

IX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS - IX COBREAP

O GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO

WEBER, Eliseu José

Engenheiro agrônomo, CREA-RS 81.501

HASENACK, Heinrich

Geógrafo, CREA-RS 42.948

UFRGS Centro de Ecologia

Caixa postal, 15007 CEP91.501-970 Porto Alegre RS

Tel (051) 316-6780 Fax (051) 319 1568

E-mail: eweber@ecologia.ufrgs.br

Resumo

As técnicas de geoprocessamento vem sendo cada vez mais utilizadas em diferentes áreas do conhecimento. O presente trabalho procura mostrar como estas técnicas podem ser aplicadas na avaliação de terras, integrando informação cartográfica e de imagens de satélite. O uso do geoprocessamento pode assim reduzir a subjetividade presente nas avaliações e oferecer subsídios mais concretos às partes envolvidas.

Abstract

The use of geoprocessing techniques is increasing in different fields of knowledge. The present study aims to show how these techniques can be applied in the land evaluation process, integrating cartographic and remote sensing information. The use of geoprocessing can in this way reduce the subjectivity present in the evaluation processes and offer more concrete support to the involved parties.

Introdução

O termo geoprocessamento tem sido frequentemente usado como sinônimo de sistemas de informação geográfica (SIG). No Brasil, em especial, o fato é constatado em praticamente todas as áreas de alguma forma envolvidas com a utilização dessa tecnologia. Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) pode ser entendido como qualquer conjunto de procedimentos, manuais ou auxiliados por computador, utilizados para armazenar e manipular dados geograficamente referenciados (Aronoff, 1991). Entretanto, o avanço da informática nas atividades de mapeamento e análise geográfica nos últimos anos acabou alterando essa definição e restringindo o conceito de SIG a sistemas baseados em computador (Burrough, 1992). O geoprocessamento é um conceito mais global, abarcando desde a coleta da informação até a obtenção do produto gráfico final. Por reunirem um poderoso conjunto de aplicativos para coletar, armazenar, recuperar, transformar e representar visualmente dados espaciais e também dados estatísticos ou textuais a eles relatados, os SIG representam uma valiosa ferramenta para subsidiar a avaliação, o planejamento e o monitoramento de recursos em uma série de atividades. Estas atividades podem restringir-se a um âmbito mais local até escalas de menor detalhe envolvendo uma região ou mesmo o país inteiro. O fato da informação estar geo-referenciada faz com que a transição de uma escala para a outra ocorra de modo direto, desde que levado em consideração o grau de detalhamento dos dados disponíveis.

O emprego de técnicas de geoprocessamento como ferramenta de avaliação ainda é reduzido, quando comparado ao seu potencial. Tal fato deve-se tanto à falta de domínio das ferramentas e dos métodos quanto à inexistência de dados digitais para uso em SIG. Embora ainda bastante acadêmicas, percebe-se que as aplicações de geoprocessamento vêm sofrendo incremento, abrangendo desde a identificação de locais próprios à implantação de empreendimentos (usinas de reciclagem e de geração de energia, áreas de lazer, indústrias, estabelecimentos comerciais, etc.), a avaliação de impactos ambientais (Goes et al., 1995), análises de viabilidade, o planejamento agrícola (Weber, 1995), a fiscalização de crédito agrícola (Moreira, 1990), a previsão de safras (Figueiredo e Collares, 1993), até como ferramenta de apoio à decisão (Valdameri, 1996) e de avaliação em questões de terras (Weber e Hasenack, 1996).

Pretende-se comentar aqui sobre a avaliação do uso e da cobertura do solo em imóveis rurais, questão sempre presente nos processos referentes à questão de terras. As dúvidas estão associadas especialmente (1) à inexistência de um mapa planimétrico da propriedade, informando com segurança os limites e a área da propriedade e (2) à ausência de uma avaliação quantitativa atualizada e consistente dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo. O objetivo do presente trabalho é apresentar um exemplo de aplicação do geoprocessamento na delimitação e na classificação do uso e cobertura do solo de um imóvel rural.

