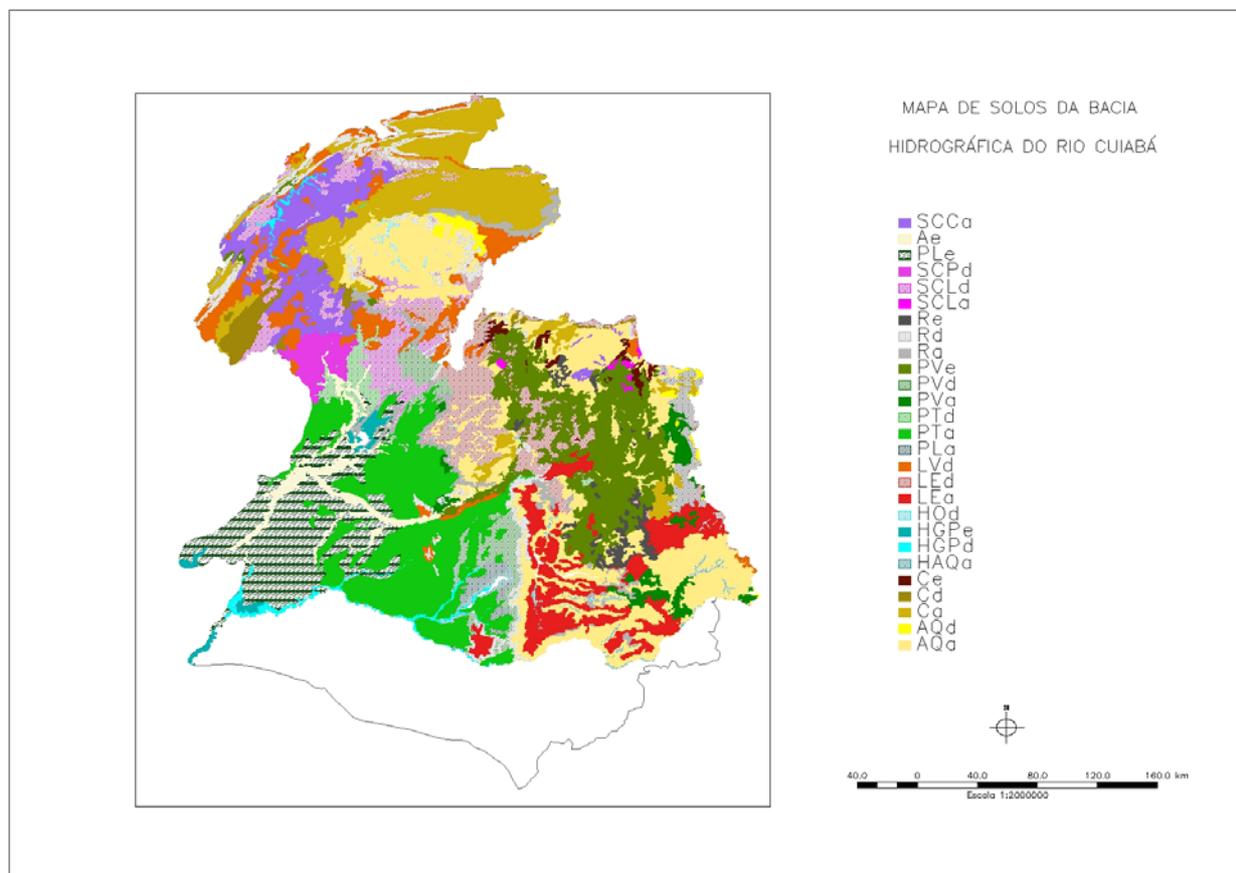


Figura 2: Mapa de solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá

características. Os mesmos autores compararam o LS calculado computacionalmente com os calculados manualmente e concluíram que o primeiro evidencia as perdas de solo nas áreas de convergência de escoamento, que são, segundo Moore et al. (1988), potencialmente mais susceptíveis aos processos de erosão hídrica, devido aos solos serem mais profundos, mais úmidos e, desta forma, preferenciais para formação de escoamento concentrado, condicionando a ocorrência de sulcos. Além disso, o algoritmo usado no método computacional gera um modelo distribuído do fator topográfico LS, enquanto o método tradicional condiciona o cálculo do fator à escolha subjetiva de rampas, gerando valores pontuais do LS. A vantagem de se utilizar um modelo distribuído também reside na interação que este pode ter com rotinas de geoprocessamento, para, por exemplo, efetuar-se o cálculo completo da EUPS em uma bacia através de métodos computacionais (Pante et al. 2002). O fator LS do nosso trabalho foi calculado computacionalmente, pelo método proposto por Pante et al. (2002), utilizando, para isso, o software USLE-2D, desenvolvido pelo Laboratório de Geomorfologia Experimental da Universidade de Leuven, Bélgica. O programa calcula o LS a partir de um MNT. Este MNT foi obtido através da digitalização de curvas de níveis espaçadas de 50 em 50 m, de cartas topográficas do SGE (Serviço Geográfico do Exército) de escala 1:100.000, num total de 55 cartas. Desta forma, foi gerado um

arquivo tipo *raster* do fator LS, com células de 100 x 100 m, obtido por interpolação numérica, através de um SIG para posterior integração com os demais fatores da EUPS.

O fator C representa o uso e manejo do solo, e é a relação esperada entre as perdas de solo em um terreno cultivado e em um terreno desprotegido; o valor de C é adimensional e vai depender do tipo de cultura e manejo adotados, da quantidade de chuvas, da fase do ciclo vegetativo entre outras variáveis, cujas combinações apresentam diferentes efeitos na perda de solo (Bertoni & Lombardi Neto, 1990a).

O fator P corresponde às práticas conservacionistas, tratando-se da relação entre a intensidade esperada de perda de solo com determinada prática conservacionista ou quando a cultura está disposta no sentido do declive. Uma área sem proteção de cobertura vegetal é geralmente mais susceptível á erosão do que um que esteja recoberto por vegetação, sendo que o seu efeito dependerá do tipo e fase de crescimento da vegetação associada à seqüência de culturas e ao manejo (Bertoni & Lombardi Neto, 1993).

