

APLICAÇÃO DO MODELO AVSWAT PARA AVALIAÇÃO DE CENÁRIOS DE EROSIÃO TENDO EM VISTA DIFERENTES USOS DE SOLO EM BACIA HIDROGRÁFICA DO SUL DE MINAS GERAIS

*Julio Cesar Domingos Pereira¹; Fernando das Graças Braga da Silva²; Francisco Antônio Dupas³
Fernanda da Silva Paes⁴*

Resumo – O presente trabalho teve como objetivo determinar a perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha-MG para o mês de Janeiro de 1999, considerando as coberturas de solo encontradas na bacia e comparando com cenários hipotéticos alternativos, que foram: floresta, pasto e a cultura do milho, com o auxílio do (SIG) Idrisi e do modelo AVSWAT, modelo este que possui interface com o (SIG) ArcView. Para este estudo foram confeccionados os mapas de solos, cobertura do solo, MDT e de declividades da bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha-MG, sendo necessária a conversão dos arquivos no formato raster originados no Idrisi, para o formato Grid, utilizado no ArcView. Após realizadas as simulações, pôde-se observar que os resultados obtidos com o modelo AVSWAT para BHRC-MG, muito se aproximam dos resultados obtidos por PAES et al. (2010), realizado na mesma região e considerando as classes de cobertura reais, com o auxílio da Equação Universal da Perda de solo (EUPS). Os resultados obtidos neste trabalho para as condições hipotéticas de cobertura do solo apresentaram diferença significativa no que diz respeito aos valores encontrados para a perda de solos por erosão hídrica na bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha-MG, mostrando a grande influência do tipo de cobertura nos valores obtidos de perda de solo.

Palavras-Chave – erosão, bacia hidrografia, AVSWAT

APPLICATION OF THE MODEL FOR EVALUATION OF SCENARIOS AVSWAT EROSION IN VIEW OF DIFFERENT LAND USE IN BASIN SOUTH OF MINAS GERAIS

Abstract – This study aimed to determine the soil loss by erosion in the watershed of the Ribeirão Cachoeirinha-MG for the month of January 1999 and the cover crops found in the basin and comparing alternative hypothetical scenarios, which were: forest, pasture and corn, with the aid of (GIS) and Idrisi AVSWAT model, that model has interface (GIS) ArcView. For this study we made maps of soils, land cover, DTM and slope of the watershed of the Ribeirão Cachoeirinha-MG, necessitating the conversion of files into raster format originated in Idrisi to Grid format, used in ArcView. After performing the simulations, it was observed that the results obtained with the model for AVSWAT BHRC-MG, are very close to results obtained by PAES et al. (2010) conducted in the same region and considering the actual cover classes, with the aid of Equation Universal soil loss (USLE). The results obtained in this work for the hypothetical conditions of soil cover showed significant differences with respect to values for soil loss by erosion in the watershed of the

¹ Universidade Federal de Itajubá, e-mail: juliocdp2000@yahoo.com.br

² Universidade Federal de Itajubá, e-mail: fbraga.silva@gmail.com

³ Universidade Federal de Itajubá, e-mail: dupas@unifei.edu.br

⁴ Universidade Federal de Itajubá, e-mail: fernanda-paes@uol.com.br

Ribeirão Cachoeirinha-MG, showing the great influence of the type of coverage in values of soil loss.

Keywords – Erosion, Watershed, AVSWAT.

Introdução

A produção e a deposição de sedimentos em uma bacia hidrográfica dependem fundamentalmente de suas características naturais como chuvas, tipos de solo, topografia, densidade de drenagem, cobertura vegetal e área de drenagem e ainda de influências antrópicas como o uso e ocupação do solo, uso da água, alterações no curso d'água, entre outros (LIMA et al.; 2007).

Para Santos et al. (2007) a erosão hídrica de uma forma geral é considerada um dos principais processos responsáveis pela degradação física do solo, uma vez que, desagrega e transporta as partículas com maior facilidade. O processo erosivo consiste no carreamento dos sais minerais, o que ocasiona a perda das propriedades nutritivas do solo, e dos sedimentos, responsável pelo surgimento de sulcos, ravinas ou voçorocas e pelo assoreamento dos rios.

