

DELIMITAÇÃO AUTOMÁTICA DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE NO MUNICÍPIO DE ITABIRA – MG POR MEIO DE GEOPROCESSAMENTO

*Aline Copque Fialho do Bonfim¹ & *Eliane Maria Vieira² & Pedro Henrique Rodrigues Pereira³ & Letícia de Souza Perdigão⁴*

Resumo – A bacia hidrográfica é a forma de representação mais utilizada em estudos ambientais, sendo de fundamental importância para o desenvolvimento, planejamento e gestão de recursos naturais. Seu delineamento automático mostra-se fundamental em pesquisas deste tipo, pois permite que sua área seja delimitada de forma correta a partir da utilização de Sistemas de Informações Geográficas – SIG - e geoprocessamento, além de otimizar o tempo e diminuir os custos da pesquisa, auxiliando de forma prática os estudos relacionados à gestão de bacias hidrográficas, considerando que estes estudos, quando realizados manualmente, acarretam tempo e recursos. O presente trabalho visa apresentar uma metodologia para delimitação automática de bacias hidrográficas, a partir de modelos numéricos de terreno – MNT - e com o auxílio do programa ArcGIS (versão 10.0). A partir do MNT é possível gerar mapas de direção de fluxo e de fluxo acumulado de uma bacia, sendo utilizados pelo modelo na geração dos limites das bacias.

Palavras-chave: Limite, Geoprocessamento, MNT.

AUTOMATIC DELIMITATION OF WATERSHED RIO DO PEIXE IN THE CITY OF ITABIRA - MG THROUGH GEOPROCESSING

Abstract – A watershed is the most used form of representation in environmental studies, It has a fundamental importance for the development, planning and management of natural resources. Its automatic delimitation shows its importance in this type of research, because it allows that its area be bounded correctly from the use of Geographic Information Systems - GIS - and geoprocessing, while optimizing time and reduce research costs, helping studies related to watershed management, whereas these studies, when performed manually, demands time and resources. This paper presents a methodology for automatic delineation of watersheds, from numerical terrain models - MNT - and with the help of ArcGIS software (version 10.0). From the MNT is possible to generate maps of flow direction and flow accumulated, that will being used by the model in the generation of watershed boundaries.

Keywords - Limit, GIS, MNT

¹ Afiliação: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI/Itabira CEP 35900-000 – Itabira - MG, Brasil. aline.copque@gmail.com

² Afiliação: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI/Itabira CEP 35900-000 – Itabira - MG, Brasil. elianevieira@unifei.edu.br

³ Afiliação: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI/Itabira CEP 35900-000 – Itabira - MG, Brasil. pedro.hrp90@gmail.com

⁴ Afiliação: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI/Itabira CEP 35900-000 – Itabira - MG, Brasil. leticia.sperdigao@gmail.com

1 INTRODUÇÃO

Dentre as unidades de observação e análise da paisagem, a bacia hidrográfica é a forma de representação mais utilizada em estudos ambientais. De acordo com Eagleson (1970, *apud* MENDES; CIRILO, 2001) uma bacia hidrográfica é definida como um sistema físico aberto onde existe um trânsito de matéria e energia. Ou seja, é conjunto de áreas drenadas por um rio principal e seus afluentes e a delimitação destas unidades é um dos primeiros e mais importantes procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambientais. Esta delimitação é realizada a partir da análise de curvas de níveis, traçando-se de uma linha divisora de águas que liga os pontos mais elevados da região em torno da área de drenagem.

A delimitação manual de bacias nem sempre é precisa, uma vez que o fator humano pode acarretar erros no processo, influenciando nos resultados obtidos, além de nem sempre delimitar todas as sub-bacias existentes dentro das grandes unidades. As técnicas de delimitação automática de bacias hidrográficas vêm sendo desenvolvidas por vários pesquisadores a partir do uso de modelos matemáticos e de sistemas de informação geográfica – SIG. Esta técnica tem se mostrado de grande relevância, uma vez que reduz o tempo empregado nas análises e no custo destes estudos.

