

## UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS SIG COMO SUBSÍDIO AO ORDENAMENTO TERRITORIAL – ESTUDO DE CASO DO RIBEIRÃO DO FEIJÃO, SÃO CARLOS – SP<sup>1</sup>

HÉLIO JOSÉ DA SILVA <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Apresentado no XII Seminário de Meio Ambiente e Energias Renováveis

<sup>2</sup> Mestrando em Engenharia de Energia na Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI);

E-mail: [heliohjs01@gmail.com](mailto:heliohjs01@gmail.com)

### RESUMO

O presente estudo visa abordar as condições ambientais em que se encontra um trecho do Ribeirão do Feijão, no município de São Carlos, São Paulo utilizando ferramentas de Sistema de Informações Geográficas (SIG). Em termos metodológicos, empregaram-se técnicas de geoprocessamento como meio de se fazer uma análise simplificada de uma área de grande relevância para a região em termos de recursos hídricos uma vez que as alterações das condições ambientais dessa região podem levar a graves consequências negativas de ordem ambiental, social e econômica. Os resultados e as considerações finais terão por base os levantamentos descritivos das condições atuais de um trecho do ribeirão do Feijão através da utilização de imagens de satélite uma vez que o geoprocessamento representa uma importante ferramenta de análise de uso e ocupação do solo sendo, portanto, indispensável para o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica.

**Palavras-chave:** Planejamento Urbano, Desenvolvimento Sustentável, Sistema de Informações Geográficas.

USE OF GIS TOOLS AS A SUBSIDY TO LAND USE PLANNING – CASE STUDY OF  
RIBEIRÃO DO FEIJÃO, SÃO CARLOS – SP.

## ABSTRACT

The present study aims to address the environmental conditions in which a section of Ribeirão do Feijão is located in the municipality of São Carlos, São Paulo using Geographic Information System (GIS) tools. In methodological terms, geoprocessing techniques were used as a means of making a simplified analysis of an area of great relevance to the region in terms of water resources since changes in the environmental conditions of that region can lead to serious negative consequences of order Environmental, social and economic. The results and the final considerations will be based on the descriptive surveys of the current conditions of a section of the Feijão creek through the use of satellite images since geoprocessing represents an important tool for analysis of land use and occupation, Indispensable for the territorial planning of a river basin.

**Keywords:** Urban Planning, Sustainable Development, Geographic Information System.

## INTRODUÇÃO

A adoção de modelos de desenvolvimento que preconiza a utilização infinita dos recursos naturais acarretou diversas consequências negativas tanto à natureza como ao próprio homem. Conforme Costa *et al.* (2015) o emprego de modelos de uso do solo nos quais seja possível notar o impacto de regulações de usos do solo alternativos e disciplinamentos futuros e de ordenamento do meio ambiente pode evitar transformações irreversíveis do solo.

O crescente avanço sobre as áreas de mananciais por meio da supressão da vegetação principalmente das matas ciliares, seja pelas atividades agropecuárias ou pela expansão das áreas urbanas, tem causado efeitos extremamente deletérios sobre os recursos hídricos, já que os poluentes são carregados para o curso d'água, afetando diretamente a quantidade e a qualidade da água (ROSA; FRACETO; MOSCHINI-CARLOS, 2012).

No Brasil, segundo Carneiro (2008) ocorre uma desarticulação entre os instrumentos de gerenciamento dos recursos hídricos e os de planejamento do uso do solo, elucidando uma deslegitimação do planejamento e da legislação urbanística nas cidades, caracterizadas predominantemente pela informalidade e ilegalidade na ocupação do solo. O planejamento e ordenamento do desenvolvimento agrícola e urbano podem evitar custos onerosos à administração, gestores e, conseqüentemente, a toda população (SPERANDELLI *et al.*, 2013).

De acordo com Filho *et al.* (1997), é possível a utilização de informações digitais de imagens de satélites e geoprocessamento para monitorar o uso e ocupação do solo em uma microbacia. Através desse recurso é possível analisar e identificar fatores de pressão e impactos sobre o ambiente, compreender as mudanças recentes, a história da área e os elos entre as características do meio biofísico e socioeconômico e, em especial, sua relação com a qualidade da água tanto que Souza *et al.* (2013) e Fernandes *et al.* (2014) verificaram efeitos nocivos nos corpos d'água em áreas agrícolas rurais desenvolvidas em zonas marginais tropicais.

