

ESTRUTURAÇÃO, MODELAGEM E IMPLANTAÇÃO DO BANCO DE DADOS GEOGRÁFICO PARA CAFEICULTURA DO SUL DE MINAS, UTILIZANDO O MODELO DE DADOS OMT-G (*Object Modelling Technique - Geographic*)

Tatiana G. C. Vieira¹ E-mail: tatiana@epamig.ufla.br, Helena M. R. Alves², Sandra P. S. Silveira³, Tiago Bernardes³, Vanessa C. O. Souza⁴

¹Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais/Instituto Mineiro de Agropecuária, Lavras, MG, ²Embrapa Café, Lavras, MG, ³Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Lavras, MG, ⁴Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP.

Resumo:

Geotecnologias, dentre elas o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG), têm sido utilizadas para agilizar estudos e planejamento da agricultura. No caso da cultura do café, podem facilitar a avaliação da distribuição das áreas cafeeiras, com a sua quantificação e o entendimento das relações entre os sistemas de produção e o ambiente. Este trabalho descreve a estruturação, modelagem e a implantação do banco de dados geográfico do Sistema de Informação da Cafeicultura do Sul de Minas por meio do SIG-SPRING. O OMT-G foi o modelo utilizado para a modelagem dos dados geográficos gerados neste banco. Os resultados obtidos estão disponibilizados no Portal Vertical GeoSolos - <http://www.epamig.br/geosolos>.

Palavras-chave: modelo de dados OMT-G, cafeicultura, geotecnologia.

STRUCTURING, MODELING AND IMPLEMENTATION OF THE GEOGRAPHIC DATABASE OF COFFEE PRODUCTION IN THE SOUTH OF MINAS GERAIS THROUGH THE OMT-G (*Object Modelling Technique – Geographic*) MODEL

Abstract:

Geotechnologies such as remote sensing and geographic information systems (GIS) have been used to speed up agricultural studies and planning. In coffee production, these technologies can improve the evaluation of the distribution of coffee lands, and their quantification, and the understanding of the relations between production systems and the environment. This work describes the structuring, modelling and implementation of the South of Minas Coffee Production Information System, a geographic database developed using the GIS SPRING. The geographic data in this database were modelled on the OMT-G model. The results obtained are available at the Geosolos Vertical Portal - <http://www.epamig.br/geosolos>.

Key words: Object Modelling Technique – Geographic (OMT-G), coffee production, geotechnology.

Introdução

A distribuição espacial das diversas feições ambientais de uma determinada região tornou-se informação fundamental na compreensão de padrões de organização do nosso mundo. A cafeicultura em Minas Gerais, apesar de sua importância em termos econômicos e sociais para o país, não dispõe, atualmente, de dados precisos e quantitativos sobre o seu parque cafeeiro. Faltam informações sobre a extensão, distribuição das áreas cafeeiras e as características dos ambientes onde estas áreas se localizam. O planejamento racional e o desenvolvimento sustentável de qualquer atividade agropecuária pressupõem o conhecimento do ambiente em que esta atividade está inserida. Conhecer o meio físico de uma região possibilita o entendimento das variações encontradas e a extrapolação de informações e tecnologias para outros locais. Contudo, o conhecimento de sistemas complexos como os ecossistemas agrícolas, é uma atividade extensa e difícil de ser desenvolvida devido à complexidade dos dados, seu armazenamento e gerenciamento.

As geotecnologias, dentre elas o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica, têm sido utilizadas para agilizar estudos ambientais e agrícolas. Os Sistemas de Informação Geográfica, os quais permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados, têm modificado as atividades de caracterização ambiental do ponto de vista metodológico, tornando-as mais ágeis e precisas (Casanova *et al.*, 2005). O mapeamento do meio físico, incluindo o solo e relevo, bem como estudos sobre a dinâmica de ocupação das terras, podem ser mais facilmente realizados com o uso desta metodologia. No caso da cultura do café podem facilitar a avaliação da distribuição das áreas cafeeiras, com a sua quantificação e o entendimento das relações entre os sistemas de produção e o ambiente.