Um dos modelos que vem sendo empregado pela comunidade científica é o modelo SWAT (*Soil and Water Assessment Tool*), desenvolvido na década de 90 pelo *United States Department of Agriculture* (USDA). Este modelo realiza as delimitações a partir de ferramentas presentes nos SIGs, necessitando dados de entrada, como os Modelos Numéricos de Terreno – MNT ou Modelo Digital de Elevação - MDE. Mendes e Cirilo (2001) explica que o MNT é uma matriz (raster) de números que representam a distribuição geográfica de elevações, sendo derivados de mapas topográficos.

Localizada no leste do estado de Minas Gerais, a sub-bacia hidrográfica do rio do Peixe, abrange os municípios de Itabira, Nova Era e Santa Maria de Itabira e possui uma área de drenagem igual a 407 km², sendo uma bacia muito antropizada devido à presença do centro urbano em suas margens. Os estudos nesta localidade são recentes, sendo este trabalho de grande importância para o desenvolvimento de novas pesquisas na sub-bacia.

2 METODOLOGIA

2.1 Sistema Computacional

Para o desenvolvimento do projeto foi utilizado o Sistemas de Informações Geográficas (SIG) ArcGIS (versão 10.0), que permite trabalhar e gerar dados espaciais de determinada região geográfica. O modelo hidrológico SWAT (versão 10.0 *beta*), integrado ao ArcGIS 10.0, foi utilizado na fase final de delimitação das sub-bacias.

2.2 Localização da Área de Estudo

Localizado na porção central do estado de Minas Gerais, o município de Itabira (Figura 1) possui área de 1254,49 km², sendo maior parte composto por zona rural. De acordo com o Instituto Brasileiro de Cartografia e Estatística – IBGE, o município está compreendido entre bacias e sub-bacias hidrográficas importantes e possui como principais cursos d'água o rio do Tanque, o rio do Peixe e o rio Santa Bárbara, sendo a sub-bacia do rio do Peixe a segunda maior do município, abrangendo os municípios de Itabira, Nova Era e Santa Maria de Itabira, possuindo área de drenagem igual a 407 km².

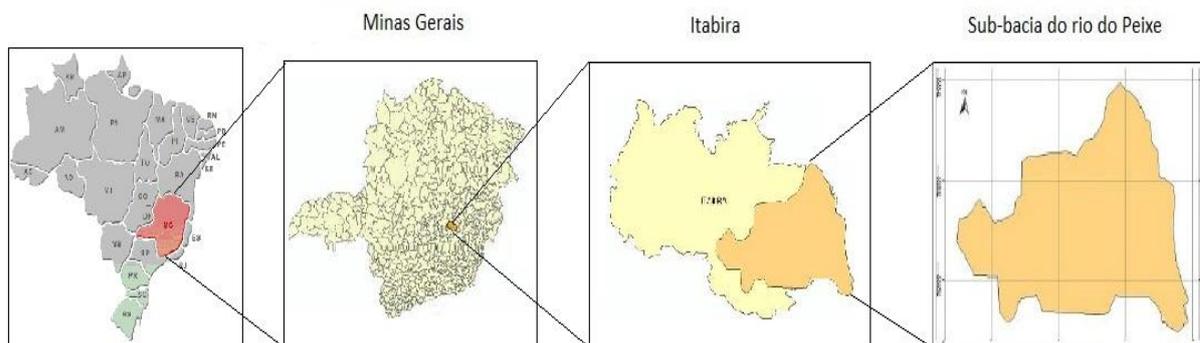


Figura 1 - Área de estudo: Município de Itabira – MG

2.3 Modelo Numérico de Terreno – MNT

O SWAT, como dito anteriormente, permite a criação automática da bacia principal, além das sub-bacias nela contidas a partir do MNT, sendo possível alterar manualmente o número de sub-bacias conforme as necessidades de cada estudo, baseado na imposição de área mínima.

Um MNT é uma representação matemática contínua da distribuição espacial das variações de altitude numa área, sendo obtido a partir de curvas de nível e pontos altimétricos. Uzeika (2009) explica que a altimetria é gerada e utilizada, comumente, sob forma de uma grade regular, ou seja, um arquivo *raster*, onde o valor digital corresponde ou é proporcional à média de altimetria da célula que ela representa.

