

AVALIAÇÃO DA IMPORTÂNCIA DE CARACTERIZAÇÃO DO MEIO FÍSICO DA BACIA DO CÓRREGO CAÇULA – ILHA SOLTEIRA/SP. *SANTOS, F.M.¹ & LOLLO, J.A.²*

Resumo – Muitos dos processos de degradação ambiental têm origem em processos de degradação física do solo, em particular a erosão, dificultando o uso das áreas. Os estudos desenvolvidos com apoio de sistema de informações geográficas – SIG permite um processo de caracterização expedita e de baixo custo que pode ser uma alternativa para caracterizar o meio natural em escala apropriada para atividades de planejamento e pode fornecer as bases adequadas para detalhamentos posteriores para solução de problemas locais. Nesse sentido os dados da SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) disponíveis no sítio online TOPODATA contribuem à análise do meio físico, pois disponibilizam subsídios para a análise espacial, através de aplicativos e ferramentas oferecidas pelos SIGs. Neste trabalho foi possível avaliar a importância deste tipo de caracterização do meio físico a partir da representação dos atributos geomorfológicos da bacia hidrográfica do córrego Caçula – Ilha Solteira/SP, através das cartas de altimetria, declividades, curvatura vertical e curvatura horizontal. A utilização dos dados SRTM mostrou-se eficiente para a elaboração das cartas, visto que os resultados condizem com a realidade local e desta forma podem ser utilizados para orientar o planejamento territorial, dando suporte a tomada de decisões e implantação ou agregação de novos dados ao plano diretor.

Palavras – chave: Ilha Solteira, Projeto Topodata, Planejamento territorial.

IMPORTANCE'S EVALUATION OF ENVIRONMENTAL CHARACTERIZATION OF Córrego DO CAÇULA BASIN AND ENVIRONMENTAL DEGRADATION PROCESSES FOCUSING TERRITORIAL PLANNING.

Abstract – Most of environmental degradation processes have its origin associated with soil physical degradation, i.e. erosion. Its occurrence usually makes difficult future uses for these areas. SIG usage allows quick and low cost characterization processes of environment supporting proper data for planning activities and ulterior recovery works. SRTM mission data from Topodata Project are free access and can be used in spatial analysis for these applications. This article focuses an application of SRTM data for geomorphological survey in Caçula Stream watershed - Ilha Solteira (SP). Basic and derivate terrain attributes, like altimetry, steepness, vertical curvature and horizontal curvature; were used for evaluate and analyze basin dynamic. SRTM data usage was efficient for describing relief conditions in Caçula watershed and the obtained data may be used in the future for territorial planning, supporting decisions in local Master Plan.

Keywords: Ilha Solteira, Topodata Project, Territorial Planning.

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP – Email: fran.mendonca@hotmail.com

² Universidade Estadual Paulista – UNESP – Email: lolloja@dec.feis.unesp.br

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Mota (1995), o planejamento territorial de uma bacia hidrográfica com base em suas características do meio físico constitui o melhor método para evitar a degradação de seus recursos hídricos. Além disso, as medidas de controle do escoamento das águas superficiais, de proteção da vegetação, de disciplinamento da ocupação do solo, e de controle da erosão, têm reflexos na proteção dos recursos hídricos, tanto quantitativa como qualitativamente (DIBIESO, 2007).

Nesse sentido, dentre os processos de degradação, a urbanização gera impactos diversos, como impermeabilização da superfície, remoção da vegetação ciliar, e aumento de lançamento de resíduos; que comprometem a qualidade ambiental como um todo e, em particular, dos recursos hídricos com o comprometimento do abastecimento público de qualidade. Segundo Mota (1995) a diminuição da vegetação diminui o potencial de infiltração do solo e ocasiona o maior escoamento superficial, erosão do solo e conseqüente carregamento de materiais para o curso d'água, o que possibilita o assoreamento de cursos d'água e alteração na capacidade de armazenamento dos mananciais.

Nessas situações, o conhecimento dos atributos do meio físico que controlam os processos dinâmicos das Bacias Hidrográficas pode permitir a adoção de instrumentos de gestão eficazes não só na proteção dos recursos naturais como no planejamento urbano e regional com boas condições de reduzir danos ao ambiente natural e construído.

