

# ÁREAS PROTEGIDAS

---



# REPENSANDO ESCALAS DE ATUAÇÃO

---

Alex Bager  
editor

# ÁREAS PROTEGIDAS

---

REPENSANDO AS ESCALAS DE ATUAÇÃO

---

Editor  
Alex Bager

## SUMÁRIO



### **Reflexões sobre o momento atual para as áreas protegidas**

M. J. Dourojeanni

Página 1



### **Unidades de conservação: elas estão protegendo?**

L. L. Simões e L. R. N. de Oliveira

Página 26



### **Fauna selvagem e atropelamento.- diagnóstico do conhecimento científico brasileiro**

A. Bager; S. R. N. Piedras; T. San Martins e Q. Hóbus

Página 39



### **Desenvolvimento de ferramentas computacionais baseadas na evolução natural para aplicação em ecologia**

M. S. de Aguiar e A. Bager

Página 52



### **Estudo de viabilidade para implantação de unidades de conservação no subsistema Baixo Camaquã, RS, Brasil**

M. A. F. Hansen; V. L. Bastos; I. M. da Silva e P. C. Antúnez

Página 73



### **O ICMS ecológico como instrumento de gestão das Unidades de Conservação**

W. Loureiro

Página 92



### **Una visión indígena de la conservación y el desarrollo: la red de parques indígenas Mapu Lahual en Chile**

R. R. Carreño

Página 108



### **Avances de Zonificación para un Area Protegida en la Laguna Merin**

Probides

Página 121



**Aplicação de técnicas de geoprocessamento na classificação de áreas úmidas em prioridades de conservação**

S. Klippel; M. B. Peres e S. K. Lui

Página 145



**Valoração econômica de impactos ambientais de dutos de efluentes em UCs – estudo de caso do Parna Jurubatiba**

M. I. P. Ferreira; G. S. Terra; G. P. Moraes; D. S. Mello e N. M. Santos

Página 161



**Emille Durkheim e as áreas protegidas: proposta de “nomia” para a “anomia sócio-ambiental” do industrialismo**

P. S. Sena

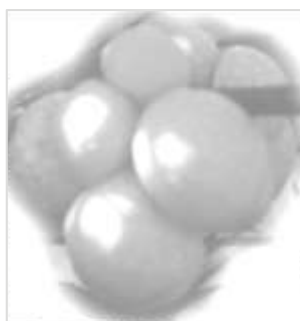
Página 176

## CAPÍTULO 9

---

### APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO NA CLASSIFICAÇÃO DE ÁREAS ÚMIDAS EM PRIORIDADES DE CONSERVAÇÃO

SANDRO KLIPPEL; MÔNICA B. PERES E SIMONE K. LUI





## RESUMO

Esse trabalho teve como objetivo avaliar o potencial das técnicas de geoprocessamento no estabelecimento de prioridades de conservação para o planejamento regional e local. Os dados foram obtidos por sensoriamento remoto, sem fontes adicionais, sobre uma base cartográfica na escala de 1:100.000. A área de estudo está compreendida entre as latitudes 31°27'S e 32°19'S e as longitudes 51°09'W e 52°42'W, no extremo sul do Brasil. A técnica de classificação supervisionada SMAP (Sequential Maximum A Posteriori) foi aplicada sobre uma imagem ortoretificada LANDSAT 7 ETM+, órbita/ponto 221/82, de 12/11/2002, para delimitar os fragmentos de áreas úmidas. A classificação quanto ao valor para a conservação foi obtida através de índices que consideraram o tamanho, a forma e a conectividade dos fragmentos, baseados no modelo da biogeografia insular. O sistema de classificação de prioridades dos fragmentos foi elaborado usando uma combinação destes índices e as vulnerabilidades de cada fragmento à expansão da urbanização e à silvicultura de eucalipto e pinus.

