



ANÁLISE DA SUSCETIBILIDADE À EROSÃO LAMINAR NA BACIA DO RIO MANSO, CHAPADA DOS GUIMARÃES, MT, UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

Fernanda Vieira Xavier

Geógrafa pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso - Rua Augusta Siqueira, n43/302. Centro, Viçosa, MG - CEP 36570-000 - e-mail: nandavx@yahoo.com.br

Karoley Lima Cunha

Geógrafa pela Universidade Federal de Viçosa. Mestre em Física Ambiental pela Universidade Federal de Mato Grosso - Rua Augusta Siqueira, n43/302. Centro, Viçosa, MG - CEP 36570-000 - e-mail: karoley.lima@gmail.com

Alexandre Silveira

Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso. Departamento de Engenharia Sanitária - DESA. Avenida Fernando Correia da Costa, s/n, bairro Coxipó, Cuiabá, MT - e-mail: alexandresilveira@ufmt.br

Fernando Ximenes de Tavares Salomão

Professor Adjunto da Universidade Federal de Mato Grosso. Departamento de Geologia - ICET. Avenida Fernando Correia da Costa, s/n, bairro Coxipó, Cuiabá, MT - e-mail: ximenes@cpd.ufmt.br

Resumo

A erosão tem sido reconhecida como um sério problema global de degradação das terras e uma ameaça ao bem estar da humanidade. O mau uso e ocupação do solo, sem levar em conta sua capacidade de renovação, têm levado a perdas por erosão cada vez maiores causando muitas vezes transtornos de caráter irreversíveis. O Reservatório de Manso, localizado na Bacia Hidrográfica do Rio Manso – BHRM vem sofrendo com problemas de assoreamento, que, causado pelo transporte de sedimentos proveniente das cabeceiras da bacia, representam uma ameaça à vida útil do reservatório. Este trabalho teve como objetivo estudar a suscetibilidade à erosão laminar da Bacia Hidrográfica do Rio Manso, através de técnicas de geoprocessamento, indicando as áreas mais suscetíveis à erosão, e sua relação com a erodibilidade dos solos, possibilitando alternativas futuras de manejo, recuperação e conservação dos solos da bacia. Foram definidas três classes principais de graus de suscetibilidade à erosão, sendo que aproximadamente 80% da área da bacia estão localizados na classe de baixo potencial, cerca de 16%, na classe de médio potencial e aproximadamente 2% na classe de alto potencial à erosão. As classes médio e alto potencial foram localizadas principalmente nas bordas da bacia, ou seja, áreas que promovem maior produção de sedimentos, sendo estes carregados até o reservatório. Estas áreas de médio e alto potencial situam-se geralmente nos relevos mais escarpados encontrados dentro da bacia, mais íngremes, com classes de declividade forte e muito fortes (>20%), em solos considerados extremamente suscetíveis a erosão.

Palavras-chave: Erosão, Bacia Hidrográfica, SIG's, Suscetibilidade, sedimentos

Abstract

The erosion has been recognized as a serious global problem of land degradation and a threat to the well being of humanity. The misuse and land, without regard to their capacity for renewal, have led to losses by increasing erosion causing disorders often irreversible character. The Manso Reservoir, located on River Basin Manso - BHRM has suffered from problems of

siltation, which, caused by sediment transport from the headwaters of the basin, represent a threat to the life of the container. This work aimed to study the susceptibility to extensive erosion of River Basin Manso through geoprocessing techniques indicating the areas most susceptible to erosion, and its relationship to erosion of the soils, allowing alternative future management, restoration and conservation land basin. Were defined three main classes of degrees of susceptibility to erosion, and approximately 80% of the basin are located in low-potential class, about 16%, the class of potential and average about 2% in the high potential for erosion. Classes medium and high potential were located mainly at the edges of the basin, in areas that promote greater production of sediments, which are carried into the reservoir. These areas of medium and high potential are generally more precipitous in the reliefs found in the basin, more steep slope classes with strong and very strong (> 20%) in soils considered extremely susceptible to erosion.

Keywords: Erosion, Watershed, GIS, susceptibility, sediment

Introdução

Em meio aos cenários de desenvolvimento da agricultura, de avanços nas tecnologias agrícolas e da necessidade do aumento da produção, tem-se um considerável aumento dos processos erosivos. Esse considerável aumento é indício do declínio da fertilidade do solo e/ou destruição, de áreas que eram anteriormente férteis.

Dentre as principais alterações no uso do solo, a erosão é, provavelmente, a forma mais grave de degradação da paisagem ao redor do globo, e as atividades antrópicas têm acelerado esses processos de maneira intensa. A degradação ambiental tem se tornado mais evidente e torna-se necessário, cada vez mais, não apenas reverter esse processo, mas também prever danos futuros com base no planejamento e na gestão desses recursos.

Um dos impactos diretos da aceleração dos processos erosivos é o aumento da produção de sedimentos, que, ao atingirem corpos aquáticos, se provenientes principalmente de áreas agrícolas, podem ocasionar o assoreamento desses sistemas, além de atuarem diretamente no transporte de outros poluentes. Segundo MINOTI (2006), tendo em vista que o Brasil possui um grande número de reservatórios artificiais para os diversos usos, inclusive geração de energia elétrica, as cargas de sedimentos podem diminuir o tempo de vida útil das barragens.

Por esta razão, torna-se necessário gerar dados sobre a situação inicial de uma determinada área de estudo, de ambientes pouco estudados ou de onde não existam informações, e quantificar/qualificar os processos, para que sejam diagnosticadas áreas com maior risco ambiental.

É nesse contexto que os Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) são empregados na criação do banco de dados como ferramentas para esses trabalhos, pois são destinados à aquisição e ao tratamento de dados georreferenciados (referenciados espacialmente).