A utilização dos dados digitais do projeto TOPODATA (VALERIANO, 2008; VALERIANO e ALBUQUERQUE, 2010) é uma alternativa de representação das condições do relevo. O projeto TOPODATA disponibiliza variáveis geomorfométricas obtidas de dados SRTM produzidos originalmente na resolução espacial de 3 arco-segundos (~90m) para 1 arco-segundo (~30) por krigagem, onde, em seguida, foram aplicados algoritmos de análise geomorfométrica sobre os dados refinados para o cálculo de variáveis.

De acordo com Muñoz et al.(2011) o banco de dados TOPODATA têm como um de seus objetivos possibilitar o aprimoramento do conhecimento das relações solo-relevo e, conseqüentemente, contribuir ao desenvolvimento de metodologias para o mapeamento sistemático de solos no Brasil.

A iniciativa TOPODATA propõe que derivações básicas da informação topográfica estejam prontamente à disposição da comunidade para seu uso. Desta forma através destes dados digitais disponíveis é possível utilizar o TOPODATA para identificar os atributos geomorfológicos da bacia hidrográfica: declividade, orientação de vertentes, curvatura horizontal e vertical além de insumos para o delineamento da estrutura de drenagem. Tais variáveis correspondem aos elementos básicos sobre os quais se fundamentam as técnicas de interpretação e análise do relevo, podendo ser usadas para entendimento da dinâmica da superfície, e servindo de base para elaboração de mapas, sendo disponibilizadas para uso em <http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>.

Em relação à declividade do terreno, devido à sua estreita associação com processos de transporte gravitacional (escoamento, erosão, deslizamento), é uma variável básica para ao estudo geomorfológico. É definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0 a 90°, embora seja mais comumente expressa em porcentagem (VALERIANO, 2008). A inclinação pode ser obtida diretamente em campo com devida instrumentação ou indiretamente, tratando-se de Modelos Digitais de Elevação, por análise dos desníveis de pixels vizinhos (VALERIANO e ALBUQUERQUE, 2010).

A curvatura vertical expressa o formato da vertente quando observada de perfil. É a variação da declividade ao longo de uma determinada distância, ou seja, refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil e é expressa em diferença de ângulo

dividida por distância horizontal. Por sua vez, a curvatura horizontal expressa o formato da vertente quando observada em projeção horizontal. Em analogia à relação entre a curvatura vertical e declividade, a curvatura horizontal pode ser descrita como a variação da orientação de vertentes ao longo de uma determinada distância, ou seja, refere-se ao caráter de divergência ou convergência das linhas de fluxo (VALERIANO e ALBUQUERQUE, 2010).

Essas variáveis, segundo Valeriano (2008), devido a sua natureza local podem ser calculadas em ambiente de SIG e apresenta qualidade relativamente aceitável tal como ganhos operacionais absolutos, sobretudo de velocidade e padronização. Dessa forma, o TOPODATA possibilita uma série de desenvolvimentos em busca de metodologias e algoritmos de derivação geomorfológica, e tem como resultado a geração de um extenso banco de dados estruturado na forma de planos de informação, em cobertura nacional, para livre uso pela comunidade científica.

1.1. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo avaliar a importância de se caracterizar o meio físico da Bacia Hidrográfica do Córrego Caçula, localizado no município de Ilha Solteira, mais especificamente a partir da elaboração de cartas quantificando os atributos geomorfológicos: altimetria, declividade, curvatura vertical e curvatura horizontal. Para isto utilizar-se-á as variáveis disponíveis no Banco de Dados Topodata/SRTM.

1.2. Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Córrego Caçula situa-se no município de Ilha Solteira/SP que pertence a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHI 18 – São José dos Dourados, na região noroeste do Estado de São Paulo (Figura 1). A UGRHI 18 é definida por uma série de bacias hidrográficas de cursos d'água, a maioria de pequeno porte, que deságuam no reservatório formado no rio Paraná pela barragem da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira (SIGRH, 2012).

O município de Ilha Solteira localiza-se entre os meridianos 51°00' e 51°30'W e os paralelos 20°15' e 20°45'S e apresenta uma população de 25.064 habitantes, sendo 23.520 na área urbana e uma área de unidade territorial de 656,225 km² (IBGE, 2012).

