

Aplicabilidade do modelo hidrossedimentológico AVSWAT na Simulação do transporte de sedimentos, na Bacia Hidrográfica do Rio Manso - Mato Grosso, Brasil.

Fernanda Vieira Xavier¹, Samuel Andrade Oliveira², Alexandre Silveira³

RESUMO - Para auxiliar no gerenciamento de bacias hidrográficas, modelos hidrológicos e de qualidade da água vem sendo desenvolvidos para prever o impacto da agricultura e do uso e ocupação do solo na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas. É nesse contexto que os sistemas de informações geográficas (SIG's) são empregados na criação do banco de dados como ferramentas para esses modelos. A fim de realizar um estudo da produção e distribuição de sedimentos na bacia hidrográfica do rio Manso, é que se utilizou o modelo AVSWAT – *Soil and Water Assessment Tool*, que integrado com os SIG's, permitiu maior flexibilidade desses sistemas aplicados ao modelo. O modelo SWAT considera a bacia dividida em sub-bacias com base em um Modelo Numérico de Terreno. Posteriormente, o processo de modelagem, exige dados extraídos de planos de informação de solos e uso da terra, e dados climatológicos e de precipitação. Foram feitas simulações para divisões de 24 sub-bacias. O modelo SWAT demonstrou aplicabilidade qualitativa satisfatória para os resultados obtidos, porém, dificuldades foram encontradas, devido à falta de dados constituindo um limite nas simulações.

To assist in watershed management, hydrological models and water quality has been developed to predict the impact of agriculture and land use and soil quality and quantity of surface and groundwater. In this context, geographic information systems (GIS) are employed in the creation of the database as a tool for these models. In order to conduct a study of production and distribution of sediments in the basin of the Manso River, which is the model used AVSWAT - Soil and Water Assessment Tool, which integrated with the GIS has allowed greater flexibility of these systems applied to the model. The SWAT model considers the basin divided into sub-basins based on a model number of lands. Subsequently, the modeling process requires data from plans for land information and land use and climate data and precipitation. Simulations were made to divisions of 24 sub-basins. The SWAT model has demonstrated applicability for qualitative satisfactory results, however, difficulties were encountered due to lack of data constituting a limit in the simulations.

Palavras - chave: Modelo Hidrológico, Bacia Hidrográfica, AVSWAT.

¹ Doutorando em Geociências e Meio ambiente, Universidade Estadual Julio de mequita filho – UNESP/IGCE. Ferx.unesp@gmail.com.

² Mestrando e Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de viçosa – UFV/ DPS. sageoandrade@gmail.com

³ Professor titular da Universidade Federal de Alfenas – UFAL. alexandre.silveira@unifal-mg.edu.br

INTRODUÇÃO

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

Um dos impactos diretos da aceleração dos processos erosivos é o aumento da produção de sedimentos, que, ao atingirem corpos aquáticos, os sedimentos provenientes principalmente de áreas agrícolas, podem ocasionar o assoreamento desses sistemas. 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.

Os sedimentos são, provavelmente, o mais significativo de todos os poluentes em termos de sua concentração na água, seus impactos no uso da água e seus efeitos no transporte de outros poluentes (Machado & Vettorazzi, 2003).

Para auxiliar no gerenciamento de bacias hidrográficas, modelos hidrológicos e de qualidade da água vem sendo desenvolvidos para prever o impacto da agricultura e do uso e ocupação do solo na qualidade e quantidade das águas superficiais e subterrâneas

Dentre os muitos modelos que tentam exprimir a ação dos principais fatores que exercem influência nas perdas de solo pela erosão hídrica, estão os modelos conceituais distribuídos que simulam os diversos processos no ciclo hidrossedimentológico. Um desses modelos é o Soil and Water Assessment Tool (SWAT), que permite uma grande flexibilidade na configuração de bacias hidrográficas. A grande limitação desses modelos é a quantidade de dados de entrada necessários para caracterizar a bacia em estudo e que representam os sistemas naturais.