De acordo com Xavier (2009), “A quantidade de sedimentos transportada pelos rios, além de informar sobre as características e ou estado da bacia hidrográfica, é de fundamental importância para o planejamento e aproveitamento dos recursos hídricos de uma região, seja para análise da viabilidade de utilização da água para abastecimento o irrigação, ou para o cálculo da vida útil de reservatórios”.

Para Xavier (2009), o conceito de bacia de drenagem como um sistema hidrogeomorfológico é amplo e define a bacia de drenagem como uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial e podem se desenvolver em diferentes dimensões, podem ser divididas em sub-bacias de drenagem, dependendo do ponto de saída considerado ao longo do seu canal coletor.

Neves (2010), afirma que o conceito adotado para a delimitação da bacia de drenagem tem que garantir que a área escolhida integre todos os processos envolvidos no objetivo da análise e que esta deve apresentar relevante grau de homogeneidade, possibilitando que as estratégias, ações e conclusões gerais possam contemplar toda a área delimitada.

De acordo com Sangoi (2008), o levantamento do uso do solo é de grande importância, na medida que os efeitos do mau uso causam deterioração do ambiente. Os processos de erosão, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d'água, são conseqüências do mau uso deste solo.

Deve-se ressaltar que o crescimento demográfico, a expansão desordenada da malha urbana e a escassez das terras férteis e recursos hídricos, entre outros, requerem a existência de documentos que permitam orientar a ocupação do território de forma harmoniosa com a vocação natural do ecossistema. Desta forma, torna-se importante aproveitar a aptidão natural das terras para melhor extrair e utilizar os recursos existentes de forma a satisfazer as necessidades econômicas atuais sem comprometer a capacidade das futuras gerações.

O modelo hidrossedimentológico AVSWAT é um modelo matemático, desenvolvido em 1996, pelo Agricultural Research Service e pelo Texas A&M University. O AVSWAT é um modelo matemático de parâmetro distribuído, o qual permite que diferentes processos físicos sejam simulados em bacias hidrográficas com o objetivo de analisar os impactos das alterações no uso do

solo sobre o escoamento superficial e subterrâneo, produção de sedimentos e qualidade de água em bacias hidrográficas agrícolas.

Os componentes mais importantes do modelo incluem hidrologia, clima, sedimentos, temperatura do solo, crescimento de plantas, nutrientes, pesticidas e manejo agrícola, o AVSWAT considera a bacia dividida em sub-bacias com base no relevo, solos e uso do solo e, desse modo, preserva os parâmetros espacialmente distribuídos da bacia inteira, bem como suas características homogêneas, (NEVES et. al, 2006). A aplicação de um modelo hidrossedimentológico permite a realização de simulações de diferentes cenários de cobertura do solo em uma bacia, constituindo assim importante contribuição para o planejamento e gestão de bacias hidrográficas, através deste estudo poderão ser simuladas e quantificadas as perdas de solo decorrentes da utilização de diversas alternativas de cobertura do solo e dessa forma contribuir a tomada de decisões que levem a melhores formas de utilização, conservação e preservação dos recursos naturais da mesma.

No presente trabalho será aplicado o modelo hidrossedimentológico AVSWAT à Bacia do Ribeirão da Cachoeirinha-MG, com a finalidade de estimar a perda de solo por processos de erosão e transporte de sedimentos considerando diversos tipos de cobertura do solo como uma forma de explicitar a influência da cobertura do solo nos resultados quantitativos de perda de solo obtidos para a referida bacia.

Materiais e Métodos

- Área de estudo

A bacia hidrográfica de Santa Rita do Sapucaí está localizada no setor meridional ou sul do Planalto da Serra da Mantiqueira, com vales estruturais e dissecação em cristas e escarpas longas, seu relevo é entalhado em rochas proterozóicas do Complexo Paraisópolis, granitizadas no ciclo brasileiro.