Desta forma, a bacia Hidrográfica do Rio Manso (BHRM) situada no município de Chapada dos Guimarães, Mato Grosso, merece atenção especial, pois nesta área está

localizado o reservatório de Aproveitamento Múltiplo de Manso, um empreendimento com geração de energia hidrelétrica. A área em estudo apresenta poucas informações ambientais e está localizada em ambiente frágil, de cerrado e de belezas naturais. Soma-se a isto o fato de, o reservatório estar sofrendo impacto direto da ação dos processos erosivos provenientes das cabeceiras da bacia, respondendo com o acelerado assoreamento do lago.

Como objetivos principais, este trabalho apresenta: analisar a suscetibilidade a erosão laminar da bacia hidrográfica do Rio Manso e gerar o mapa de potencial a erosão laminar.

Área de Estudo

A BHRM está localizada no estado de Mato Grosso (Figura 1), região Centro-Oeste do Brasil, e possui uma área de aproximadamente 10.553Km². É formada principalmente pelos rios: Manso, Casca, Quilombo e Roncador e pertence à bacia do rio Cuiabá, que pertence, juntamente com o Rio Paraguai, São Lourenço, Itiquira e Pantanal, à grande bacia do Prata, ou bacia Platina.

Distante de Cuiabá, cerca de 100km, o lago do rio Manso, formado devido à construção da barragem – APM Manso – Aproveitamento Múltiplo de Manso, possui aproximadamente 427Km² de área alagada para cota máxima e tem passado por problemas de assoreamento, devido à erosão proveniente das cabeceiras do rio principal. Foi concebido com os principais objetivos de regularizar o nível do rio Cuiabá (evitar inundações) e gerar energia elétrica.

Materiais e Métodos

Para a elaboração do trabalho foram necessários os seguintes sistemas computacionais:

- Software *ArcView 3.2*, desenvolvido pela ESRI (*Environmental Systems Research Institute*);

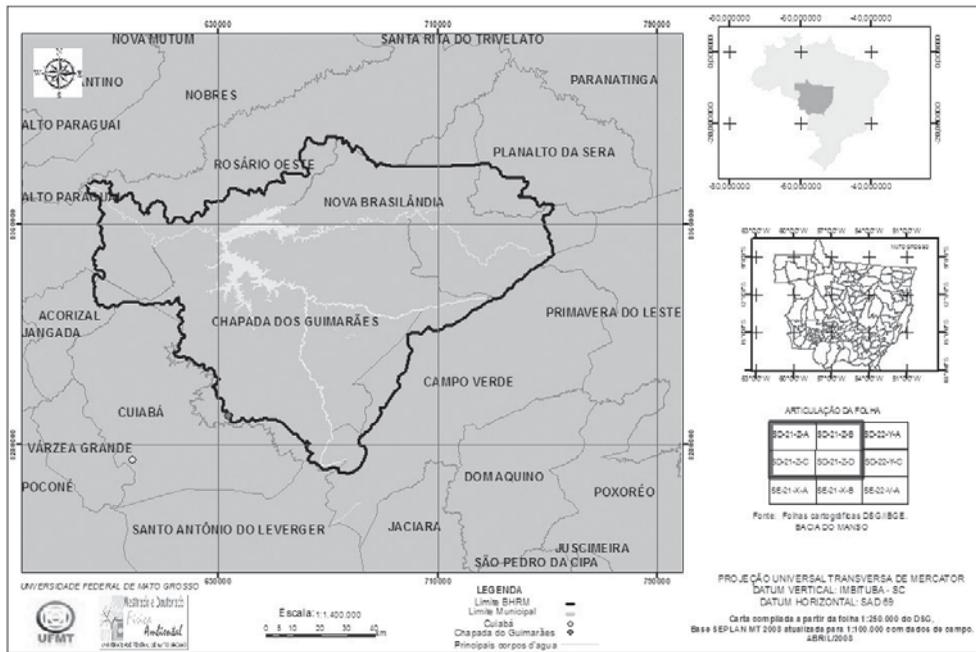


Figura 1 - Localização da área de estudo

- Extensões ArcView : ArcView Spatial Analyst Versão 1.1 e ArcView 3D Analyst Versão 1.0;
- Software ArcGis, desenvolvido pela ESRI – Environmental Systems Research Institute, versão 9.2;

Mapa de Uso e Ocupação do Solo

Para o mapa de uso e ocupação do solo, foi utilizado o Plano de Informação realizado por LIBOS, (2002), que conduziu uma classificação supervisionada das quatro imagens Landsat 7 – ETM+ (índices WRS 226/70 e 226/71 de 02 de julho de 2000 e índices WRS 227/70 e 227/71 de 27 de julho de 2000) identificando classes de ocupação do solo referentes a toda Bacia do Rio Cuiabá, essa classificação foi recortada e ajustada para se adaptar à BHRM, que pertence à bacia do Cuiabá.

Mapa Pedológico

O Plano de Informação pedológico foi gerado através da união das cartas pedológicas SD-21-Z-A; SD-21-Z-B; SD-21-Z-C e SD-21-Z-D, todas do fuso 21, na escala 1:250.000 (SEPLAN, 2001). Tais classes representam tipos de associações pedológicas, reunidas pela SEPLAN, e não classes detalhadas dos solos da região, sendo esta base de dados, a única existente para a elaboração do presente trabalho.

Fator K (Usle_K)

O fator K de erodibilidade - *Universal Soil Loss Equation* (USLE_K) representa o potencial erosivo do solo, a maior ou menor facilidade com que o solo pode ser erodido. Alguns solos

são mais erodíveis que outros, mesmo quando o declive, a precipitação, a cobertura vegetal e as práticas de controle de erosão são as mesmas. Essa diferença ocasionada pelas propriedades inerentes ao solo é referida como erodibilidade do solo. (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999). O agrupamento das classes de solos em função dos índices de erodibilidade seguiu o critério aplicado por LOMBARDI NETO & BERTONI (1975), que realizaram um estudo para 66 perfis de solo que ocorrem no Estado de São Paulo. Os autores consideraram os valores obtidos como uma estimativa do fator de erodibilidade do solo para os principais solos paulistas apresentados por IPT (1990) apud SALOMÃO (1999). Tais índices foram utilizados para a realização do mapa de erodibilidade.