Quando se pretende adequar as formas de produção agrícola de maneira a minimizar os efeitos negativos causados no meio físico, as variáveis antrópicas da EUPS (C e P) devem ser tratadas separadamente. Mas se o objetivo é espacializar fenômenos por meio de geoprocessamento, a obtenção dos dados de C e P podem ser analisados de forma integrada em função do uso e ocupação do solo. Neste caso, adota-se o fator P=1, como sendo uma constante, por representar a pior situação de perdas de solo em função de práticas conservacionistas.

Os valores de CP que foram utilizados neste trabalho podem ser conferidos na tabela 3. Estes valores são readaptações dos sugeridos no Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (PCBAP – 1997).

Tabela 3: Fator CP dos solos da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá

LEGENDA	CLASSIFICAÇÃO	CP
Aq	Áreas de queimada	0.60000
Aga	Uso agropecuário em médias e grandes propriedades com predomínio de culturas anuais	0.25000
Agp	Uso agropecuário em médias e grandes propriedades com predomínio de pastagens	0.10000
Ap	Uso agropecuário em pequenas propriedades	0.10000
Fa	Floresta aluvial	0.00004
Fé	Floresta Estacional	0.00004
Fes	Contato floresta estacional / savana	0.00010
Fj	Formações justafluviais (matas de galeria, mata ciliar, veredas, matas de brejo, florestas aluviais)	0.00006
Fr	Floresta remanescente	0.00004
Fs	Floresta secundária	0.00010
M	Extrativismo mineral	1.00000
L	Mata ciliar	0.00010
Pp	Pecuária em área de pantanal	0.01000
Pu	Usos peri-urbanos	0.03000

Re	Reflorestamento	0.00010
As	Savana arborizada (cerrado)	0.00070
Saf	Savana arborizada com floresta de galeria	0.00070
Sav	Formação de savana arborizada associada a vertentes, com encravos de formações florestais em grotões de drenagem	0.00070
Sd	Savana florestada (cerradão)	0.00030
Sgi	Savana gramíneo-lenhosa (campos úmidos)	0.05000
Sgr	Savana gramíneo-lenhosa (campos em afloramentos rochosos)	0.05000
Sp	Savana parque	0.01000
Spf	Savana parque com floresta de galeria	0.00500
Spp	Savana parque associada a áreas pantaneiras	0.00500
Spv	Formação de savana parque associada a vertentes, com encravos de formações florestais em grotões de drenagem	0.00070
U	Usos urbanos	0.03000
Ua	Uso antrópico em unidades de conservação	0.12000
Ui	Uso antrópico em terras indígenas	0.12000

