

Avaliação da Influência da Mata Ciliar na Bacia do Rio Siriri, Sergipe, sobre o Escoamento Superficial e Produção de Sedimentos via Modelo SWAT

Ricardo de Aragão¹; Marcus Aurélio Soares Cruz²; Julio Roberto Araujo de Amorim³; Luciana Coêlho Mendonça⁴; & Silmara de Moraes Pantaleão⁵

RESUMO: *A necessidade cada vez mais crescente por recursos naturais fez crescer o desmatamento em bacias hidrográficas, principalmente nas áreas de nascente e da mata ciliar. A mata ciliar contribui para o incremento de recarga para os aquíferos, redução da energia das águas superficiais e da carga poluidora que chega até o rio. Faz-se necessário, portanto, determinar a área de vegetação que pode ser preservada como mata ciliar e qual seria a efetiva influência desta para a redução da produção de sedimento e o aumento da infiltração. Esta verificação foi conduzida com a aplicação do modelo SWAT à bacia do Rio Siriri (Sergipe), considerando como cenários, a condição de uso e cobertura do solo existente no ano 2005 (C1) uma faixa de mata ciliar, com 30 m largura para cada lado da margem, ao longo de todos os cursos de água e das nascentes (C2). Os resultados mostraram que houve o incremento da recarga para os aquíferos (cenários C1 para C2), redução do escoamento superficial que chega ao exutório da bacia e redução da carga de sedimento, porém com pequeno percentual.*

Palavras-chave: modelagem hidrológica, carga poluidora, Sergipe

INTRODUÇÃO

A necessidade cada vez mais crescente por bens de consumo fez crescer o desmatamento em bacias hidrográficas, principalmente nas áreas de nascente e da mata ciliar. A mata ciliar contribui para infiltração, para a redução da energia do escoamento superficial, e previne que a carga de sedimentos advinda das vertentes seja depositada no leito dos corpos de água. Surge assim a necessidade por informações sobre a área mínima de vegetação que pode ser disponibilizada como mata ciliar e a influência desta mata sobre os processos hidrossedimentológicos que ocorrem na bacia. Este objetivo pode ser alcançado através do emprego de modelos hidrossedimentológicos de base física, como é o caso do modelo SWAT (Soil and Water Assessment Tool), acoplado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o ArcSWAT (Neitsch et al., 2005; Garbossa et al., 2011).

Ao longo dos últimos dois séculos, a bacia do rio Siriri, em Sergipe, foi bastante impactada pelo binômio cana-de-açúcar x pastagem, restando menos que 6% da sua vegetação natural, principalmente na sua mata ciliar (Aragão et al., 2012). Assim surge a necessidade de reflorestamento desta zona ribeirinha, para preservação do rio e da sua vida aquática. Neste sentido, o modelo SWAT foi aplicado à bacia do rio Siriri, tributário do rio Japarutuba pela margem direita, visando determinar a efetiva influência da mata ciliar sobre o escoamento superficial e produção de sedimentos, considerando, para tanto, dois cenários de uso e ocupação do solo.

MATERIAIS E MÉTODO

¹ Professor, Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal da Paraíba/CCA, Campus II, bairro Universitário, Areia – Paraíba, CEP-58397-000, ricardoaragao@cca.ufpb.br ([apresentador do trabalho](mailto:ricardoaragao@cca.ufpb.br));

² Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, masacruz@cpatc.embrapa.br;

³ Pesquisador Embrapa Tabuleiros Costeiros, Avenida Beira Mar 3250, Jardins, Aracaju, SE, CEP 49025-040, julio.amorim@embrapa.br;

⁴ Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, lumendon@uol.com.br;

⁵ Professor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Avenida Marechal Rondon, s/n, Jardim Rosa Elze, São Cristóvão, SE, CEP: 49100-000, spleao@yahoo.com.br

A bacia do Rio Japarutuba (10°13'00" e 10°47'00" de latitude Sul e 36°48'00" e 37°19'00" de longitude Oeste) tem uma área de 1687,67 km². A bacia é composta por três sub-bacias: Japarutuba (54% da área total), Siriri (23,37% da área total) e Japarutuba-Mirim (22,63% da área total). A sub-bacia do rio Siriri está totalmente inserida na porção agreste da bacia do rio Japarutuba, tem comprimento de cerca de 60 km e área de drenagem de ~308 km².

Para a simulação dos processos hidrossedimentológicos que ocorrem na área da bacia do rio Siriri foi empregado o modelo SWAT - Soil and Water Assessment Tool (Neitsch et al., 2005), que é um modelo contínuo no tempo, de base física e distribuído. O modelo pode simular o escoamento superficial, a erosão nos planos e nos canais, o transporte de nutrientes e de pesticidas na escala de bacias no passo de tempo diário. Por ser distribuído, cada elemento, plano ou canal, poderá ter seu próprio conjunto de parâmetros que o caracteriza adequadamente (Garbossa et al., 2011). Para o SWAT, a bacia é dividida em sub-bacias e cada uma destas é dividida em unidades de resposta hidrológica (HRU - Hydrologic Respose Unit) que consiste em uma combinação única de uso e cobertura da terra, tipo de solo e declividade dentro da bacia.

