

## Mapeamento do uso e ocupação do solo utilizando imagens de satélite do sensor TM/Landsat 5 no litoral sul do Rio Grande do Sul, Brasil

Carlos Vinicius da Cruz Weiss<sup>1,2</sup>

Lucas Terres de Lima<sup>1</sup>

Abraão Martins Terceiro<sup>1</sup>

Natália Peppes Gauer<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande – FURG  
Caixa Postal 474 – 96201-900 – Rio Grande – RS, Brasil  
carlosvinicius@furg.br, lucasterres@gmail.com, abraaoterceiro@hotmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – IFRS  
Rua Eng. Alfredo Huch, 475 – 96201-460 – Rio Grande - RS, Brasil

<sup>3</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS  
Av. Paulo Gama, 110 - Bairro Farroupilha – 90040-060 – Porto Alegre – RS, Brasil  
nataliapeppes@hotmail.com

**Abstract.** The following paper aims at mapping the areas of use and occupation of soil in the south shore of Rio Grande do Sul using Geoprocessing and remote sensing/ detection. The area of this study is located between the cities of Rio Grande and Santa Vitória do Palmar. There were performed specific classification techniques of non-supervised orbital images from the sensor Landsat TM 5 using the tool *SOM* (Kohonen's Self-Organizing Map) from the software Idrisi Selva®, making it possible to discuss the spectral answers of the targets and of the field observation. Based on the distinction of classes performed by the software it was possible to make theme maps to analyze and measure the prevailing spots in the landscape classifying them according to their characteristics. The prevailing classes are the ones of use of soil where it is included rural areas of farming, plantation, livestock, and also forestry, thus demonstrating the need of a planning in order to regulate the use and conservation of the soil considering that the mentioned area is the target of intensive action of growth, and expansion of the activity of farming as well as speculation for the installation of wind farms. Therefore, it is feasible to conclude that the classification of orbital images represents a very important tool for the mapping of the proposed area and it enables the continuous monitoring, besides being an essential tool for the planning of the use of the soil.

**Palavras-chave:** digital image processing, remote sensing, image classification, Kohonen's self-organizing map, processamento digital de imagens, sensoriamento remoto, classificação de imagens, mapa auto-organizável de Kohonen.

## 1. Introdução

O uso inadequado do solo vem acarretando diversos problemas ambientais, tais como, o comprometimento de fontes e mananciais de água, degradação de *habitats* naturais, erosão, enchentes e assoreamento do solo. Estes estão diretamente ligados a um mau gerenciamento do espaço, que por estar desprovido de algum critério técnico ou projeto ambiental, tal como um zoneamento do solo, não respeitam a capacidade de suporte da natureza (Leite et al., 2010).

As técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto podem auxiliar no planejamento e no controle ambiental. Decisões estratégicas exigem uma grande quantidade de informações que podem ser facilmente analisadas com o uso destas ferramentas, tais como: o uso do solo e a influência do relevo, do clima e da hidrografia nas características físicas e ocupacionais de uma dada região. A utilização destas vem se tornando uma alternativa viável e confiável nas metodologias de aquisição de dados e classificação do solo, reduzindo consideravelmente as deficiências relativas ao cumprimento das leis (Nascimento et al., 2005; Ribeiro et al., 2005). Por ser uma geotecnologia de baixo custo e relativamente de fácil acesso, essas técnicas vêm sendo empregadas na tomada de decisões sobre o planejamento ambiental.

De fato, tem havido um desenvolvimento marcante das geotecnologias que disponibilizam uma série de ferramentas que auxiliam sobremaneira a investigação da adequação do uso do solo (Aulicino et al., 2000; Costa et al., 1996). Essas ferramentas de mapeamento e classificação do uso do solo, como no presente estudo, tornam-se cada vez mais úteis em análises das mais diversas finalidades. Neste trabalho, foram executadas as digitalizações dos dados classificados em um *software* e construídos mapas temáticos para analisar as manchas predominantes, bem como para mapear o uso e ocupação do solo, de modo a gerar subsídios que podem vir a ser utilizados em pesquisas de monitoramento e planejamento da área de estudo.