A Figura 1 mostra a localização da bacia do município de Santa Rita do Sapucaí, dentro do estado de Minas Gerais, mostrando que além do município de Santa Rita do Sapucaí, os municípios de Natércia, Cachoeira de Minas e Piranguinho, tem participação dentro dos limites da bacia, destacando a bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha – MG, que posteriormente foi escolhida como objeto de estudo para as simulações no modelo AVSWAT.

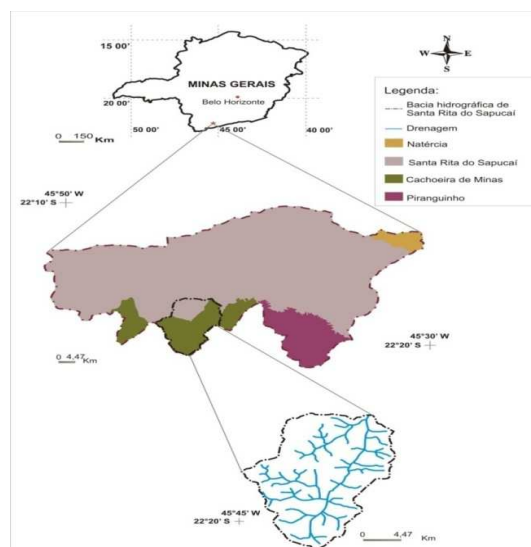


Figura 1 - Mapa de localização da bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha

- Materiais e Metodos

Para a realização do presente estudo utilizou-se os seguintes materiais:

- Softwares de SIG; Softwares de manipulação de imagens; Software de manipulação de mapas; Imagem do satélite; Folhas topográficas de Santa Rita do Sapucaí - SF.23-Y B-II-4; Heliadora - SF.23-Y-B-II-2, Pouso Alegre - SF.23-Y-B-II-1 e Conceição dos Ouros - SF.23-Y-B-II-3 em escala 1:50.000, editadas pelo IBGE (1971); Séries históricas de precipitação (1979 a 2008).

- Métodos

Na Figura 2 pode-se observar o processo de funcionamento do modelo AVSWAT, com os planos de informação requeridos e a interface necessária.

Para este estudo somente foram utilizadas as ferramentas do modelo AVSWAT relativas à estimativa de erosão e os mapas de solo, de declividades, MDT e uso do solo são apresentados no item resultados deste trabalho.

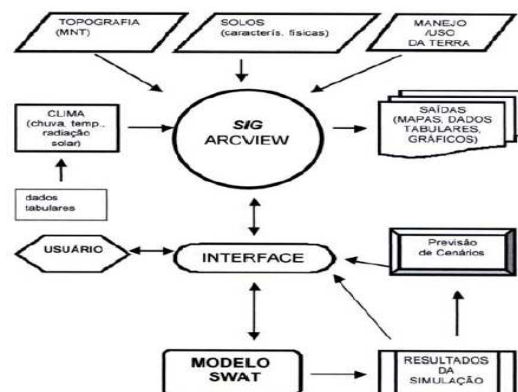


Figura 2 - Processo de funcionamento do AVSWAT.
Fonte: MACHADO (2002)

- Cobertura do solo

Para a confecção do mapa de cobertura do solo foi realizada uma classificação de forma supervisionada, através do método intitulado Máxima Verossimilhança. Neste método as assinaturas espectrais das categorias conhecidas e das categorias de interesse, são definidas pelo usuário. O SIG *Idrisi* associa cada pixel da imagem à assinatura mais semelhante, através de uma função de densidade de probabilidade estatística (Bayes), na qual é avaliada a probabilidade de um determinado pixel pertencer a uma determinada categoria. Desta forma, cada pixel é classificado na categoria a qual ele tem a maior probabilidade de associação (EASTMAN, 2006).