## ABSTRACT

This work evaluates the potential of the geoprocessing techniques to assign priorities for conservation for local and regional planning. All data were obtained by remote sensing, without additional sources, at the scale of 1:100.000. The study area was between 31°27'-32°19'S and 51°09'-52°42'W, in the southern Brazil. The technique of supervised classification SMAP (Sequential Maximum A posteriori) was applied on an orthorectified image LANDSAT 7 ETM+, path/row 221/82, of 12 Nov 2002, to delimit the wetlands patches. The conservation value of the wetlands patches were evaluated through indices of size, form and connectivity, based on the insular biogeography theory. The classification system was build using a combination of these indices and the vulnerabilities to the expansion of the urbanization and the forestry industry.

## INTRODUÇÃO



Estimativas indicam que de 25 a 50% das espécies do planeta desaparecerão no próximo século (SOULÉ 1991). A causa principal dessa extinção em massa é a destruição de habitat promovida pelas atividades humanas (PRIMACK 1993). Não somente a taxa atual de extinção é, em ordem de magnitude, muito superior a média histórica da taxa de especiação, como também a perda e fragmentação de habitats compromete severamente o processo de especiação dos grandes organismos (SOULÉ E WILCOX 1980). Apesar da crescente preocupação da opinião pública nos últimos 20 anos quanto aos impactos da perda da biodiversidade, os recursos humanos e financeiros disponíveis não são suficientes para proteger as espécies ameaçadas de extinção e seus habitats. Para que os investimentos garantam a sobrevivência do maior número de espécies possível, é necessário definir prioridades e estratégias.

Esse trabalho tem como objetivo demonstrar o potencial das técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento como ferramentas para classificação de áreas em prioridades para conservação, em escalas compatíveis com o planejamento regional e local.

## METODOLOGIA

### **Área de estudos**

A área de estudos possui aproximadamente 1.360.000 hectares e está compreendida entre as coordenadas planas 339.235 a 485.127 metros leste, e 6.424.185 a 6.517.494 metros norte da projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), fuso 22 sul e datum SAD-69, incluindo os municípios de Turucu, Pelotas, Capão do Leão, Morro Redondo, Arroio Grande, Rio Grande e São José do Norte. Situa-se entre os paralelos 31° e 33°S e meridianos 51° e 53°W no sul do Brasil (Figura 1).

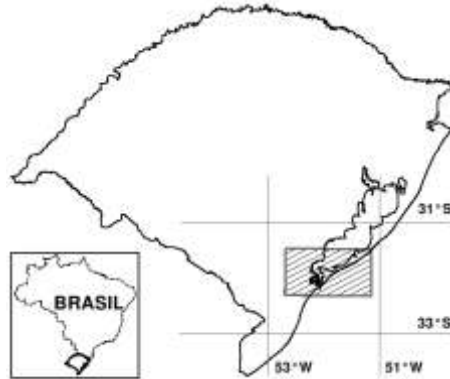


Figura 1. Localização da área de estudo

### **Imagem de satélite e base cartográfica**

Foi utilizada uma imagem Landsat 7 ETM+, órbita 221, ponto 82 de 12/11/2002, ortoretificada pela NASA e a Earth Satellite Corporation (TUCKER et al. 2004). O processo de correção de precisão, com pontos de controle em terra e modelo numérico de terreno conferiu uma acurácia de posicionamento melhor do que 50m RMS (root mean square) (TUCKER et al. 2004). A imagem Landsat 7, originalmente no datum WGS84, foi reprojeta para o datum SAD-69 através da técnica de reamostragem vizinho mais próximo (IBGE 2001) e utilizada como base cartográfica do trabalho, na escala 1:100.000. A área oceânica, a Laguna dos Patos, lagos e feições hidrográficas mais importantes (considerando a escala) foram digitalizadas numa combinação de procedimentos manuais e automáticos. As áreas urbanizadas foram identificadas em composições coloridas RGB 731, 432 e 543 e digitalizadas na tela do computador.

