

ANÁLISE DA RESPOSTA HIDROLÓGICAS DOS DIFERENTES TIPOS DE USO E COBERTURA ATRAVÉS DE MODELAGEM HIDROLÓGICA NA BACIA DO BONFIM, REGIÃO SERRANA DO RIO DE JANEIRO

Silva, A.C. (UFRJ) ; Fernandes, N. (UFRJ)

RESUMO

A retirada da cobertura florestada para implantação da agrivultura em bacias hidrográficas acarreta uma série de modificações na dinâmica da água. Modelos hidrológicos como o SWAT tem sido usados em escala de bacias para quantificar como tais mudanças influenciam nos componentes hidrológicos. Com a simulação da vazão pretende-se analisar as diferentes respostas hidrológicas referentes a cada tipo de uso, além de simular cenários futuros com intuito de incentivar práticas conservacionistas.

PALAVRAS CHAVES

Modelagem hidrológica; Simulação de vazão; Diferentes usos/cobertura

ABSTRACT

The withdrawal of the forested cover for deployment of agricultural activities in watersheds, involve a number of water dynamic changes, as well as environmental impacts. Hydrological models as the SWAT are often used to quantify how these changes influence in hydrological components. By simulating the flow we intend to analyze different hydrological responses for each type of use, in addition to simulate future scenarios in order to encourage soil conservation practices and water in watershed.

KEYWORDS

Hydrological modeling; Flow simulation; Different land use/cover

INTRODUÇÃO

A cobertura dos solos das bacias hidrográficas florestadas vem sendo constantemente alteradas pelo homem, podendo acarretar uma série de impactos no meio ambiente e no comportamento hidrológico das bacias hidrográficas, pois modificações naturais ou artificiais na cobertura vegetal tem influência direta na capacidade de infiltração, na produção de escoamento e na qualidade da água (TUCCI e CLARCKE, 1997). Os modelos hidrológicos na escala de bacias são frequentemente usados para quantificar como tais mudanças influenciam nos componentes hidrológicos e muitas vezes predizerem os impactos que as mudanças nos tipos de uso interferem na disponibilidade e qualidade das águas superficiais e subterrâneas. Na região serrana do Rio de Janeiro, os altos valores de amplitude em suas bacias associados a solos de erodibilidade elevada e altos níveis de pluviosidade favorecem a remoção de materiais intemperizados, apresentando um alto potencial de vulnerabilidade a eventos de erosão (ICMBIO, 2007, MENDES, 2006). Atividades agrícolas nesse ambiente poderiam contribuir para a aceleração dos processos erosivos já que as práticas de manejo nas bacias hidrográficas afetam diretamente a erosão, sedimentação e qualidade de água pelas variações nos processos hidrológicos (BROOKS et al., 1991). Nesse contexto, a bacia hidrográfica do Bonfim, localizada no município de Petrópolis e caracterizada pelo uso e cobertura predominantemente agrícola pode contribuir para a alteração da dinâmica hidrológica da bacia, acelerando os processos erosivos e podendo comprometer seu potencial agrícola. Desta forma, o objetivo deste trabalho é analisar, através da simulação da vazão, como os diferentes tipos de uso e cobertura interferem na resposta hidrológica da bacia. Com os resultados obtidos espera-se entender melhor o comportamento da hidrologia em ambientes serranos com diferentes tipos de uso e simular cenários futuros com intuito de incentivar práticas de conservação de solo e água na bacia.