Para a definição das assinaturas espectrais, foi necessária a obtenção de dados de referência terrestre *in situ*. Com base nessas informações, foram definidas as áreas de treinamento, tendo como temas de interesse: sombra, solo exposto, mata, agricultura, pasto, água e áreas construídas. Analogamente ao MDT, este mapa será apresentado no capítulo resultados deste trabalho.

- Declividade

O mapa de declividade da área de estudo foi obtido por meio da digitalização das curvas de nível e da atribuição de suas respectivas cotas topográficas, etapa esta realizada por meio do software AutoCad 2006. Tais informações foram exportadas em formato DXF para o SIG Idrisi 15.0, na qual possibilitou a elaboração do MDT - Modelo de Elevação Digital de Terreno.

O MDT elaborado forneceu os dados de entrada necessários a obtenção da declividade na área de estudo. As classes de declividade de interesse foram definidas através de uma reclassificação do mapa inicialmente obtido.

- Mapa de elevação digital do terreno (MDT)

Para a confecção do MDT, foi necessária a confecção prévia do Mapa de declividades da área de estudo, obtido por meio da digitalização das curvas de nível e da atribuição de suas respectivas cotas topográficas, esta etapa foi realizada com a utilização do software AutoCad 2006. As informações obtidas foram exportadas para o SIG *Idrisi Andes*, Software utilizado para a confecção do MDT - Modelo Digital de Elevação do Terreno. Tal mapa é um dos resultados do trabalho e será apresentado no respectivo capítulo.

- Mapa de solos da região

A bacia hidrográfica de Santa Rita do Sapucaí não possui um mapa em escala de detalhe de solos, fato este que tornou necessária a generalização de tal variável por meio da utilização do Mapa de Solos de Minas Gerais, elaborado pela EMATER (1998), em escala de 1:1.000.000.

O mapa supracitado, obtido em formato vetorial, foi importado para o *software Idrisi Andes*, na qual efetuou-se a obtenção dos solos correspondentes a área de estudo, através da sobreposição dos vetores ao limite da bacia. Em seguida, os vetores foram rasterizados e obteve-se o mapa de solos da Bacia Hidrográfica de Santa Rita do Sapucaí – MG.

- Obtenção de informações regionais: clima, hidrologia

Foram obtidas informações regionais de parâmetro a serem utilizados no modelo, tais como: precipitação, temperaturas máximas e mínimas, velocidade do vento, umidade relativa do ar entre outros. Tais informações foram obtidas junto a banco de dados tais como : Banco de dados meteorológicos do Instituto Nacional de Pesquisas espaciais (INPE), séries históricas, Série histórica de precipitação, disponibilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA), referente ao período de 1999 a 2008, dados coletados pela estação pluviométrica de Santa Rita do Sapucaí, localizada no município de Santa Rita do Sapucaí, a 820 metros de altitude em relação ao nível do mar, sob as coordenadas - 22°15'05" S e - 45°42'32" W, encontrando-se sob a responsabilidade da ANA - Agência Nacional de Águas e sendo operada pelo IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

Resultados e Discussão

A figura 3, apresenta o cenário de perda de solo obtido considerando as classes reais de cobertura do solo.

Para uma comparação preliminar pode-se citar o trabalho realizado por PAES et al. (2010), que obteve as mesmas classes de predisposição á perda de solos em estudo realizado nas Bacias que compõem o Município de Santa Rita do Sapucaí-MG, utilizando-se da equação universal da perda de solos EUPS, esta observação ressalta a idéia de que um estudo detalhado da bacia hidrográfica

do Ribeirão da Cachoeirinha-MG (BHRC-MG), pode trazer boas conclusões no que diz respeito a predisposição a perda de solo no conjunto de bacias que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí-MG, uma vez que a mesma é parte integrante desse conjunto de bacias e apresenta resultados próximos de acordo os resultados obtidos por PAES et al. (2010).