## 2. Área de estudo

A área de estudo situa-se exclusivamente na planície costeira do estado do Rio Grande do Sul, sendo esta seu limite oeste e o oceano atlântico o seu limite leste. Encontra-se entre os municípios de Santa Vitória do Palmar e de Rio Grande, e fica compreendida entre os paralelos  $33^{\circ}37'26''$  e  $32^{\circ}27'17''$  latitude Sul e entre os meridianos  $53^{\circ}16'22''$  e  $52^{\circ}28'20''$  longitude Oeste (Figura 2/1).



Figura 2/1. Mapa temático da localização da área de estudo.

### 3. Metodologia de Trabalho

Primeiramente foi delimitada a planície costeira utilizando as seis bandas (b1, b2, b3, b4, b5, b7) da imagem do sensor TM/Landsat 5. Após, foram exportadas para o *software* Idrisi Selva®, no qual realizou-se a confecção das composições coloridas em RGB (Red, Green, Blue) com diferentes combinações de bandas. As composições coloridas possibilitaram uma escolha do melhor modo para fazer a análise interpretativa das manchas da região estudada, expondo assim diferentes cores, para diferentes comportamentos espectrais dos alvos na imagem. A composição utilizada para a obtenção das assinaturas foi a R5G4B3, já que essa demonstrou ser a mais adequada para o estudo.

O procedimento para classificação da imagem, ilustrado na Figura 3/1, seguiu as seguintes etapas: composição colorida da imagem, áreas de treinamento, extração de assinaturas, obtenção do gráfico de curvas espectrais, análise SOM (redes neurais), mapa rotulado, segmentação e mapa de classificação final.

O processamento digital de imagem (PDI) foi realizado no *software* Idrisi Selva® com imagens orbitais do sensor TM/Landsat 5 das órbitas/pontos 222/83 e 221/82. A imagem utilizada no trabalho foi obtida gratuitamente através do banco de dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sendo essa com resolução espacial de 30 metros e seis bandas espectrais do espectro refletido, desde o visível até o infravermelho de ondas curtas, datada de março de 2011.

Na obtenção das assinaturas no modo *Digitalize*, foram identificadas sete classes: água, areia, solo exposto, vegetação, florestamento, banhado e campo. Posteriormente a obtenção das assinaturas, utilizou-se a ferramenta *MakeSig* onde carregou-se as assinaturas e as seis bandas da imagem para obtenção das curvas espectrais. Para essa análise foi necessário definir um conjunto de amostras de treinamento para cada classe a ser diferenciada na imagem classificada. De acordo com Crosta (1992), esse método de obtenção das assinaturas espectrais dos *pixels* de treinamento, parte do pressuposto de que o usuário conheça a imagem a ser classificada de tal modo que possa definir quantas e quais as classes que são mais representativas no que tange o uso e cobertura do solo.

Na classificação da imagem, utilizou-se a análise da ferramenta SOM (Kohonen's *Self-Organizing Map*) do *software* Idrisi Selva®. Essa ferramenta que é denominada "Mapa Auto-organizável de Kohonen" consiste em um tipo de rede neural artificial baseada em aprendizado competitivo e não-supervisionado (Kohonen, 1987). Esse método assemelha-se a neurônios biológicos, que formam uma rede de interconexões e são conectados por nós de uma grade que geralmente é uni ou bidimensional.

Nessa etapa de classificação foram selecionadas as seis bandas, as assinaturas, e a composição criada, resultando na classificação da imagem. Posteriormente, foi realizada a segmentação e foram vetorizados os polígonos para ser confeccionado um mapa temático. Também foi realizado o cálculo de área no *software* Idrisi Selva® através da ferramenta *Area*, a fim de tabular as diferenças de áreas em porcentagem.

