

# Uso de SIG e Sensoriamento Remoto na Caracterização da Paisagem da Fazenda Canchim-EMBRAPA\CPPSE, São Carlos, SP

Lima 1, R.N;  
Primavesi 2, O.  
Rocha Filho 2, J.  
CAVALHEIRO 3, F.  
SANTOS 1, J.E.

(1) PPG-ERN/UFSCar. Rod. Washington Luís, KM 235  
São Carlos/SP, Brasil.  
E-mail: [rlima@iris.ufscar.br](mailto:rlima@iris.ufscar.br).

(2) CPPSE-EMBRAPA, Cx Postal 339, 13560-970  
São Carlos, SP, Brasil. Fone: (016) 261-5611, Fax: (016) 261-5754  
E-mail: [jrocha@cppse.embrapa.br](mailto:jrocha@cppse.embrapa.br) [odo@cppse.embrapa.br](mailto:odo@cppse.embrapa.br)

(3) USP/SP-FFCLH-Depto. Geografia

## Resumo

Frente ao atual estágio de exploração dos recursos naturais tornou-se importante conscientizar a sociedade da necessidade de conservar não apenas grandes extensões contíguas da paisagem mas também, de fragmentos menores, que corretamente manejados podem abrigar considerável biodiversidade e atuar como corredores para fluxo de genes. O objetivo desse trabalho é identificar as feições da paisagem da fazenda Canchim, através da aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. O local de estudo é a sede do Centro de Pesquisa Agropecuária do Sudeste/CPPSE-EMBRAPA. Sua área atinge 2.651 ha, que incluem a bacia hidrográfica do ribeirão Canchim. Utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas Idrisi versão 4.1 para analisar uma imagem Landsat TM5, a qual, foi georreferenciada (registrada) para posterior conversão em imagens raster. Para sua classificação foi aplicado o algoritmo de "Máxima Verossimilhança" (MaxVer) e Piped (Paralelepípedo). Finalmente, foi realizada uma análise preliminar do grau de proteção do solo conferida pela vegetação existente na Fazenda, através da aplicação do Índice de Vegetação Normalizado (NDVI). Os resultados evidenciam que a região é constituída por um mosaico de cobertura vegetal natural e antrópica no qual, a feição natural predominante é a vegetação de Cerrado e a matriz da paisagem é constituída por pastagem.

## Introdução

Tendo em vista a situação atual dos recursos naturais, tornou-se primordial conscientizar a sociedade da necessidade de conservar não apenas grandes extensões contíguas da paisagem mas também, de fragmentos menores, que corretamente manejados podem abrigar considerável biodiversidade e atuar como corredores para fluxo de genes. Diante disso, esses sistemas agrícolas devem preocupar-se também com o gerenciamento adequado dos recursos naturais, a fim de poderem alocar adequadamente os recursos financeiros e humanos de forma a garantir sua sustentabilidade ecológica e econômica, além de assegurar uma redução no impacto sobre a qualidade da água produzida no estabelecimento rural e conseqüentemente, na sua bacia hidrográfica. Essa tarefa exige uma abordagem conceitual que contemple não só, o conhecimento integrado dos ambientes naturais, mais também aqueles agrícolas e urbanizados, existentes em uma bacia hidrográfica.

## Objetivos

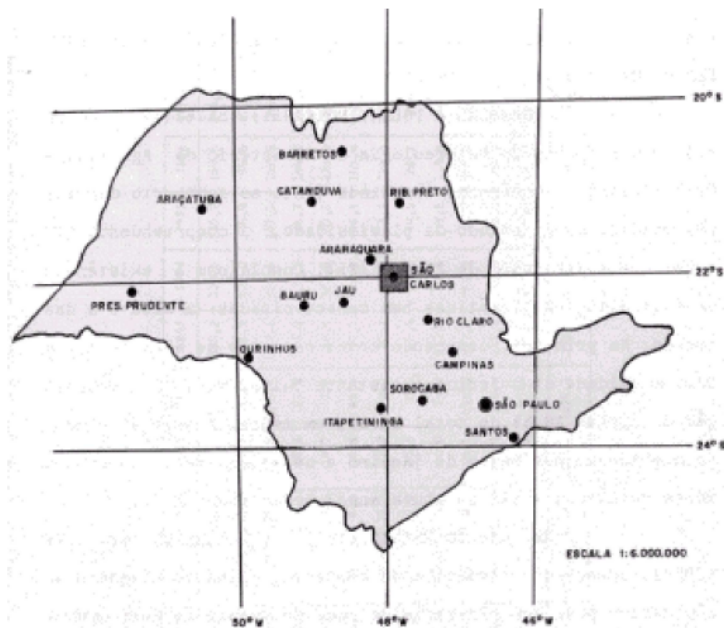
O objetivo desse trabalho é identificar as feições da paisagem que compõem o uso do solo no sítio de estudo, através da aplicação de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto na análise de uma imagem de satélite.