Foram utilizados dados diários relativos a precipitação e clima (temperatura, velocidade do vento) que cobrem o período de 1983 a 2009 e são provenientes da estação agroclimatológica Fazenda Experimental Pirangi (latitude 10°29 Sul e longitude 37°04 Oeste). Os dados de vazão média diária cobrem o período 1983 a 2009, tendo sido coletados no posto Rosário do Catete (ANA, 2014). Os dados de altimetria, em espaçamento de 90 m x 90 m, são oriundos da missão topográfica radar Shuttle SRTM (Aragão et al., 2012) e foram utilizados para a geração do modelo digital do terreno que foi empregado na discretização da sub-bacia para uso no modelo. Para a modelagem, informações relativas a uso e cobertura do solo para o ano de 2005, ao tipo e à textura do solo, granulometria, profundidade e quantidade de horizontes do solo todos fornecidos por SEMARH (2011) ou, quando estes não foram disponibilizados, empregaram-se valores disponíveis na literatura (Neitsch et al., 2005).

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram considerados dois cenários (C) de uso e cobertura da terra (Figura 1): o uso da terra no ano 2005, C1; uma faixa de mata ciliar com 30 m de largura a partir de cada margem ao longo de todos os cursos de água considerando o uso da terra no ano 2005 (C2). Tomou por base o que consta no novo Código Florestal, Lei 12.651 (Brasil, 2012) no que se refere à delimitação de área de preservação permanente (capítulo II, Seção 1, Art. 4, alínea I).

Devido ao acoplamento do modelo com o SIG, o sistema gera valores iniciais dos parâmetros por ele considerado com base nos dados do solo, do uso do solo e de declividade do terreno. Aragão et al. (2012), utilizando o mesmo período de dados de chuva e de vazão aqui empregados (1983-2009), determinaram, via análise de sensibilidade, os parâmetros mais influentes no processo chuva x vazão. Considerando o fato que não existem dados de vazão disponíveis para o cenário 2, optou-se por não efetuar a calibração dos parâmetros do modelo para os cenários em questão. Sendo assim, foram considerados os parâmetros identificados por Aragão et al. (2012) e os seus respectivos valores iniciais fornecidos pelo modelo. Na sequência, foi considerado o período 1985-1987 para "aquecimento" do modelo e o período 1988-2009 para simulação. Por fim, foi realizada uma análise qualitativa dos resultados fornecidos pela simulação para os dois cenários citados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos os valores médios anuais das variáveis que compõem o balanço hídrico (Tabela 1). Tomando-se como valor base àqueles obtidos para o cenário C1, condição real da bacia em 2005, observa-se que houve uma diminuição do escoamento superficial, bem como um aumento da recarga para o aquífero. Nota-se também que o escoamento lateral foi cada vez maior. Se considerados os percentuais de área de floresta com relação área total para os dois cenários (C1=19,5%; C2=24,15%), a redução no escoamento pode ser considerada expressiva.

Em se tratando de produção de água e comparando-se os resultados dos cenários C1 e C2, nota-se uma pequena diminuição dos valores das variáveis listadas (Tabela 1). Isto ressalta o fato de que, para a bacia em questão e considerando os dados utilizados, a implantação de mata ciliar

ao longo apenas do rio principal será benéfica, porém o resultado será pouco expressivo em termos de escoamento superficial.

Além disso, tanto o aquífero profundo como o raso foram favorecidos com este pequeno crescimento da cobertura vegetal (Tabela 1). Os resultados também mostraram que o crescimento, mesmo que reduzido, da área de vegetação nativa leva a uma maior evapotranspiração, o que contribuirá para o aumento da umidade no local e a provável ascensão desta massa úmida para as camadas mais altas da atmosfera. Não foi possível comparar os valores de vazão calculada com os seus respectivos observados, tendo em vista o fato de que não foi efetuada a calibração dos parâmetros.

Com relação à influência da mata ciliar para a redução de carga de sedimentos/poluentes que chega ao rio, esta foi efetivamente observada, quando da transição de C1 para C2. Ou seja, assim como para o incremento da infiltração, houve uma maior retenção da carga de sedimentos que vem dos planos, quando houve o aumento da faixa vegetada ao longo dos mananciais.

CONCLUSÕES

1. A mata ciliar é um eficiente elemento para a redução da carga de sedimentos e sua eficiência aumenta com o aumento da sua largura e da sua extensão;
2. Reflorestamento apenas das margens dos grandes corpos hídricos não causará o impacto positivo esperado;
3. O modelo SWAT foi eficiente em simular o comportamento da bacia em face das mudanças de cenários de uso do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CNPq, FINEP, UFS, EMBRAPA, ANA, CPRM, e SEMARH-SE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA. Agência Nacional de Águas. Portal HIDROWEB. Agência Nacional de Águas. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em: 10 de jan. 2014.