### **Classificação supervisionada**

Foi empregada a técnica SMAP (Sequential Maximum A Posteriori) de classificação supervisionada (BOUMAN E SHAPIRO 1994) sobre os seis canais reflectivos do sensor ETM+ (canais 1 a 5 e o canal 7). As áreas de treinamento das classes de interesse foram identificadas sobre a imagem Landsat através das técnicas de interpretação visual, utilizando diferentes combinações de composições coloridas dos canais. Nas operações de pós-classificação foram removidas as porções contíguas de uma mesma classe que totalizavam áreas menores que 40 hectares, que é a área





mínima mapeável para uma escala de 1:100.000. Os espaços foram então preenchidos através de um filtro de moda (IBGE 2001) com janela de 21x21 pixels. Todos os procedimentos foram realizados no sistema de informações geográficas GRASS 5 (NETELER E MITASOVA 2002).

### **Análise e caracterização das áreas úmidas**

Os fragmentos de áreas úmidas foram selecionados e individualizados do mapa raster obtido da classificação supervisionada e caracterizados quanto sua forma, tamanho e conectividade, que são alguns dos critérios utilizados no planejamento de áreas protegidas, derivados da teoria da biogeografia insular (PRIMACK 1993).

O tamanho foi estimado pelo número de células que integram o fragmento, e a forma através da relação perímetro/área corrigida (AUSTIN 1984). A conexão entre os pares de fragmentos de áreas úmidas foi medida como a distância mínima entre qualquer ponto de ambos os fragmentos, e o valor médio de todas as conexões de um determinado fragmento foi utilizado como valor de conectividade do fragmento. Por fim, os valores de conectividade, forma e tamanho obtidos foram convertidos a índices através da transformação linear para o intervalo de 0 a 1 com precisão de duas casas decimais. A cada índice foi atribuído um peso, e os mesmos foram combinados num procedimento conhecido como média ponderada (EASTMAN et al. 1995), através da expressão:

$$\text{resultado} = 0,1 \times \text{tamanho} + 0,4 \times \text{forma} + 0,5 \times \text{conectividade}$$

O mapa resultante, que representa a qualidade do fragmento segundo os critérios adotados, foi dividido nas classes ótimo (0,8-1,0), aceitável (0,5-0,7) e mínimo (0,0-0,4).

A proximidade com as áreas urbanas e monocultivos florestais foi considerada como um indicador da vulnerabilidade dos fragmentos à pressão antrópica. Duas matrizes de distâncias foram geradas para toda a área piloto, uma das áreas urbanas e outra dos florestamentos, e seus valores foram escalonados para o intervalo de 0 (maior distância, menor vulnerabilidade) a 1 (menor distância, maior vulnerabilidade) com duas casas decimais. Os efeitos de ambas foram combinadas através da multiplicação de seus valores e o resultado dividido nas classes crítico (0,9-1,0), em perigo (0,4-0,8) e vulnerável (0,0-0,3). Na caracterização dos fragmentos foram utilizados



o conjunto de programas para ecologia de paisagens desenvolvidos por BAKER E CAI (1992) especificamente para o SIG GRASS.

A classificação das áreas úmidas quanto a prioridade para conservação, considerando o grau de ameaça e as características dos fragmentos, foi obtida da multiplicação das representações raster dos índices de qualidade e ameaça obtidos nos procedimentos anteriores, conforme representado na figura 2.

## RESULTADOS

### Uso e cobertura do solo

A classificação final da área piloto incluiu 11 classes de cobertura do solo (Figura 3), que corresponderam a uma área total de 567.738 hectares (Tabela 1).

prioridade para conservação		nível de ameaça		
		crítica 00000	em perigo 00001	vulnerável 00002
qualidade do hábitat	ótimo 00010			
	aceitável 00007			
	mínimo 00000			

Figura 2. Matriz para classificação das áreas úmidas em prioridades de conservação.