## Materiais e Métodos

O local de estudo é constituído pela Fazenda Canchim, sede do Centro de Pesquisa Agropecuária do Sudeste/CPPSE-EMBRAPA, localizada no município de São Carlos/SP, entre as coordenadas geográficas 21° 54', 21° 59' Sul, 47°48' e 47°52' Oeste. Sua área total é de 2.651 ha, dentro dos quais está inserida a bacia hidrográfica do ribeirão Canchim com 1.496 ha (figura 1).

O meio físico pode ser caracterizado pela predominância de declividades entre 2 e 10 graus (1.629 ha) e de Latossolos Vermelho-Escuro e Vermelho-Amarelo (1.550 ha). A região encontra-se em domínio fitogeográfico de Cerrado, com inclusões de Mata Mesófila Semidecídua (fragmentos de Mata Atlântica), estando sob influência de clima Mesotérmico Brando.

Utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas Idrisi versão 4.1 para analisar a imagem Landsat TM5 (composição colorida, bandas 3, 4 e 5) de julho de 1995. Inicialmente a imagem foi georreferenciada (registrada) utilizando-se o módulo "Resample" e levando-se em consideração os pontos de controle obtidos através da digitalização de dados cartográficos analógicos e sua posterior conversão em imagens raster (LIMA et al., 1998).



*Figura 1. Localização da área de estudo*

Para classificação da imagem foram aplicados os algoritmos de "Máxima Verossimilhança" (MaxVer) e Paralelepípedo inclusos como módulos do Idrisi, respectivamente com os nomes e Maxlike e Piped.

Realizou-se um detalhamento sobre o grau de cobertura vegetal, gerado a partir das informações sobre biomassa vegetal acima da superfície do solo (uso atual), de acordo com o seu potencial e capacidade de atenuação da energia cinética das chuvas sobre a superfície do solo e possibilidade de retenção da água (água residente). Os componentes considerados, para esta proposta de classes, foram superfície do solo coberta e espessura (ou altura da capa protetora), permitindo estabelecer uma classificação para biomassa existente, na forma de matéria seca (Tabela 1). Também foi considerada a ocupação do solo por plantas, o que facilita a infiltração de água, com relação a uma área coberta por palhada (restos de cultura), mas com selamento superficial do solo.

Com base na observação in situ e discussão com especialistas da área de ciência dos solos, foi proposta a seguinte distribuição em níveis de cobertura vegetal:

- 1) muito baixo, consideradas as áreas agrícolas convencionais (irrigadas ou não), independente do estágio da cultura, pois a fase inicial geralmente coincide com o período de chuvas muito intensas e áreas urbanizadas;
- 2) baixo, ocorre em áreas agrícolas de plantio direto na palha, áreas de pastagens degradadas, geralmente em solos pobres, com gramíneas rasteiras ou decumbentes (batatais, braquiária, coast-cross);
- 3) médio, observado nas áreas com pastagens vigorosas, geralmente sobre solos com boa fertilidade ou adubados, com gramíneas rasteiras ou

decumbentes (braquiária, coast-cross), e pastagens degradadas de gramíneas cespitosas formadoras de touceiras (andropogon, jaraguá, colonião, napier);

4) alto, encontrado em áreas de pastagens com gramíneas cespitosas entouceirantes vigorosas (colonião, napier), cana-de-açúcar formada, capoeira, Cerrado;

5) muito alto, em áreas caracterizadas pela presença de mata secundária, Cerradão, Mata Ciliar e Eucalipto adulto.