Material e métodos

O imóvel em questão encontra-se entre as coordenadas 31°45' e 31°52' de latitude sul e 53°50' e 54°03' de longitude oeste, na região sul do estado do Rio Grande do Sul, sendo visualizado na órbita 222 ponto 82 do sistema de referência do satélite LANDSAT-5. O relevo da região é suave ondulado a forte ondulado com altitudes entre 120 e 180 metros. A drenagem é formada por arroios e sangas que cortam a fazenda em várias direções e desembocam no arroio Candiota e no rio Jaguarão. A vegetação é constituída por campos em diferentes estágios sucessionais e por matas galeria ao longo dos rios e dos arroios. O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo *Cfa* ou subtropical úmido, o mais comum no Rio Grande do Sul. A estação meteorológica mais próxima, no município de Bagé, registra como temperatura média do mês mais quente 23,8°C, temperatura média do mês mais frio 12,3°C e temperatura média anual de 17,7°C. A precipitação é uniformemente distribuída ao longo do ano com total média anual de 1414 mm (Moreno, 1961). Os meses mais chuvosos são maio, junho e setembro, podendo ocorrer estiagens ocasionais de novembro a maio e geadas de abril a novembro.

O equipamento utilizado no estudo constitui-se basicamente de microcomputadores PC Pentium e periféricos, incluindo mesa digitalizadora tamanho A1, e aparelho receptor de GPS (*Global Positioning System*- Sistema de posicionamento global por satélites). Foram empregados o programa TOSCA (Jones, 1993) para digitalização dos

elementos de interesse da carta e o Sistema de Análise Geográfica IDRISI (Eastman, 1995) para o processamento da imagem de satélite e elaboração do mapa final.

Como base cartográfica foram utilizadas as cartas *Passo São Diogo* (folha SH.22-Y-C-IV-3) e *Aceguá e Arroio São Miguel* (folhas SH.21-Z-D-IV-3 e 4), em escala 1:50.000, da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército.

Quanto à imagem orbital, foram utilizadas as bandas 3 (vermelho), 4 (infravermelho próximo) e 5 (infravermelho médio) do sensor LANDSAT TM, órbita 222 ponto 82 do sistema de referência LANDSAT-5, coletadas em 21/11/94 e fornecidas pelo INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) ao nível de correção 4, formato TIFF, gravadas em CD-ROM. As bandas da imagem LANDSAT TM utilizadas apresentam as seguintes características:

A **banda 3**, correspondente à faixa de 0,63 a 0,69 μm de comprimento de onda (parte do vermelho), tem aplicação indicada na diferenciação de espécies vegetais e na classificação de cultivos (Elachi, 1987), fornecendo bom contraste entre solo desnudo e solo com vegetação. Nesta banda áreas de solo exposto apresentam-se geralmente claras e áreas cobertas por vegetação mostram-se escuras, pois grande parte dos solos reflete esta radiação (são vermelhos) ao passo que a vegetação a absorve para a realização da fotossíntese.

A **banda 4**, correspondente à faixa de 0,76 a 0,90 μm de comprimento de onda (parte do infravermelho próximo), é indicada para o delineamento de corpos d'água e análises de biomassa (Elachi, 1987).

A reflectância da cobertura vegetal é tanto maior nas imagens da banda 4 quanto maior for a biomassa. No caso de matas e árvores em geral as camadas de folhas sobrepostas geram o efeito da reflexão aditiva por serem as folhas parcialmente translúcidas à radiação da faixa do infravermelho próximo. Assim, a radiação transmitida por determinada camada de folhas é parcialmente refletida por aquelas situadas abaixo e adiciona-se à refletida pela mesma (Hoffer, 1988).

A **banda 5**, correspondente à faixa de 1,55 a 1,75 μm de comprimento de onda (parte do infravermelho médio), é fortemente influenciada pelo conteúdo de água nas folhas (Hoffer, 1988), sendo, por isto, indicada para o monitoramento das condições hídricas da vegetação. Por este motivo, é também muito útil na diferenciação de solos com e sem cobertura vegetal e na discriminação entre diferentes tipos de solos (Elachi, 1987).

Com o objetivo de combinar as três bandas, gerou-se uma composição colorida atribuindo as cores vermelho, verde e azul respectivamente às bandas 5, 4 e 3. O resultado foi uma quarta imagem, com características visuais semelhantes a uma fotografia colorida convencional. Para melhorar a qualidade da composição colorida efetuou-se para cada banda um realce linear de contraste com saturação de 2,5%.