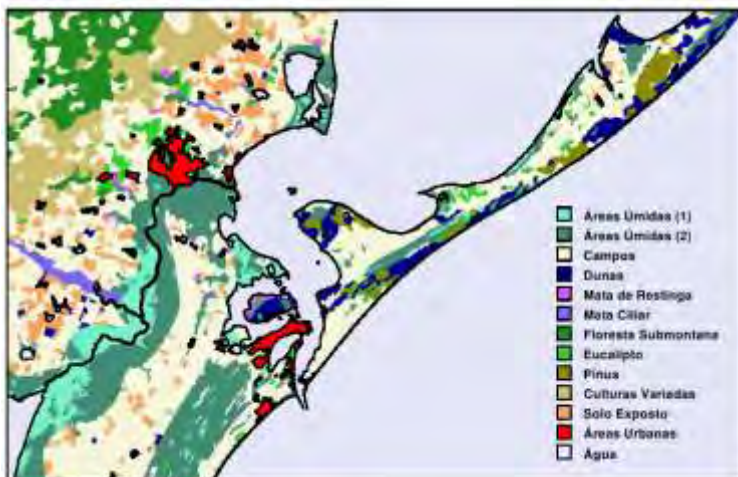


Figura 3. Cobertura do solo obtida da classificação supervisionada dos seis canais reflectivos do Landsat ETM+

Os campos foram a principal classe de cobertura da área com mais de 240.000 hectares e compõe a matriz de um mosaico com as áreas úmidas e matas e estão sendo utilizados principalmente pela agricultura intensiva do arroz e, em menor proporção, pelo cultivo de hortigranjeiros (RIO GRANDE DO SUL 2002). A divisão das áreas úmidas em duas classes não representou diferenças de composição florística, mas sim do nível médio da água. A primeira classe refere-se aos locais mais encharcados, como as áreas de marismas no estuário da Laguna dos Patos e a calha do canal de São Gonçalo. No total, as áreas úmidas representaram cerca de 140.000 hectares. As marismas ocupam a região entre-marés das ilhas e margens da Laguna dos Patos, que são áreas de influência marinha direta, e são formadas por comunidades vegetais halófitas anuais e perenes (COSTA 1998).



Tabela 1: Área por classe de cobertura do solo.

Classe	Área (hectares)
Áreas Úmidas (1)	35.320
Áreas Úmidas (2)	106.140
Campos	243.529
Dunas	28.974
Mata de Restinga	4.045
Mata Ciliar	6.436
Floresta Submontana	37.527
Eucalipto	12.437
Pinus	11.693
Culturas Variadas	46.627
Solo Exposto	35.010
Total	567.738

### **Conectividade, tamanho e forma das áreas úmidas**

A conectividade entre os pares de fragmentos de áreas úmidas foi medida como a distância mínima entre qualquer ponto de ambos os fragmentos. A distância média entre os pares de fragmentos foi de 46,6 Km. De 88 fragmentos identificados, somente 8 foram maiores do que 5.000 hectares. O tamanho médio foi de 1.600 hectares, com um mínimo de 44 e um máximo de 51.600 hectares. A forma da maior parte dos fragmentos foi intermediária entre os mais circulares e os mais longilíneos. A combinação dos índices de forma, conectividade e tamanho, desenvolvidos para cada um dos fragmentos, resultou em um sistema de classificação da qualidade desses fragmentos segundo os critérios desenvolvidos pela teoria da biogeografia insular.

### **Principais vetores de pressão antrópica**

A urbanização é, historicamente, o principal vetor de pressão antrópica na zona costeira brasileira. A expansão das áreas urbanas na costa esteve inicialmente ligada a forma de ocupação do território brasileiro desde a época colonial. Mais recentemente, a especulação imobiliária levou a multiplicação dos espaços construídos ao longo da costa, seja por residências de veraneio e condomínios de luxo ou por loteamentos irregulares. Além do impacto direto da conversão de



habitats, o lançamento de poluentes e o assoreamento dos corpos d'água são conseqüências da ocupação urbana. Outro importante vetor de degradação das áreas naturais são os monocultivos florestais como o Pinus e o Eucalipto. A conversão em florestamentos tem impactado principalmente as áreas do entorno de lagoas e lagunas, áreas de dunas fixas e móveis, matas de restinga, marismas e banhados. É uma atividade em expansão na região litorânea do estado (RIO GRANDE DO SUL 2002).