Estimativa da Suscetibilidade à Erosão

A suscetibilidade à erosão laminar, ou em lençol, pode ser representada cartograficamente determinada com base na análise dos fatores naturais influentes no desenvolvimento dos processos erosivos (erosividade, erodibilidade, declividade e comprimento de encosta) (IPT, 1990). Inicialmente, consideram-se a erodibilidade dos solos e a declividade das encostas como fatores determinantes na definição das classes de suscetibilidade. Os fatores como erosividade e comprimento das encostas também podem ser utilizados em complementação à avaliação final das classes de suscetibilidade, de acordo com SALOMÃO (1999). Porém, esses dois últimos não foram utilizados neste trabalho, devido à falta de dados e pelo fato de serem os índices de erodibilidade e declividade satisfatórios na representação cartográfica da suscetibilidade à erosão, segundo SALOMÃO (1999). A Figura 2 ilustra as etapas do trabalho.

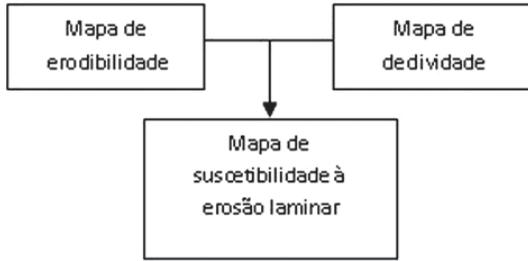


Figura 2 - Etapas do procedimento metodológico para a definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar.

Associadas as classes de solos às respectivas classes de erodibilidade, e realizado o mapa de erodibilidade, uma nova tabela para classes de erodibilidade dos solos foi gerada, baseada na metodologia de SALOMÃO (1999) e de ROSS (2005), melhor adaptadas aos solos da área de estudo. As classes destacadas em negrito são as existentes na BHRM.

Desta forma, na Tabela 1 pode-se observar como ficou a adaptação:

Tabela 1 - Classes de erodibilidade - importância dos tipos de solos na ocorrência de processos erosivos.

Grau de erodibilidade	Unidades pedológicas
I - Muito fraco	Latossolo Roxo, Latossolo Vermelho escuro e Vermelho Amarelo de textura argilosa; solos hidromórficos em relevo plano; Gleissolos , Planossolos, Organossolos , Neossolos Quartzarênico em relevo plano.
II - Fraco	Latossolo Amarelo e Vermelho Amarelo de textura média argilosa; Terra Roxa estruturada; Latossolo Vermelho escuro .
III - Médio	Argissolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho escuro, textura argilosa. Latossolo Vermelho Amarelo, textura argilosa e média; Latossolo Vermelho Amarelo ; Terra Bruna.
IV - Forte	Argissolo Vermelho Amarelo não abrupto, textura média -argilosa e média; Cambissolos ; Argissolos Vermelho Amarelo de textura médio -arenosa. Plintossolos .
V - Muito forte	Cambissolos, Neossolos Litólicos , Argissolos Vermelho Amarelo e Vermelho escuro abruptos, textura arenosa-média; Neossolos Quartzarênicos em relevos suave-ondulado e ondulado.

Fonte: Adaptado de SALOMÃO (1999) e ROSS (2005)

Fonte: Adaptado de SALOMÃO (1999) e ROSS (2005)

Definidas as respectivas classes de erodibilidade para os tipos de solos encontrados na área de estudo, foram elaborados os mapas parciais dos fatores relacionados à erosão laminar.

O mapa de declividade foi realizado, extraindo-se as curvas de nível das imagens SRTM – Shuttle Radar Topography Mission, e a partir da união das 4 cartas de curvas, SD-21-Z-A; SD-21-Z-B; SD-21-Z-C e SD-21-Z-D, foram gerados o Modelo Digital de Elevação e em seguida, a declividade. Na Tabela 2, pode-se observar as classes de declividade com os respectivos graus de potencialidade erosiva:

Tabela 2 - Classes de declividade

Declividade (%)	Grau de potencialidade erosiva
0-3	Muito fraca
3-8	Fraca
8-12	Média
12-20	Forte
>20	Muito forte

O mapa de classes de erodibilidade (solos) foi integrado com o mapa de classes de declividade, tomando-se como critério de definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar e sua compatibilização com a classe de capacidade de uso das terras. A partir desse cruzamento de dados, foi gerada uma nova tabela, relacionando-se cinco classes de declividade com cinco classes de suscetibilidade à erosão laminar. Desse modo, foram definidas cinco classes:

- I - Extremamente suscetível;
- II - Muito suscetível;
- III - Moderadamente suscetível;
- IV - Pouco suscetível;
- V - Pouco a não suscetível.

Após a definição do mapa de suscetibilidade à erosão laminar, foi realizada a integração do mesmo, com o uso e ocupação do solo, e, a partir daí, elaborado o mapa final de potencialidade à erosão laminar, que reflete a suscetibilidade atual à erosão laminar.

De acordo com SALOMÃO (1999), o mapa de suscetibilidade à erosão laminar reflete as características naturais dos terrenos, em face do desenvolvimento dos processos erosivos. No entanto, a erosão laminar é fortemente condicionada pela ação do homem, por meio das formas de uso e ocupação do solo. Áreas com um mesmo nível de suscetibilidade ocupado de maneira diferente apresentam variados potenciais ao desenvolvimento da erosão laminar. O potencial à erosão laminar pode assim ser definido como o resultado da integração entre a suscetibilidade dos terrenos em desenvolver erosão e a ocupação atual das terras.

O método baseia-se no cruzamento matricial do mapa de suscetibilidade com o mapa de uso e ocupação do solo, sendo que, este último deve contemplar as diferentes formas de ocupação agrícola, diferenciadas em função do recobrimento vegetal. O critério adotado, de acordo com SALOMÃO (1999), para o estabelecimento das classes de ocupação deverá ser o porte da cobertura vegetal e a intensidade da ação antrópica no manejo da terra. O porte da cobertura vegetal reflete, de forma indireta, o nível de cobertura vegetal sobre o solo e, conseqüentemente, a proteção deste solo quanto aos processos erosivos. Por outro lado, a atividade antrópica indica diretamente as áreas mais sujeitas à erosão laminar, uma vez que o uso intensivo aumenta o potencial de perdas de solo. Como

pode ser visto na Figura 3, o cruzamento matricial para o mapa final de potencial à erosão laminar.