MATERIAL E MÉTODOS

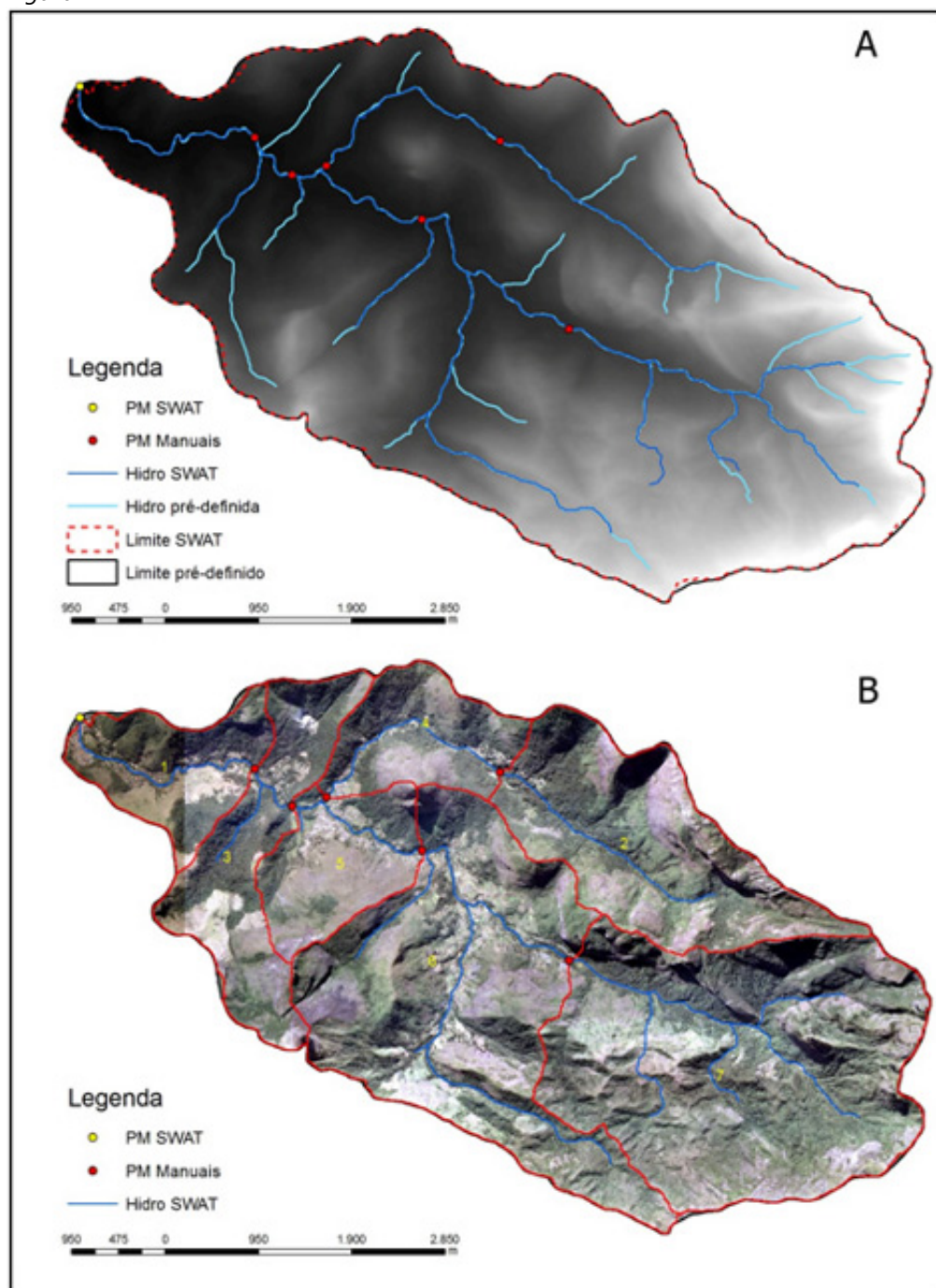
A bacia hidrográfica do Bonfim, 27 km², localizada no município de Petrópolis na região Serrana do Rio de Janeiro foi escolhida por ser uma bacia experimental em região montanhosa, com diferentes tipos de uso e cobertura. O modelo Soil and Water Assessment Tool (SWAT) foi escolhido por prever os processos hidrológicos em áreas de agricultura em bacias hidrográficas com variação de solos, uso e cobertura e condições de manejo por longos períodos de tempo (ARNOLD et al, 1998). É um modelo matemático de base física e distribuído, o que possibilita identificar fisicamente áreas com diferentes comportamentos hidrológicos. O balanço hídrico é a força motora de quaisquer processos decorrente em uma bacia hidrográfica (NEITSCH et al., 2005) e em suas simulações o ciclo da água é representado por: $SW_t = SW_0 + \sum_{i=1}^t (R_{day} - Q_{surf} - E_a - W_{seep} - Q_{gw})$ Onde: SW_t = conteúdo final de água no solo (mm H₂O) SW_0 = conteúdo inicial de água no solo em um dia (mm H₂O) t = tempo em dias R_{day} = quantidade de precipitação em um dia (mm H₂O) Q_{surf} = quantidade de escoamento superficial em um dia (mm H₂O) E_a = quantidade de evapotranspiração em um dia (mm H₂O) W_{seep} = quantidade de água na zona não saturada do perfil do solo em um dia (mm H₂O) Q_{gw} = fluxo de retorno em um dia (mm H₂O) Em um primeiro momento foram utilizados: •Softwares: ArcGIS 9.3 (ESRI) e ArcSWAT 2009.93.7b; •MDE gerado com interpolador TOPOGRID a partir da base hipsométrica das folhas I-4-SO-D-194-D; I-4-SO-F-194-F; I-4-SE-C-195-c; I-4-SE-E-195-E; I-4-SE-F-195-F, na escala de 1:10.000, executadas pela empresa de aerofotogrametria PROSPEC, para a Prefeitura Municipal de Petrópolis - PMP, com ano do voo de 1994 e reambulação 1995. •Ortofotos 27154se e 27154so na escala de 1:10.000 executadas pela empresa de aerofotogrametria PROSPEC, para a Prefeitura Municipal de Petrópolis - PMP, com ano do voo de 1994 e reambulação 1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o input do MDE, a bacia hidrográfica é fracionada em diversas sub-bacias. O módulo de discretização de sub-bacias do SWAT dividiu a bacia de acordo com suas características topográficas preservando os caminhos de fluxos preferenciais, os limites pré-definidos e os canais necessários para o curso real da água (NEITSCH et al, 2010). A definição das URH's (Figura 1) pelo modelo leva em consideração a Área de Drenagem Mínima (ADM), requerida para formar um canal fluvial. Em um primeiro momento, o modelo sugeriu um valor para a ADM e os Pontos para Monitoramento (PM) (que representam o exutório de cada sub-bacia) aplicando para a bacia o valor de 60ha. Este valor se aproximou de forma satisfatória ao padrão de drenagem pré-definidos manualmente com base nas folhas topográficas do município de Petrópolis e validado em campo como observado na figura 1A. A qualidade da resolução dos inputs básicos no modelo possuem uma forte influência na qualidade dos resultados finais da modelagem hidrológica (ROMANOWICZ et al, 2005), principalmente quanto à resolução do MDE. Desta forma, pode-se observar que o módulo de discretização de sub-bacias do SWAT conservou de forma satisfatória a área da bacia e os cursos d'água, podendo ser uma ferramenta útil quanto à delimitação com base no MDE. Para a divisão das sub-bacias foram alterados os pontos de monitoramento sugeridos pelo SWAT e introduzidos manualmente os pontos de confluência respeitando os padrões de uso e cobertura da terra, tentando separar ao máximo as áreas em que a drenagem percorre basicamente afloramentos e floresta de áreas agrícolas e áreas com ocupação urbana (Figura 1B), considerando ainda, os atributos topográficos da área, já que os mesmos são calculados e sumarizados pelo modelo por sub-bacias (NEITSCH et al, 2010). Sendo assim, a delimitação das sub-bacias deve ser detalhada o suficiente para capturar as variabilidades topográficas significativas, o que não é difícil quanto à identificação dos padrões geomorfológicos no Bonfim que possui em seu alto curso uma área basicamente caracterizada por zonas montanhosas e vertentes extremamente escarpadas com paredões abruptos, em seu terço médio, vales estruturais encaixados, onde se concentra as atividades agrícolas e áreas deposicionais fluviais pouco expressivas próximas à foz do rio Bonfim. Com isso, os dados gerados após as simulações hidrológicas por sub-bacias poderão ser comparados de forma mais homogênea, facilitando as análises dos resultados.. Após esse primeiro processamento, as Unidades de Respostas Hidrológicas (URH's) são delimitadas de acordo com a combinação de uso da terra/solos e manejo (caso seja indicado como dado de entrada). O uso de URH's se torna particularmente benéfico quando diferentes áreas da bacia são dominadas por usos e tipos de solos diferentes (Figura 2), como as já discutidas na bacia do Bonfim e representadas pelos