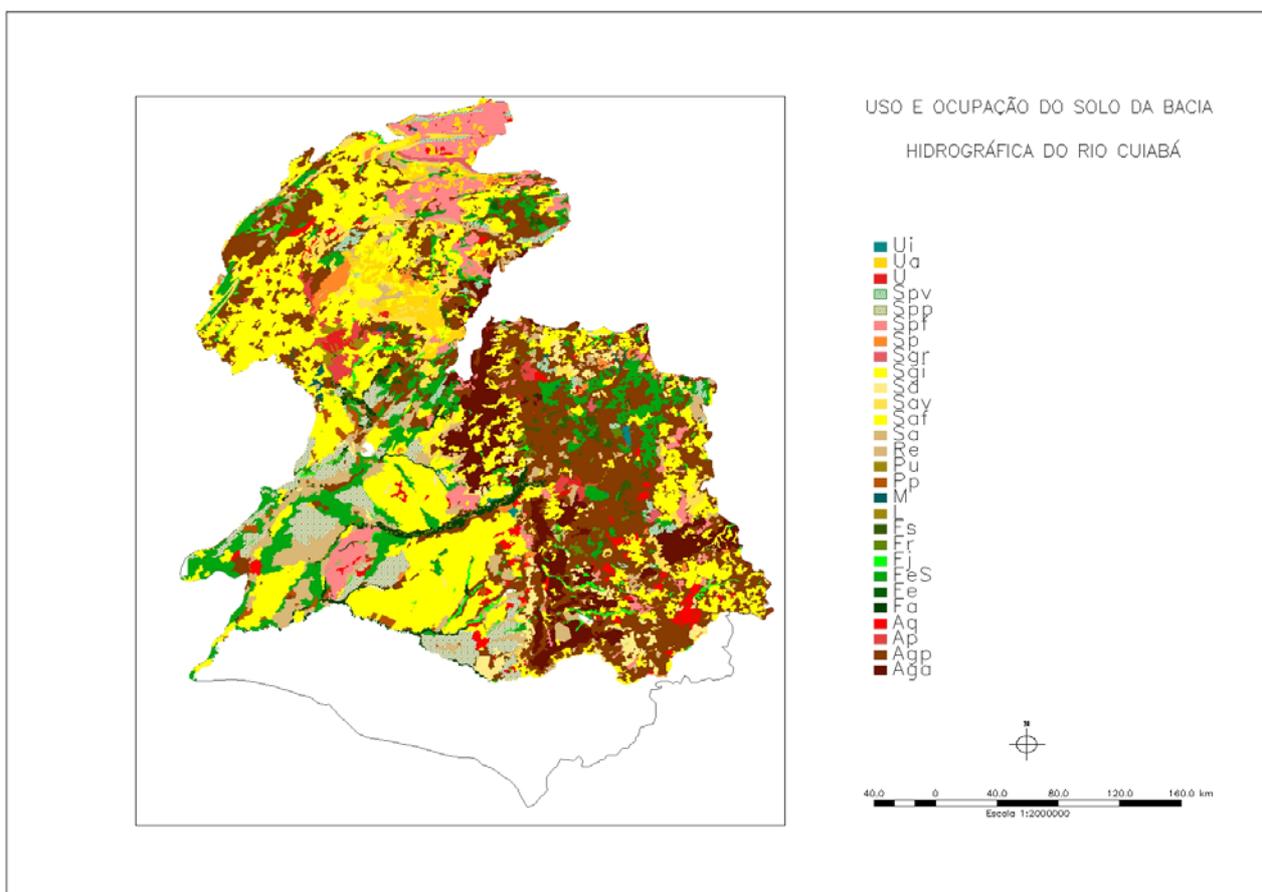


Figura 3: Uso do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá

A espacialização do fator CP foi obtida a partir da reclassificação numérica dos mapas de uso e cobertura vegetal (ano 1997), correspondentes ao mosaico da FEMA –MT referente à área da Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá, conforme mostrado na figura 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Multiplicação dos fatores da EUPS: cada fator da EUPS foi representado por um Plano de Informação (*layer*) na forma de matriz numérica, resolução 30x30m, no software Spring-INPE versão 3.6.06 (SIG), como esquematizado na figura 4. Através de linguagem LEGAL, foi feita a multiplicação das matrizes e gerado um *layer* com a perda de solo, em t/ha/ano, representado na figura 5.