ARAGÃO, R.; CRUZ, M. A. S.; AMORIM, J. R. A.; MENDONÇA, L. C.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. **Modelagem do escoamento na sub-bacia do rio Japarutuba-Mirim (SE) através do modelo SWAT**. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 11., 2012. Anais. João Pessoa, ABRH, 2012. CD-ROM.

BRASIL. **Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário oficial da união, Brasília, 2012.

GARBOSSA, L. H. P.; VASCONCELOS, L. R. C. **The use and results of the Soil and Water Assessment Tool in Brazil: A review from 1999 until 2010**. In: 2011 International SWAT Conference & Workshops. Anais. Toledo, Spain, 2011.

NEITSCH, S. L.; ARNOLD, J.G.; KINIRY, J.R.; WILLIAMS, J. R. **Soil and Water Assessment Tool – Theoretical Documentation – version 2005**. USDA Agricultural Research Service. 2005.

SEMARH. Secretaria de Meio Ambiente e de Recursos Hídricos do Estado de Sergipe. Atlas Digital de Recursos Hídricos. Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado de Sergipe/Superintendência de Recursos Hídricos: Aracaju, 2011.

Tabela 1 - Valores médios anuais de variáveis provenientes do balanço hídrico para os cenários estudados.

Variáveis	C1	C2
Valor médio de CN	68,62	67,87
Total precipitado (mm)	1127,5	1127,5
Escoamento superficial (mm)	158,32	152,56
Escoamento lateral (mm)	137,37	137,24
Contribuição de água subterrânea para o trecho (mm)	326,36	329,33
Quantidade de água movendo do aquífero para o solo (mm)	8,82	8,82
Recarga para o aquífero profundo (mm)	17,64	17,80
Recarga para o aquífero raso (mm)	352,82	355,96
Produção total de água (mm)	622,05	619,13
Percolação (mm)	465,45	465,81
Evapotranspiração real (mm)	478,7	481,30
Evapotranspiração potencial (mm)	879,50	879,50
Produção de sedimentos a partir dos planos (ton/ha)	0,014	0,013
Razão fluxo nos canais/precipitação	0,55	0,55
Razão escoamento de base/fluxo total	0,75	0,75
Razão evapotranspiração/precipitação	0,42	0,43

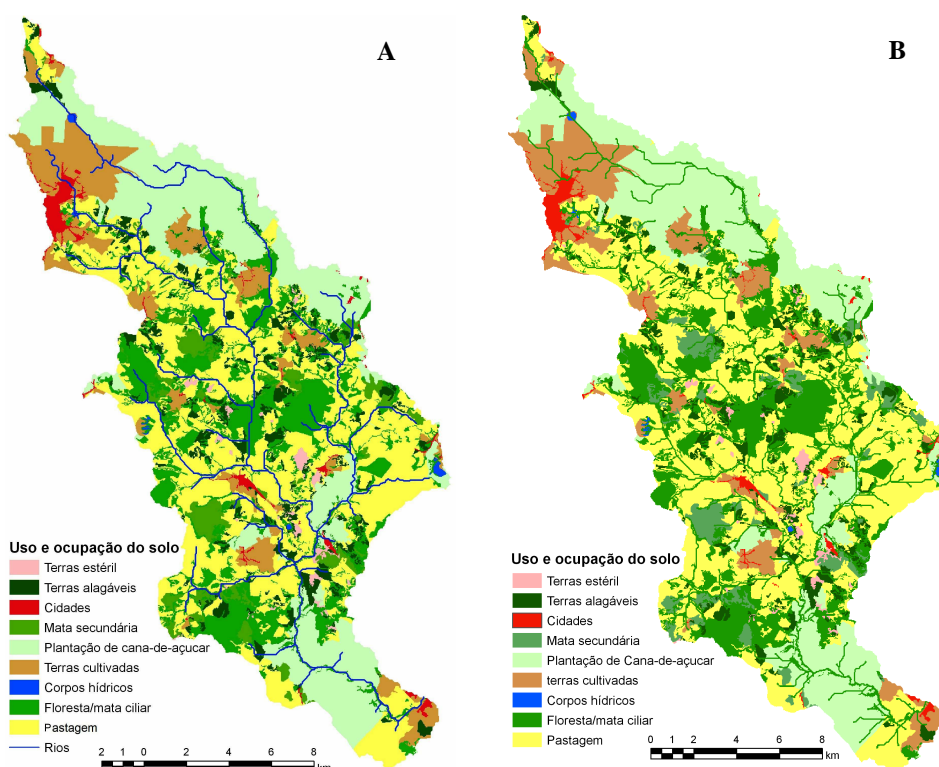


Figura 1. Uso e cobertura da terra de acordo com os cenários: A - condição real da bacia no ano 2005 (C1); B - mata ciliar com largura de 30 m ao longo de todos os cursos de água (C2).