A proximidade com as áreas urbanas e monocultivos florestais foi considerada como um indicador da vulnerabilidade à pressão antrópica. Na figura 4 encontram-se a classificação das áreas úmidas em níveis de ameaça, após a combinação de ambas as vulnerabilidades.

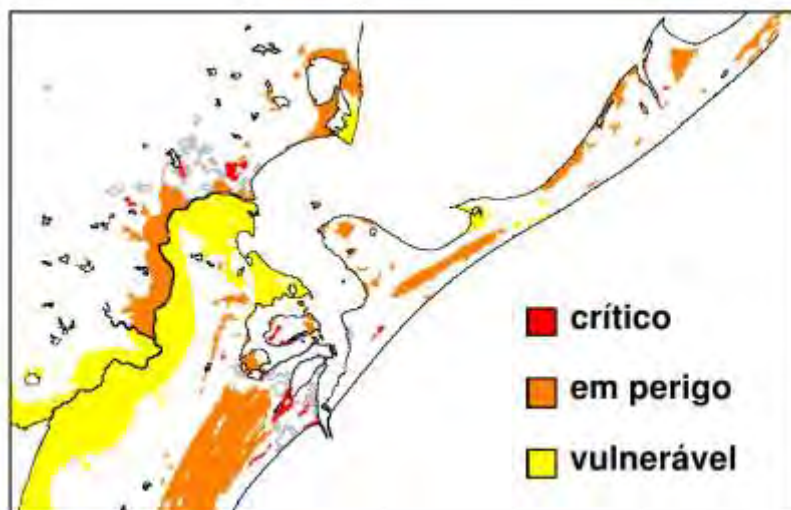


Figura 4. Classificação dos fragmentos de áreas úmidas segundo a ameaça de destruição.

### **Áreas úmidas prioritárias para conservação**

A multiplicação dos índices que representam a ameaça aos fragmentos de áreas úmidas com a qualidade atribuída aos mesmos através dos critérios desenvolvidos pela teoria da biogeografia insular resultou em uma classificação de prioridades para conservação. A matriz de classificação utilizada priorizou fragmentos considerados



críticos quanto ao grau de ameaça enquanto o peso relativo da forma e da conectividade dos fragmentos na composição do índice de qualidade foi maior. Como consequência, os fragmentos menores, próximos as zonas urbanas e florestamentos foram classificados como de maior prioridade (Figura 5).

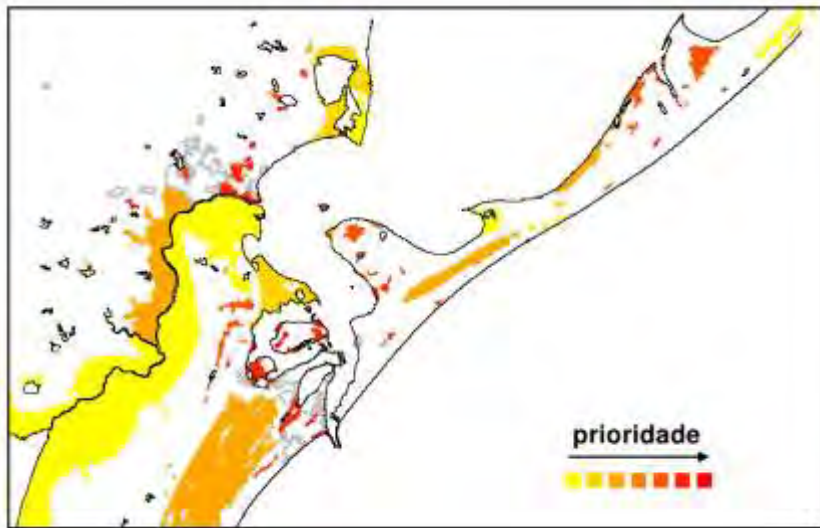


Figura 5. Classificação dos fragmentos de áreas úmidas segundo sua prioridade para ações de conservação.