O passo seguinte foi o geo-referenciamento ou registro da imagem, que consiste num conjunto de operações numéricas que modifica ou altera sua geometria de maneira a ajustá-la a um sistema de coordenadas geográficas considerado como referência (Phillips & Swain, 1988;

Schowengerdt, 1983). Para o geo-referenciamento foram utilizados oito pontos de controle identificáveis tanto nas cartas-base (sistema de coordenadas UTM) como na imagem, obtendo-se assim oito pares de dados. Estes foram as variáveis utilizadas no modelo de registro, no presente caso um polinômio do primeiro grau. O procedimento detalhado é descrito no manual do sistema IDRISI (Eastman, 1992). A imagem final compreendeu uma área de 360,2 quilômetros quadrados com uma resolução de 30 metros (600 linhas e 667 colunas). O erro médio de registro obtido foi de 13,01 metros, o que, considerando-se um tamanho de pixel (elemento de resolução) de 30 metros, é satisfatório pois representa cerca de 1/2 pixel. Foram geo-referenciadas as três bandas individuais (3, 4 e 5) e a composição colorida.

A classificação da imagem digital foi efetuada em duas etapas para uma janela extraída da imagem geo-referenciada. A classificação supervisionada utilizada em ambas as etapas envolve a amostragem de pixels da imagem para a obtenção dos estimadores dos parâmetros estatísticos das diferentes classes de uso/cobertura a serem mapeados (vetores de médias e matriz de variâncias-covariâncias) e, subsequentemente, a utilização destas informações em um algoritmo classificador. O algoritmo empregado baseia-se na máxima verossimilhança gaussiana (rotina MAXLIKE do sistema IDRISI). Este algoritmo avalia uma função densidade de probabilidade multidimensional para determinar a probabilidade com que um determinado pixel é atribuído a cada uma das classes dadas, associando-o

àquela de maior probabilidade. Optou-se inicialmente por um número de 5 classes, escolhido em função das diferenças de assinatura espectral dos vários tipos de uso/cobertura do solo nas três bandas disponíveis.

A classificação definitiva da imagem orientou-se na verdade de campo, obtida durante visitas ao imóvel. As áreas mal classificadas na fase preliminar foram identificadas e sua localização registrada com o auxílio de receptor GPS, programado com o mesmo sistema de coordenadas utilizado no geo-referenciamento da imagem digital. Esta etapa envolveu uma série de operações de processamento de imagens e de mapas no sistema IDRISI. Foi efetuada uma nova classificação supervisionada, com amostragem das classes verificadas a campo, utilizando a rotina MAXLIKE do sistema IDRISI. Efetuou-se ainda uma classificação não supervisionada da imagem, empregando a rotina CLUSTER. Esta rotina utiliza a técnica do pico do histograma numa análise de agrupamento, o que equivale a examinar os picos de um histograma unidimensional, onde o pico é definido como um valor de maior frequência que a de seus vizinhos de ambos os lados. Uma vez identificado o pico, todos valores possíveis são assinalados ao pico mais próximo e a divisão entre as classes cai no ponto médio entre os picos. No presente caso, é utilizado um histograma tridimensional, já que a imagem composta deriva das três bandas originais (Eastman, 1992). Optou-se pelo máximo de “clusters” identificáveis, que somaram um total de 32.

Com a finalidade de discriminar as áreas de preservação permanente, em conformidade com o

Código Florestal, elaborou-se ainda um mapa de distâncias com a delimitação das faixas ao longo dos cursos d’água. Para tanto, o mapa vetorial da rede de drenagem, obtido das cartas 1:50.000 e atualizado com dados da imagem, foi rasterizado e submetido ao cálculo de distâncias através da rotina DISTANCE do sistema IDRISI. Posteriormente, com o auxílio da rotina RECLASS, isolou-se apenas a faixa de preservação determinada por lei para a largura dos cursos d’água presentes na propriedade.

Após a classificação final as classes de interesse foram extraídas das duas imagens classificadas e utilizadas para a composição do mapa final, de acordo com sua adequada delimitação, com base nos dados de campo. Essa etapa envolveu o uso combinado das rotinas RECLASS e OVERLAY do sistema IDRISI. Posteriormente o mapa resultante e o mapa com a faixa de preservação ao longo dos cursos d’água foram cruzados para a discriminação da área de mata inclusa e excluída na faixa de preservação permanente, originando o mapa final de uso/cobertura do solo nos três imóveis. Para essa etapa utilizou-se a rotina OVERLAY do sistema IDRISI.