Este mapa é importante na modelagem espacial de uma bacia hidrográfica por permitir o delineamento de bacias e sub-bacias e a extração da rede de drenagem e seu grau de ramificação, caracterizando a velocidade de escoamento e a propagação de sedimentos que escoam ao longo desta. O MNT pode ser utilizado para outros fins, como por exemplo: análises de corte-aterro, cômputo de mapas de declividades, análise de variáveis geofísicas e geoquímicas e apresentação tridimensional, como explica Câmara e Medeiros (1998).

O MNT desta pesquisa foi obtido da Embrapa. Para o emprego deste foi necessário a correção de todas as depressões espúrias, pois estas interferem no mapa de direção de fluxo e conseqüentemente em todos os resultados gerados pelo SWAT, apresentado na Figura 2. De acordo com Silva e Moura (2013), na delimitação de bacias hidrográficas a partir de um MNT são geradas informações como direção de fluxo e fluxo acumulado.

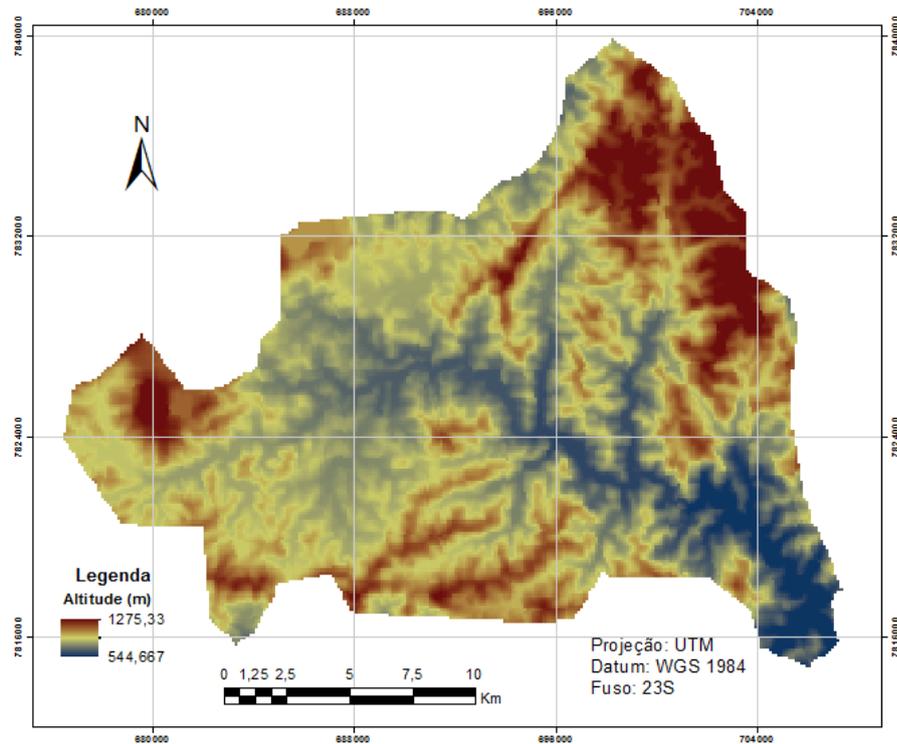


Figura 2: Modelo Numérico de Terreno com delimitação da sub-bacia do Rio do Peixe.
Fonte: EMBRAPA

2.4 Direção de Fluxo

O processo de geração da direção de fluxo leva em consideração os valores do MNT, consistindo em indicar, a partir de uma célula principal, para onde o fluxo deverá seguir, baseando-se na declividade das células vizinhas, como explica Ramme e Kruger (2007), demonstrando assim o caminho mais íngreme da célula.

As direções de fluxo de água consideram a água que cai em cada pixel e indica a direção que esta escoará. Obteve-se como resultado uma imagem com oito colorações que variam de 1-128, referentes à direção de cada pixel, como pode ser visto na Figura 3.

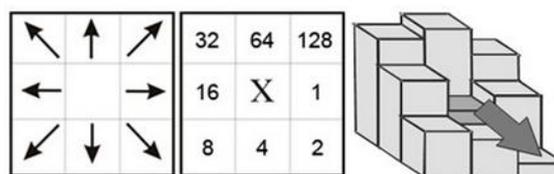


Figura 3: Direção de Fluxo
Fonte: ArcGIS

2.5 Fluxo Acumulado

O fluxo acumulado indica quantas células uma célula estudada recebe de contribuição (RAMME; KRUGER, 2007). Esta imagem é gerada a partir da direção de fluxo, considerando-se o número de células que drenam para cada célula de uma grade de entrada.