FIGURA 3: Cruzamento matricial para elaboração do mapa final de potencial à erosão laminar

A ocorrência de processos erosivos a partir das classes de uso e cobertura do solo obedece à classificação estabelecida conforme critérios de ROSS (2005) e SALOMÃO (1999), e pode ser vista no Quadro 1:

Quadro 1 - Classes de uso do solo e os respectivos graus de suscetibilidade

Classes	Uso e ocupação
1- Muito forte	Áreas desmatadas, solo exposto, agricultura não-conservacionista; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com intensa atividade antrópica;
2- Forte	Culturas de ciclo longo com baixa densidade; culturas de ciclo curto; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica moderada;
3- Médio	Cultivos de ciclos longos, pastagens com baixo pisoteio de gado, silvicultura; cobertura vegetal de baixo e médio porte, com atividade antrópica muito reduzida;
4- Fraco	Formações arbustivas naturais, matas secundárias, cerrados e capoeiras; Cobertura vegetal de porte alto a médio, com atividade antrópica muito reduzida.
5- Muito fraco	Florestas e matas naturais com biodiversidade; espelhos d'água e várzeas, cujo potencial erosivo pode ser considerado nulo.

Por meio do cruzamento matricial das classes de suscetibilidade com as classes de uso e ocupação do solo, foram determinadas três classes de potencial à erosão laminar, seguindo a metodologia proposta por IPT (1990), conforme é apresentado a seguir:

- I – Alto potencial;
- II – Médio potencial;
- III – Baixo potencial.

Definidas as classes finais de potencial à erosão laminar na área de estudo, foi elaborado o mapa final de potencial à erosão.

Resultados e Discussão

Declividade

Com base no MNT, foram obtidos os valores máximos e médios de declividade da área de estudo: Declividade máxima = 29,02% e Declividade média = 9,97%.

Com base no mapa de declividade, foram obtidas as áreas e as respectivas porcentagens referentes às classes de declividade para a área de estudo.

Tabela 3 - Áreas correspondentes às classes de declividade na BHRM

CLASSE DE DECLIVIDADE	RELEVO	ÁREA (Km ²)	ÁREA (%)
0-3%	Plano/praticamente plano	7.302,67	69,20%
3-8%	Suave ondulado	2.091,60	19,82%
8-12%	Moderadamente ondulado	794,64	7,53%
12-20%	Ondulado	270,15	2,56%
>20%	Forte ondulado	93,92	0,89%
TOTAL		10.553	100%

A área de estudo foi dividida ao todo em cinco (5) classes, visto que a região não varia muito em relação à declividade. Nota-se que a maior parte da BHRM está contida na primeira classe (Plano/praticamente plano), e apenas 0,89% da bacia esta contida na classe “Ondulado/Forte ondulado”.

Na Figura 4 pode-se visualizar a conformação do relevo da área de estudo em função das classes de declividade, e as subunidades de estudo.

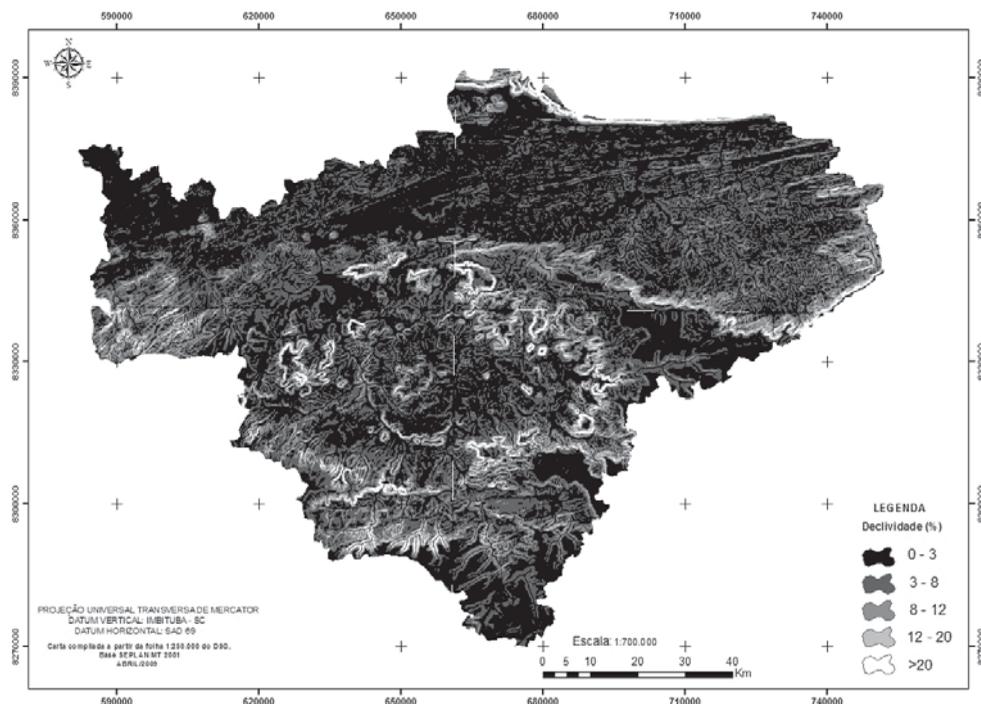


Figura 4 - Classes de declividade

Solos

O mapeamento de solos da SEPLAN representou cartograficamente as associações de solos, e não as classes de solos. Na Tabela 4, podem-se observar as áreas e respectivas porcentagens referentes às classes predominantes de solo identificadas na área de estudo. Nota-se pelo mapa de solos (Figura 5), que a BHRM basicamente é dividida em dois grupos predominantes de solos: o Cambissolo ao norte da bacia e o Neossolo Quartzarênico ao sul. Em seguida, após estes, os mais representativos dentro da bacia são os Neossolos Litólicos, os Plintossolos e os Latossolos Vermelho-Amarelos respectivamente.