Define-se Sensoriamento Remoto como a tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação do registro da energia refletida ou emitida pela superfície, sem que haja contato físico entre o objeto e o equipamento sensor (Moreira, 2001). Dos produtos de sensoriamento remoto, como imagens de satélite, é possível extrair informações como características do plantio e a área ocupada pela cultura. Outra vantagem dessa tecnologia é permitir a rápida detecção de mudanças do ambiente, devido à cobertura repetitiva da superfície terrestre pelos satélites, em curto espaço de tempo, tornando-se assim, uma poderosa ferramenta para monitoramento de recursos naturais.

Para o processo de desenvolvimento de um sistema de informação é fundamental a construção de um esquema conceitual que identifique os objetos do mundo real que, de alguma forma interferem no sistema, e extraia um conjunto de características de cada objeto identificado, num processo de abstração. Para tal, são necessárias representações e apresentações adequadas para cada objeto, que sejam capazes de incorporar suas características geométricas. O modelo OMT-G parte das primitivas definidas para o diagrama de classes da *Universal Modeling Language* (UML), introduzindo primitivas geográficas com o objetivo de aumentar a capacidade de representação semântica daquele modelo, reduzindo a distância entre o modelo mental do espaço a ser modelado e o modelo de representação usual (Davis Jr. & Laender, 2000).

Este trabalho tem como objetivo a estruturação, modelagem e implantação de um banco de dados geográfico para geração do Sistema de Informações do Café do Sul de Minas utilizando o Modelo de Dados OMT-G como ferramenta para a modelagem da geração de dados. Com a implantação deste Sistema de Informações no Laboratório de Geoprocessamento do Centro Tecnológico Sul de Minas (CTSM) da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) espera-se promover a integração de pesquisadores, planejadores e tomadores de decisão para a obtenção de informações essenciais para a gestão sustentada da cafeicultura da região.

Estruturação e Modelagem do Banco de Dados Sul de Minas

A integração dos dados e todo o processamento necessário estão sendo feitos utilizando o Sistema de Informação Geográfica SPRING (INPE, 2005). Inicialmente foram definidas as coordenadas que circunscrevem toda a Região do Sul de Minas Gerais e inseridos no sistema os diferentes tipos de dados, segundo as necessidades de caracterização do parque cafeeiro. Algumas informações secundárias foram importadas das bases de dados do GeoMINAS¹, IGAM², IBGE³, INPE e NASA⁴, e integradas ao banco de dados, enquanto outras foram ou estão sendo geradas por meio do processamento digital de imagens de satélite, levantamentos de campo, modelagens geomorfopedológicas e outras atividades previstas nos projetos atualmente em andamento no Laboratório de Geoprocessamento.

Os dados do projeto Sul de Minas foram subdivididos em 12 categorias: limite (limite da Mesoregião Sul/Sudoeste de Minas Gerais), municípios (todos os municípios do Sul de Minas), hidrografia, deficiência hídrica, excedente hídrico, temperatura, aptidão do café, solos, microrregiões homogêneas com relação ao meio físico, imagens de satélite (GeoCover⁵, Landsat 5 TM⁶ e SPOT⁷), mapa índice (cartas topográficas - IBGE), relevo (SRTM⁸) e uso e ocupação da terra. As categorias municípios, limite, hidrografia, deficiência hídrica, excedente hídrico, temperatura, aptidão do café e solos foram importadas do banco de dados do GeoMINAS, as informações formam a base cartográfica do projeto, e serão refinadas ao longo do desenvolvimento do mesmo.

O mapa de solos GeoMINAS na escala 1:1.000.000 será refinado por meio de modelagens geomorfopedológicas. Nestas modelagens o próprio mapa de solos do GeoMINAS, mapas geológicos, mapas de declive, de hipsometria e de pedoformas serão cruzados com base nos modelos de distribuição de solos das paisagens regionais, estabelecidos por levantamentos de campo e descrição de perfis representativos, conforme metodologia descrita por Alves, *et al.*, (2004). Os cruzamentos serão operacionalizados no LEGAL (Linguagem Espacial para Geoprocessamento Algébrico) do SPRING.