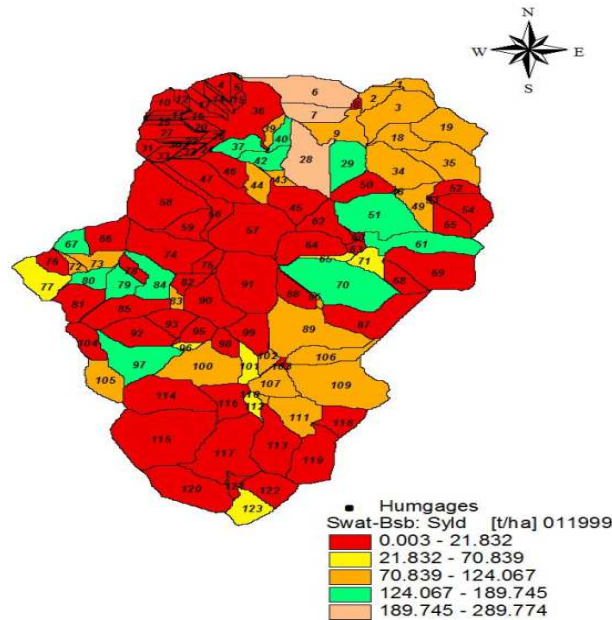


Figura 3 – Cenário de perda de solo na BHRC, considerando a cobertura do solo real observada na bacia.

As figuras 4 e 5, apresentam os cenários de perda de solos obtidos considerando as coberturas do solo para a BHRC, como sendo Floresta e Pasto.

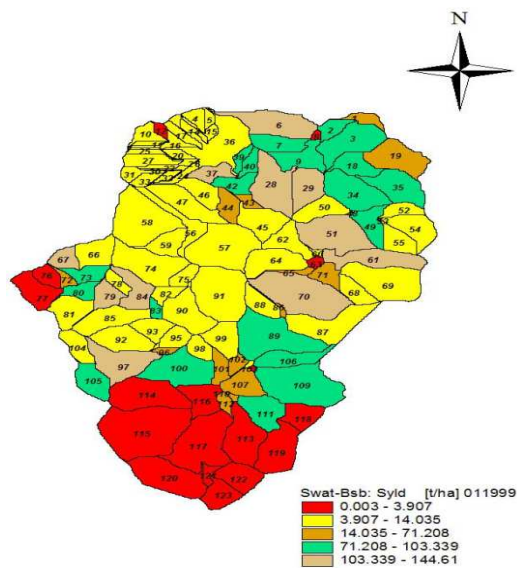


Figura 4 – Cenário de perda de solo na BHRC, considerando mata como sendo a cobertura do solo em toda a bacia.

De acordo com a figura, se a totalidade da área da bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha – MG, observa-se uma redução considerável nos valores de perda de solos por erosão hídrica no mês de janeiro, porém aproximadamente 35% da área da bacia apresentaria valores considerados de moderados a altos, de acordo com as recomendações da FAO, PNUMA e UNESCO, referentes à classificação do grau de erosão hídrica.

Considerando a figura 5, se a totalidade da área da bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha – MG, fosse ocupada com Pasto, em torno de 38% da área da bacia apresentaria valores considerados de altos para perda de solo por erosão hídrica, de acordo com as recomendações da FAO, PNUMA e UNESCO, referentes à classificação do grau de erosão hídrica.

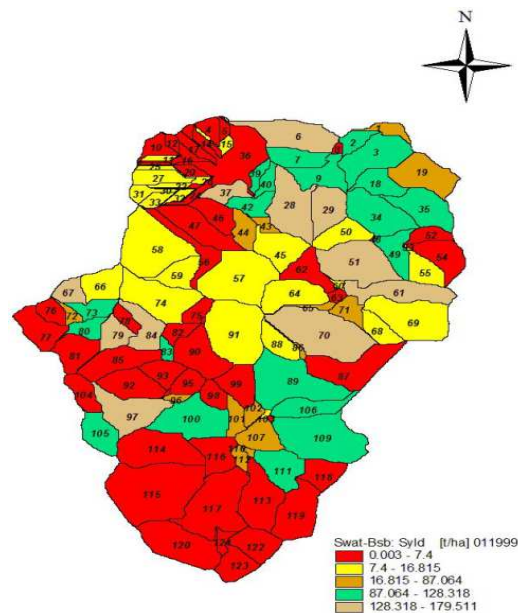


Figura 5 – Cenário de perda de solo na BHRC, considerando pasto como sendo a cobertura do solo para toda a bacia.