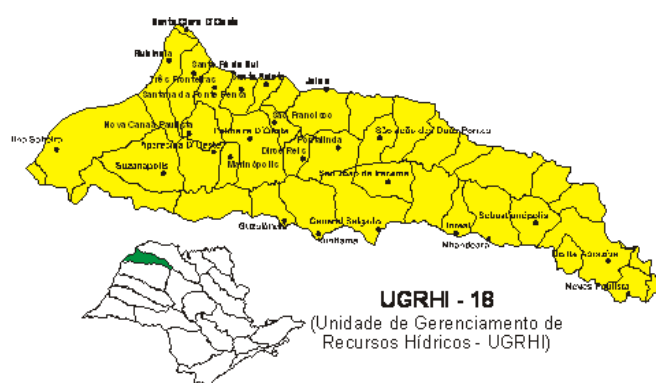


Figura 1. Localização da UGRHI 18 – São José dos Dourados.

Fonte: SIGRH, 2012.

O crescimento populacional e a expansão da ocupação urbano no município exigiram investimentos em infraestrutura para atender a população o que potencializou a degradação do solo previamente iniciada com as atividades pecuárias.

Tavares (2008) caracterizou o uso do solo no município como predominantemente pecuária (quase 87% da área do município). No entanto, a expansão da indústria sucroalcooleira em parte do

município, com plantio de cana-de-açúcar na área da bacia criou novas condições de dinâmica hídrica na área que carecem estudos detalhados.

De acordo com Cruz (2008) os córregos encontram-se praticamente desprovidos de mata ciliar, e a cobertura principal do solo é representada pelos campos antrópicos (pastagens) e agricultura.

O Córrego Caçula, objeto de estudo desta proposta, possui como um de seus afluentes um importante corpo d'água urbano que recebe a drenagem fluvial do município, o Córrego Sem Nome. Gonzaga et. al. (2010) constatou problemas com a qualidade de água do recurso, fortemente influenciada pelo uso e ocupação do solo, com indícios de ligações clandestinas de esgoto doméstico, escoamento superficial urbano, e fluxos provenientes da rede de drenagem urbana, além da ausência quase que total de mata ciliar nas Áreas de Preservação Permanente (APP) o que contribui diretamente com a degradação da qualidade de água do Córrego Caçula que tende a piorar nos próximos anos com o aumento da população.

Atualmente a prefeitura municipal de Ilha Solteira apresenta iniciativas com intuito de melhorar a qualidade ambiental desta Bacia Hidrográfica como: Projeto de captação de água fluvial e controle de erosão do município; Desenvolvimento do Programa Estadual de Microbacia Hidrográfica, que vislumbra o acompanhamento de duas microbacias (Microbacia do Cinturão Verde e a Microbacia do Córrego do Caçula); Projeto de controle de voçoroca na Microbacia do Córrego do Caçula além do projeto de financiamento FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos) de terraceamento e recomposição da mata ciliar (PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA, 2012).

A maioria dos projetos citados não têm resultado o controle esperado nos processos de degradação (erosão, em particular) simplesmente porque têm desconsiderado os atributos do meio natural (geomorfológicos e hidrológicos) objeto deste projeto.

2. MATERIAIS E MÉTODO

As informações sobre os atributos geomorfológicos foram obtidas do Projeto Topodata – INPE, que disponibiliza dados geomorfométricos locais derivados de dados SRTM para todo o território nacional (VALERIANO, 2008). Foram utilizadas, nesse estudo, as variáveis geomorfométricas altimetria, declividade, curvatura horizontal e curvatura vertical.

A partir da variável altimetria (derivação de ordem zero), com derivações em torno de cada ponto analisado operadas através de janelas móveis, o TOPODATA pode fornecer a declividade e a orientação de vertentes (derivadas de 1ª ordem) e as curvaturas vertical e horizontal (derivadas de 2ª ordem) como principais variáveis geomorfométricas locais.

Em relação à declividade, a partir dessas informações no Software ArcGis 10.0 foi possível realizar a operação de recorte da área de estudo e reclassificação, atribuindo as classes de declividade (em porcentagem) que mais se adaptem a área de estudo. As demais variáveis podem ser obtidas da mesma forma, através da importação das informações disponíveis no TOPODATA para o ArcGis 10.0, recorte da área de estudo bem como reclassificação, neste caso as classes de cada variável são definidas como: curvatura horizontal - convergente, planar e divergente, e, curvatura vertical - côncavo, retilíneo e convexo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Altimetria

Para elaboração da carta de altimetria representada pela figura 2, foi utilizada a imagem de radar SRTM/2003 disponível no sitio online do TOPODATA. A partir do MDE – Modelo Digital de Elevação também pode-se gerar a delimitação da bacia e extração da rede de drenagem da bacia.