Sendo assim, este trabalho teve por finalidade fazer um levantamento do uso e ocupação atual do solo da sub-bacia do Ribeirão do Feijão, no município de São Carlos apresentando um cenário atualizado das condições ambientais através da análise de dados brutos de imagens via satélite e ferramentas SIG a fim de auxiliar o planejamento do uso e ocupação do solo de uma determinada área da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão no município de São Carlos, SP.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Materiais*

Foram utilizados no processo de obtenção dos resultados os seguintes materiais: Carta topográfica de São Carlos (SF-23-Y-A-I-1) com escala 1:50.000 (IBGE, 1972); Bandas: 3,4,5 (INPE, 2016) - Características da imagem: Data da imagem: 01/09/2016; Resolução espacial: 23,5 m; Fonte: Satélite RESOURCESAT; *Global Mapper* 11.0; *Software* IDRISI Andes 15.0 (EASTMAN, 1995).

Os elementos cartográficos utilizados para a elaboração dos mapas seguem as bases do Sistema Brasileiro Geodésico, adotando o Datum planimétrico Córrego Alegre, com a projeção UTM, referente ao Fuso 23S.

### *Área de estudo*

A bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão está localizada entre as coordenadas 22°12'58" de latitude Sul e 47°52'10" de longitude Oeste e 21°59'53" de latitude Sul e 47°40'21" de longitude Oeste no estado de São Paulo, abrangendo os municípios de São Carlos, Analândia e Itirapina. Possui uma área de aproximadamente 22.240 hectares compondo a bacia do Tietê-Jacaré. Na figura 1 é mostrada a localização da área de estudo. A região de estudo está

localizada nas províncias das cuevas basálticas, localizada entre o planalto ocidental e a depressão periférica, estando totalmente localizada sobre o Sistema Aquífero Guarani, compondo a bacia sedimentar do Paraná. A vegetação primitiva foi substituída em muitos pontos por cultura canavieira, citrus e reflorestamentos, contudo ainda existem núcleos com vegetação nativa em terrenos cuja declividade é acentuada ou os solos apresentam baixa fertilidade. Com relação ao clima a região caracteriza-se por dois tipos climáticos segundo Köppen: Cwa e Cwb. Este é típico das regiões serranas com altitudes entre 800 e 1.000 m, sendo a temperatura do mês mais quente inferior a 22°C. Com relação aos aspectos pedológicos, predominam na bacia, segundo Nishiyama (1991), Areia Quartzosa Profunda e Latossolo Vermelho Amarelo, apresentando baixa fertilidade e acidez elevada.

### *Métodos*

Primeiramente, a carta SF-23-Y-A-I-1 foi georreferenciada com o auxílio do *software Global Mapper* 11.0. Em seguida, foi delimitado um trecho da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão e suas respectivas drenagens através da digitalização das curvas de nível presentes na carta. Após a vetorização, as classes mapeadas foram convertidas para a extensão matricial no *software* IDRISI Andes 15.0 (EASTMAN, 1995). Buscaram-se então as imagens do satélite RESOURCESAT no *site* da EMBRAPA da região de estudo, criando-se um arquivo correlacionando a verdade terrestre com as informações da carta.

A fim de limitar a área de estudo, foi calculado um novo número de colunas (Equação 1) e de linhas (Equação 2) através das coordenadas máximas e mínimas que abrangessem a área de estudo:

$$\text{Nº de colunas} = X_{\text{máx}} - X_{\text{mín}} / \text{resolução da imagem} \quad (1)$$

$$\text{Nº de linhas} = Y_{\text{máx}} - Y_{\text{mín}} / \text{resolução da imagem} \quad (2)$$

Para gerar o Mapa de uso e cobertura do solo realizou-se a composição colorida falsa cor, utilizando as bandas 3, 4 e 5 escolhidas através da análise de seus respectivos histogramas com o intuito de gerar o melhor resultado possível. As áreas conhecidas foram identificadas e marcadas na composição colorida falsa cor de acordo com as diferentes colorações e texturas presentes na

imagem gerada e por meio da máxima verossimilhança foi gerando um mapa de uso e cobertura do solo.