#### DISCUSSÃO

A preservação dos habitats é a forma mais efetiva de preservação da biodiversidade uma vez que a grande maioria das espécies sobrevive apenas em áreas naturais (PRIMACK 1993). A determinação das áreas prioritárias para a conservação, em escala compatível, é a base inicial para o estabelecimento de áreas protegidas - ou unidades de conservação, e uma grande quantidade de recursos são gastos em todo o mundo para atingir este único objetivo (PRIMACK 1993). As estratégias de conservação da biodiversidade tem focado principalmente a maximização do número de espécies que podem ser protegidas dentro de uma área geográfica em particular (BIBBY et al. 1992; MYERS et al. 2000). Mas o planejamento de ações de conservação envolve ainda a



caracterização das áreas quanto a capacidade de manter populações viáveis (PRIMACK 1993; SOULÉ 1991).

As teorias do modelo de biogeografia insular descrevem o equilíbrio entre as taxas de colonização, ou especiação, e extinção de espécies através de aproximações como a relação espécies-área. É amplamente aceito que áreas maiores são melhores na manutenção de muitas espécies devido a sua capacidade de manter maiores populações. Habitats que outrora ocupavam vastas áreas, estão agora divididos em pequenos pedaços, ou fragmentos, devido a dinâmica das atividades humanas. Esse processo, onde uma grande e contínua área de hábitat é, ao mesmo tempo, reduzida e dividida em pedaços menores, é conhecido como fragmentação. Além da diminuição da área total de hábitat, o processo de fragmentação implica em um aumento dos efeitos de borda. Os efeitos de borda diminuem significativamente a viabilidade das populações naturais, e são maiores em fragmentos longilíneos, do que em fragmentos arredondados, que apresentam as menores razões perímetro-área. Além do tamanho, a presença e a densidade de muitas espécies podem estar condicionadas ao grau de conectividade entre as áreas (PRIMACK 1993).

Dentro de uma visão integral da conservação, a ecologia da paisagem é uma disciplina de grande importância e utilidade no planejamento de ações de conservação, porque investiga padrões nos tipos de habitats em uma escala regional e sua influência na distribuição das espécies e nos processos ecossistêmicos (URBAN 1987). É uma ciência que se aprofunda nos aspectos estruturais e funcionais da paisagem, por entender que ela é um sistema de elementos distintos que interagem entre si. Estruturalmente, a paisagem pode ser considerada como um mosaico de elementos que se apresentam sob distinta natureza, forma, tamanho e com uma determinada posição espacial. Funcionalmente, estes elementos se relacionam através dos fluxos de energia, de matéria e de organismos vivos. Estes processos funcionais são condicionados pelas características estruturais da paisagem, como resultado de processos que ocorreram há muito tempo ou que ainda se mantêm, como as atividades antrópicas e a erosão hídrica, por exemplo. Em escala regional, as paisagens estão conectadas a outras circunvizinhas através de fluxos de maior escala. Entender desta forma a paisagem permite que se trabalhe numa escala local, que afeta os espaços naturais individuais,



e numa escala regional, na qual se expõe a inter-relação desses espaços entre si e com as demais áreas do território. A escala regional pode reinterpretar espaços protegidos, como as unidades básicas de paisagem, incorporando as conexões entre esses espaços e o território como matriz, e aplicando-se os princípios já mencionados. Isto sugere uma projeção de redes ecológicas, como conjuntos coerentes de espaços protegidos, ecologicamente conectados entre si, mantendo um funcionamento ecológico do território. Se o objetivo é conservar a biodiversidade, os mecanismos ecológicos e evolucionários, essenciais aos processos de especiação também devem ser preservados (SMITH 1993).