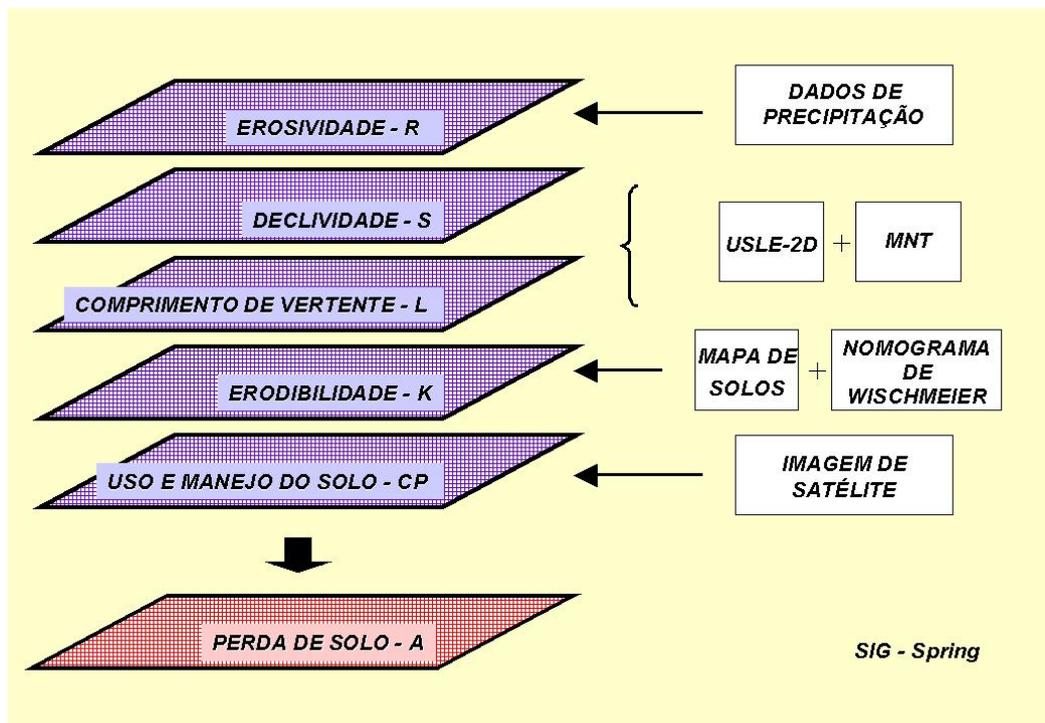


Figura 4: Esquema da integração dos fatores da EUPS com utilização de um SIG

Como se pode observar no cartograma da figura 5, a maior parte dos valores encontrados de perda de solo situam-se no intervalo entre 0 e 5 t/ha/ano. As áreas críticas, onde a perda de solo é muito alta (>200 t/ha/ano – áreas em marrom), representa 2,7% da área (2.318 km²). Essas perdas estão localizadas principalmente no planalto e estão associadas a áreas de agricultura anual (onde o principal uso é o cultivo de soja), topografia acentuada e solos com alto grau de erodibilidade (Cambissolos, Areias Quartzosa e Litossolos). Também se observa que, no contexto geográfico da