Tabela 4 - Classes de solos na BHRM

CÓDIGO	DESCRIÇÃO ATUAL	DESCRIÇÃO ANTIGA	AREA%	ÁREA (Km ²)
Cx	Cambissolo	Cambissolo	38,47	4.060
FF	Plintossolos	Solos Concrecionários	7,30	770,58
Gj	Gleissolos	Glei	0,20	21,00
LVA	Latossolo Vermelho-Amarelo	Latossolo Vermelho - Amarelo	6,95	733,98
LVe	Latossolo Vermelho Escuro	Latossolo Vermelho Escuro	4,68	494,35
Ox	Organossolos	Solos Orgânicos	0,93	98,20
RL	Neossolos Litólicos	Solos Litólicos	7,6	802,06
Rq	Neossolo Quartzarênico	Areia Quartzosa	33,84	3.572
Área Total			100%	10.553

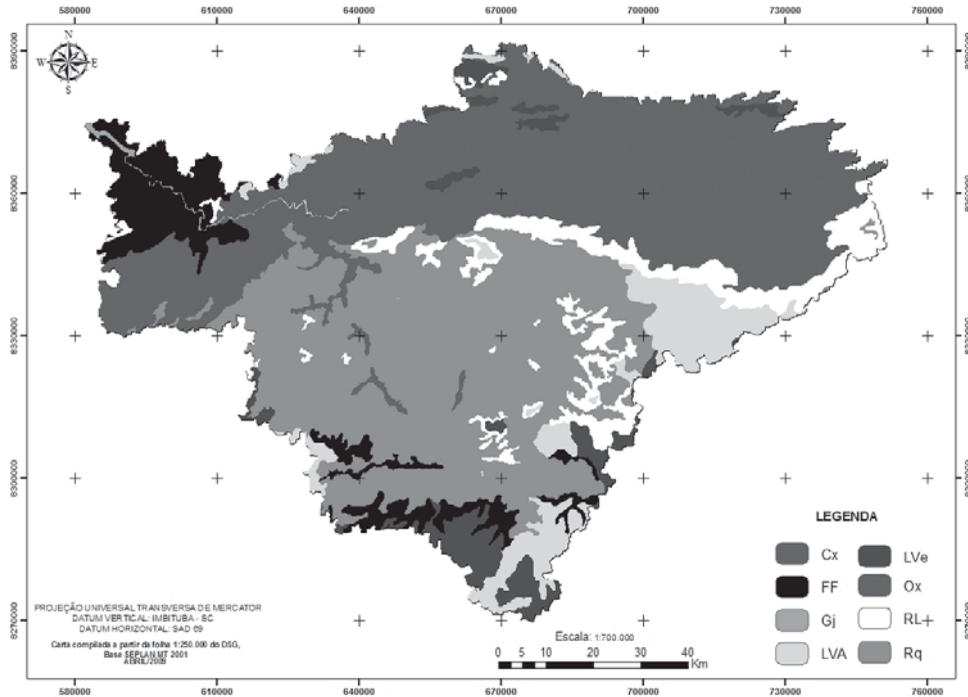


Figura 5 - Solos da BHRM, MT.

Uso e Ocupação

Com o levantamento realizado por LIBOS (2002) em classificação de imagem de satélite, foram identificadas na área de estudo seis classes principais de uso do solo. (Tabela 5).

Tabela 5 - Área das classes de uso do solo para a BHRM.

Uso do solo	Área %	Área (Km ²)
Pastagem	18,78	1.096
Cerrado	53,17	5.795,9
Água	1,75	184,67
Floresta de transição	9,40	992,21
Floresta Tropical	0,56	59,41
Agricultura	5,96	628,83
Solo nu	10,39	1.981
TOTAL	100%	10.553, Km²

Foi reclassificada como “água” a área do reservatório, que anteriormente à inundação, era representada por cerrado. As áreas urbanas, pouco representativas dentro da bacia, foram reclassificadas como solo nu.

As maiores porcentagens de uso do solo estão entre as classes: Cerrado, Pastagem, Agricultura e Solo exposto. Este último apresentou grande representatividade também graças à época do ano a qual a classificação da imagem foi realizada, em julho de 2000. Esse período representa um período de estiagem no Mato Grosso, onde as culturas ainda não estão sendo plantadas e o solo se encontra nu. Ocorrem também, faixas de queimada, sobretudo em regiões de cerrado, o que diminui ainda mais a vegetação nos locais.

A classe Cerrado inclui também os segmentos representados por vegetação de cerrado em diferentes estágios de desen-

volvimento, e, a classe Floresta de Transição, as vegetações de mata ciliar encontradas ao longo dos cursos de água, além de outros tipos de vegetação nativa encontradas na área de estudo.

De acordo com BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), embora alguns solos sejam mais erodíveis que outros, é oportuno lembrar que a quantidade de solo perdida pela erosão, que ocorre em dadas condições, é influenciada não somente pelo próprio solo, mas pelo tratamento ou manejo que recebe; um solo pode perder, por exemplo, 200 toneladas por Hectare e por ano quando usado com culturas anuais plantadas morro abaixo em terreno com grande declividade, enquanto o mesmo solo, com uma pastagem bem manejada, perderia

somente alguns quilogramas por hectare. A diferença em erosão por diferentes sistemas de manejo para o mesmo solo é muito maior que a diferença de erosão de diferentes solos com o mesmo manejo. Realmente, a erodibilidade é influenciada muito mais pelo manejo que por qualquer outro fator.

Em alguns locais na imagem foram classificadas feições como sendo pastagem, porém, geralmente, estas não ocorrem em planalto como mostra a Figura 6. Logo, isto pode ter ocorrido, devido a erros de classificação de imagem.

As classes referentes ao uso do solo podem ser vistas na Figura 6.

