

Determinação de áreas de risco e simulação de intervenções através do uso de SIG na Bacia Hidrográfica do Ribeirão São Bartolomeu

Carlos Henrique Crespo da Silva ¹
Leandro José do Carmo Poletto ¹
Tatiane Assis Vilela ¹
Carlos Antônio Oliveira Vieira ¹

¹ Universidade Federal de Viçosa – UFV
Departamento de Engenharia Civil
Setor de Engenharia de Agrimensura
Viçosa - Minas Gerais - Brasil CEP 36570-000
{carcrespo_ufv, tatianeavilela}@yahoo.com.br
leoeam@gmail.com
carlos.vieira@ufv.br

Abstract. The function of the hydrological basin would be to turn the precipitation to flow in a more distributed way. This function is influenced by the hydrological characteristics of basins that include its drainage area, shape, drainage system and characteristics of relief, in addition to climatic factors such as precipitation and their properties. The urbanization process causes changes in the environment, such as soil sealing, which reduces evapotranspiration, the underground flow and the concentration time. Therefore, occupation patterns are fundamental to understand the impacts and to create programs to reduce and control the use of water. The objectives of this study are to perform a diagnostic of the current Basin and simulate recovery scenarios for degraded areas through the Multi-Criteria Analysis (MCE). The objectives of the implementation of MCE are: to generate a map of areas that create problems to the basin and determine possible actions to be taken; conduct a simulation of changes due to interventions and analyze the areas most affected and the results of simulations. The ability of decision-taking more accurate results is linked to the manager's skill and the quantity and quality of information available about the area. In addition, the simulated interventions in MCE showed satisfactory results for the basin and is a strong indication that they should be implemented in order to improve the quality of the basin and to reduce the risks of siltation and degradation of water quality in it.

Palavras-chave: GIS, hidrological basin, simulation, SIG, bacia hidrográfica, simulação.

1. Introdução

O papel hidrológico da bacia é transformar uma entrada de volume concentrado no tempo (precipitação) em uma saída de água (escoamento) de forma melhor distribuída. Segundo Porto *et al.* (1991) esse papel hidrológico é grandemente influenciado pelas características físicas das bacias como: área de drenagem, forma, sistema de drenagem, características do relevo, além de fatores climáticos (precipitação e suas propriedades).

Em se tratando da área de drenagem, podemos dividi-las em dois grandes grupos: bacia tipicamente rural e bacia urbana. Na bacia tipicamente rural a rede hidrográfica fica sempre à mostra e bem definida pela topografia do terreno, enquanto as bacias hidrográficas urbanas, na maioria das vezes, apresentam os seus limites imperceptíveis; as ruas tomam o lugar dos afluentes e um simples canal de concreto pode ser o "rio principal".

O processo de urbanização provoca modificações no meio ambiente, como a impermeabilização do solo, que reduz a evapotranspiração, o escoamento subterrâneo e o tempo de concentração. Portanto, os padrões de ocupação são fundamentais para a compreensão dos impactos e para criação de programas de redução e controle do uso da água.

Segundo Teixeira (2001) há dez grandes problemas sócio-ambientais que comprometem a quantidade e a qualidade da água para abastecimento urbano e rural, que são apresentados na Tabela 1, juntamente com proposições para sua melhoria.

Tabela 1 - Proposições para recuperação da bacia hidrográfica do Rio São Bartolomeu, considerando 10 tópicos citados por Teixeira (2001).