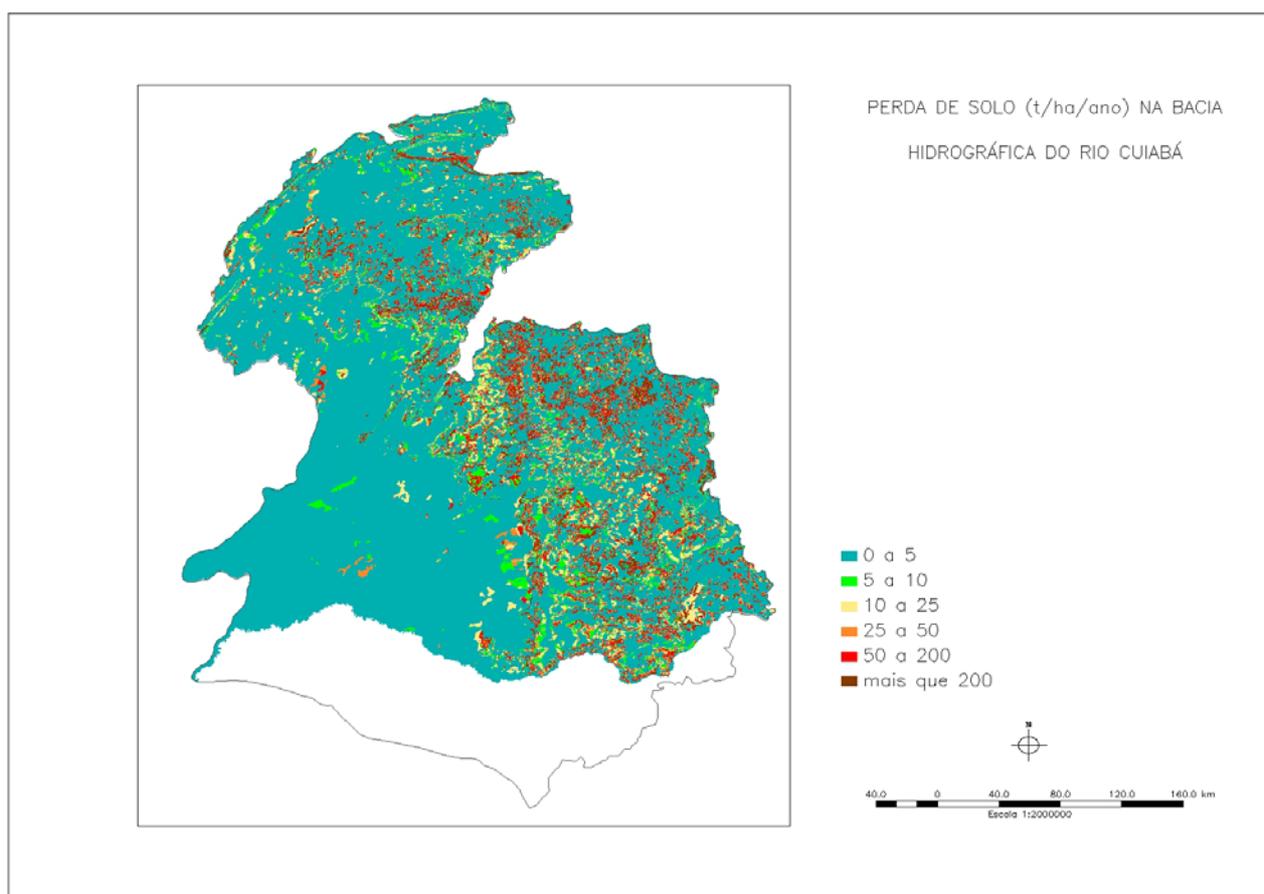


Figura 5: Perda de solo (t/ha/ano) na Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá

bacia do Rio Cuiabá, a erosividade das chuvas é diretamente proporcional a hipsometria, afetando com maior grau as bacias do planalto. A espacialização demonstra as conseqüências do pior manejo e do uso de práticas não-conservacionistas. Essas áreas apresentam um grande potencial de produção de sedimentos, e, para atenuar este problema, é importante a orientação dos agricultores para uso de práticas de conservação dos solos.

Na tabela 4 pode ser visto a quantificação da produção de sedimentos (intervalos) e sua distribuição na bacia.