A partir do produto do cruzamento calculou-se a área total e a área ocupada pelas classes temáticas de interesse no imóvel, através da rotina AREA do sistema IDRISI.

Resultados

A análise da cobertura do solo do imóvel associou técnicas de classificação digital de imagens de satélite com técnicas de geoprocessamento. A imagem de satélite (LANDSAT TM) de 21/11/94

foi registrada à base cartográfica da Diretoria de Serviço Geográfico do Exército (escala 1:50000) apresentando um erro de 13,01 metros (Figura 1). A área total calculada para o imóvel foi de 2144,00 hectares, sendo 0,38% superior à área constante no registro de imóveis, erro que pode ser considerado insignificante. O

produto final considerou 9 classes de uso/cobertura do solo, as quais foram cartografadas e quantificadas. As áreas de mata dentro e fora da faixa de preservação permanente foram calculadas, respectivamente, em 136,13 hectares e 399,13 hectares (Tabela 1, Figura 2).

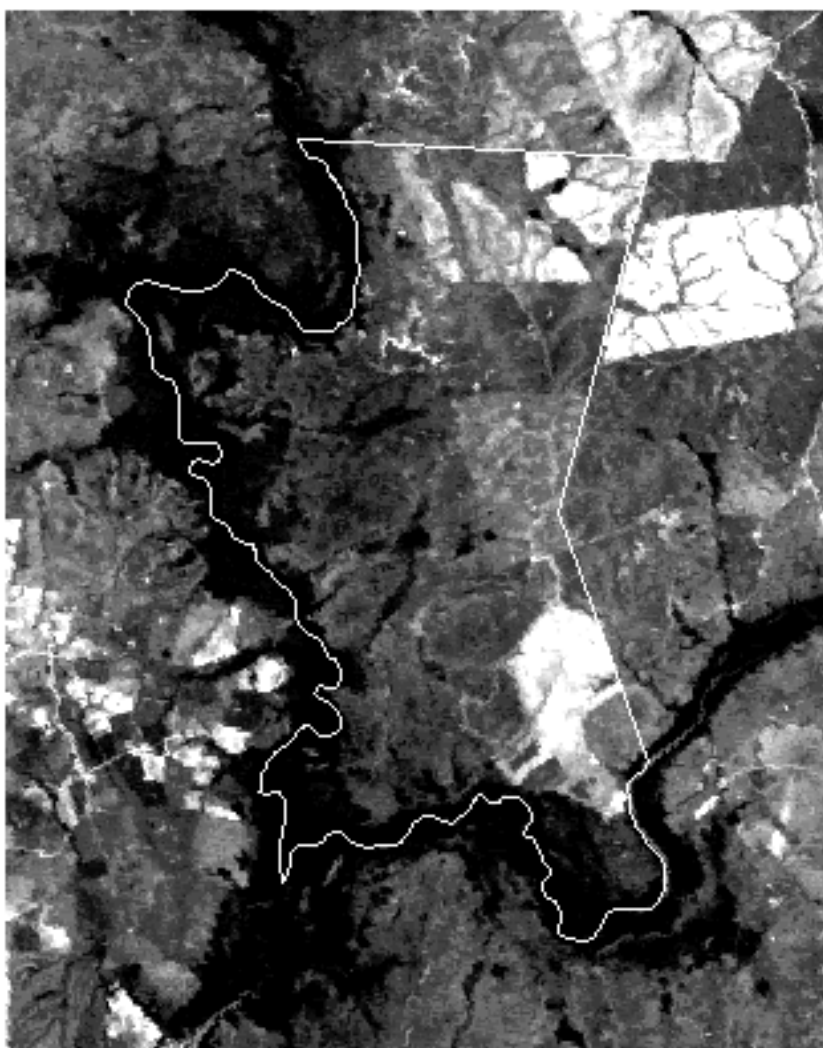


Figura 1: Banda 3 da imagem LANDSAT TM geo-referenciada de 21/11/94 da área do imóvel.

| <i>Uso/cobertura</i> | <i>Área (ha)</i> | <i>Proporção (%)</i> |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|
| Água (barragens, etc...) | 0,69 | 0,03 |
| Solo exposto | 83,56 | 3,90 |
| Campo limpo | 406,31 | 18,95 |
| Campo sujo | 881,12 | 41,10 |
| Mata fora de áreas de preservação | 399,13 | 18,62 |
| Mata em áreas de preservação | 136,13 | 6,35 |
| Vegetação arbustiva | 122,31 | 5,70 |
| Ravinas | 17,94 | 0,84 |
| Resteva | 96,81 | 4,51 |
| TOTAL | 2144,00 | 100,00 |

Tabela 1: Área absoluta e proporcional ocupada por cada classe de uso/cobertura do solo no imóvel.