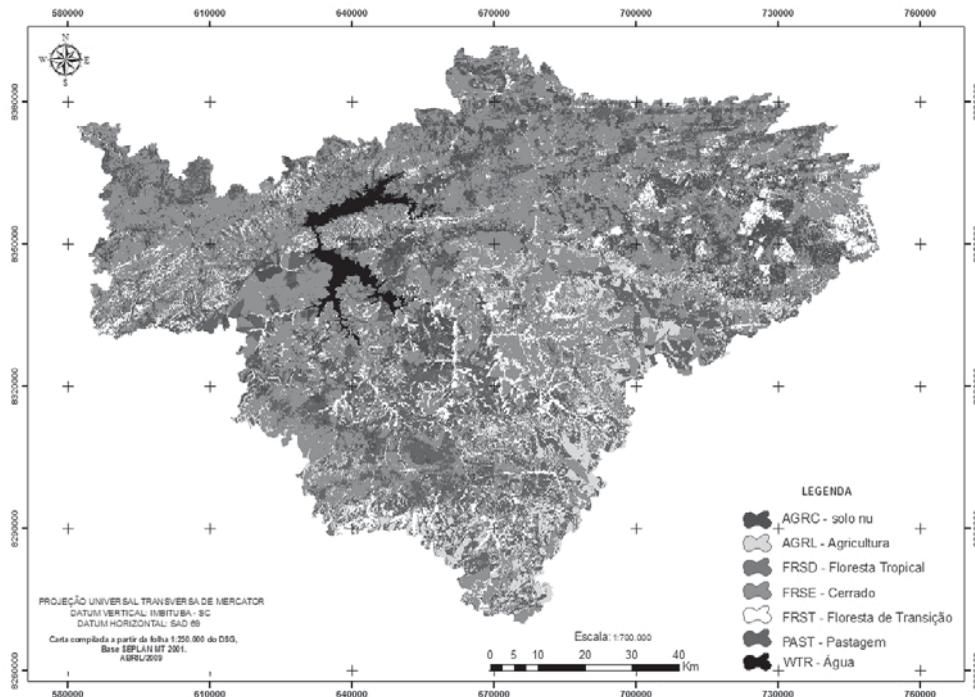


Figura 6 - Uso e Ocupação do solo

Análise do Potencial À Erosão Laminar na BHRM

De acordo com as classes de erodibilidade estabelecidas na Tabela 1, os solos encontrados na área de estudo podem ser vistos de acordo com suas respectivas classes de grau de erodibilidade, na Tabela 6:

Tabela 6 - Classes de solos encontradas na BHRM com os respectivos graus de erodibilidade.

Grau de erodibilidade	Classes de solos da BHRM
I - Muito fraco	Gleissolos, Organossolos
II - Fraco	Latossolo Vermelho escuro
III - Médio	Latossolo Vermelho Amarelo
IV - Forte	Cambissolos, Plintossolos
V - Muito forte	Neossolos Quartzarênicos Neossolos Litólicos

Realizando o cruzamento matricial, relacionando cinco classes de declividade com cinco classes de erodibilidade, foi gerado o resultado de suscetibilidade à erosão laminar, com cinco novas classes, como pode ser visto na Tabela 7.

Tabela 7 - Critério adotado na definição das classes de suscetibilidade à erosão laminar

Declividade	Classes de erodibilidade (solos)				
	I	2	3	4	5
1 - Muito fraco	V	V	V	IV	IV
2 - Fraco	V	V	IV	IV	III
3 - Médio	V	IV	IV	III	II
4 - Forte	-	-	III	II	I
5 - Muito forte	-	-	-	I	I

I – Extremamente suscetível: compreende os Neossolos Quartzarênicos e Litólicos em classes de declividade forte e muito forte (entre 12 a 20% e > 20%) e os Cambissolos e Plintossolos em declividade muito forte (>20%);

II – Muito suscetível: compreende Neossolos Quartzarênicos e Litólicos em declividade média de 8 a 12%, Cambissolos e Plintossolos em declividade forte.

III – Moderadamente suscetível: compreendem os Neossolos Litólicos e os Quartzarênicos em declividade fraca, os Cambissolos, Plintossolos em declividade Média (8-12%), Latossolos Vermelho-amarelos em declividade forte (12 a 20%).

IV – Pouco suscetível: compreende os Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, os Cambissolos e os Plintossolos em classe de declividade muito fraco (0-3%), os Cambissolos, Plintossolos e os Latossolos Vermelho amarelos em declividade fraca (3-8%) e os latossolos Vermelho escuros e Vermelho-amarelos em declividade média (8-12%).

V – Pouco a não suscetível: compreende os Latossolos Vermelho amarelos, Vermelho escuros, Organossolos e Gleissolos em classe de declividade muito fraca (0-3%), e os Latossolos Vermelho escuros, Organossolos e Gleissolos em declividade fraca (3-8%), e Gleissolos e Organossolos em declividade média.

Esses dados gerados do cruzamento deram origem a um mapa de suscetibilidade a erosão que foi cruzado posteriormente com os dados do uso e ocupação do solo.

As classes de uso e ocupação do solo da BHRM foram adaptadas às classes de graus de ação erosiva conforme ROSS (2005) e SALOMÃO (1999), e podem ser visualizadas na Tabela 8 a seguir:

Tabela 8 - Classes de uso e ocupação do solo encontradas na BHRM com os respectivos graus de ação erosiva

Grau de ação erosiva	Uso e ocupação da BHRM
1 - Muito forte	Solo nu
2 - Forte	Agricultura Genérica
3 - Médio	Pastagem
4 - Fraco	Cerrado
5 - Muito fraco	Floresta de Transição Floresta Tropical Água

SALOMÃO (1999) adotou como critério para o estabelecimento das classes de uso e ocupação, o porte da cobertura vegetal e a intensidade da ação antrópica no manejo da terra, e os usos da BHRM foram adaptados a essas classes para melhor representar a área em estudo. Para o mesmo autor, o porte da cobertura vegetal reflete, de forma indireta, o nível de cobertura vegetal sobre o solo e, consequentemente, a proteção deste solo quanto aos processos erosivos.