*Tabela 1. Grau de cobertura vegetal em função da biomassa, da sua espessura e da porcentagem de ocupação do solo.*

Classes	Grau de cobertura	Cobertura (%)	Espessura (cm)	Biomassa (T/ha)	Ocupação (%)
1	Muito baixo	<25	<4	<6	<30
2	Baixo	25-50	4-30	6-20	30-60
3	Médio	50-75	30-200	20-50	>60
4	Alto	75-100	200-600	50-100	-
5	Muito alto	100	600-1500	100-200	-

Por último, foi realizada uma análise preliminar do grau de proteção do solo conferida pela vegetação existente na Fazenda, através da aplicação do Índice de Vegetação Normalizado (NDVI). Esses resultados foram comparados com aqueles estimados segundo a metodologia mencionada acima.

Todos procedimentos computacionais foram realizados sobre uma plataforma constituída por microcomputador Pentium, de 1.2 GB, memória RAM de 128 Mb, 200 Mhz, vídeo SVGA de 17 polegadas e mesa digitalizadora Digigraf, Van Gogh.

## Resultados

O georreferenciamento descrito anteriormente, utilizou a forma linear com 11 pontos de controle, permitindo obter um erro residual (RMS) de aproximadamente 3 metros, o qual está perfeitamente enquadrado na faixa de tolerância para a escala de trabalho adotada (figura 2).

Os resultados permitiram identificar que a região é constituída por um mosaico de cobertura vegetal natural e antrópica no qual, a feição natural predominante é a vegetação de Cerrado (702 ha segundo a imagem booleana criada através da carta base ou 718 ha segundo a classificação supervisionada) e a matriz da paisagem é constituída por pastagem (1.500 ha ou 1.592 ha, como explicado acima). A utilização da imagem de satélite na estimativa da área total de vegetação natural da Fazenda Canchim, resultou na obtenção de aproximadamente 1.046 ha. O valor total dessa área e das respectivas feições naturais que a compõem estão dispostos na tabela 2.

*Tabela 2. Comparação entre a classificação supervisionada da imagem de satélite e a imagem booleana obtida da digitalização da carta-base*

Imagem satélite classificada	Imagem booleana (digitalizada)
Área natural	Área natural
Cerrado 718,99	Cerrado 702,02
Brejo 44,16	Brejo 50,05
Mata Mesófila 120,81	Mata Mesófila 120,21
Mata Ciliar 162,79	Mata Ciliar 161,39
Total 1.046,75	Total 1.031,67
Área antrópica	Área antrópica
Pastos 1.592,01	Pastos 1.500,44
Eucalipto 21,03	Eucalipto 19,07
Total 1.613,04	Total 1.619,51

A comparação entre o uso do solo obtido via imagem satélite registrada e classificada (figura 3) e a imagem booleana digitalizada (figura 4), evidencia claramente que a primeira enriquece sobremaneira o conhecimento do sítio de estudo, uma vez que mostra o quão diversificado é o

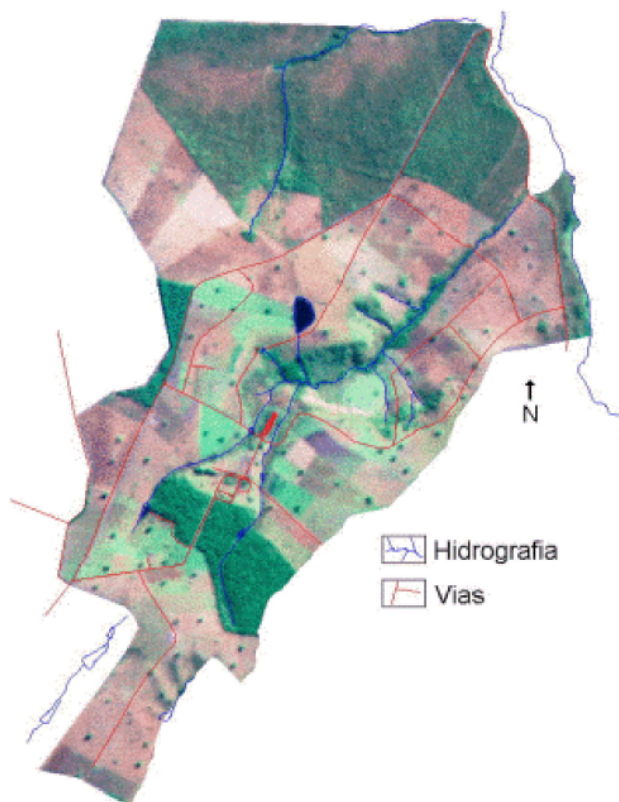


mesmo, principalmente nas áreas utilizadas em atividades agroprodutivas. Dessa forma, a utilização desse novo dado trará maior acuidade para os trabalhos aí realizados.

