# Aplicação da análise por componentes principais para o mapeamento do uso e ocupação da terra no município de Barão de Cotegipe - RS

Franciele Francisca Marmentini Rovani [1]
Gabriela Dambros [1]
Roberto Cassol [1]

[1] Universidade Federal de Santa Maria - UFSM,
Av. Roraima, 1000, 97105-900 – Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil
{franciele.rovani, gabbydambros} @yahoo.com.br; rtocassol@gmail.com

**Abstract.** This study aimed to analyze the digital image processing techniques, such as geometric correction, the mitigation of atmospheric effects, classification and especially the main components technique for mapping the use and occupation of land in the municipality of Barão de Cotegipe-RS. For this purpose, we used a image Landsat 5, the bands 1, 2, 3, 4, 5 and 7, the sensor TM, orbit 222, point 79, with the date of 09.01.2011 passage. We defined free software Spring version 5.0.6 for the image processing. The technique of main components was applied in two combinations (bands 1, 2 and 3, and bands 5 and 7). The first component of each combination were associated with band 4 to the RGB composite. As a result it was found that the main components analysis allowed to identify better targets, such as crops (initial and advanced stage) and showed the greatest number of information compared to the traditional classification of images. With respect to mapping the use and occupation of the land, said the presence of crops representing 48.2% of the total area. Another use significant was the use of native forests (31.8%) mainly located on the banks of rivers and the uppermost parts of the municipality, thus becoming permanent preservation areas. Thus, it was found that different techniques for digital processing of images contribute significantly to identify objects in an image and mapping further improving the quality of data.

**Palavras-chave**: remote sensing, image processing, main components, mapping, sensoriamento remoto, processamento de imagens, componentes principais, mapeamento.

## 1. Introdução

Atualmente, com o surgimento de novas técnicas computacionais, obteve-se um grande avanço nas pesquisas científicas com relação à utilização de geotecnologias nas mais diversas áreas do conhecimento. Neste contexto, o Sensoriamento Remoto, alcançou ampla difusão em vários campos de pesquisa e monitoramento dos recursos naturais e do meio ambiente (Centeno, 2003).

O Sensoriamento Remoto pode ser definido como um conjunto de técnicas cujo objetivo reside na captação à distância de registros, dados, informações e caracterização das propriedades de alvos naturais, por meio da detecção, registro e análise do fluxo de energia radiante refletido ou omitido por esses (Rosa, 2003; Florenzano, 2007; Loch, 2008).

Resultado de muitas pesquisas espaciais e de avanços tecnológicos, esta técnica, sob a óptica de Novo (2008, p. 4), reside na "utilização conjunta de sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamentos de transmissão de dados colocados a bordo de espaço aeronaves, espaçonaves, ou de outras plataformas". Seus sistemas fornecem informações precisas e confiáveis da superfície terrestre.

As imagens de satélite permitem a identificação dos objetos a partir de sua interpretação, que é facilitada pela qualidade de resolução da imagem e a utilização adequada de uma escala. Deste modo, os produtos resultantes do Sensoriamento Remoto são de grande utilidade para diversas aplicações, enfatizando-se as urbanas, agrícolas, florestais, cartográficas, ecológicas, hidrológicas e muitas outras.

Para se obter bons resultados a partir de imagens de satélite é muito importante saber empregar e manipular as diferentes técnicas de processamento digital de imagens. De acordo com Crósta (1992, p. 17), a função principal do processamento de imagens é "fornecer ferramentas para facilitar a identificação e a extração de informações contidas nas imagens". Para tanto, na interpretação de imagens é necessário observar características importantes tais

como: tonalidade/cor, textura, forma, tamanho, sombra e padrão (Rosa, 2003; Jensen, 2009). Assim, com o auxílio de sistemas computacionais, softwares específicos e interpretes é possível extrair informações das imagens envolvendo o reconhecimento de objetos ou padrões.

No olhar de Novo (2008), as técnicas de processamento digital de imagens podem ser classificadas em três conjuntos: técnicas de pré-processamento (preparação das imagens) em que ocorre a transformação dos dados digitais brutos em dados corrigidos radiométrica e geometricamente, dentre as quais a correção dos efeitos atmosféricos; técnicas de realce que visam melhorar a qualidade visual das imagens e as técnicas de classificação permitindo a identificação automática de objetos da cena a partir da análise quantitativa dos níveis de cinza.