Diagnóstico atual	Conseqüências	Possíveis soluções
1. Uso e manejo inadequado do solo:		
Ocupação desordenada das áreas que deveriam estar reflorestadas nas encostas.	Intensificação dos processos erosivos, aumento da incidência de lixo doméstico.	Fiscalização para impedir a ocupação desordenada. Aplicação de mantas nas encostas e reflorestamento das áreas.
2. Usos conflitantes da água na bacia de captação:		
Usos conflitantes da água na bacia de captação.	Prejuízo na qualidade da água da bacia.	Organizar e definir critérios de uso e ocupação do solo.
3. Problemas ambientais urbanos:		
A.Canalização do ribeirão devido ao intenso processo de verticalização.	Estrangulamento do leito, associadas à incidência de dejetos, geram inundações.	Implantação de sistema de limpeza no início da canalização, educação ambiental para população local.
B.Abastece 80% da população de Viçosa (70.000 habitantes).	Risco de perda do abastecimento, uso excessivo.	Desenvolver campanhas de educação ambiental para uso correto da água.
4. Deterioração acentuada da qualidade da água na bacia de captação:		
A.Recebe o esgoto sanitário.	Poluição dos cursos d'águas. Doenças endêmicas.	Recuperação das áreas degradadas com plantio de mudas de árvores.
B.Recebe dejetos de suinocultura	Poluição dos cursos d'águas e do lençol freático.	Exigir e fiscalizar o tratamento dos dejetos de suinocultura
5. Manejo florestal inadequado da bacia:		
A.Desmatamento, destruição das áreas de preservação permanente.	Intensificação dos processos erosivos e empobrecimento do solo.	Recuperação das áreas degradadas com plantio de mudas de árvores.
B.Áreas de declividades elevadas.	Enxurradas, lavagem de nutrientes, e assoreamento. Má recarga do aquífero.	Manter as áreas preservadas sempre com cobertura vegetal, evitando o carregamento de sedimentos.
6. Divulgação e consolidação de informações relacionadas à bacia não disponibilizados:		
Falta de divulgação e consolidação de informações relacionadas à bacia.	População não informada não contribui para saúde da bacia.	Mobilização da população para uma melhor divulgação das ações que estão e serão implantadas.
7. Articulação institucional insatisfatória:		
Articulação institucional insatisfatória.	Não há planejamento ou ação para recuperação da bacia.	Cobrança e fiscalização da população buscando ações dos órgãos públicos.
8. Conservação e manejo inadequado das nascentes:		
Conservação e manejo inadequado das nascentes	Risco de perda da nascente.	Proteger as áreas no entorno da nascente.
9. Insuficiência das ações do poder público Municipal em relação aos recursos hídricos:		
As ações do poder público Municipal não são eficazes.	Faltam propostas de em relação à bacia.	Mobilizar poder público para propor soluções de melhoria.
10. Ausência de uma visão holística em relação à problemática do São Bartolomeu:		
Ausência de atividades voltadas para preservação.	Falta de integração das pessoas com a bacia.	Avaliar e intervir na bacia buscando resolver os problemas.

A fim de executar o monitoramento dos impactos da urbanização nas bacias podem ser empregadas as ferramentas do geoprocessamento (sensoriamento remoto e SIGs, por exemplo). Os SIGs possuem em seus sistemas um conjunto de ferramentas que geram informações necessárias a tomada de decisão, dentre elas a análise multicritério.

A análise multicritério é definida como um conjunto de técnicas e métodos aplicados para auxiliar ou apoiar o processo de tomada de decisões, dada uma multiplicidade de critérios, estabelecendo uma relação de preferências entre as alternativas pré-avaliadas. Essa técnica lida com problemas de otimização de processos (ALMEIDA e COSTA, 2003).

A fim de realizar a determinação e o monitoramento das áreas de riscos da bacia do Ribeirão do São Bartolomeu, será empregada a análise multicritério. Além disso, como objetivos específicos deste trabalho temos: realizar um diagnóstico atual da Bacia e simular cenários de recuperação de áreas degradadas através da Análise Multicritério (MCE).

2. Caracterização da Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do São Bartolomeu localiza-se na Zona da Mata do estado de Minas Gerais, mais precisamente no município de Viçosa e faz parte do contexto da bacia hidrográfica do Rio Doce, possuindo uma área de aproximadamente 55 km², sendo que sua região norte abrange a área urbana de Viçosa (Figura 1).

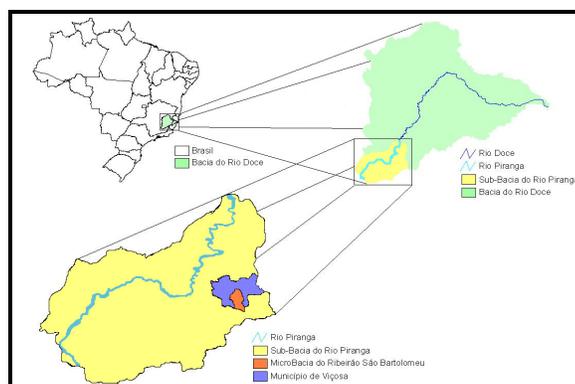


Figura 1 – Localização da bacia do Ribeirão do São Bartolomeu.