A aplicação do NDVI levou à identificação de sítios que apresentam classes de cobertura vegetal (biomassa) demonstrados na figura 5. Pela análise dos dados contidos nessa figura relativa apenas às áreas naturais da Fazenda, pode ser observado que todos os valores obtidos com base no modelo adotado são negativos com relação à biomassa. Ao compararmos esses dados com o padrão descrito na figura 6 e na tabela 1, verificamos que todos estariam incluídos na classe 1. Esse comportamento evidencia que, embora o modelo tenha potencial para aplicação em estudos de biomassa, as constantes do mesmo devem ser cuidadosamente estimadas com embasamento no cálculo da fitomassa seca obtida em campo, a qual, deverá posteriormente, ser computada nos cálculos de regressão linear.

O resultado obtido com a aplicação dos algoritmos Maxlike (MaxVer) e Piped (Paralelepípedo) foi sensivelmente distinto pois, o 1o classificador funcionou melhor quando aplicado na identificação das áreas naturais, confundindo as feições antrópicas entre si e com algumas feições naturais (figura 7). Por outro lado, o classificador "Piped" foi mais eficiente no sentido de isolar as feições antrópicas (figura 3).

A utilização das técnicas citadas foi decisiva para o conhecimento da estrutura dessa paisagem, principalmente na avaliação das mudanças temporais que o ambiente está experimentando, além de agilizar a aquisição das informações necessárias para tomada de decisões com relação a melhoria da qualidade ambiental na área de estudo.