Embasados nessas premissas, o presente trabalho, consistiu na aplicação de técnicas de processamento digital de imagens tais como a correção geométrica, atenuação dos efeitos atmosféricos, aplicação do contraste, técnica dos componentes principais segmentação e classificação. Além disso, visou-se de modo especial analisar a aplicação da técnica por componentes principais, suas contribuições, para posteriormente realizar o mapeamento do uso e cobertura da terra.

A área de estudo compreende o município de Barão de Cotegipe, RS, localizado entre as coordenadas de longitude oeste 52º29’15” e 52º23’25” e latitude sul 27º32’52” e 27º37’30”, ao norte do estado do Rio Grande do Sul, com área total de aproximadamente 260 $km^2$ (Figura 1).

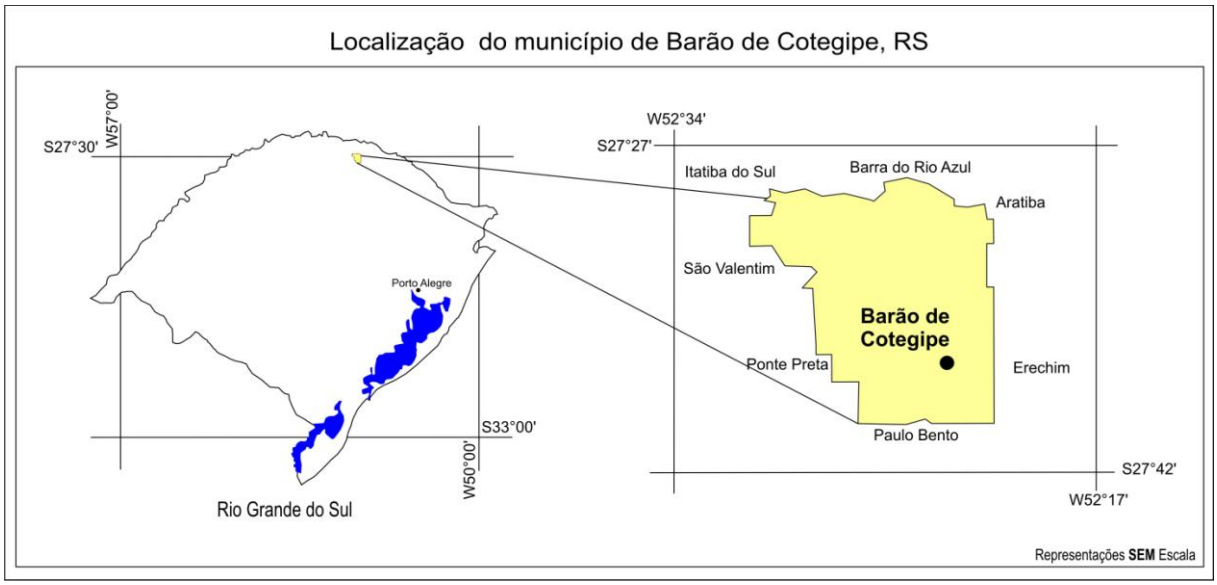


Figura 1. Localização da área de estudo.

## 2. Metodologia de Trabalho

Para o desenvolvimento desta pesquisa selecionou-se uma imagem sem correção geométrica do satélite *Landsat* 5 (bandas 1, 2, 3, 4, 5 e 7), sensor TM, órbita 222, ponto 79, data da passagem 01/09/2011 e uma imagem ortorectificada também do Landsat 5 (GLS 2005 – bandas 3, 4 e 5), sensor TM, órbita 222, ponto 79, data da passagem 03/11/2005. Ambas, foram obtidas junto ao catálogo de imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A etapa seguinte constou na criação do banco de dados e posteriormente do projeto que abrangesse a área de estudo, e na definição dos parâmetros cartográficos: projeção UTM, Datum SIRGAS 2000 (Fuso 22) no *software* livre Spring versão 5.0.6. Posteriormente, iniciou-se o processamento das imagens seguindo-se as técnicas de pré-processamento e de processamento.

## 2.1 Técnicas de pré-processamento

### 2.1.1 Correção geométrica

A correção geométrica, que consistiu na reorganização dos pixels da imagem em relação ao sistema de coordenadas, foi realizada utilizando-se como base a imagem ortorectificada (bandas 3, 4 e 5). No controle de pontos, modo tela, foram selecionados quinze pontos obtendo-se como resultado final um erro de 0,51 pixels.