A carta de altimetria tem como objetivo a representação da distância vertical dos pontos a uma superfície de referência, o que permite fazer a representação do relevo.

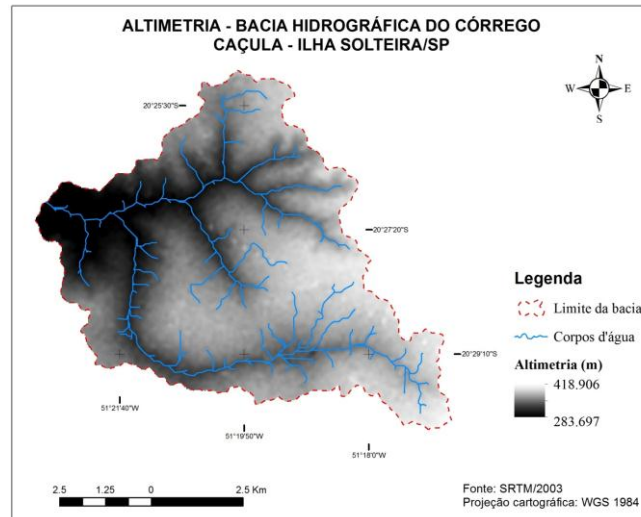


Figura 2: Carta de altimetria da bacia hidrográfica do córrego Caçula
Fonte: Próprio autor

3.2. Declividade

A carta de declividade foi elaborada a partir da imagem de radar SRTM/2003 disponível no site online do Projeto TOPODATA e reclassificadas no ArcGis 10.0 segundo as classes de declividade em porcentagem de inclinação (<2%, 2-5%, 5-10%, >10%). Deste modo a figura 3 apresenta a distribuição da área de estudo das quatro classes de declividade consideradas de acordo com a ocorrência na área.

A carta de declividade (ou carta clinográfica) representa o grau de inclinação do terreno, e é um importante fator para determinar a utilização do solo da bacia hidrográfica, destacam-se principalmente as áreas de 5 a 10% predominantes nas margens dos cursos d'água, seguidas pela classe de 2 a 5% nas áreas de escoamento, a classe <2% encontra-se distribuída pela área de pesquisa, sendo localizadas principalmente na área central, ao Leste e ao Norte da bacia hidrográfica. Por fim a classe >10% encontram-se principalmente próximo aos cursos d'água na parte norte da bacia hidrográfica.

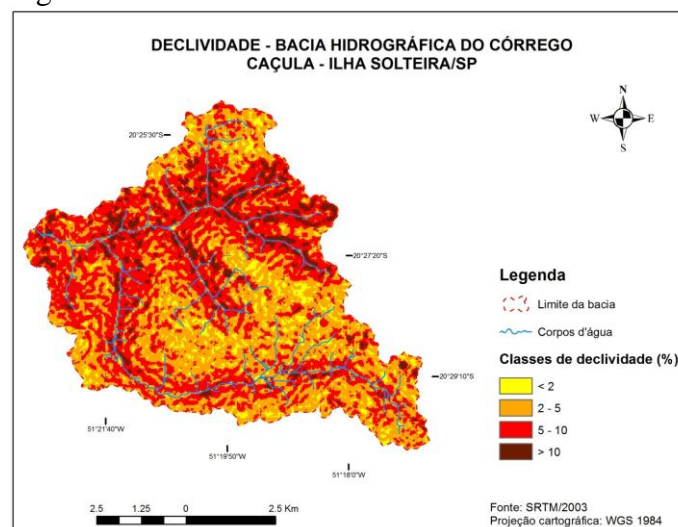


Figura 3: Carta de declividade da bacia hidrográfica do córrego Caçula
Fonte: Próprio autor

3.3. Curvatura vertical

A carta de curvatura vertical (figura 4) foi elaborada a partir dos dados obtidos do site do Projeto TOPODATA tratados no ARCGIS e representados segundo três classes (côncava, retilínea e convexa).

A curvatura vertical refere-se ao caráter convexo/côncavo do terreno, quando analisado em perfil. Esta variável está relacionada aos processos de migração e acúmulo de água, minerais e matéria orgânica no solo através da superfície, proporcionados pela gravidade. Associada à exposição de vertentes (aspecto), a curvatura vertical desempenha papel importante sobre a evapotranspiração e o decorrente balanço hídrico (VALERIANO, 2003).