Para gerar o mapa hipsométrico ou MDT (Modelo Digital de Terreno) foi necessário digitalizar as curvas de nível da carta topográfica em escala 1:50.000 (IBGE, 1972) considerando um espaçamento de 20 m de altitude. Por fim, gerou-se a sobreposição das seguintes camadas geradas pelo *Software* IDRISI Andes 15.0 (EASTMAN, 1995): mapa de uso e cobertura do solo, curvas de nível e a carta de declividade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As imagens do satélite RESOURCESAT, bandas 3, 4 e 5 foram obtidas junto ao banco de imagens do site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016). Através do histograma apresentado no *software* IDRISI Andes 15.0 (EASTMAN, 1995) foram feitas análises de reflectância, radiância e contraste a fim de determinar quais apresentavam melhor resolução para se fazer a composição falsa cor: foi possível constatar que as bandas 3, 4 e 5 foram as que apresentavam maior reflectância e, por isso foram utilizadas para estudo.

Utilizando-se o *software Global Mapper* 11.0 foi possível obter informações a cerca das coordenadas reais dos pontos de interesse e com tais dados foi possível fazer o georreferenciamento das bandas no *software* IDRISI Andes 15.0 (EASTMAN, 1995).

Após o georreferenciamento da carta topográfica, foi realizada a digitalização das curvas de nível conforme figura 2. Após a digitalização das curvas de nível, fez-se necessário vetorizar as mesmas, obtendo a carta mostrada na figura 3.

Em seguida, criou-se a composição colorida falsa cor a partir das bandas 3, 4 e 5 georreferenciadas, conforme a figura 4. Tendo em mãos a composição colorida falsa cor, foi possível gerar o mapa de uso e cobertura do solo conforme figura 5, produto este necessário para as análises de planejamento territorial urbano.

A análise do uso e ocupação do solo na bacia do Ribeirão do Feijão apresentou as principais atividades antrópicas desenvolvidas na bacia e as pressões que estas atividades causam sobre os atributos do meio físico da região. As características no ordenamento territorial identificadas nessa bacia são respectivamente: pastagem, plantação de eucalipto, plantação de laranja, plantação de cana, mata nativa bem como solo exposto.

A seguir é apresentado o modelo digital de terreno, conhecido por MDT, da região de estudo. Com tal modelo é possível uma total visualização do relevo da área de interesse, pois apresenta a área em todas as direções. Devida a má interpretação de dados pelo programa, em determinados pontos da figura 6 surgiram algumas deformações, sua origem provem da maneira que o *software* calcula as diferenças entre as curvas, onde não há variação de altitude existe conflito de informações e a presença de “espirros” em forma de estrela. A solução para diminuir tal anomalia foi inserir mais curvas e pontos de acordo com a altimetria presente na carta original nos intervalos que apresentaram tais problemas, que apesar dos esforços para sua correção permaneceram presentes ainda em alguns pontos.

Os mapas de declividade apresentados pela figura 7 e 8 constituem ferramenta que tem como objetivo apresentar as inclinações de uma área em relação a um eixo horizontal. Ao lado dos demais mapas como o hipsométrico, o topográfico e o de uso e ocupação do solo, sugerem a melhor forma de utilização do solo uma vez que é possível observar o relevo, estipular as aptidões agrícolas da área, os potenciais riscos de erosão, restrições de uso e ocupação urbana, entre outros.

Por último foi apresentado na figura 9 a sobreposição entre mapa de uso e cobertura do solo, curvas de nível e a composição colorida falsa cor, sintetizando informações de grande importância para o processo de tomada de decisão com relação ao planejamento territorial.

## CONCLUSÃO

Os mapas gerados levam a percepção que a área da bacia do Ribeirão do Feijão estudada apresenta grandes modificações do espaço natural sendo esses trechos ocupados principalmente por atividades agrícolas. Sendo assim, o geoprocessamento é uma importante ferramenta de análise de uso e ocupação do solo sendo indispensável para o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica visto que há tempos atrás o mesmo procedimento demandaria enorme quantidade de tempo e recursos humanos e financeiros.

## REFERÊNCIAS

CARNEIRO, P.R.F. **Controle de inundações em bacias metropolitanas considerando a integração do planejamento do uso do solo à gestão dos recursos hídricos. Estudo de caso:**

**Bacia dos rios Iguaçu/Sarapuí na região metropolitana do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro, 2008.296 p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós- Graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

COSTA, C. W. ; DUPAS, F. A. ; LORANDI, R.; OLIVEIRA, E. Z. Follow-up of environmental impacts upon water sources of São Carlos, Brazil. **14 TH COMPUTERS IN URBAN PLANNING AND URBAN MANAGEMENT.** p. 156-22. Disponível em: <<http://web.mit.edu/cron/project/CUPUM2015/proceedings>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

EASTMAN, J. R. **Manual do Idrisi for Windows: introdução e exercícios tutoriais.** UFRGS/ Centro de Recursos Idrisi, Porto Alegre, p. 245, 1995.