Di Luzio *et.al* (2001) enfatizam que, o planejamento conservacionista desses sistemas é de fundamental importância para a conservação do solo, controle da perda de sedimentos e água, gerando informações importantes para o processo de tomada de decisão no gerenciamento de bacias hidrográficas. O solo e a água estão relacionados, portanto a conservação de ambos deve ser avaliada e conduzida de maneira conjunta.

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 os processos, para que sejam diagnosticadas áreas com maior risco ambiental.

Dessa forma, o presente trabalho objetivou demonstrar a aplicabilidade do modelo AVSWAT - *Soil and Water Assessment Tools*, interface com *ArcView*, através da simulação qualitativa da produção espacial de sedimentos na Bacia Hidrográfica do Rio Manso – BHRM,

Chapada dos Guimarães, representando assim uma contribuição de primeira aproximação metodológica acerca deste estudo.

MATERIAIS E MÉTODOS

O modelo AVSWAT requer uma grande quantidade de dados de entrada que dizem respeito às características físicas da bacia. Na falta desses dados, este trabalho foi realizado utilizando-se alguns dados secundários, já realizados em trabalhos anteriores, como o de Baldissera (2005). Outros dados também utilizados foram adaptados de outros autores para esta região do Mato Grosso. Tal modelo vem sendo aplicado há pouco tempo no Brasil, e como se tem conhecimento, o país ainda não possui uma base de dados completa e eficiente, no que diz respeito a parâmetros relativos a solos e usos do solo, na escala de levantamento e mapeamentos detalhados, como ocorre nos Estados Unidos, de onde se originou o modelo AVSWAT.

Foi realizada a construção da base cartográfica da área de estudo (Figura 1), o levantamento e a elaboração dos dados de entrada do modelo AVSWAT2000 e sua manipulação. O modelo requer parâmetros climáticos, de solos, hidrológicos e topográficos para o desenvolvimento do trabalho. As bases iniciais de informações cartográficas necessárias para o funcionamento do modelo SWAT são: Modelo Numérico de Terreno (MNT), Hidrografia, solos e uso e ocupação do solo.

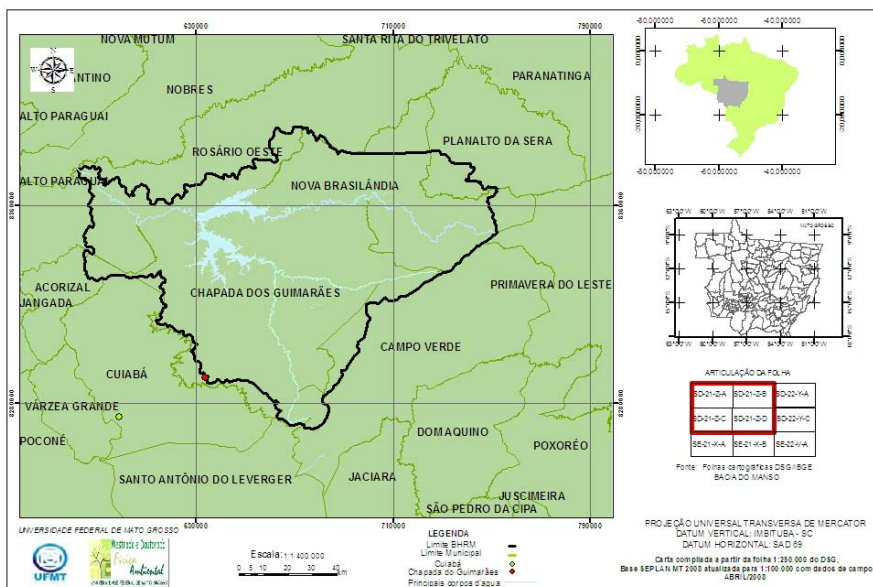


Figura 1: Localização da área de estudo – BHRM, MT - Brasil

O MNT também possibilitou através da ferramenta *Spatial Analyst*, a geração das classes de declividade. Foi elaborado o perfil topográfico longitudinal do rio Manso através das curvas de nível. As classes de declividade, utilizadas na elaboração do mapa de declividade, foram propostas por Ramalho Filho & Beek (1995), em função dos graus de limitação ao desenvolvimento de culturas por suscetibilidade a erosão.