A estimativa deste dado permite traçar a rede de drenagem da bacia, uma vez que várias células drenam para uma determinada célula, atribuindo-se um valor para ela e assim criando um ranking a partir do valor recebido por cada célula da matriz, como explica Silva e Moura (2013).

2.6 Delimitação das bacias no SWAT

Com o emprego do SWAT a bacia é dividida automaticamente em sub-bacias a partir do MNT. A interface do SWAT desenvolvida para o SIG ArcGis permite que as saídas do modelo sejam apresentadas em forma de mapas, gráficos e quadros (Baldissera, 2005)

A delimitação da área da bacia assim como das sub bacias foi realizada utilizando o Fluxo Acumulado. Para a definição das sub bacias o modelo dispõe de duas alternativas, a primeira através de uma área limite definida pelo usuário e a outra a partir da inserção da rede de drenagem com a definição, pelo usuário, do exutório da bacia a ser delimitada (Castro, 2013), assim, foi empregada a primeira opção que possibilita um certo controle do número de sub-bacias que serão geradas. Foi então definida uma área limite de 100 hectares, esta área foi adotada depois de testes de tentativa e erro, foi a área que se aproximou melhor do número de sub-bacias com o exutório compatível com a localização de uma estação fluviográfica que será empregada para trabalhos futuros e gerando um numero razoável para estudos futuros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do MNT do município de Itabira foi inicialmente gerado o mapa de direção de fluxo da bacia do Rio do Peixe, como apresentado na figura 4. Observando o mapa gerado percebe-se nitidamente a direção do fluxo voltada para o leito dos rios dentro da bacia.

Este mapa, além de ser necessário para a delimitação das bacias, também poderá ser empregado em trabalhos futuros, como na análise do aporte de sedimentos e contaminantes, visto que indica a direção que estes seguirão a partir do local analisado.

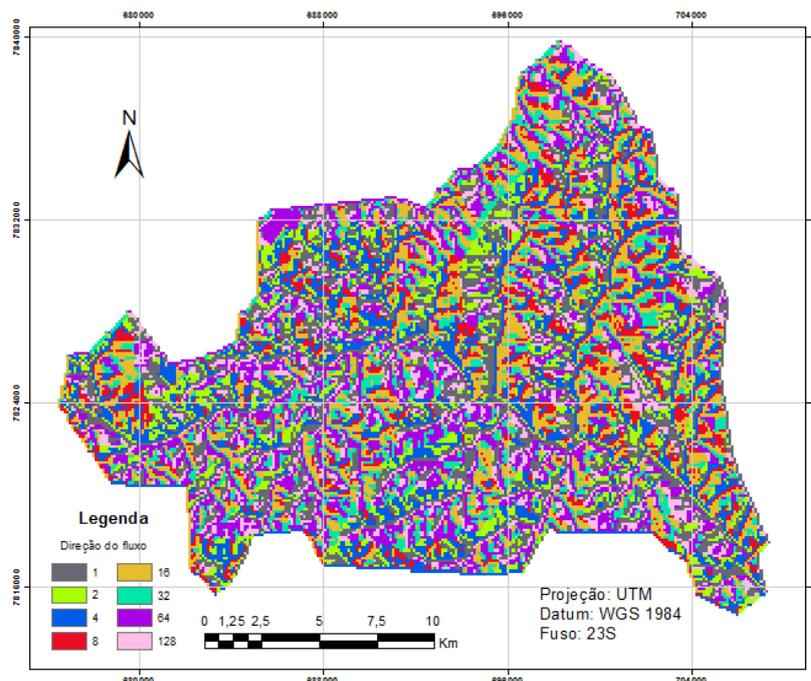


Figura 4: Mapa de direção de Fluxo da bacia do Rio do Peixe.