Na carta destacam-se as classes de curvatura vertical convexa e retilínea, sendo a classe convexa predominante nas áreas de cotas mais altas e de maiores declividades e a classe retilínea bem distribuída por toda a bacia, por fim a classe côncava apresenta-se de forma significativa nas áreas de fundo de vale.

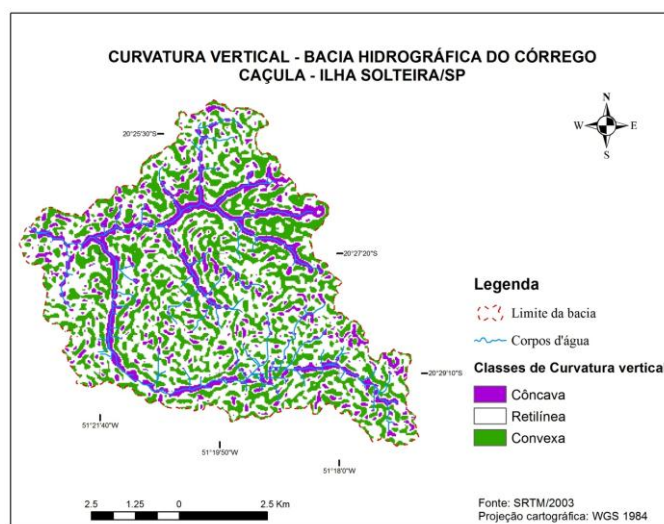


Figura 4: Carta de curvatura vertical da bacia hidrográfica do córrego Caçula
Fonte: Próprio autor

3.4. Curvatura horizontal

A carta de curvatura horizontal foi elaborada a partir dos dados obtidos do site do Projeto TOPODATA tratados no ARCGIS e representados segundo três classes (convergente, planar, divergente).

A curvatura horizontal de acordo com Valeriano e Carvalho (2003) refere-se ao caráter divergente/convergente dos fluxos de matéria sobre o terreno quando analisado em projeção horizontal. Esta variável está relacionada aos processos de migração e acúmulo de água, minerais e matéria orgânica no solo através da superfície, proporcionados pela gravidade, e desempenha papel importante sobre o decorrente balanço hídrico e os processos de pedogênese.

Na carta de curvatura horizontal representada pela figura 5, a classe mais expressiva na área de pesquisa é a planar, a classe de curvatura horizontal divergente é predominante em áreas de cotas mais altas, já a classe convergente encontra-se localizada principalmente nas áreas de fundo de vale.

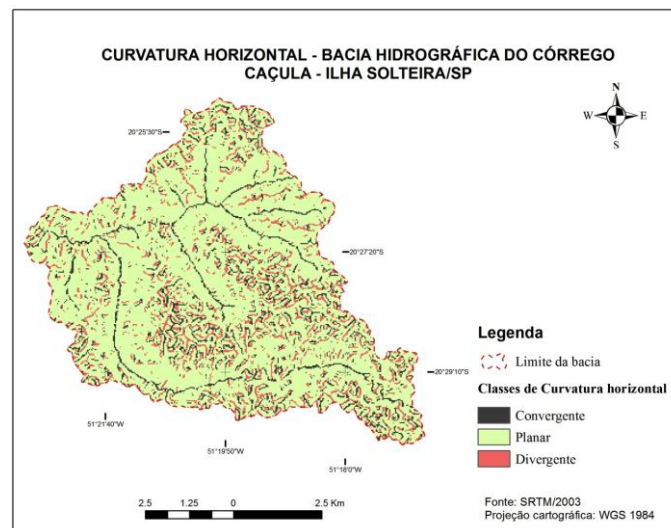


Figura 5: Carta de curvatura horizontal da bacia hidrográfica do córrego Caçula
Fonte: Próprio autor

4. CONSIDERAÇÕES

A demanda por recursos naturais é crescente em nossa sociedade, tanto do ponto de vista quantitativo como do qualitativo. Muitos dos processos de degradação ambiental têm origem em processos de degradação física do solo, em particular a erosão, dificultando o uso das áreas. Nessas situações, o conhecimento dos atributos do meio físico que controlam os processos dinâmicos das Bacias Hidrográficas pode permitir a adoção de instrumentos de gestão eficazes não só na proteção dos recursos naturais como no planejamento urbano e regional com boas condições de reduzir danos ao ambiente natural e construído.