Após a adaptação dos tipos de usos encontrados na bacia em estudo, foi realizado o cruzamento matricial das classes de suscetibilidade com as classes de uso e ocupação definidas anteriormente, e a partir desse cruzamento, foram definidas três classes de potencial à erosão laminar na BHRM, que são expressas no mapa final de potencial à erosão laminar na Figura 7.

Tabela 9 - Matriz de definição das classes de potencial à erosão laminar.

Suscetibilidade à erosão laminar	Uso e ocupação do solo				
	1.Muito forte	2.Forte	3.Médio	4.Fraco	5.Muito fraco
1.Extremamente suscetível	I	I	I	I	II
2.Muito suscetível	I	I	I	II	III
3.Moderadamente suscetível	I	I	II	II	III
4.Pouco suscetível	II	II	II	III	III
5.Pouco a não suscetível	II	III	III	III	III

I - Alto potencial: compreende solo exposto (AGRC), agricultura genérica (AGRL) em declividade fraca (3-8%), média (8-12%), forte (12-20%) e muito forte (>20%), em todos os tipos de solos; Pastagem (PAST) em declividade forte e muito forte, em Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, Cambissolos, Plintossolos, Latossolos vermelho amarelos e a classe Cerrado (FRSE) em declividade forte e muito forte em Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, Cambissolos e Plintossolos.

II - Médio potencial: compreende as classes de Floresta de Transição (FRST) e Floresta Tropical (FRSD) em declividade forte e muito forte em Neossolos Quartzarênicos, Litólicos, Cambissolos e Plintossolos; a classe Cerrado (FRSE) em declividade fraca, média, forte e muito forte sobre Neossolos Quartzarênicos e Litólicos, Cambissolos, Plintossolos, Latossolos Vermelho; a classe Pastagem (PAST) em declividade fraca, muito fraca e média, sobre todos os tipos de solos, e forte e muito forte em todas as classes de solos, exceto Organossolos e Gleissolos. Por fim, o solo exposto (AGRC) e agricultura genérica (AGRL), em declividades fraca, muito fraca e média, sobre todos os tipos de solos.

III – Baixo potencial: Compreende as classes Floresta de Transição (FRST) e Floresta Tropical (FRSD) em todas as classes de declividade e em todos os tipos de solos; a classe Cerrado (FRSE) em declividade muito fraca, fraca e média em todos os tipos de solos, e a classe pastagem (PAST), em declividade muito fraca e fraca em latossolos Vermelho amarelos, Vermelho escuros, Organossolos e Gleissolos.

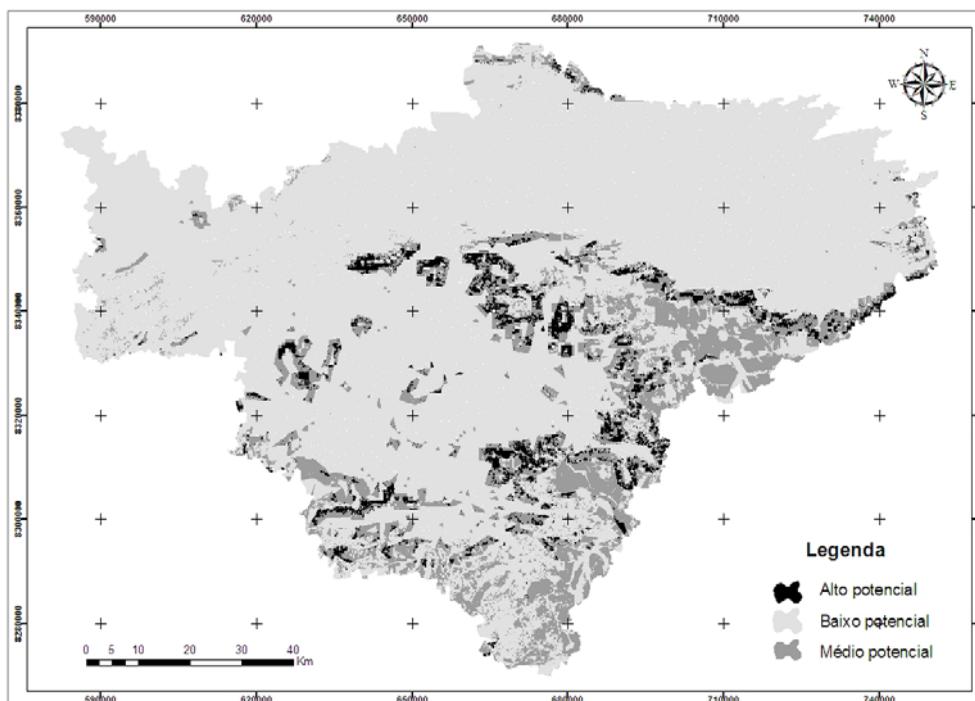


Figura 7 - Mapa de potencial a erosão laminar

De acordo com os resultados gerados no cruzamento matricial das classes de declividade, solos (erodibilidade) e dos tipos de uso e ocupação do solo, pode-se fazer algumas considerações acerca da área de estudo.

Pelo mapa final, pode-se notar que grande parte da área classificada como sendo de baixo potencial à erosão está localizada na porção norte e central da bacia, onde se apresentam também, valores baixos de declividade. Aproximadamente 80,81% da área total da bacia, estão situadas nesta classe de baixo potencial, e isto pode ser explicado, além das baixas declividades encontradas nessas regiões, o fato de que o baixo potencial coincide em algumas partes dessa área, com a vegetação nativa e áreas remanescentes naturais.

O percentual aproximado para as áreas com médio potencial à erosão gira em torno de 16,68%, e apresentam o segundo maior valor. Essa classe coincide com áreas principalmente ocupadas por agricultura em bordas da bacia, em classes média, forte e muito fortes de declividades em solos considerados muito suscetíveis e extremamente suscetíveis. Pode-se observar pela Figura 7, que as áreas mais suscetíveis a erosão, estão localizadas próximo às nascentes, nas bordas da bacia, o que gera uma preocupação ainda maior. Este fato pode ser levado em consideração no estudo do aporte de sedimentos no Reservatório do Rio Manso, já que este passa por um processo contínuo de assoreamento.