A carta hidrográfica utilizada foi a gerada através da união das cartas número 372, 373, 388, 389 e 404 no software ArcView sendo todas elas do Fuso 21, na escala de 1:250.000 (SEPLAN, 2004), em formato vetorial. O SWAT divide automaticamente, a bacias hidrográfica em sub-bacias, cada uma das sub-bacias é associada a um curso de água.

Para o mapa de uso e ocupação do solo, foi utilizado a base cedida por Baldissera (2005) e 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 à toda Bacia do Rio Cuiabá. Essa primeira classificação foi recodificada para melhor se adaptar ao modelo AVSWAT, e também recortada à área de estudo, BHRM

A base cartográfica pedológico para o modelo 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.

O SWAT possui no seu banco de dados interno, informações de estações meteorológicas e pedológicas dos EUA. Por isso fez-se necessário entrar com dados de clima diários e médias anuais e com as características físicas dos solos relativos à bacia hidrográfica do Rio Manso. Esses dados alfanuméricos alimentam o modelo para toda a bacia em questão, e devem possuir os formatos exigidos pelo modelo, ou seja, em forma de tabelas previamente definidas pelo SWAT e salvas com as devidas extensões. Dados de tipos de solos: (.SOL); dados climáticos (.WGN) e dados de uso do solo (.CROP.DAT). Existem ainda outras extensões para entrada no modelo como, dados de área urbana, dados de fertilizantes, dentre outros, que não foram objeto de estudo desse trabalho

Para a alimentação do modelo em relação aos dados climáticos, os dados se dividem em dois tipos: dados diários e dados mensais. Os dados diários utilizados foram médias diárias ou somas diárias relacionadas aos seguintes fatores: precipitação, temperatura do ar, velocidade do vento, radiação solar e umidade relativa do ar.

As variáveis climáticas solicitadas pelo modelo são: localização geográfica da estação, altitude, número de anos dos dados acumulados, média mensal de temperatura máxima diária (TMPMX), média mensal de temperatura mínima diária (TMPMN), desvio padrão para a temperatura máxima diária de cada mês (TMPSTDMX), desvio padrão para a temperatura mínima diária de cada mês (TMPSTDMN), média mensal da precipitação total (PCPMM) desvio padrão para a precipitação diária do mês (PCPSTD), probabilidade de dia úmidos seguidos de dias secos para o determinado mês (PR_W1), probabilidade de dias úmidos seguidos de dias úmidos para o determinado mês (PR_W2), média mensal de dias de precipitação (PCPD), valor máximo de meia

hora de chuva em todo o período de registros de um determinado mês (RAINHHMX), média de radiação solar diária para um determinado mês (SOLARAV), media diária do ponto de orvalho para determinado mês (DEWPT), média diária da velocidade do vento par determinado mês (WNDV).

Os dados foram cedidos pela Estação Meteorológica da Fazenda Experimental da UFMT, no município de Santo Antonio do Leverger/MT, e pela Estação Meteorológica (83361) de Cuiabá, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET (código oficial 1556002). Os dados de precipitação foram obtidos através do sitio *Hidroweb*, da Agência Nacional de Águas – ANA, disponível em www.ana.gov.br. Os dados de radiação solar, velocidade do vento e umidade relativa foram simulados pelo SWAT, utilizando o gerador climático WXGEM, baseado nos dados da série histórica fornecidos ao banco de dados do modelo.