FERNANDES, J. F.; DE SOUZA, A. L. T.; TANAKA, M. O.. Can the structure of a riparian forest remanant influence stream water quality? A tropical case study. **Hydrobiologia**, v. 724, p. 175-185, 2014.

FILHO, V. M.; DONZELI, P. L.; PINTO, S. dos A. F., et al. Monitoramento dadinâmica do uso agrícola e vegetação natural em microbacias hidrográficas através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Rio de Janeiro, 1997. **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO.** Anais... (CD ROM), Rio de Janeiro, 1997.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Folhas topográficas de São Carlos e Corumbataí-* SF-23-Y-A-I-1 e SF-23-Y-A-I-2. Escala 1:50.000, 1972.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em <<http://www.inpe.br>>. Acesso em 01/09/2016.

LUZ, F. G. F. **Avaliação do potencial dos dados da SRTM – Shuttle Radar Topography Mission – por meio da análise da estimativa da perda de solo para a bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão, São Carlos, SP.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Energia. Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática – NEPA, IRN. Universidade Federal de Itajubá, 2012.

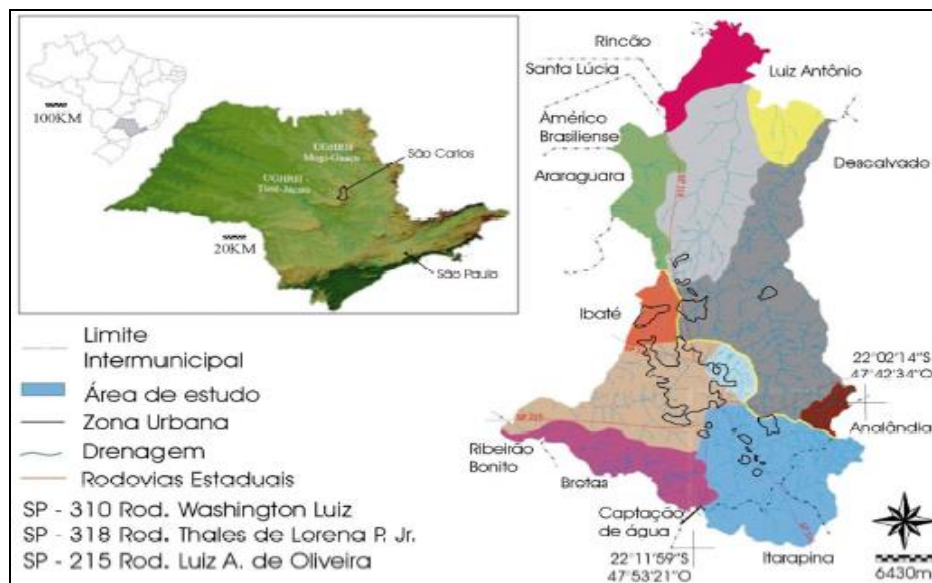
NISHIYAMA, L.. *Mapeamento Geotécnico preliminar da quadrícula de São Carlos, SP.* Tese de Doutorado em Geotécnica, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

ROSA, A. H. ; FRACETO, L. F. ; MOSCHINI-CARLOS, V. **Meio ambiente e sustentabilidade.** Porto Alegre: Bookman, 2012.