Tabela 4: taxas de perda de solo estimadas para Bacia Hidrográfica do Rio Cuiabá

Intervalos de Perda de Solos (t/ha/ano)	Superfície da Bacia (km ²)	Superfície da Bacia (%)
0 – 5	64.678	75,9
5 – 10	4.122	4,8
10 – 25	5.535	6,5
25 – 50	3.274	3,8
50 – 200	5.328	6,2
> 200	2.318	2,7
Total	85.255	100,0

Conforme a tabela 5, pode-se observar que 80,7% da superfície da bacia encontra-se em grau de erosão tolerado (< 10 t/ha/ano) e que uma área correspondente a 8,9% da bacia pode ser considerada área crítica (> 50 t/ha/ano).

Tabela 5: recomendações da FAO, PNUMA e UNESCO (1981) referentes a classificação do grau de erosão hídrica

Perda de Solo (t/ha.ano)	Grau de Erosão
< 10	Nenhuma ou Baixa
10 – 50	Moderada
50 – 200	Alta
>200	Muito Alta

É importante salientar que o modelo utilizado neste estudo permite estimar somente a erosão laminar, sem caracterizar outros processos de erosão hídrica, assim como não permite caracterizar diretamente os processos de assoreamento. A estimativa da produção de sedimentos (o quanto sai de material sólido) da bacia do Rio Cuiabá e das suas unidades hidrográficas, poderá ser estimado a partir do balanço entre os valores obtidos para perda de solos (valor estimado) e dados obtidos em levantamentos sedimentométricos nos rios (valor medido).

Assim, apesar de existir ainda a necessidade e um trabalho de campo na área para calibrar o modelo, a espacialização das perdas de solo pode auxiliar na tomada de decisão, pois permite identificar áreas de monitoramento prioritário em termos dos processos erosivos, para adoção de práticas conservacionistas. O geoprocessamento, neste contexto, apareceu como uma ferramenta útil para que as análises de perda de solos pudessem ser feitas em escala regional, em tempo e custos muito menores do que se tivessem sido estimadas *in loco*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- BATISTA, G.M.M. **Diagnóstico ambiental da Perda Laminar de solos por meio do geoprocessamento**. Dissertação de Mestrado, In: Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Brasília, 112p., 1997.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Equação de perdas de solo**. In: CONSERVAÇÃO DO SOLO. São Paulo: Ícone.: Cap.10, p.248-270, 1990 a.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 3 ed. São Paulo: Ícone, 1993.
- CATÂNEO, A.; CARVALHO, G. M. B. S.; VASQUES FILHO; LOMBARDI NETO, F. Correlação entre o índice de erosividade EI₃₀ médio mensal e o coeficiente de chuva do município de Mococa – SP. **Científica**. v. 19, n. 1, p. 1–7, 1992.
- FAO, PNUMA E UNESCO, 1981. In: **Métodos de Estimación de la Erosión Hídrica**. Editorial Agrícola Española, S.A., 152 p., 1994.

- INMET - **Normais Climatológicas (1961-1990)**, Departamento Nacional de Meteorologia. BRASÍLIA/DF, 1992. 85p.
- MOORE, I.D., BURCH, G.J., E MACHENZIE, D.H. Topographic effects on the distribution of surface soil water and the location of ephemeral gullies. **Trans. ASAE**, p.1098-1107, 1988.
- MUSIS, C. R. **Caracterização climatológica da bacia do Alto Paraguai**. Dissertação de Mestrado, In: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá. 1997.
- PANTE, A., MINELLA, J.P.G, MERTEN, G.H. Cálculo do fator LS da EUPS utilizando um método computacional. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA**, Cuiabá, 2002. Anais (Resumos).
- PCBAP. **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai** - PCBAP/Projeto Pantanal, Programa Nacional do Meio Ambiente: PNMA, 1997.
- PROJETO RADAMBRASIL – **LEVANTAMENTO DE RECURSOS NATURAIS** - Ministério de Minas e Energia – Corumbá: vol 27; Cuiabá: vol. 26; Goiás: vol. 25; Goiânia: vol 31.
- ROLOFF, G.; DENARDIN, J.E. **Estimativa simplificada da erodibilidade do solo**. In: X REUNIÃO BRAS. DE MANEJO E CONS. DO SOLO E DA ÁGUA, Florianópolis, 1994. Resumos...Florianópolis, SBCS-ACARESC, 1994.
- WISCHMEIER, W.H., E SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. USDA Agric. Handbook. U.S. Government Printing Office, Washington, DC, 1978.