O banco de dados requer informações das características físico-hídricas de cada classe de solo, como grupos de saturação ou hidrológico (HYDGRP), profundidade máxima de solo que a raiz alcança (SOL_ZMX), porosidade (ANION_EXCL), profundidade da camada (SOL_Z), densidade aparente (SOL_BD), capacidade de água disponível no solo (SOL_AWC), condutividade hidráulica saturada (SOL_K), erodibilidade (USLE_K), albedo, sendo este relativo à parcela da radiação solar que é refletida ao atingir a superfície do solo, considerando sua cobertura vegetal (SOL_ALB), conteúdo de carbono orgânico (SOL_CBN), e, percentagem de argila, silte, areia e seixo. Tais características e atributos exigidos pelo modelo SWAT não se encontraram disponíveis para os solos existentes na área objeto, exigindo desta maneira, uma adaptação com a utilização de dados de classes pedológicas similares obtidos do Levantamento Pedológico Semidetalhado do Projeto Jequitaiá/MG –CODEVASF/ces (1977), área também de Cerrado, adaptados por BALDISSERA (2005) e do levantamento de solos do estado de São Paulo, por Bertoni & Lombardi Neto (1990).

Em relação às informações de uso do solo, o modelo já foi alimentado anteriormente com o *grid* de uso do solo. Dessa forma, já possui as percentagens de cada classe de uso existente dentro da bacia. Cabe ao usuário reclassificar essas percentagens de acordo com a área de cada classe existente dentro da bacia e associar tais percentagens às classes existentes no banco e dados.

Após a reclassificação do mapa de uso e ocupação do solo, o AVSWAT busca em seu banco de dados, valores de índices correspondentes às classes estabelecidas como, índice de área foliar, máximo, profundidade máxima das raízes da vegetação específica, altura máxima da cultura, energia para a conversão em biomassa, e temperaturas de base e ótimas para o crescimento da planta. (Machado, 2002).

A simulação foi realizada para o período de 1994 a 1998, porém, somente foram utilizados os resultados gerados pela simulação do primeiro ano. Os resultados dos demais anos, não foram

considerados coerentes com as hipóteses, gerando valores muito abaixo ou muito acima do esperado.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para efetuar as simulações, o modelo divide a bacia em sub-bacias, e cruza todos os dados que foram inseridos no modelo. Os resultados obtidos pela aplicação do modelo AVSWAT, demonstrados a seguir, são referentes à produção de sedimentos na BHRM e nas subunidades de estudo.

Com a integração entre SIG e modelos de parâmetros distribuídos, a bacia hidrográfica pode ser dividida em muitas sub-bacias. Entretanto, o efeito da discretização na qualidade das respostas do modelo não tem sido muito estudado.

De modo geral, os maiores valores da produção de sedimentos ocorrem na porção sul da bacia (braço inferior do reservatório de Manso) com relevos variando de ondulado a forte ondulado, predominância de Neossolo Quartzarênico e os maiores valores altimétricos da bacia. Além de ser a parte onde se encontram as maiores classes de declividade. No exutório da bacia, são encontrados os menores valores de produção de sedimentos, isto pode ser explicado pela barragem de Manso, localizada na sub-bacia 12, pois a mesma impede que parte dos sedimentos ultrapasse para as sub-bacias seguintes. Essas sub-bacias seguintes à barragem apresentam os menores valores na produção de sedimentos. Além disso, essa área representa a área mais baixa da BHRM, com valores entre 220 e 300 metros de altitude, declividade baixa, primeira e segunda classes, valores entre 0-3 e 3-8% de declividade, (relevo plano/praticamente plano a suave ondulado) o que também não permite uma erosão muito intensa. A predominância de uso desta região é de Cerrados.