A vegetação natural que cobre essa bacia é a Floresta Atlântica, porém a região tem vivido um intenso processo de substituição da vegetação natural por pastagens e lavouras, além da exploração seletiva das madeiras nobres, tornando a Floresta fragmentada, empobrecida e praticamente inserida nos topos de morros e áreas de maior declive.

Atualmente a cobertura vegetal dominante é o de Capim Gordura, com manchas descontínuas de sapé. Nas encostas há Agricultura e plantações de Café.

A região é de topografia fortemente acidentada, composta de relevo ondulado e fortemente ondulado.

De acordo com o sistema de classificação de Köppen, o clima da região é do tipo CWA tropical de altitude mesotérmico e se caracteriza por verões chuvosos e brandos, com uma precipitação média anual de 1200 mm, sendo Julho e Agosto os meses mais secos e frios do ano.

3. Metodologia

3.1 Digitalização da Imagem de Satélite.

A partir da imagem Ikonos, adquirida no escopo Plano de Segurança da Água (PSA), foi realizada a digitalização das feições em tela e supervisão de campo para a classificação do uso do solo.

3.2 Obtenção do Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC)

Um MDEHC representa adequadamente o relevo da região em estudo, a ponto de permitir a correta simulação dos processos hidrológicos ocorrentes na área. Tais modelos estão isentos

de depressões espúrias assegurando que o escoamento superficial originado a partir de qualquer ponto da bacia hidrográfica convergirá para a hidrografia e esta, para a respectiva foz (CARDOSO *et al.*, 2006).

O MDE foi gerado no módulo “Topogrid” do aplicativo “ArcInfo®”. Após a interpolação com o “ArcInfo”, utilizou-se o aplicativo “ArcGis®” e foi promovida a correção no modelo numérico do terreno gerado, pela eliminação de depressões espúrias. Tal correção permite que o sentido preferencial de escoamento superficial, que naturalmente ocorre da maior para a menor elevação, seja sempre obedecido, representando fielmente o fenômeno observado na realidade.

3.3 Geração de mapa de riscos da bacia

Para a confecção do mapa de riscos utilizou-se na análise multicritério dados de erosão, uso do solo, declividade, culturas agrícolas e criação animal. A partir desses dados foram obtidos mapa de distâncias dos fatores (suinocultura, erosão, voçorocas, lagoas de tratamento, barramentos e barragens existentes) e mapas booleanos de restrições (limite da bacia e áreas da imagem que continham nuvens).

Utilizando a ferramenta *Decision Wizard* foram estabelecidos 13 fatores (aos quais foram atribuídos uma distância máxima de influência) e 2 restrições (limite da bacia e áreas cobertas por nuvens), obtendo como resultado um mapa de riscos para a bacia.

4. Resultados e Discussões

4.1 Mapa de uso do solo

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresenta o mapa de uso do solo obtido após digitalização da imagem Ikonos.

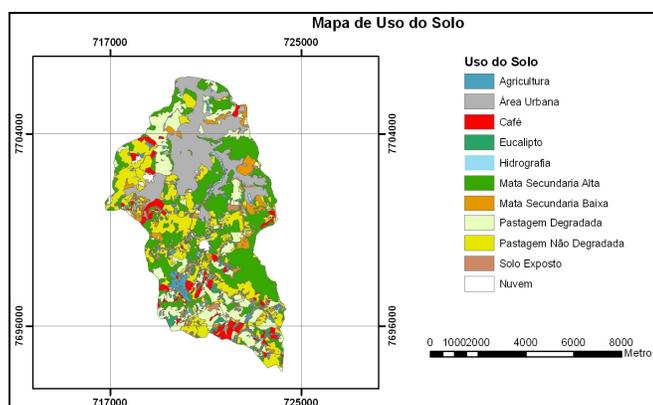


Figura 2 - Mapa de uso do solo

A maior área de ocupação da bacia é de pastagens (36 %), degradadas ou não, distribuídas por toda a região. Há uma ocupação expressiva de mata secundária alta, conhecida como Mata do Paraíso (27,60 %), na região central e leste da bacia. Na parte norte da Bacia, na direção de sua foz, encontra-se a área urbana do município de Viçosa, ocupando 18,13 % da Bacia. Em termos de agricultura, as plantações de café são predominantes, ocupando 4,87 % da área, e outros tipos de cultura representam 3,08 %.