Partindo-se do mapa de direção de fluxo da bacia, foi calculado o fluxo acumulado. A Figura 5 mostra o Fluxo acumulado na bacia do rio do Peixe. As células com maiores concentrações de fluxo coincidem com a localização espacial dos rios nesta bacia, o que demonstra a coerência da simulação com os dados reais.

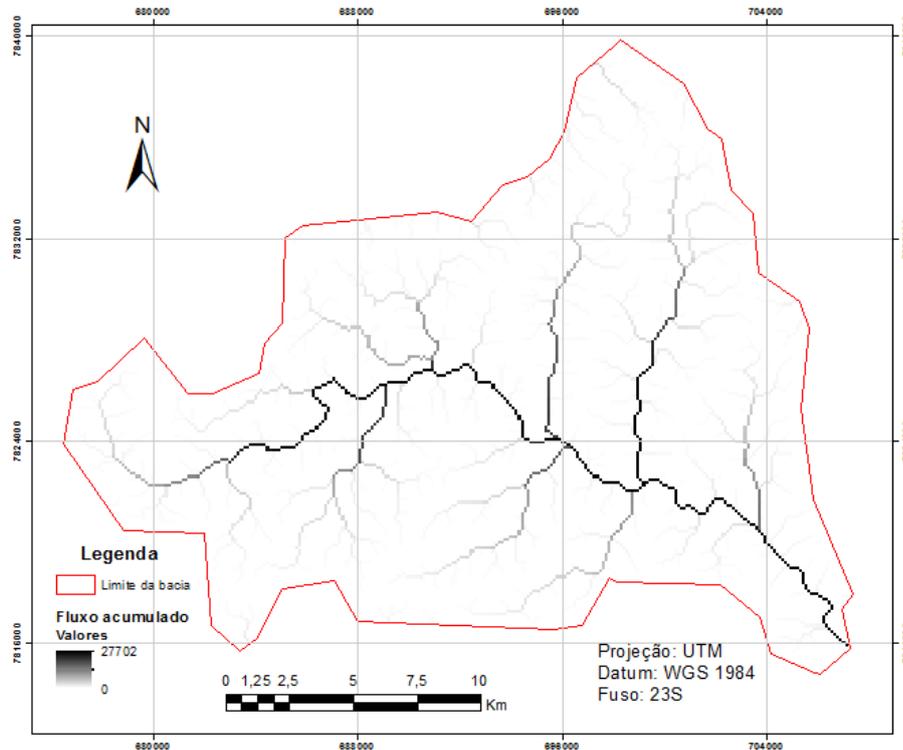


Figura 5: Fluxo Acumulado

A partir do mapa de fluxo acumulado e adotando como área mínima 100 ha, foram gerados os limites das sub-bacias, como demonstrado na Figura 6. Obtiveram-se vinte e três sub-bacias dentro da bacia do rio do Peixe no município de Itabira.