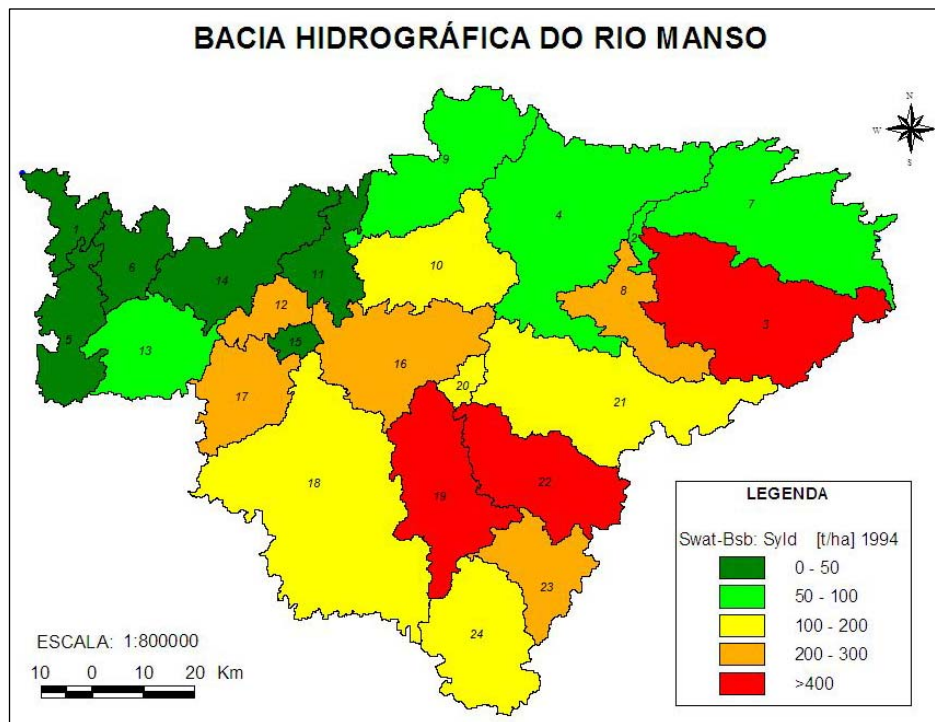


Figura 2: Distribuição espacial anual da produção de sedimentos para a BHRM.

Em geral verificou-se um valor maior na produção de sedimentos em locais concentrados, mais especificamente na porção sul da bacia devido à ocorrência de relevo mais acidentado e devido aos tipos de solos encontrados, (Neossolos Litólicos e Quartzarênicos) agravando o processo, e também em algumas das áreas de planalto onde se verifica o uso de agricultura, como nas sub-bacias 22 e 23, conforme observado na Figura 2.

Entretanto, a conexão entre a geração, o transporte e a produção de sedimentos é complexa pela combinação de fatores citados acima e também pela variação temporal da capacidade de rede de drenagem em transportar sedimentos.

Segundo (Bertoni & Lombardi Neto, 1990), conforme o tipo de cultura instalada e o manejo de solo pode haver grande exposição da superfície do solo à força erosiva de gotas de chuva. Ainda, com a formação de enxurradas e o solo exposto, há o carreamento de grandes quantidades de sedimentos para os cursos de água, e em maior ou menor intensidade de acordo com as características do solo, topografia, chuva, entre outras.

A FAO (1980) apud Oka-Fiori *et.al* (2004) propôs uma classificação do grau de erosão hídrica para perda de solo (Quadro 1):

Quadro 1: Classificação do grau de erosão hídrica.

PERDA DE SOLO (t/ha. ano)	GRAU DE EROSÃO
< 10	Nenhuma ou ligeira
10 - 50	Moderada
50 - 200	Alta
> 200	Muito alta

Fonte: adaptado de FAO (1980)

As sub-bacias 3, 19 e 22, apresentaram os maiores valores da produção de sedimentos em relação ao restante da bacia. Esse resultado pode ser explicado pelo tipo de solo encontrado na região, os Neossolos Litólicos e Quartzarênicos, que de acordo com Salomão (1999), são classificados como de erodibilidade muito alta, além de o local estar situado sob a maior classe de declividade (>20%). Além disso, o escoamento superficial para essas sub-bacias apresentou valores altos mesmo a sub-bacia 24 apresentando um valor de percolação maior que escoamento. As sub-bacias 22 e 23 estão em área de agricultura (soja e algodão), o que pode ter ocasionado grande perda de solos. As sub-bacias 8 e 3, estão localizadas em uma área na qual está situada uma faixa contínua bastante significativa de Neossolo Litólico, em alta declividade, e isso acarretará em grau de erosão elevado nessas sub-bacias para todas as simulações de cenários.