4.2 Modelo Digital de Elevação Hidrológicamente Consistente (MDEHC)

O modelo obtido representou satisfatoriamente o relevo da área, conforme ilustra a **Erro! Fonte de referência não encontrada.**

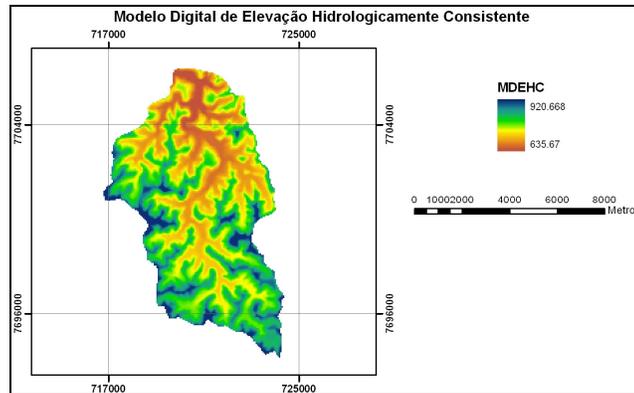


Figura 3 - Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente da BHR SB

4.3 Mapa de Riscos para a bacia

Após a aplicação do MCE (análise multicritério), foi obtido o mapa de riscos (Figura 4), no qual dois focos de problemas ficaram evidentes e, ao se analisar essa região percebeu-se que ali se concentram pocilgas, suinoculturas, lagoa de tratamento, currais, barramentos, granjas, agricultura e plantação de café, além de uma pequena área urbana.

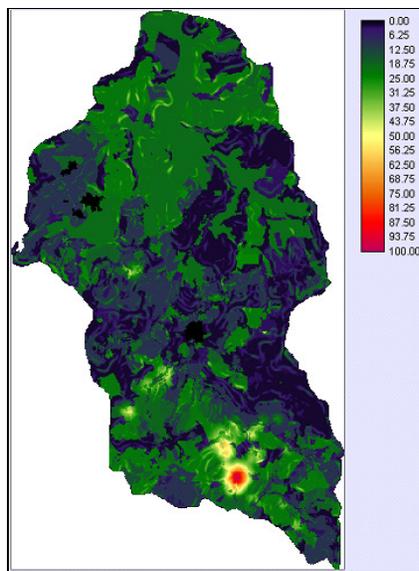


Figura 4 – Mapa de Risco gerado para a BHR SB

5. Discussões

5.1 Intervenção 1

É necessário eliminar erosões e voçorocas da bacia a fim de evitar assoreamento da hidrografia além de modificar a cobertura do solo de maior risco: reflorestamento de solo exposto e pastagem degradada. A fim de modelar tal intervenção foram retiradas da análise as erosões e as voçorocas, uma vez que elas serão eliminadas com plantio na região. Para simular o reflorestamento em áreas de solo exposto e de pastagem degradada foi gerado um novo mapa de ponderação do uso de solo, porém considerando essas duas classes como mata baixa e atribuindo a mesma ponderação a elas. Desta forma obteve-se um novo mapa de risco (Figura 5).

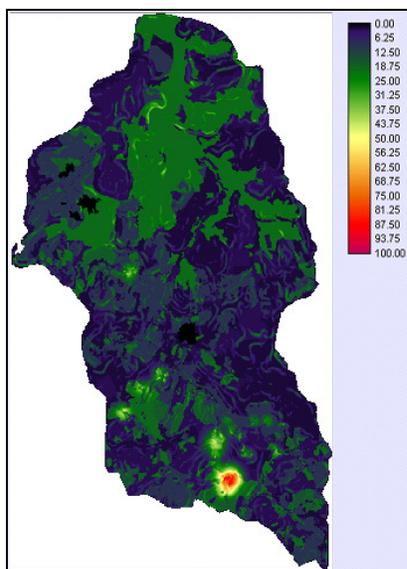


Figura 5 – Mapa de Risco gerado para a BHRSB após a primeira intervenção

5.2 Intervenção 2

Sugere-se também que seja feita uma intervenção na lagoa de tratamento, da seguinte maneira:

- 1- Impermeabilização do fundo da lagoa e das paredes (não polui lençol freático);
- 2- Alterar declividade da lagoa de forma que os dejetos se acumulem no fundo e sejam retirados periodicamente;
- 3- Manutenção periódica dos dejetos;
- 4- Redimensionamento da lagoa de forma a manter boa margem de segurança.

Essa intervenção será modelada reduzindo o peso da lagoa de tratamento, da suinocultura e da pocilga, uma vez que os dejetos delas serão encaminhados a essa lagoa após passar por processos de tratamento. Desta forma obteve-se um novo mapa de risco (Figura 6).

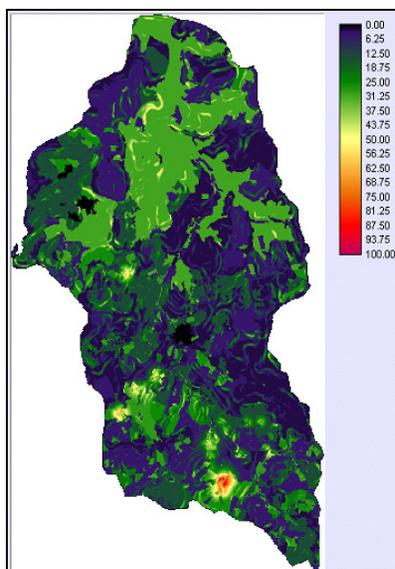


Figura 6 – Mapa de Risco gerado para a BHRSB após a segunda intervenção

8. Conclusões

A capacidade de tomada de decisão com resultados mais precisos está relacionada com a capacidade do gestor e com a quantidade e qualidade das informações disponíveis de determinada área. Nesse aspecto, pode-se dizer que os objetivos foram alcançados, uma vez que foi encontrada uma área de risco de maior proporção na região sul da bacia em estudo, o que foi comprovado ao se verificar uma concentração de criadouros de animais (focos de poluição) nessa região.

Após a primeira intervenção (simulação), na qual foram eliminadas voçorocas, erosões e problemas relacionados a solo exposto, ainda há um foco de risco, porém de menor intensidade e área, ou seja, houve uma diminuição significativa do risco gerado, que pode ser obtido na prática através do reflorestamento das áreas afetadas.

A segunda intervenção, relacionada justamente aos problemas de criadouro de animais, reduziu a intensidade da área de risco em questão, além disso, reduziu levemente sua área se comparada à intervenção anterior, porém devido à nova redistribuição dos pesos, novos focos começaram a surgir, ou seja, o risco começa a se descentralizar. Como sua intensidade diminuiu muito, as intensidades de risco de outras áreas (que antes não se destacavam) se sobressaíram.

As intervenções simuladas no MCE apresentaram resultados satisfatórios para a bacia, sendo um forte indicador de que elas devem ser aplicadas a fim de se melhorar a qualidade da água na região e de se reduzir os riscos de assoreamento, portanto, resultando numa melhora nas condições ambientais da bacia.

Referências Bibliográficas

Almeida, A.T. e Costa, A.P.C. S. **Aplicações com métodos multicritério de apoio à decisão**. Recife, 2003.

Cardoso, C.A; Dias, H.C.T; Soares, C.P.B; Martins, S.V. **Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do rio Debossan, Nova Friburgo – RJ**. Revista *Árvore*, volume 30, número 002, pg.241-248. Viçosa-2006.

Porto, M. F. A.; Branco, S. M.; Luca, S. J. de. **Caracterização da qualidade da água**. In: PORTO, R. L. L. (Org.). *Hidrologia ambiental*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo/Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1991. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos, v. 3).

Teixeira, M. C. L.; Coelho, D. J. S. **Oficina de Planejamento do Ribeirão São Bartolomeu**. EMATER-MG, IEF. 2001. 39 p.