Imagens dos satélites Spot 4, Landsat 5 TM do ano de 2006, assim como o mosaico ortoretilhado de imagens TM Landsat 5 TM (GeoCover) compõem a categoria Imagens de Satélite. As imagens do mosaico (GeoCover) foram coletadas entre os anos de 1987 a 1993 e apresentam erro quadrático médio de 50 metros (Crepani & Medeiros, 2005). Elas serão a base para o georrefenciamento das imagens SPOT e Landsat 5 TM do ano 2006.

A categoria Mapa Índice, contém todas as cartas topográficas do IBGE na escala 1:50.000, que compõem o Sul de Minas, e foi subdividida em 19 Planos de Informação (PIs), cada um equivalente a seis cartas. Essa subdivisão foi realizada em decorrência do grande volume de informações e consequente dificuldade de processamento. Além de facilitar o processamento, a divisão do espaço pelas cartas topográficas ou divisão municipal, foram importantes para o acesso e a extração de informações específicas de um município, área ou carta. Eventualmente, as porções limítrofes do Sul de Minas foram contempladas com áreas inferiores a 6 cartas topográficas, como mostrado na Figura 1.

Para a criação de cada um desses 19 PIs foram utilizados modelos gerados a partir do Modelo de Dados OMT-G, uma extensão geográfica do *Object Modeling Technique*. O OMT-G fornece primitivas para modelar a geometria e a topologia dos dados espaciais, suportando diferentes estruturas topológicas, múltiplas visões dos objetos e relacionamentos espaciais, suprimindo as dificuldade de representação da natureza geométrica das entidades e a ausência de representação das relações espaciais, encontrados nos modelos tradicionais (Borges, 1997).

¹ Geoprocessamento de Minas Gerais. Órgão do Governo do Estado de Minas Gerais: <http://www.geominas.mg.gov.br>

² Instituto de Gestão Ambiental e do Desenvolvimento Auto-Sustentável: <http://www.igam.org.br/>

³ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística: <http://www.ibge.gov.br/home/>

⁴ National Aeronautics and Space Administration: <http://www.nasa.gov/>

⁵ GeoCover: <https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid>

⁶ Landsat 5 TM: <http://www Landsat.com/>

⁷ Imagens SPOT: <http://spotimage.fr>

⁸ Shuttle Radar Topography Mission: <http://srtm.usgs.gov/index.html>

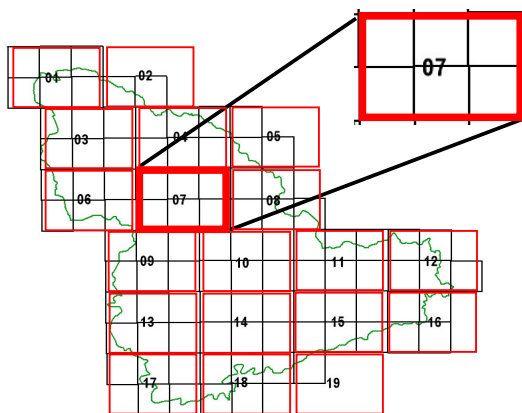


Figura 1: Limite da região Sul de Minas mostrando a divisão utilizada para implantação dos planos de informação do banco de dados

Conforme mostrado na Figura 2, na modelagem do Banco de Dados Sul de Minas as Categorias, representadas em azul, agregam os Planos de Informação, representados em laranja. A agregação é uma forma especial de associação entre objetos, onde se considera que um deles é montado a partir de outros. As associações simples entre as classes são representadas graficamente com linhas contínuas, enquanto relacionamentos espaciais são representados com linhas pontilhadas (Davis Jr. & Laender, 2000). Os esquemas gerados por essa modelagem podem ser vistos nas Figuras 2, 3 e 4.