Aproximadamente 2,51% da área da bacia, apresentam alto potencial à erosão. Observando a Figura 7 e a Figura 4 (mapa declividade), nota-se que essas áreas, situam-se

geralmente nos relevos mais escarpados encontrados dentro da bacia, mais íngremes, com classes de declividade forte e muito fortes (>20%), em solos considerados extremamente suscetíveis a erosão. Concentra-se basicamente na porção sul da bacia, principalmente nas bordas, onde as encostas são mais íngremes.

Conclusões

Após a realização da análise de suscetibilidade foi possível verificar a influência que cada solo exerce sobre os processos erosivos. A erosão não é a mesma em todos os solos. Para BERTONI & LOMBARDI NETO (1990), as propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo exercem diferentes influências na erosão.

Portanto pode-se concluir que esta bacia não é considerada adequada para o cultivo intensivo, por apresentar solos considerados frágeis com alto índice de erodibilidade, o que futuramente poderá causar déficit de produção, assoreamento dos rios entre outros. A vegetação nativa seria a cobertura do solo ideal do ponto de vista hidrológico.

Este trabalho fornece indicações de áreas que devem merecer especial atenção por serem mais vulneráveis aos processos erosivos, e pode ser objeto de uso/validação para potenciais usuários da informação, na expectativa de subsidiar/orientar ações de conservação no Estado do Mato Grosso,

com uma abordagem por sub-bacias hidrográficas, onde se pode avaliar a vulnerabilidade destes compartimentos naturais. Integrada a outras análises, este trabalho detém o propósito e a orientação para estratégias e ações para recuperação/conservação do bioma Cerrado considerando fatores ambientais e sócio econômicos.

Foram identificadas áreas com vulnerabilidade ambiental em função da combinação de elementos de tipos de solos, diferentes usos do solo, altimetria e declividade, e pode-se concluir, através da análise de suscetibilidade, a existência de ambientes mais suscetíveis à erosão encontrados com declividades média e alta associadas a classes de solos consideradas suscetíveis a erosão, como Neossolos Quartzarênicos e Litólicos e a usos do solo como solos nu, agricultura, e pastagem.

Foi possível gerar o mapa final de potencial à erosão, através dos cruzamentos matriciais e verificar que o assoreamento do reservatório de Manso, pode ter esse fato como um dos causadores desses problemas.

Os resultados obtidos possibilitaram observar a necessidade de reconhecer nas bacias hidrográficas as áreas sensíveis aos processos erosivos, onde são necessárias práticas de controle a erosão, ou mudança na cobertura do solo.

Referências Bibliográficas

ANDRADE, N, L de; XAVIER, F.V.; ALVES, E.C.R.F.; SILVEIRA, A.; OLIVEIRA, C.U.R de. 2008. Caracterização Morfométrica e Pluviométrica da Bacia do Rio Manso, MT, **Geociências UNESP**, São Paulo v.27, n.2, p. 237-248.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1990. **Conservação dos solos**. 3ª Ed. São Paulo: Coleção Brasil Agrícola, Ícone Editora, 355p.

CARVALHO, J. C.; SALES, M. M.; de SOUZA, N. M.; SILVA, M. T. (orgs). 2006. **Processos Erosivos no Centro-Oeste Brasileiro**. Brasília: Universidade de Brasília, FINATEC, 464p.

CHILETTO, C., 2005. **Caracterização climática da região do lago de Manso: um estudo comparativo com a área urbana de Cuiabá/MT**. Dissertação (Mestrado em Física Ambiental). Universidade Federal de Mato Grosso, UFMT, Cuiabá.

CHRISTOFOLETTI, A. 1980. **Geomorfologia**. 2ª edição. São Paulo: Edgard Blucher.

COELHO NETTO, A.L Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia In: GUERRA A. J. T.; CUNHA S. B

(orgs) 2001. **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.

GUERRA, A. J. T. Processos Erosivos nas Encostas. In: CUNHA, S.B. da & GUERRA, A. J. T. (orgs.). **Geomorfologia – Uma Atualização de Bases e Conceitos**. 4ª edição Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 149-209.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SAO PAULO. 1990. **Orientações para o combate à erosão no estado de São Paulo, Bacia do Pardo Grande**. São Paulo, 3v. (IPT). Relatório, 28:184.

LIBOS, M.I.P.C., 2002. **Modelagem da Poluição não pontual na Bacia do Rio Cuiabá baseada em geoprocessamento**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ. 269p.

LIMA, W.P. 2000. Importância das Florestas para produção de água. **Simpósio sobre Recuperação da Cobertura Florestal da Bacia do Rio Corumbataí**, 3, Piracicaba: IPEF/ESALQ, p-13.

LOMBARDI NETO, F.; BERTONI, J. 1975. **Tolerância de perdas de terras para solos do Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 12p. (Boletim Técnico, 28).

MACHADO, R.E.; VETTORAZZI, C.A. 2003. Simulação da produção de sedimentos para a microbacia hidrográfica do ribeirão dos Marins (SP). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, MG, Vol.27. nº 4.

MINOTI, R. T. 2006. **Abordagem qualitativa e quantitativa de micro-bacias hidrográficas e áreas alagáveis de um compartimento do médio Mogi- Superior**, 2006. 247f. Tese (doutorado) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, SP.

ROSS, J. L.S **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento**. 2005. 8ed. São Paulo: Contexto, (Repensando a Geografia). 85p.

SALOMÃO, F.X.T. Controle e prevenção dos Processos Erosivos. In GUERRA, A.J.T.; SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (orgs) 1999. **Erosão e Conservação dos Solos: Conceitos, Temas e Aplicações**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 340p.

SEPLAN, 2001 SEPLAN – **Secretaria do Estado de Planejamento e Coordenação Geral. Zoneamento Sócio Econômico Ecológico - ZSEE – Servidor de Mapas**. Disponível em: <http://www.seplan.mt.gov.br/> Último acesso em 21/03/2009.