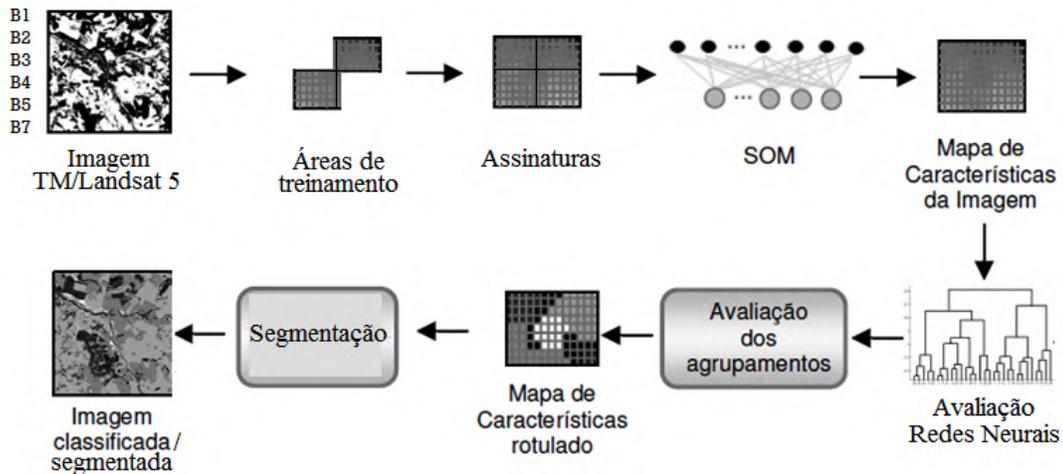


Figura 3/1. Procedimentos realizados para a classificação por redes neurais auto-organizáveis. Adaptado de Gonçalves (2008).

#### 4. Resultados e Discussão

De acordo com a Figura 4/1, que representa as curvas das respostas espectrais dos alvos, observa-se que as bandas 4 e 5 mostraram melhor distinção entre as classes perante a reflectância, ainda que ocorra similaridade entre florestamento e banhado na banda 5, e florestamento com solo exposto na banda 4. Mesmo apresentando uma maior similaridade nas bandas 1, 2, 3, 7, essas foram utilizadas na classificação para obter maior aporte de dados de entrada.

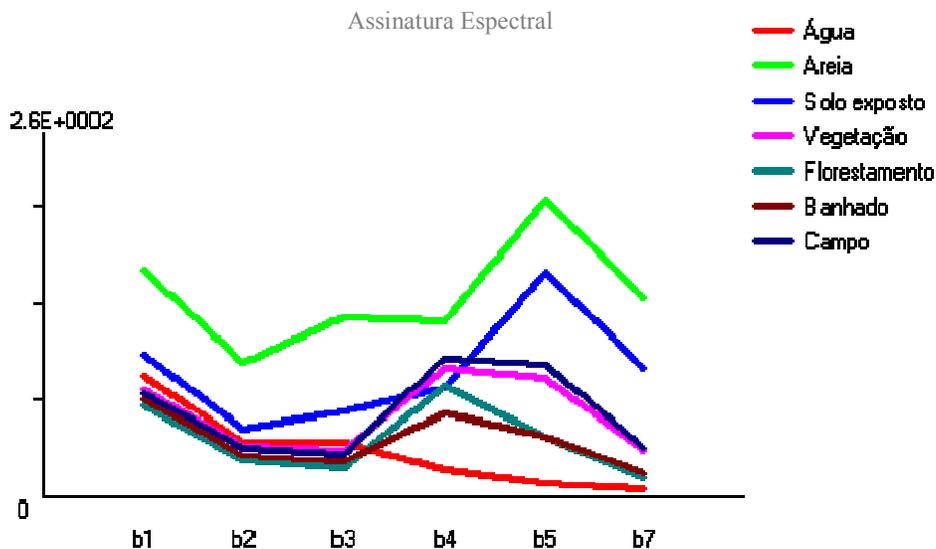


Figura 4/1. Gráfico das assinaturas espectrais dos alvos classificados.

Para que ocorra veracidade na distinção de alvos, é necessário um conhecimento prévio sobre a área de estudo e também a realização de saídas de campo para confirmação das assinaturas. Segundo Gambá e Luchiarri (2005), em pesquisas que trabalham com classificação de imagens com dados de sensores Landsat, geralmente nota-se uma confusão das assinaturas espectrais dos alvos.

Perante o resultado da classificação da imagem pode-se calcular a porcentagem da área dos alvos classificados (Tabela 4-1). A maior representatividade é dos corpos lagunares,

feições dominantes na planície costeira do Rio Grande do Sul. Desconsiderando esses corpos de água, o que predomina são os alvos de usos do solo, com destaque para a plantação de arroz, campos utilizados para pecuária em tempos de repouso e plantações em geral, estes usos se enquadram nas classes de campo e solo exposto, as quais representam juntas quase a metade dos alvos classificados na imagem (47,29%). O que também está inserido na classe de uso do solo é o florestamento, bastante representativo na planície costeira do litoral do estado, tendo ocupado 1,86% da área de estudo. Observa-se também a presença significativa de banhados - geralmente associados à vegetação - e de dunas frontais com 2,22%.