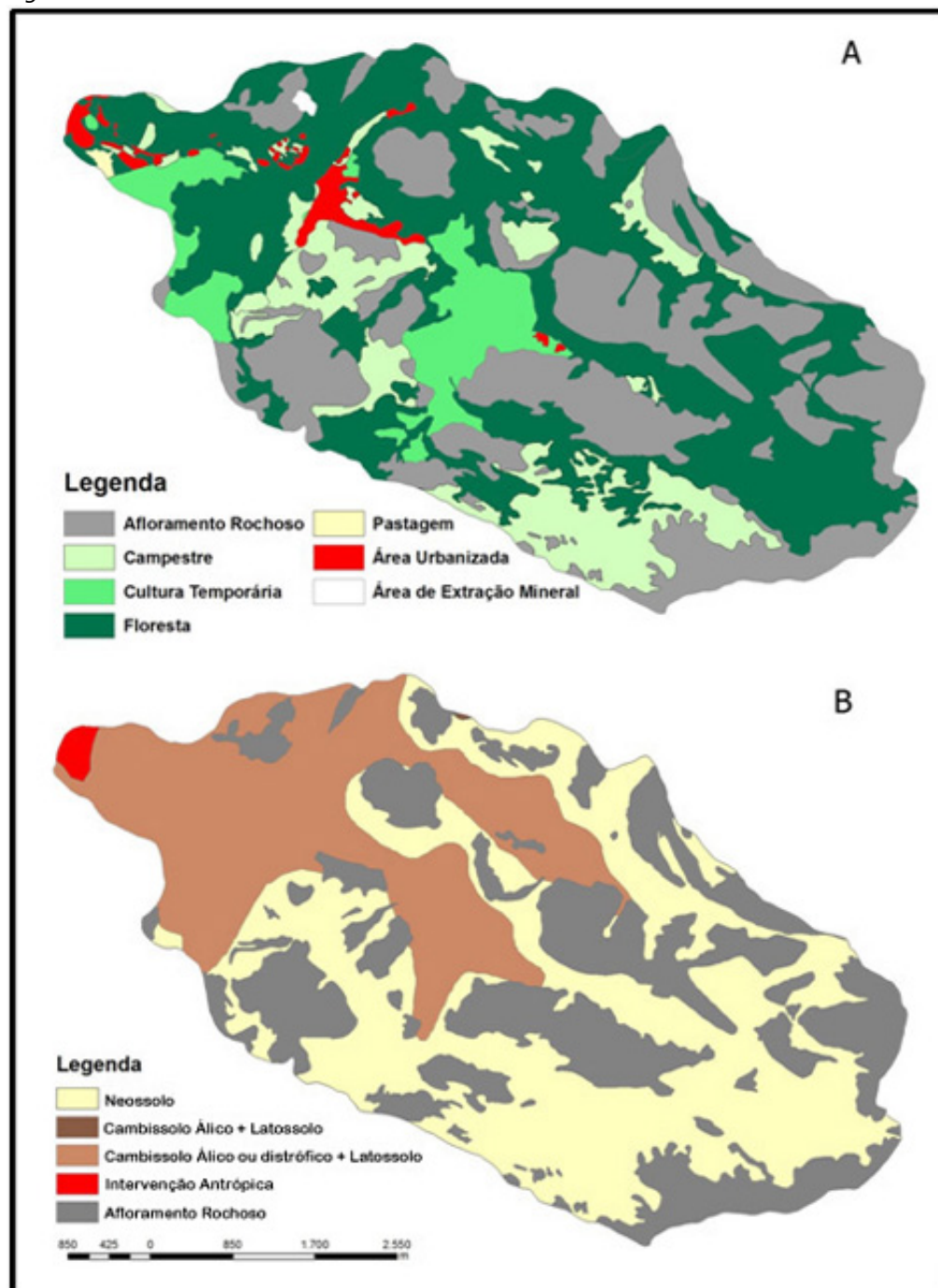
mapas de uso e cobertura (2A) e solos (2B). O escoamento é calculado para cada URH, sendo assim, o escoamento total da bacia é igual ao somatório dos valores obtidos para essas URHs, permitindo análise dos dados por sub-bacias ou para a unidade da bacia hidrográfica. Este procedimento aumenta a precisão das predições e fornece uma melhor descrição física da resposta hidrológica da bacia fornecendo dados mais consistentes para posteriores discussões. O *input* de dados meteorológicos e de vazão são etapas fundamentais para a calibração e validação do modelo. Com o início dos monitoramentos fluviométricos e pluviométricos no Bonfim no final de 2006, temos disponíveis para o desenvolvimento do trabalho uma série contínua de aproximadamente 5 anos. O *input* dos mapas de uso e cobertura e solos requer a descrição de características físico-hídricas para cada classe contemplada no mapeamento. As faltas de dados de solos e de cobertura específicos da área levaram a levantamentos bibliográficos que possam contribuir com a descrição das classes.