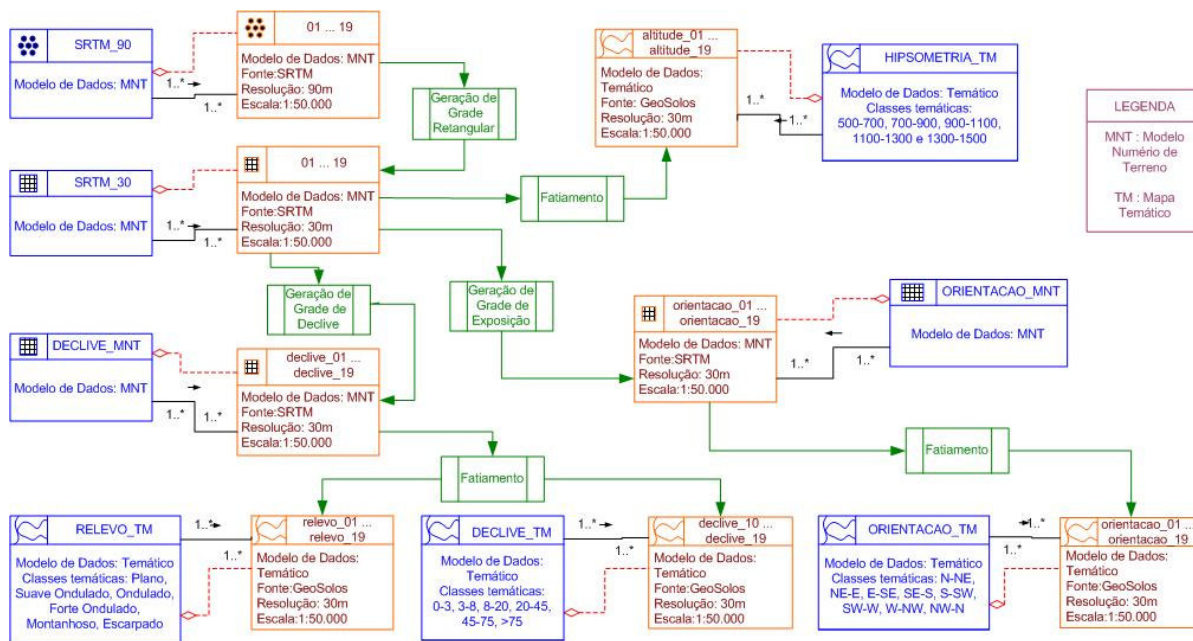


Figura 2: Esquema da obtenção dos dados de relevo (altitude, declividade, fases de relevo e orientação de vertente) gerados a partir de quatro cenas do SRTM.

As informações do relevo foram obtidas de derivadas do modelo SRTM. Os dados SRTM estão disponíveis no site da USGS⁹ sob resolução de aproximadamente 90 metros e foram obtidos em formato TIFF. Dentre algumas características indesejáveis dos dados originais, apenas os pontos extremamente altos ou baixos (picos e vórtices) foram removidos em seção do software ENVI (2002), de onde os dados foram exportados em dois diferentes formatos, ASCII e TIFF. Eventuais objetos sobre a superfície do terreno como edificações ou mesmo uma cobertura vegetal distinta do seu entorno são incorporados ao modelo causando uma falsa impressão do relevo. Estas feições não foram removidas porque as técnicas de filtragem disponíveis causam uma suavização indistinta do relevo levando à perda de informações. Segundo Valeriano & Carvalho (2003), suavizações desnecessárias do MDE (Modelo Digital de Elevação) prejudicam o desempenho dos algoritmos de declividade.

O processamento dos dados SRTM para cada segmento, segundo o fluxo apresentado na Figura 2, consistiu de: (i) refinamento da grade de altitude: redução da resolução original dos dados de altitude de aproximadamente 90 para 30

⁹ United States Geological Survey: <http://www.usgs.gov/>

metros, ou seja, a cada 30 metros nas direções E-W (X) e N-S (Y) foram inseridos novos valores de altitude por meio de interpolação bicúbica dos dados SRTM, seguindo a metodologia citada por Crepani & Medeiros (2004); (ii) geração da grade de declividade: transformação dos dados de altitude para porcentagem de declividade e posterior agrupamento em faixas correspondentes às classes de relevo plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado; (iii) geração das classes de altitude: agrupamento em faixas correspondentes às classes de altitude: 500-700m, 700-900m, 900-1.100m, 1.100-1.300m e 1.300-1.500m; (iv) geração da grade de orientação de vertente: transformação dos dados de altitude para grau de exposição e posterior agrupamento em faixas correspondentes às classes de orientação de vertente: N-NE, NE-E, E-SE, SE-S, S-SW, SW-W, W-NW e NW-N.