Simulou-se também um cenário com milho que demonstrou a maior e esperado erosão em relação as anteriores.

5. Considerações Finais

De acordo com os resultados obtidos de perda de solos por erosão hídrica para a bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha-MG, através das simulações com o modelo AVSWAT, ou seja, considerando as coberturas do solo na bacia como sendo mata, pasto ou a cultura do milho e se comparados aos resultados obtidos na configuração original, que considerou a cobertura real existente na bacia. Pôde-se observar claramente a influência da cobertura do solo nos valores obtidos de perda de solo por erosão hídrica na bacia hidrográfica do Ribeirão da Cachoeirinha-MG, o que justifica a necessidade de um estudo da aptidão agrícola dos solos na bacia estudada para futuros projetos de uso e ocupação da mesma, vale ressaltar também que a obtenção de um mapa de solos confeccionado em escala adequada e apresentado na nova classificação de solos, bem como a obtenção de maior quantidade de informações climáticas é de grande importância para a realização trabalhos futuros nessa região, além de possibilitar a obtenção de resultados mais apurados.

Agradecimentos: Os autores agradecem a **FAPEMIG – Fundação de Amparo a Pesquisa de Minas Gerais (bolsa PPM)** pelos rotineiros apoios a participação deste evento, ao **NUMMARH – Núcleo de Modelagem em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos – www.nummarh.unifei.edu.br**, ao **NEPA - Núcleo de Estudos, Planejamento Ambiental e Geomática.**

5 - Referências Bibliográficas

- EASTMAN, J R. IDRISI Andes: Guide to GIS and image processing. Manual version 15. Worcester: Clark University, 2006.
- LIMA, J. E. F. W. ; SILVA, E. M. da . Seleção de modelos para o traçado de curvas granulométricas de sedimentos em suspensão em rios. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 11, p. 101-107, 2007.
- MACHADO, R.E.: 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, 2002.
- NEVES, F. F. ; SILVA, F. G. B. ; CRESTANA, S. . Uso do modelo AVSWAT na avaliação do aporte de nitrogênio (N) e fósforo (P) aos mananciais de uma microbacia hidrográfica contendo atividade avícola. Revista da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária, v. 4, p. 1-19, 2006.
- NEVES, F. F. (2010). Avaliação da influência de sedimentos em suspensão em populações de *Corbicula fluminea*(MÜLLER, 1774) (Mollusca, Bivalvia, Corbiculidae): análise comparativa em duas microbacias hidrográficas do Estado de São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo. 162p.
- PAES, F. S. ; DUPAS, F. A. ; SILVA, F.G.B. ; PEREIRA, J.C.D. . Espacialização da perda de solo nas bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí - MG. Geociências (São Paulo. Online), 2010.
- PEREIRA, J.C.D; PAES, F. S; SILVA, F. G. B. ; DUPAS,F. . Determinação preliminar de variáveis para aplicação da Equação Universal de Perda de Solo (EUPS). In: XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009, Campo Grande. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2009.
- SANGOI, Raniere Gustavo. Avaliação da produção de sedimentos em eventos chuvosos na bacia hidrográfica de São Martinho da Serra - RS, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, Brasil - 2008.
- SANTOS, C. A. G ; SILVA, R. M. ; AGUIAR, L. M. C. Estimativa da produção de sedimentos na bacia experimental Jatobá a partir de técnicas de modelagem e geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos/8º Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa. Porto Alegre : ABRH, 2007.
- XAVIER, F. V. Contribuições metodológicas ao estudo da produção e distribuição espacial de sedimentos na bacia hidrográfica do Rio Manso, utilizando o modelo AVSWAT. Cuiabá, 2009. 167p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal de Mato Grosso.