Figura 1



Rede de drenagem e o limite da bacia pré-definido e a sugeridos pelo SWAT(A). Sub-bacias de acordo com os padrões de uso e cobertura e topografia(B).

Figura 2



Mapa de Uso e cobertura da bacia (A) e de solos (B), inputs fundamentais para criação das URH's.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora parciais, os resultados quanto à divisão de sub-bacias e padrão de drenagem foram satisfatórios demonstrando que a qualidade da resolução do MDE é adequada ao tamanho da bacia e à proposta do trabalho. A demarcação manual dos PM's baseados nos padrões de uso e cobertura do solo subdividiram a bacia em sete sub-bacias e ainda passarão por análises mais detalhadas. As

etapas futuras consistem em validar o mapa de uso e cobertura; fazer um levantamento das características físico-hídricas das classes de solos e as de uso e cobertura para input no modelo; organizar os dados meteorológicos e de vazão mensais em arquivos tabulados para entrada no modelo; iniciar as simulações. Como resultados esperados, baseado na simulação da vazão, poderemos extrair os dados dos processos hidrológicos para analisar quantitativamente a influência dos tipos de uso e cobertura na resposta hidrológica da bacia do Bonfim e elaborar cenários futuros como incentivo à práticas conservacionistas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

ARNOLD, J. G. S., R.; MUTTIAH, R. S.; WILLIAMS, J. R. Large area hydrologic modeling and assessment part I: Model development. *Journal of the American Water Resources Association*, v. 34, n. 1, p. 73-89, 1998.

BROOKS, K. N. F., P.F.; GREGERSEN, H.M. & THAMES, J.L. *Hydrology and the management of watersheds*. Ames: Iowa State University Press, 1991. 392p.

ICMBIO. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra dos Órgãos*. Brasília, 2007.

MENDES, C. A. R. *Erosão superficial em encosta íngreme sob cultivo perene e com pousio no município de Bom Jardim*. 2006. Tese de Doutorado COPPE/UFRJ/Programa de Pós-Graduação em Engenharia, UFRJ, Rio de Janeiro.

NEITSCH, S. L. et al. *Soil and water assessment tool: theoretical documentation - version 2005*. Texas - USA: SERVICE., G.-S.A.W.R.L.-A.R., 2005. 525p.

NEITSCH, S. L. A., J.G.; KINIRY, J.R.; SRINIVASAN, R.; WILLIAMS, J.R. *Soil and Water Assessment Tool: input/output file documentation version 2009*. Texas A&M University. Texas, p.620. 2010.

ROMANOWICZ, A. A. V., M.; ROUNSEVELL, I.; LA JANUSSE, I. *Sensitivity of the SWAT model to the soil and land use data parametrisation: a case study in the Thyle catchment, Belgium*. *Ecological Modelling*, v. 187, p. 27-39, 2005.

TUCCI, C. E. M.; CLARCKE, R. T. *Impacto das mudanças da cobertura vegetal no escoamento: revisão*. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 2, n. 1, p. 135-152, 1997.