Para Guerra e Cunha (2000) o relevo da bacia é um importante contribuinte para degradação de bacias hidrográficas, através da rugosidade topográfica e da presença de declives acentuados, instáveis. Tem um papel relevante no equilíbrio das encostas sendo um dos fatores da erosão potencial e do movimento de massa. Nesse sentido Santana (2003) complementa que o reconhecimento, a localização e a quantificação dos fluxos d'água nas encostas são de fundamental importância no entendimento dos processos geomorfológicos que governam as transformações do relevo, sob as mais diversas condições climáticas e geológicas.

A caracterização do meio físico que permita a compreensão de tais processos requer muitas vezes estudos em escalas de detalhe que podem ser caros e demorados, o que faz com que a maioria das intervenções, sejam realizadas, sem o apoio destes estudos ou a partir de estudos de caráter pontual.

Nesse contexto a utilização dos dados SRTM neste trabalho mostrou-se como uma alternativa eficiente na representação dos atributos geomorfológicos da bacia hidrográfica, visto que os resultados condizem com a realidade local, além de apresentar rapidez e baixo custo no processo de análise.

Os resultados alcançados são considerados satisfatórios uma vez que os atributos obtidos a partir desses dados possuem várias aplicações, além do mapeamento geomorfológico, como o planejamento territorial urbano local, podendo servir de suporte a tomada de decisões e implantação ou agregação de novos dados ao plano diretor municipal, uma vez que estes atributos podem formar uma base de dados passível de atualizações e análises em relação a caracterização do meio físico da bacia hidrográfica.

REFERÊNCIAS

- CRUZ, S.P. *Avaliação da degradação do meio físico por áreas de empréstimo usando Geoindicadores e Sistema de Informações Geográficas - área urbana de Ilha Solteira (SP)*. Ilha Solteira, 2008. 161p. Dissertação (mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP. 2008.
- DIBIESO, E. P. (2007). *Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego do Cedro – Presidente Prudente/SP. Presidente Prudente, 2007*. 171 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.
- GONZAGA, M.L. (2012). *Análise da dinâmica ambiental da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça (Três Lagoas/MS) considerando o uso do solo e a legislação pertinente*. Ilha Solteira, 2012. 147 p. Dissertação (mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.
- GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. *Geomorfologia e meio ambiente*. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *IBGE cidades*. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>>. Acesso em 20 de abril 2012.
- MOTA, S. (1995). *Preservação e Conservação dos Recursos Hídricos*. Rio de Janeiro, Editora ABES, 587 p.
- MUÑOZ, V. A.; VALERIANO, M. M.; WEILL, M. A. M. Estudo das relações solo-relevo pela análise geomorfométrica de dados SRTM e TOPODATA e a técnica de recuperação de conhecimento a partir de mapas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15. (SBSR), 2011, Curitiba. *Anais...* São José dos Campos: INPE, 2011. p. 9261-9268.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE ILHA SOLTEIRA. *Plano diretor participativo*. Disponível em: <<http://www.ilhasolteira.sp.gov.br/planodiretor/>>. Acesso em: 20 de abril. 2012.
- SANTANA, D. P. (2003). *Manejo integrado de bacias hidrográficas*. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 63 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 30).
- SIGRH - Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo. *Comitê de Bacia Hidrográfica do São José do Dourados*. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br>. Acesso em: 21 abril de 2012.
- TAVARES, A. B. (2008). *Avaliação da degradação do meio físico por áreas de empréstimo utilizando Geoindicadores e Sistema de Informações Geográficas - área de expansão urbana de Ilha Solteira (SP)*. Ilha Solteira, 2008. 172 p. Dissertação (mestrado), Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP.
- VALERIANO, M. M.; ALBUQUERQUE, P.C.G. (2010). *TOPODATA: processamento dos dados SRTM*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Relatório INPE-16702-RPQ/854, 81 p.
- VALERIANO, M. M.; CARVALHO JÚNIOR, O. A. Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, Goiânia, GO, v. 4, p. 17-29, 2003.
- VALERIANO, M. M. (2008). *TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfológicos locais*. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, Relatório INPE-15318-RPQ/818, 75 p.