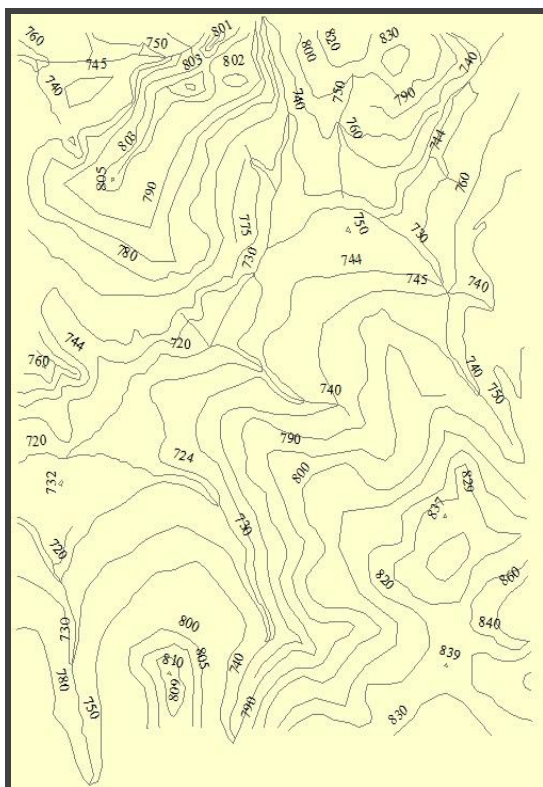
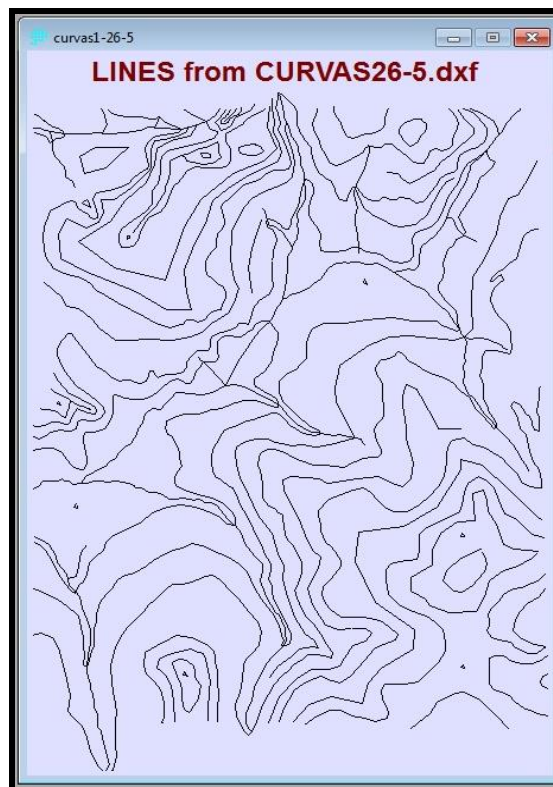
SOUZA, A.L.T., FONSECA, D.G., LIBÓRIO, R.A., TANAKA, M.O.. Influence of riparian vegetation and forest structure on the water quality of rural low-order streams in SE Brazil. **Forest Ecology. Management.** v.298, p.12–18, 2013.

SPERANDELLI, D.; DUPAS, F.A.; PONS, N.A.D. Dynamics of urban sprawl, vacant land, and green spaces on the metropolitan fringe of São Paulo, Brazil. **Journal of Urban Planning and Development**, v.139, n.4, p.274-279, 2013.

## ANEXOS



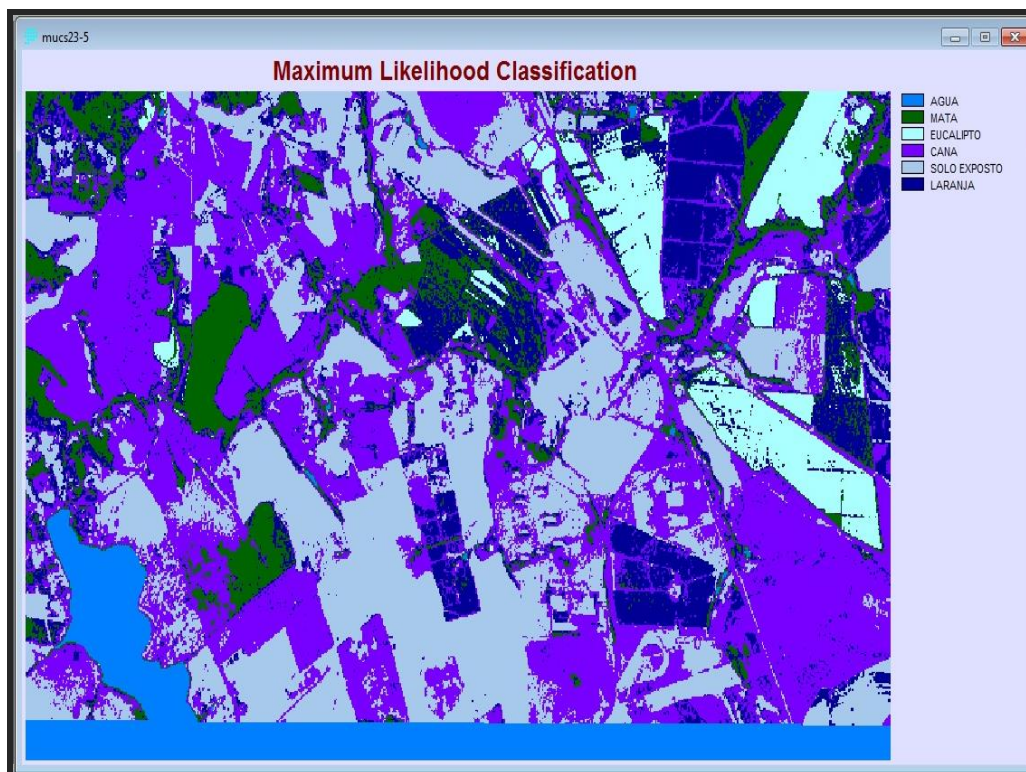
Fonte: LUZ (2012)