Os menores valores podem ser vistos em verde escuro, na porção norte, próximo ao exutório da bacia, região de Cambissolo, de baixa declividade, com ocorrência de Cerrado mais intacto, que no restante da bacia.

Observando a Figura 2 e a Quadro 1, pode-se concluir que aproximadamente 29,16% da BHRM apresentaram grau de erosão moderado; 50% das sub-bacias simuladas apresentaram grau de erosão considerado alto e 20,83% dos resultados da produção de sedimentos das sub-bacias apresentaram grau de erosão considerado muito alto para os padrões de perdas de solo, de acordo com a FAO (1980). Em relação à sub-bacia 21, houve diferença em relação à produção de sedimentos. Ela apresentou valor mediano de produção em relação às demais sub-bacias adjacentes. Esse valor pode ser explicado pelo baixo escoamento superficial apresentado, e o valor de percolação foi bem próximo ao escoamento. O uso característico encontrado nessa sub-bacia é a agricultura (basicamente soja e algodão), pastagem e cerrado. Porém essa agricultura está situada sobre Latossolo Vermelho-Amarelo, que é considerado erodível em alta declividade, o que não ocorre no local do uso, pois está situado sobre planalto de Chapada As declividades referentes a esse uso estão sob classes I e II, consideradas muito baixa. Essa agricultura está situada sobre chapada, e plana, mesmo que com altimetria elevada, (800-900 m) o Latossolo Vermelho – Amarelo se comporta bem em domínios planos no que diz respeito a perdas de solos.

Analisando os resultados, em algumas sub-bacias pode ocorrer o processo de deposição de sedimentos ao invés de transporte, ou seja, nem todo o sedimento removido pelo processo de erosão

foi transportado pela rede de drenagem e como, por exemplo, na sub-bacia número 12, onde está localizado o reservatório. As sub-bacias a jusante apresentaram os menores resultados na produção de sedimentos para todas as simulações, pois o modelo, reconhecendo que ali existe um reservatório, gerou os resultados de deposição.

De posse dos resultados foi possível verificar, uma maior produção de sedimentos na porção sul da BHRM, atribuído ao relevo mais movimentado que a parte norte e aos tipos de solos considerados frágeis com alto índice de suscetibilidade a erosão.

CONCLUSÕES

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.

Um fator a ressaltar para a avaliação da produção de sedimentos é a intensidade da precipitação, característica relevante que o modelo desconsidera. O total precipitado não tem significado se não estiver ligado a uma duração. Esse fator auxiliaria num melhor entendimento dos fenômenos ocorridos na bacia em estudo, entretanto o mesmo não impediu que o modelo obtivesse bons resultados qualitativos nas simulações. Vale enfatizar alguns aspectos relativos aos benefícios e, também, às dificuldades referentes à utilização desse modelo na estimação dos variados parâmetros.

No presente trabalho, em função da base de dados cartográficos utilizada, da carência de dados relacionados à bacia (não instrumentada), e das séries de dados regionais ou de literatura utilizadas na simulação do SWAT, considerou-se que o estudo foi realizado em escala de reconhecimento, de primeira aproximação em relação à quantificação dos processos erosivos e à produção de sedimentos.

Uma parte dos dados, que poderiam ser utilizados no refinamento das respostas geradas pelo modelo, é inexistente na área de estudo. As variáveis hidrológicas, sedimentológicas e meteorológicas não são monitoradas satisfatoriamente nas bacias estudadas.

Vale lembrar que os dados climáticos utilizados no presente trabalho, devido à falta de monitoramento na bacia estudada, foram obtidos em estações climáticas fora da área de estudo. Este fator pode ter prejudicado a precisão da simulação dos processos na área em questão.