Tabela 4-1. Percentual das áreas dos alvos classificados.

Alvo	Classes	Percentual (%)
1	Água	42.01
2	Solo exposto	20.02
3	Areia	2.16
4	Florestamento	1.86
5	Vegetação	2.54
6	Banhado	4.11
7	Campo	27.27

Com a classificação da imagem multiespectral do sensor TM/Landsat 5, foi possível mapear sete diferentes tipos de uso e cobertura do solo presentes na área de estudo, são elas: água, areia, solo exposto, vegetação, florestamento, banhado e campo (Figura 4/2). Com o resultado do processamento pode-se compreender que a região baseia-se no cultivo agrícola, mas também são relevantes algumas áreas de silvicultura. Também foi possível identificar um grande número de áreas que apresentam solo exposto. Nesta classe também são considerados os solos com vegetação baixa, ou seja, os solos usados para pecuária em períodos de repouso do campo, tal como confirmado em saída de campo. A degradação ambiental é eminente e facilmente identificada através do baixo número de áreas de vegetação, essa vegetação foi identificada como vegetação nativa nas coletas de campo.

Destaca-se na Figura 4/2 o uso intensivo de cultivo agrícola devido à topografia plana da região e, principalmente pela presença dos corpos de água e banhados, tipicamente destinados para irrigação das plantações, as quais são predominantemente de arroz. Na linha de costa, estão presentes as dunas frontais, representadas na imagem pela areia. Onde seria a continuidade destas nota-se a atividade de florestamento (silvicultura).

Esse resultado, se comparado com as áreas próximas, pode ser considerado um estágio primário de ocupação pelo homem, considerando apenas que as atividades exercidas na área de estudo são rurais. Então, é essencial que seja elaborado um planejamento para reger o uso e a conservação, visto que a área em questão é alvo da ação intensiva de expansão da atividade de áreas de cultivo e de especulação para instalação de parques eólicos. Essas tendências podem provocar uma forte mudança na paisagem.

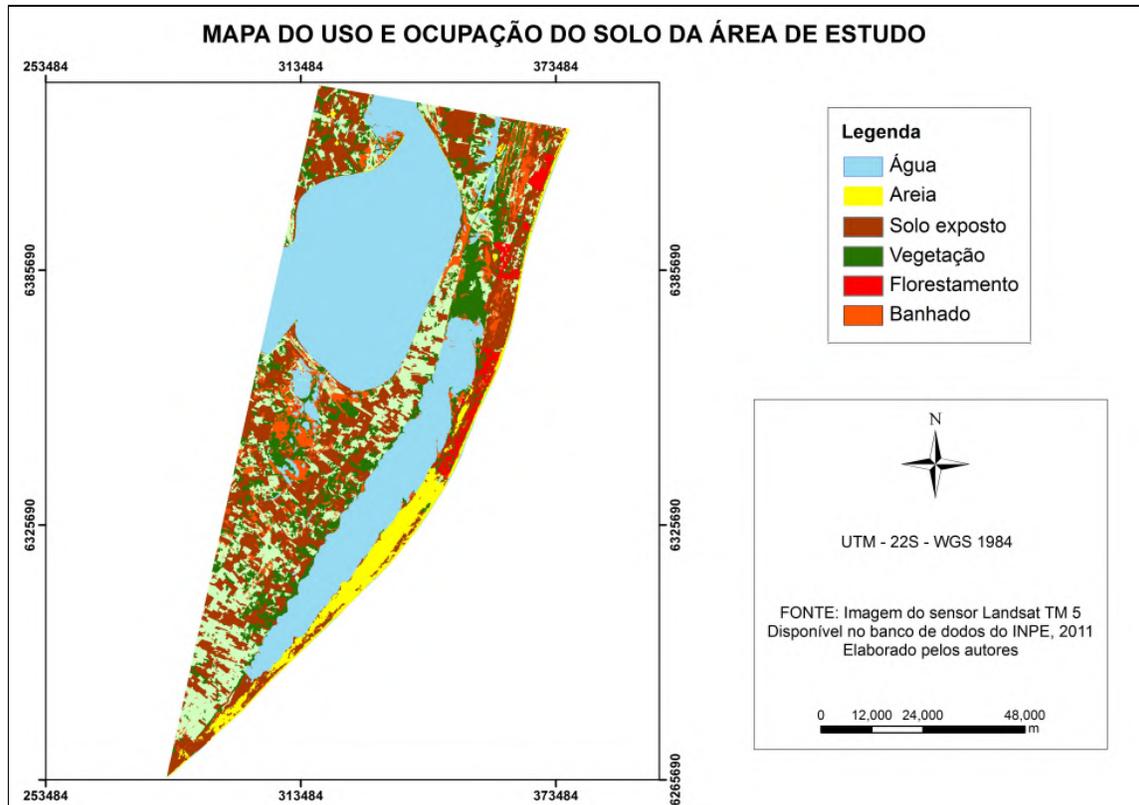


Figura 4/2. Mapa de uso e ocupação do solo na área proposta.