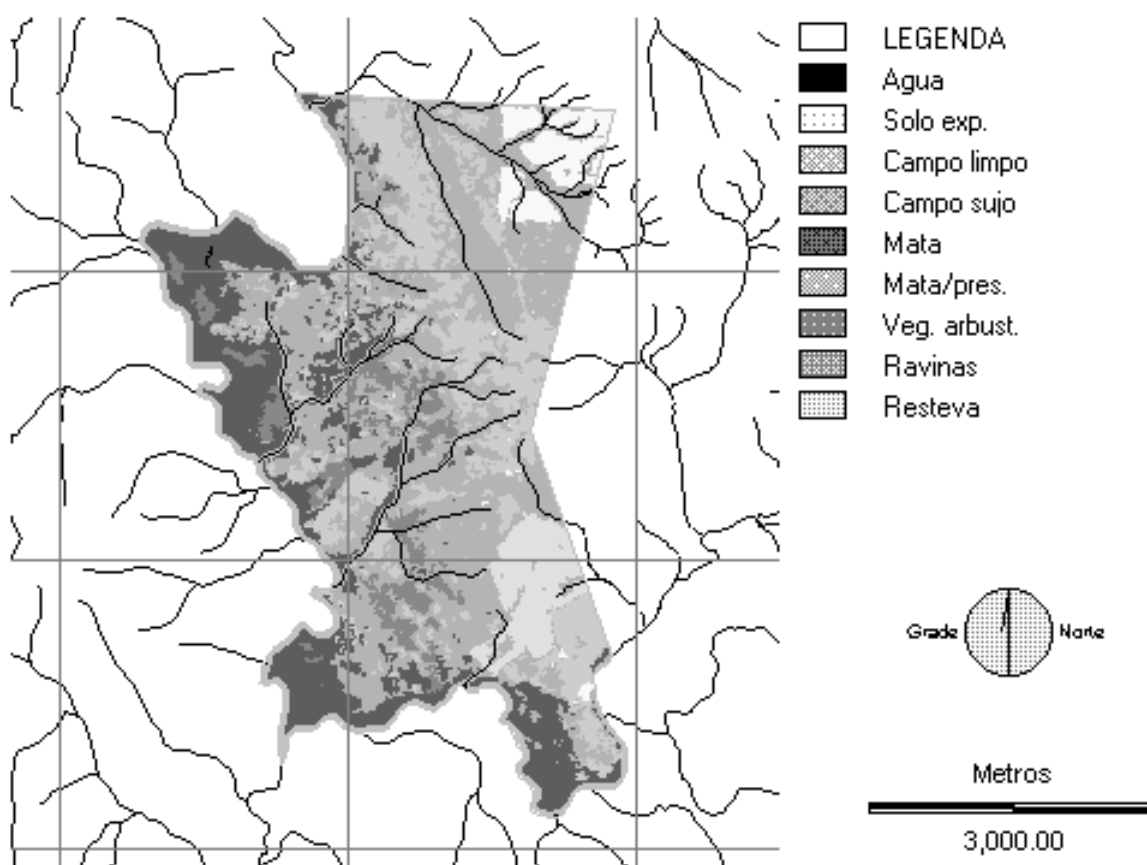


Figura 2: Mapa de uso/cobertura do imóvel.

Considerações finais

O uso da base cartográfica da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército e da Fundação IBGE nas escalas 1:50.000 e 1:100.000 associadas a imagens orbitais pode ser de grande contribuição para a avaliação de imóveis cuja área seja superior a 250 ha. A associação das imagens de satélite à base cartográfica permite a delimitação do imóvel com boa precisão a partir de um croqui da propriedade. Grande parte dos imóveis têm como limites algum curso d'água ou estradas e caminhos. Estas informações estão presentes na base cartográfica. Imagens de satélite georeferenciadas ao sistema de coordenadas das cartas topográficas permitem a identificação das glebas da propriedade e seus limites, o que, com apoio de GPS em campo, facilita a definição de divisas formadas por linhas secas. A localização de benfeitorias e de caminhos não informados na base cartográfica também pode ser obtida com auxílio de GPS.