O Mapa de Uso e Ocupação das Terras será gerado por meio de segmentação e classificações automática e visual das imagens Landsat 5 TM e SPOT 4, conforme Figura 3. As imagens do satélite SPOT 4 possuem melhor resolução espacial e, portanto, espera-se que contribuam para uma melhor acurácia do mapeamento.

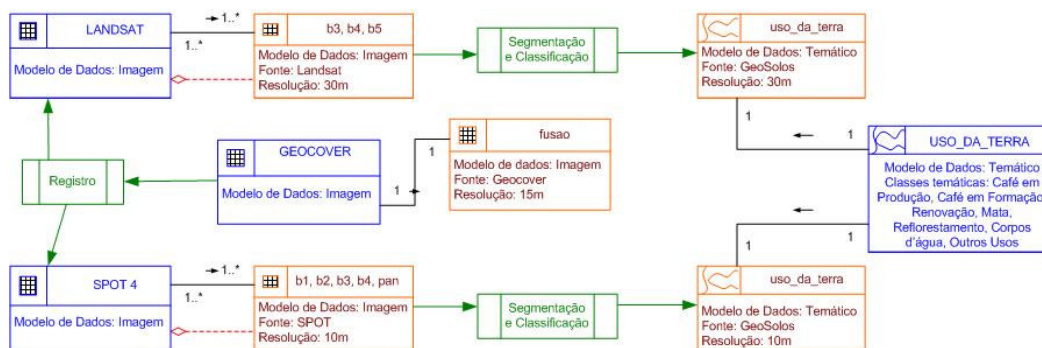


Figura 3: Esquema do mapeamento de Uso e Ocupação da Terra gerado a partir de imagens Landsat TM 05 e SPOT

Para avaliar as relações da cafeicultura com o ambiente, serão realizados cruzamentos dos mapas de uso da terra com os mapas temáticos de altitude, fases de relevo, declividade e orientação de vertente, seguindo o esquema da Figura 4.

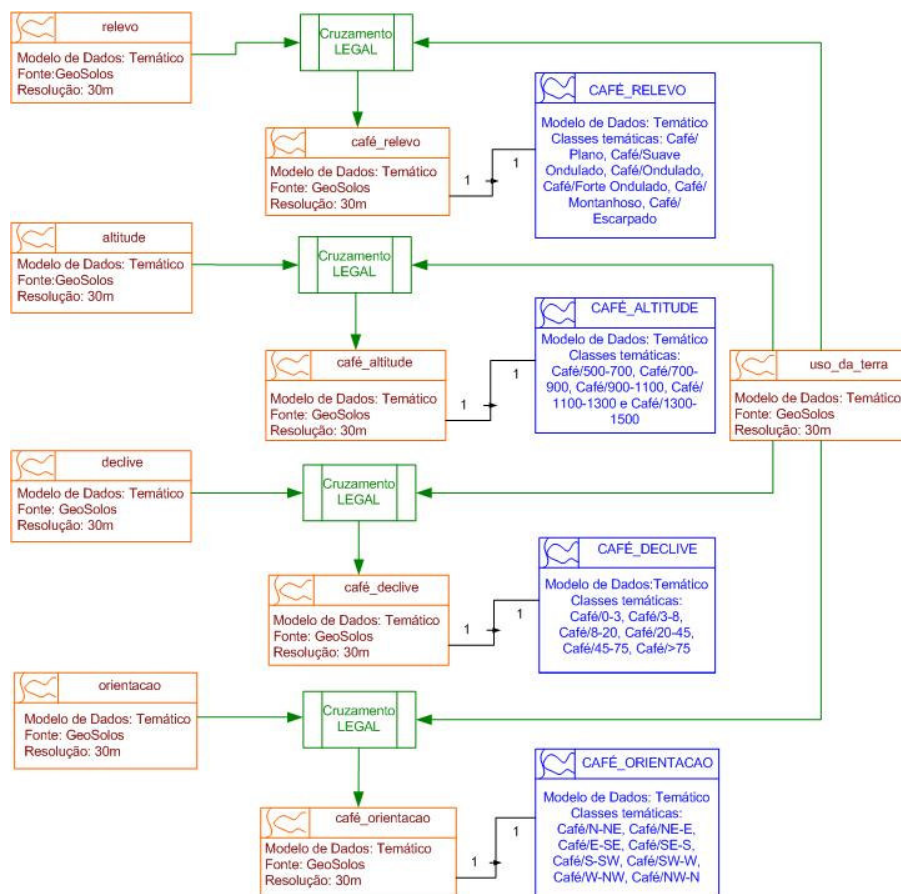


Figura 4: Esquema da geração dos Pls de cruzamento do café com as informações do relevo (café_altitude, café_declive, café_fases de relevo e café_orientação).