As técnicas de geoprocessamento vem sendo utilizadas na seleção de áreas para conservação através da análise de lacunas "gap analysis", onde os ecossistemas pouco representados no atual sistema de unidades de conservação são identificados (PRIMACK 1993). No Brasil, as técnicas de sensoriamento remoto são utilizadas com sucesso no monitoramento da evolução da degradação da Mata Atlântica (SOS MATA ATLÂNTICA et al. 1998). Nessa mesma linha, o presente trabalho descreveu a utilização das ferramentas de extração e caracterização da informação espacial contida nas imagens de satélites orbitais, de forma a auxiliar os procedimentos de classificação de prioridades para conservação. A base de dados foi gerada por sensoriamento remoto, sem fontes adicionais, resultando em produtos com qualidade cartográfica. Essa característica é de fundamental importância em um país de dimensões continentais e forte carência de informações geográficas como o Brasil.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUSTIN, R.F. 1984. Measuring and comparing two-dimensional shapes. In: GAILE, G. L.; WILL-MOTT, C. J. (eds.) *Spatial Statistics and Models*, Boston: D. Reidel Publ. Co., pp.293–312.
- BAKER, W.L. AND CAI, Y. 1992. The r.le programs for multiscale analysis of landscape structure using the GRASS geographical information system. *Landscape Ecology*, 7(4):291–302.
- BIBBY, C.J.; CROSBY, M.J.; HEATH, M.F.; JOHNSON, T.H.; LONG, T.H.; SATTERSFIELD, A.J. AND THIRGOOD, S.J. 2002. *Putting Biodiversity on the Map: Global Priorities for Conservation*. Cambridge, England: International Council for Bird Preservation. 1992. BIRDLIFE. *Globally Threatened Birds indicating priorities for action*. Cambridge, UK: BirdLife International. 24 p.
- BOUMAN, C. AND SHAPIRO, M. 1994. A Multiscale Random Field Model for Bayesian Image Segmentation. *IEEE Trans. on Image Processing*, 3(2):162–177.
- COSTA, C.S.B. 1998. Plantas de marismas e terras alagáveis. In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. (eds.) *Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil*, Rio Grande: Ecoscientia. pp.25–29.
- EASTMAN, J.R.; JIN, W.; KYEM, P.A.K. AND TOLEDANO, J. 1995. Raster procedures for multi-criteria/multi-objective decisions. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 61(5):539–547.
- IBGE. *Introdução ao processamento digital de imagens*. Nº9 em Manuais técnicos em geociências, IBGE, Primeira Divisão de Geociências do Nordeste. 2001. 94 p.
- MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B. AND KENT, J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403:853–858.
- NETELER, M. AND MITASOVA, H. 2002. *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach*. The Kluwer international series in Engineering and Computer Science (SECS); Volume 689, Boston, Dordrecht, London: Kluwer Academic Publishers.
- PRIMACK, R.B. 1993. *Essentials of Conservation Biology*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc. 564 p.
- RIO GRANDE DO SUL. 2002. *Atlas Socioeconômico: Estado do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento, 2 ed.. 112 p.



- SMITH, T.; BRUFORD, M. AND WAYNE, R. 1993. The preservation of process: the missing element of conservation programs. *Biodiversity Letters*, 1:164–167.
- SOS MATA ATLÂNTICA; INPE E ISA. 1998. Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da Mata Atlântica no período 1990-1995. Rel. téc., Fundação SOS Mata Atlântica / Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais / Instituto Socioambiental, São Paulo. 55 p.
- SOULÉ, M. 1991. Conservation: tactics for a constant crisis. *Science*, 253:744–750.
- SOULÉ, M.E. AND WILCOX, B.A. 1980. *Conservation Biology: An Evolutionary-Ecological Perspective*. Sunderland, MA: Sinauer.
- TUCKER, C.J.; GRANT, D.M. AND DYKSTRA, J.D. 2004. NASA's global orthorectified landsat data set. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(3):313–322.
- URBAN, D.; O'NEILL, R. AND SHUGART, H. 1987. Landscape Ecology. *BioScience*, 37(2):119–127.