Com o imóvel rural georeferenciado, é possível integrar no geoprocessamento uma série de dados úteis e necessários à avaliação, como por exemplo um mapa de uso e cobertura do solo obtido a partir da classificação de uma imagem de satélite e apoio de campo. A partir da base cartográfica pode também ser determinada a faixa ao longo da rede de drenagem correspondente às áreas que segundo o Código florestal estão protegidas. A partir das curvas de nível da base cartográfica é possível, ainda, gerar um modelo digital de elevação e a partir deste calcular um mapa de

declividades para definição de áreas impróprias ao uso agrícola.

A popularização da microinformática e o surgimento de programas de geoprocessamento de baixo custo vem ampliando o horizonte de todos os profissionais de algum modo envolvidos com avaliações relacionadas a uma localização espacial ou a uma determinada região geográfica. Como a maior parte das atividades humanas está de algum modo ligada à superfície terrestre, as avaliações devem contemplar a componente espacial, o que muitas vezes ainda não é observado. Isso demonstra ser o geoprocessamento uma ferramenta que, se adequadamente utilizada, poderá reduzir a subjetividade presente nas avaliações e oferecer subsídios mais concretos às partes envolvidas.

Referências bibliográficas

- ARONOFF, S. 1991. *Geographic information systems: a management perspective*. WDL, Ottawa. 294 p.
- BURROUGH, P.A. 1992. *Principles of geographical information systems for land resources assessment*. Oxford University, Oxford. 194 p.
- EASTMAN, J. R. 1992. *IDRISI user's guide*. Worcester, Clark University.
- EASTMAN, J. R. 1995 *IDRISI for Windows user's guide*. Worcester, Clark University.
- ELACHI, c. 1987. *Introduction to the physics and techniques of remote sensing*. New York, John Wiley
- FIGUEIREDO, D.C., COLLARES, J.E.R. 1993. *PREVSAFRA - Estimativa da produção*

- agrícola. In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Curitiba. Anais, p. 128-131.
- GOES, M.H.B.; XAVIER DA SILVA, J.; FERREIRA, L.A.; BERGAMO, R.B.A. 1995. *Potencial de extração de areia, áreas de incongruências de usos e impactos ambientais do município de Itaguaí (RJ)*. In: IV Congresso Brasileiro de Defesa do Meio Ambiente. Rio de Janeiro. Anais, p. 358-371
- MOREIRA, M.A. 1990. *Uso da expansão direta para estimar áreas de soja e milho através dos dados multiespectrais e temporais do landsat/TM*. In: VI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Manaus. Anais, vol. 3, p. 781-791.
- HOFFER, R. M. 1988. Biological and physical considerations in applying computer-aided analysis to remote sensor data. in: SWAIN, P. H. & DAVIS, S. M. (ed.) 1988. *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, McGraw Hill.
- JONES, J. 1993. *TOSCA reference guide version 2*. Worcester, Clark University.
- MORENO, J. A. 1961. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Secretaria da Agricultura.
- PHILLIPS, T. L. & SWAIN, T. H. 1988. Data processing methods and systems. In: SWAIN, P. H. & DAVIS, S. M. (ed.) 1988. *Remote sensing: the quantitative approach*. New York, McGraw Hill.
- SCHOWENGERT, R. A. 1983. *Techniques for image processing and classification in remote sensing*. New York, Academic.
- VALDAMERI, R. 1996. *Análise da vulnerabilidade ambiental através de técnicas de geoprocessamento: o caso do morro do Osso*, Porto Alegre, RS. Dissertação de Bacharelado, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 32 p.
- WEBER, E.J. 1995. *Uso de sistemas de informação geográfica como subsídio ao planejamento em áreas agrícolas: um caso no planalto do Rio Grande do Sul*. Dissertação de Mestrado. Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia. CEPSRM. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 103 p.
- WEBER, E.J. & HASENACK, H. 1996. *Análise do uso e da cobertura do solo das estâncias Jaguarão, do Fundo e da Madrugada, Hulha Negra, RS, utilizando técnicas de geoprocessamento*. Relatório técnico. Centro de Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 27 p.