## 5. Conclusões

O uso de imagens orbitais, como neste caso, do sensor TM/ Landsat 5 representa uma ferramenta de suma importância na realização do trabalho. A aquisição sistemática de dados dessa natureza permite o mapeamento eficaz da área proposta e a possibilidade de contínuo monitoramento, além de ser uma ferramenta essencial para o planejamento do uso do solo.

A ferramenta *SOM* foi escolhida por apresentar uma série de vantagens e potencialidades que a colocam como uma alternativa bastante diferenciada para a classificação de imagens (Gonçalves et al., 2008), como a incorporação de contexto e textura, a possibilidade de descobrir agrupamentos de dados que possuem geometria complexas e variadas e a classificação de maneira diferenciada de *pixels* situados em regiões de transição entre classes.

## Agradecimentos

Ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) pela disponibilização das imagens de satélite utilizadas; à Universidade Federal do Rio Grande (FURG) pela disponibilização da utilização do software Idrisi Selva®; ao Programa de Pós-Graduação em Gerenciamento Costeiro da Universidade Federal do Rio Grande (FURG); e ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS – Rio Grande).

## Referências Bibliográficas

Aulicino, L. C. M.; Rudorff, B. F.T.; Moreira, M. A.; Medeiros, J. S.; Simi Júnior, R. Subsídios para o manejo sustentável da bacia hidrográfica do Rio Una através de técnicas de geoprocessamento e de sensoriamento remoto. In Simpósio Latinoamericano de Percepción Remota. 9., 2000, Puerto Iguazu, Misiones, Argentina. *Anais...* Argentina, 2000 Artigos, p. 899-908. 2000. CD-ROM.

Costa, T.; Souza, M.; Brites, R. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente por meio de um sistema de informações geográficas (SIG). *Revista Árvore*, v. 20, n. 1, p. 129-135, 1996.

Crosta, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**, SP: IG/UNICAMP, 1992.

Gambá, C. T. de C.; Luchiari, A. Avaliação da exatidão de mapeamento do uso e da cobertura da terra obtidos a partir de classificadores baseados na concepção Fuzzy. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12., 2005, Goiânia. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos, p. 4073-4080. 2005. CD-ROM.

Gonçalves, M. L.; Netto, M. L. de A.; Zullo Jr., J.; Costa, J. A. F. Classificação não-supervisionada de imagens de sensores remotos utilizando redes neurais auto-organizáveis e Métodos de agrupamentos hierárquicos. 2008. **Revista Brasileira de Cartografia**, Campinas, n. XX/YY, p. 1-13, 2008.

Kohonen, T. **Self-Organizing maps**, 2nd Edition, Berlin: Springer Verlag, 1987.

Leite, T. A.; Neto, J. de O. M.; Nascimento, A. F. de J.; Chagas, R. M.; Júnior, A. V. M. Delimitação das Áreas de Preservação Permanente (APP) com uso de geoprocessamento como subsídio à gestão dos recursos hídricos na bacia do Rio Jacaré. In: III Encontro de Recursos Hídricos, 2012, Sergipe. **Anais...** Aracaju, 2012. Artigos, p.34-38. 2012. CD-ROM

Nascimento, M. C.; Soares, V. P.; Ribeiro, C. A. A. S.; Silva, E. Delimitação automática de áreas de preservação permanente (APP) e identificação de conflito de uso da terra na bacia hidrográfica do rio Alegre. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Viçosa, 2005. Artigos, p. 2289-2296. 2005. CD-ROM.

Ribeiro C. A.; Soares, V. P.; Oliveira, A. M. S.; Gleriani, J. M. Desafio da delimitação de áreas de preservação permanente. **Revista Árvore**, v. 29, n. 2, p. 203-212, 2005.