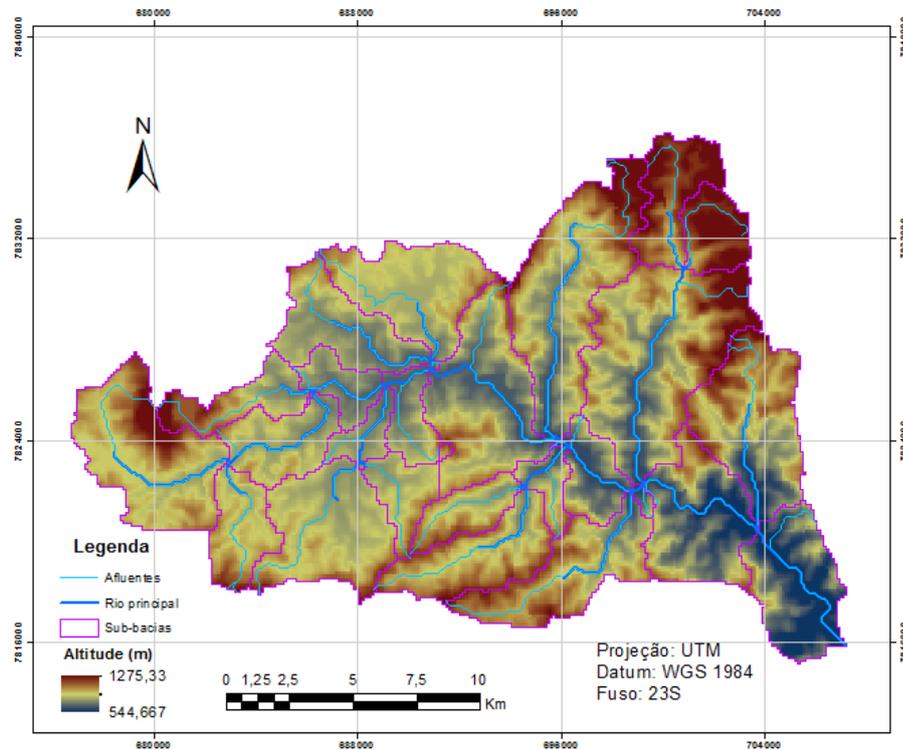


Figura6: Limite das Sub-bacias geradas.

Durante as tentativas de adoção de áreas mínimas inferiores ao empregado observou-se uma grande segmentação da região, gerando sub-bacias muito pequenas, sendo, por este motivo, descartadas. Por outro lado, valores superiores ao adotado foram agrupados em uma mesma sub-bacia, o que limitaria algumas análises em estudos futuros na região.

Nota-se, com o auxílio do MNT, que a delimitação segue as linhas de maior declividade, células com tonalidades terrosas no mapa, que são os divisores de água, mostrando que o resultado obtido condiz com a realidade. A delimitação do rio principal e de seus afluentes permite também uma melhor visualização das áreas de drenagem geradas pelo SWAT/ArcGIS, notando-se que cada sub-bacia resultante delimita a área de contribuição para um afluente do rio principal.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstra que é possível, a partir de um SIG e de geoprocessamento e com dados topográficos confiáveis, gerar delimitações de bacias hidrográficas que atendam as necessidades do usuário. Observou-se também que a delimitação de bacias hidrográficas a partir desta metodologia consiste em um método de rápida aplicação, facilitando o processo em estudos hidrográficos, podendo ainda ser aplicada em outras áreas.

A disponibilização gratuita de dados e a qualidade de suas informações proporcionam economia de tempo e de recursos para estudos voltados para o gerenciamento de bacias hidrográficas, entretanto é necessário que os dados utilizados sejam precisos e confiáveis, aproximando os resultados obtidos da realidade.

AGRADECIMENTO

Agradecemos a UNIFEI pela utilização do laboratório de Geoprocessamento e pelos equipamentos e pela oportunidade da pesquisa de Iniciação Científica, a FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

BALDISSERA, G. C. Aplicabilidade do modelo de simulação hidrológica SWAT (Soil and Water Assessment Tool), para a bacia hidrográfica do Rio Cuiabá/MT. Mestrado em Física e Meio Ambiente. Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá, 2005. Disponível em: <www.pgfa.ufmt.br/> Acesso em: 08 abr. 2013.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S.; "Princípios Básicos do Geoprocessamento". In : Assad, E.; Sano, E.E.(eds.), *Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura*. Brasília, DF, EMBRAPA., 1998 (2a. edição, revista e ampliada).

CASTRO, K. B. Avaliação do modelo SWAT na simulação da vazão em bacia agrícola do cerrado intensamente monitorada. Mestrado em Geoprocessamento e Análise Ambiental. Universidade de Brasília. Brasília, 2013. Disponível em: < <http://repositorio.unb.br/handle/10482/13863> > Acesso em: 10 agos. 2013.

MENDES, Carlos André Bulhões; CIRILO, José Almir. Geoprocessamento em Recursos Hídricos: Princípios, Integração e Aplicação. Abrh, 2001.

RAMME, E.J.; KRUGER, C.M. Delimitação de bacias hidrográficas com auxílio de geoprocessamento In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17., 2007.

SILVA, Jairo Rodrigues; MOURA, Ana Clara Mourão. Delimitação automática de sub-bacias hidrográficas no município de Ouro Preto-MG. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 16., Foz do Iguaçu: INPE, 2013.

UZEIKA, Talita. Aplicabilidade do modelo SWAT na simulação da produção de sedimentos em uma pequena bacia hidrográfica rural. Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. UFRS, Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/19124>> Acesso em: 03 abr. 2013.