*Figura 2. Imagem de satélite registrada*

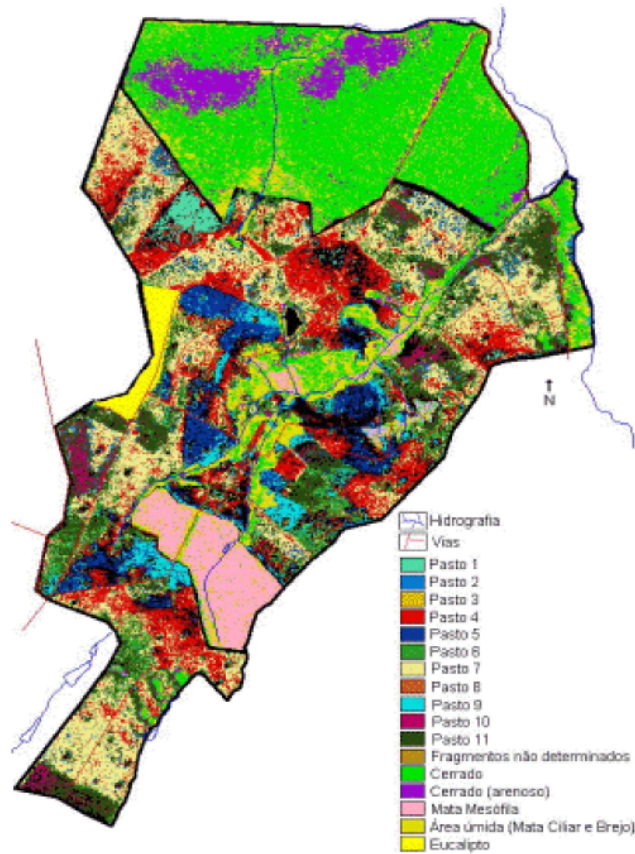


Figura 3. Imagem de satélite após classificação supervisionada

### Uso do Solo na Área de Estudo

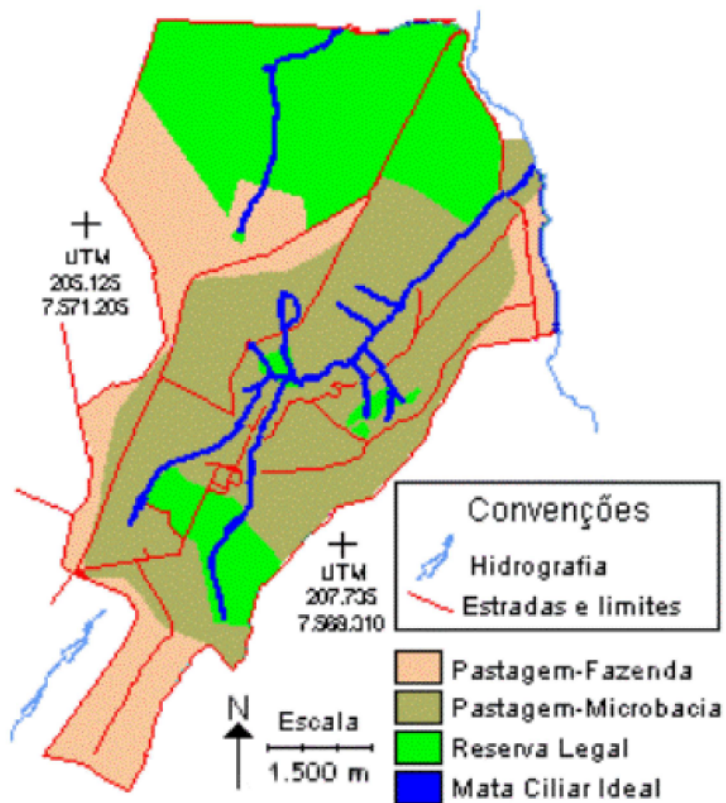


Figura 4. Uso do solo obtido por digitalização das cartas-base

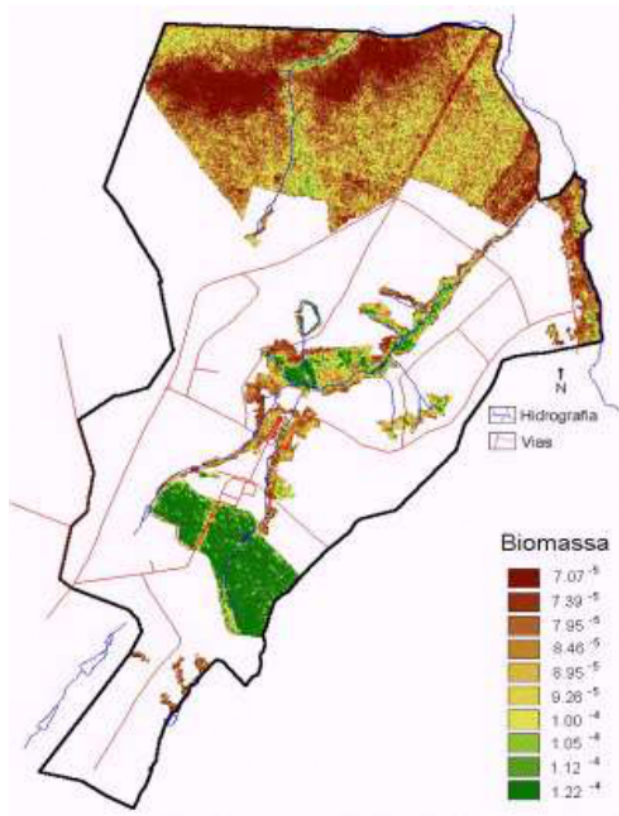


Figura 5. Estimativa de biomassa feita a partir do NDVI

### Grau de Cobertura Vegetal-Fazenda Canchim

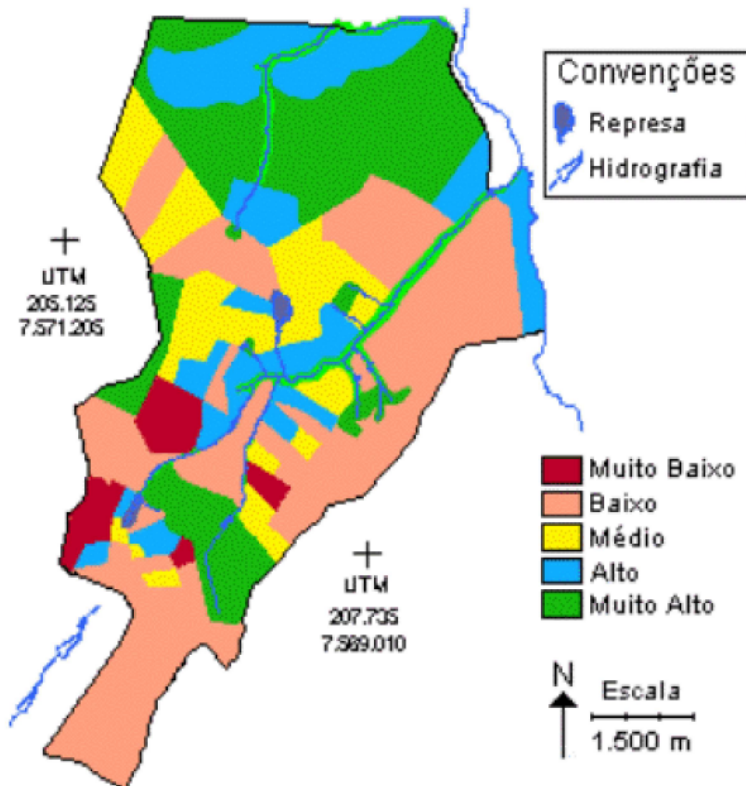
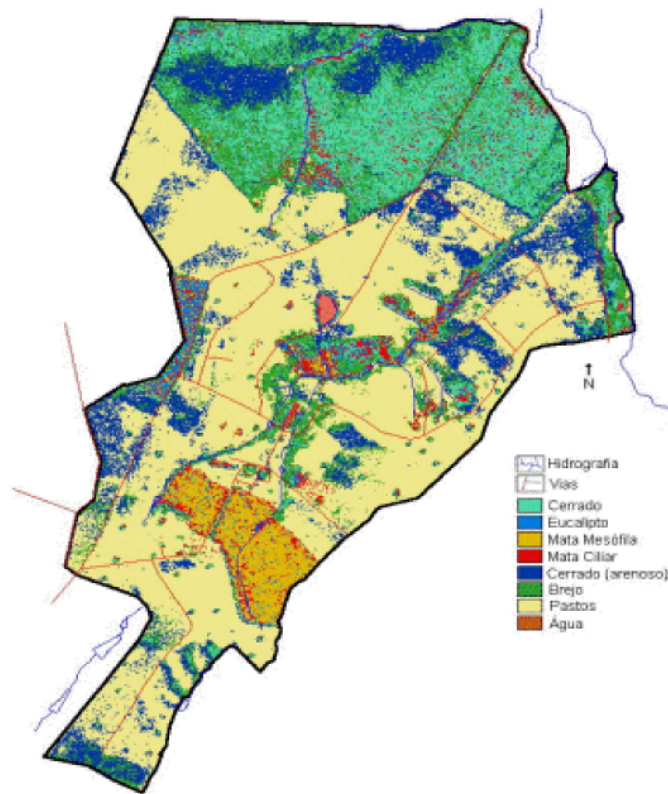


Figura 6. Graus de cobertura vegetal estimados com base na bibliografia existente





*Figura 7. Imagem de satélite classificada com o algoritmo MaxVer*

## Bibliografia

EASTMAN, J.R. IDRISI user's guide, version 4.1, vols. 1 e 2. Clark University, Worcester, Mas., 1995.

FORMAN, R.T.T.; GODRON, M. Landscape ecology. USA, John Willey & Sons. 1986. 560 p.

golley, F.B.; McGinnis, J.T.; Clements, R.G.; Child, G.I.; Duever, M.J. Ciclagem de minerais em um ecossistema de floresta tropical úmida. São Paulo: EPU/EDUSP, 1978. 256 p.

LEPSCH, I.F.; BELLINAZZI, JUNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C.R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. 2 ed. Rev. Campinas: SBCS, 1991. 175 p. il.

ROCHA FILHO, J.; PRIMAVERESI, O. Aplicação do SIG-IDRISI para estudo e classificação das áreas de proteção dos recursos naturais na Fazenda Canchim (EMBRAPA São Carlos, SP). In: SIMPÓSIO DE USUÁRIOS IDRISI, 2, Campinas, SP, 18-20/ago/97. Resumos... Campinas: UNICAMP/EMBRAPA-CNPTIA, 1997b. p.43-45.

ROCHA FILHO, J.; PRIMAVERESI, O. Utilização do SIG-IDRISI para caracterização da microbacia do Ribeirão Canchim (Fazenda Canchim, EMBRAPA, São Carlos, SP): 2. Cobertura vegetal arbórea. In: CONGRESSO E FEIRA PARA USUÁRIOS DE GEOPROCESSAMENTO-GIS BRASIL97, 3, Curitiba, PR, 12-16/mai/97. Anais...Curitiba: Ed. Sagres, 1997a. 4p. CD-ROM for Windows/ Módulo usuário/Painéis/Meio ambiente e recursos naturais.