**Figura 1** – Localização da área de estudo.**Figura 2** - Curvas de nível digitalizadas.**Figura 3** – Curvas de nível vetorizadas.

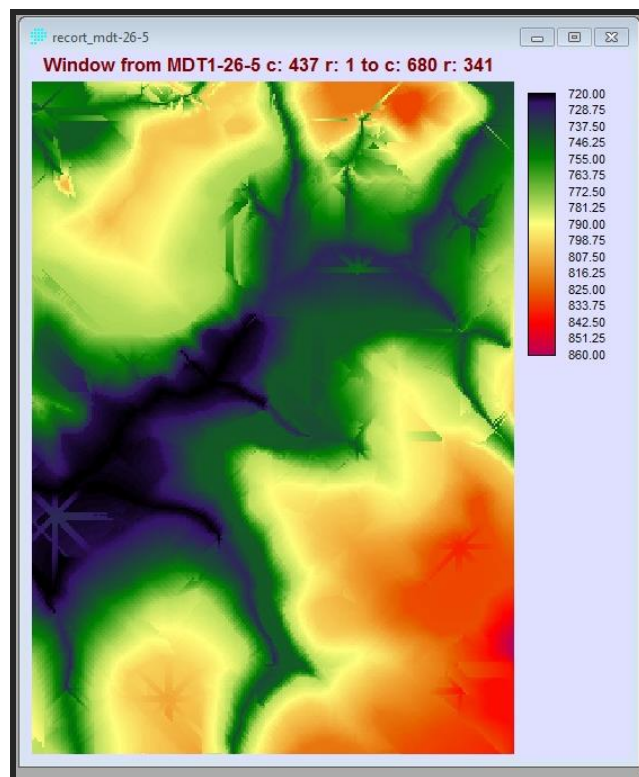




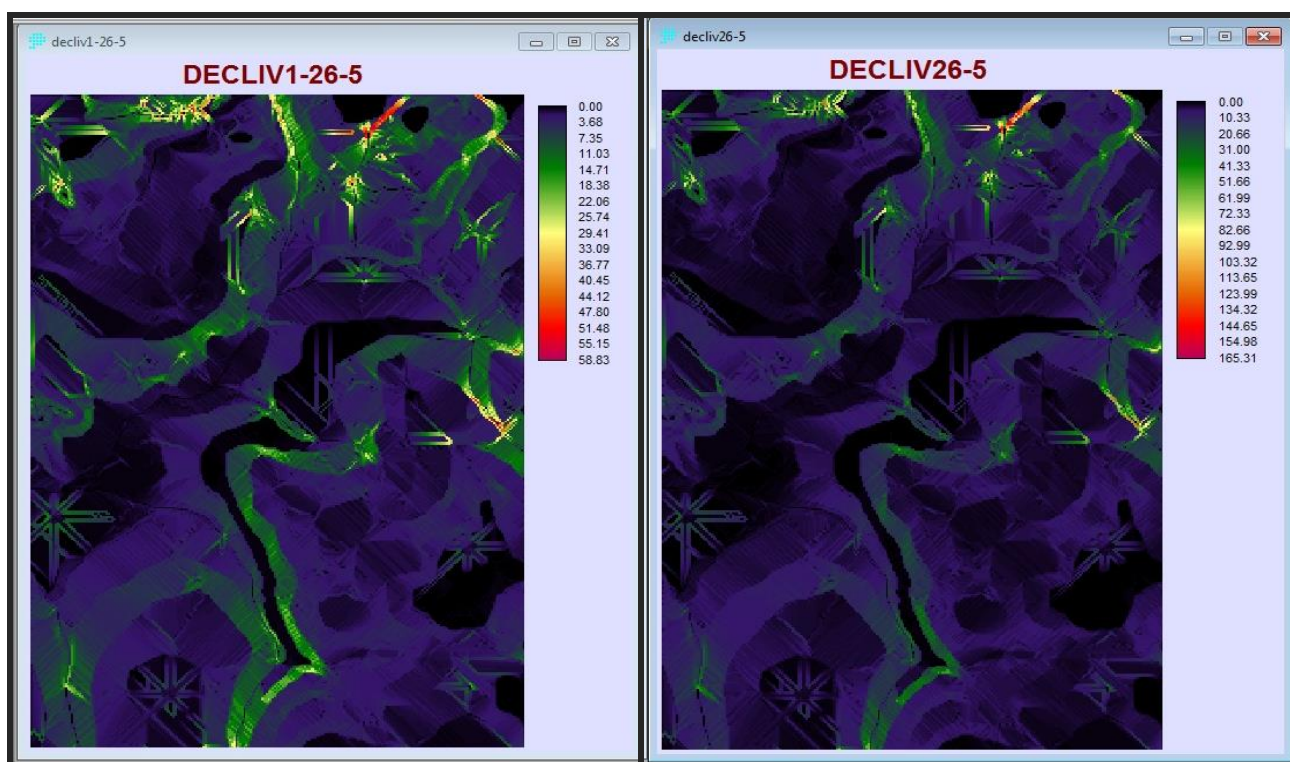
**Figura 4** – Composição falsa cor do trecho de estudo na bacia hidrográfica do Ribeirão Feijão, em São Carlos-SP.