Considerações finais

Este trabalho mostra a estruturação, modelagem e a implantação de um banco de dados geográfico contendo informações sobre a cafeicultura da região Sul de Minas por meio de geotecnologias, entre este sistema de informação geográfica e sensoriamento remoto. Os mapas produzidos serão relacionados com os sistemas de produção para estabelecer parâmetros que melhorem o entendimento das relações entre o café e o ambiente. Estas informações constituem a base para o zoneamento agroecológico da cultura, o mapeamento e monitoramento das áreas produtoras de café da região, fornecendo subsídios para o gerenciamento sustentável destes ambientes e para programas de previsão de safra, de certificação, produção integrada e qualidade, onde a rastreabilidade constitui requisito essencial.

O Modelo OMT-G foi de fundamental importância para a criação do Banco de Dados Sul de Minas, por permitir uma ampla relação entre o mundo real, o modelo conceitual e sua implantação no SIG. No caso da cultura do café facilita a avaliação da distribuição das áreas, com a sua quantificação e o entendimento das relações entre os sistemas de produção e o ambiente. Os resultados obtidos estão disponibilizados no Portal Vertical GeoSolos (www.epamig.br/gesolos). O Portal Geosolos é um agente facilitador de troca de informações entre os pesquisadores e pessoas distantes dos grandes centros de pesquisa.

Referências Bibliográficas

- Alves, H M. R.; Vieira, T. G C. Lacerda, M. P.C.; Bertoldo, M. A.; Andrade, H. (2004) Characterization of coffee agroecosystems of the state of Minas Gerais in Brazil. In: International Congress For Photogrammetry And Remote Sensing, Istanbul. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*. Istanbul: ISPRS (ISBN: ISSN 1682-1777). v. 35.
- Borges, K. A. V. (1997) *Modelagem de dados Geográficos: Uma extensão do Modelo OMT para Aplicações Geográficas*. Dissertação de Mestrado, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte.
- Casanova, M.; Davis, Jr. C.; Vinhas, L.; Queiroz, G. R. E.; Câmara, G. (2005) *Banco de dados Geográfico*. Editora MundoGeo, São Paulo. 506 p.
- Crepani, E.; Medeiros J. S. (2004) *Imagens Fotográficas Derivadas de MNT do Projeto SRTM para Fotointerpretação na Geologia, Geomorfologia e Pedologia*. INPE: São José dos Campos. 40 p. (INPE-11238-RPQ/761).
- Crepani, E.; Medeiros, J. S. (2005) Imagens CBERS + Imagens SRTM + Mosaicos GeoCover LANDSAT em ambiente SPRING e TerraView: Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento gratuitos aplicados ao desenvolvimento sustentável. In : Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12, Goiânia. *Anais...* INPE: São José dos Campos, pp.2637-2644.
- Davis Jr., C. A., Laender, A. H. F. (2000) Extensões ao modelo OMT-G para produção de esquemas dinâmicos e de apresentação. In: Workshop Brasileiro de GeoInformática, 2, São Paulo. *Anais...GeoInfo 2000*, pp. 29-36.
- ENVI (2002) *Environment for Visualizing Images*. ENVI Research Systems Inc Version 3.6.
- Moreira, M. A. (2001) *Fundamentos do Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação*. INPE: São José dos Campos. 250p.
- SPRING (2005) *Sistema para Processamento de Informações Georreferenciadas Versão 4.2*. INPE: São José dos Campos.
- Valeriano, M. M.; Carvalho Júnior, O. A. (2003) Geoprocessamento de modelos digitais de elevação para mapeamento da curvatura horizontal em microbacias. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 4:17-29.