Um fator importante na aplicação do SWAT relaciona-se aos dados de entrada de cobertura e desenvolvimento vegetal, e, também, aos dados de preparo e manejo do solo. Esses dados, extremamente numerosos, não foram alterados, tendo sido utilizada a própria base de dados do modelo.

O SWAT mostrou-se como uma ferramenta promissora, nessa primeira aproximação relacionada à bacia e à subunidades da área de estudo, com ressalvas aos dados quantitativos. Deve-se considerar que nenhum modelo apresentara 100% de acuracidade (Silva & Oliveira 1999) apud Minoti (2006). No entanto, mesmo com a complexidade para levantamento dos dados necessários aos processos de validação e calibração, o processo de modelagem deve caminhar no sentido de melhorar a qualidade da simulação aproximando-se do real.

Outras partes do modelo não foram aplicadas para a área de estudo nessa primeira aproximação por não fazerem parte do escopo do estudo. A quantificação dos químicos, a simulação da qualidade da água nos corpos aquáticos, entre outras partes, poderão contribuir com informações de grande utilidade para o conhecimento dos sistemas.

Em função da escassez de uma série de dados da área de estudo, algumas etapas do processo de modelagem como validação, calibração e análise de sensibilidade não foram realizadas. Esses são os passos finais quando a modelagem é utilizada como ferramenta no processo de gerenciamento ambiental. Vale ressaltar que são necessários 10 a 20 anos de dados coletados para calibrar o modelo SWAT de maneira acurada (Fitzhugh & Mackay, 2000) apud Minoti, (2006). Recomenda-se desta forma, para trabalhos futuros, a realização dessas etapas também importantes para pesquisas dessa natureza.

Existem poucos trabalhos na literatura relacionados ao modelo SWAT no Brasil. Dessa forma, os trabalhos com esse modelo devem ser estimulados no país. Além disso, tendo em vista as mudanças climáticas regionais e globais, torna-se fundamental a quantificação dos processos relacionados aos ciclos hidrossedimentológico em ambientes carentes de estudo e, também, o acompanhamento das alterações em ambientes onde os processos são conhecidos.

BIBLIOGRAFIA

BALDISSERA, G.C. (2005) *Aplicabilidade do Modelo de Simulação Hidrológica SWAT (soil and water assessment tool), para a bacia hidrográfica do rio Cuiabá/MT*. 2005. 144f. Dissertação (mestrado em física e Meio Ambiente)- Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Mato Grosso. Cuiabá.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. (2005) *Conservação dos solos*. 5ª Ed. São Paulo: Coleção Brasil Agrícola, Ícone Editora. 355p.

DI LUZIO, M.; SRINIVASAN, R.; ARNOLD, J. (2001) *ArcView Interface for SWAT2000 – User's Guide*. Texas, EUA: Temple: Blackland Research Center, Texas Agricultural Experiment Station. 337p.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE. (1980). *Metodologia provisional para evaluation de la degradacion de los suelos*. Roma: FAO/PNUMA: UNEP: UNESCO. 86 p. il

FITZHUGH, T.W.; MACKAY, D.S. (2000). *Impacts of Input parameter spatial aggregation on an agricultural nonpoint source pollution model*. Journal of Hydrology, v.236, p.35-53.

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.

MACHADO, R.E. (2002) *Simulação de Escoamento e de Produção de Sedimentos em uma Microbacia Hidrográfica utilizando Técnicas de Modelagem e Geoprocessamento*. 2002. 154f. Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

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. n^o 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.

OKA-FIORI, C.; FIORI, A.P.; HASUI, Y. (2004) *Tolerância de perdas de solo na bacia do rio Itiquira, Mato Grosso, Brasil*. Boletim Paranaense de Geociências. Curitiba: editora UFPR. n. 54., P 83-99.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. (1995) *Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras*. 3.ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 65p.

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

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.

SILVA,C.L.; OLIVEIRA, C.A.S. (1999) *Runoff measurement and prediction for a Watershed under natural vegetation in central Brazil*. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.23, p.695-701.