**Figura 5** – Mapa de uso e cobertura do solo.



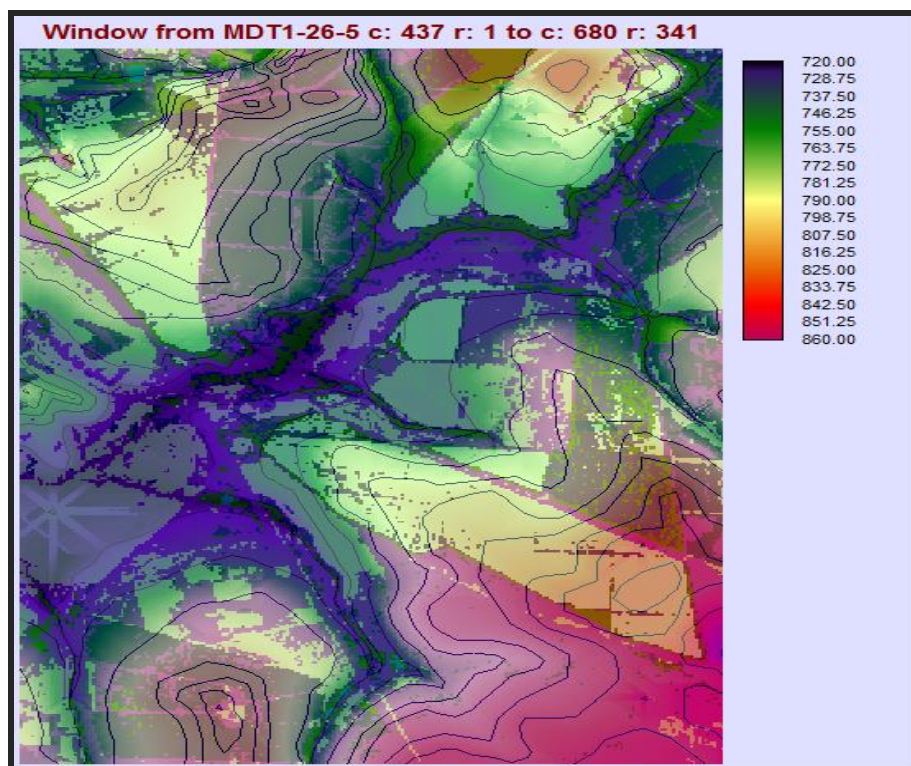
**Figura 6** – Modelo digital de terreno (MDT).



**Figura 7** - Mapa de declividade em graus.

**Figura 8** - Mapa de declividade em porcentagem





**Figura 9** - Composição de imagens.