### 2.1.2 Atenuação dos efeitos atmosféricos

Após a imagem estar georreferenciada realizou-se a atenuação dos efeitos atmosféricos. Primeiramente, efetuou-se a leitura dos pixels escuros correspondentes a sombra do relevo e de nuvens, água sem sedimentos em todas as bandas da imagem *Landsat* 2011 em duas combinações: bandas 3, 4 e 5 e nas bandas 1, 2 e 7 em um total de dez (10) amostras utilizando-se uma janela 5x5. Como resultado da leitura, selecionou-se os menores valores em cada uma das bandas.

A etapa posterior constou na criação de uma categoria no modelo temático para que, por meio da operação *LEGAL*, fossem identificados os menores valores (pixels mais escuros) e assim, a verificação da compatibilidade das informações.

Por fim, utilizou-se uma operação aritmética (Equação 1) em que os menores valores dos pixels foram subtraídos às respectivas bandas resultando em uma nova imagem de saída (C).

$$C = Ganho*A+Offset \quad (1)$$

Em que:

Ganho = 1

A = imagem de entrada

*Offset* = menor valor (negativo)

## 2.2 Processamento da imagem

### 2.2.1 Contraste

Na seqüência, aplicou-se o contraste às bandas. O mesmo consistiu em modificar o histograma da imagem aplicando uma transformação aos valores dos pixels, fazendo com que a variação dos níveis de cinza da imagem ocupasse toda a faixa de valores possíveis de serem representados visando assim, facilitar a interpretação visual das imagens. O contraste utilizado caracterizou-se como linear e foi aplicado a todas as seis bandas.

### 2.2.2 Análise por componentes principais

A análise por componentes principais (APC) que também é conhecida como transformação por principais componentes, ou ainda como transformada de *Karhunen-Loeve*, é considerada uma das funções mais eficazes de processamento de imagens em relação à manipulação de dados multitemporais (Crósta, 1992).

A técnica de APC tem como principal objetivo determinar a extensão da correlação existente entre as bandas e, através de uma transformação matemática apropriada, remover a correlação existente entre as bandas. Os componentes principais consistem na geração de novas bandas, não correlacionadas, de tal forma que o máximo de informação possível encontra-se nos primeiros componentes. Envolve uma transformação linear de dados originais, por meio de uma rotação e translação de eixos no espaço de atributos espectrais. Este método elimina essa repetição de dados, resumindo as informações que interessam em um conjunto menor.

Deste modo, para a aplicação da técnica, as bandas foram combinadas em dois grupos: bandas 1, 2 e 3 e bandas 5 e 7. A banda 4 foi reservada para a combinação final, representando os dados na faixa do verde.

No *software*, selecionaram-se as bandas de interesse e automaticamente aplicou-se a técnica. Como resultado obteve-se cinco componentes principais. Para fins deste estudo, utilizou-se somente a primeira componente principal da combinação das bandas 1, 2 e 3 e a primeira componente principal da combinação das bandas 5 e 7.

### 2.2.3 Segmentação

Para este estudo utilizou-se o método de crescimento por regiões que é uma técnica de agrupamento de dados, na qual somente regiões adjacentes, espacialmente, podem ser agrupadas.

Assim, definiu-se a similaridade e a área que melhor se adequaram na delimitação dos componentes de estudo. Para as primeiras componentes principais das bandas 1, 2 e 3 e primeiras componentes das bandas 5 e 7, mais a banda 4 utilizou-se similaridade 10 e área 20.

### 2.2.4 Classificação

A classificação desenvolvida constou do tipo supervisionada na qual foi informado o conjunto de classes e amostras para as regiões da imagem a serem mapeadas. Para fins deste mapeamento definiram-se oito classes distintas: água, área urbana, culturas, campos, floresta exótica, floresta nativa, pastagens e solo exposto.

Utilizou-se o classificador por regiões, em que no mapeamento todos os pixels que formam a região são definidos em uma mesma classe. Para cada combinação de bandas realizou-se uma classificação com base na segmentação prévia realizada. Adquiriram-se para a maioria dos temas de 20 a 30 amostras em média, sendo 50% de aquisição e 50% de teste. Para todas utilizou-se o classificador *Bhattacharya* com um limiar de aceitação de 99,9%.

Com as amostras selecionadas verificou-se se as mesmas estavam de acordo por meio da análise das amostras. Neste processo, pode-se observar quais amostras de teste estavam sendo confundidas com outras classes e também o percentual de rejeição. Após o ajuste das amostras e a execução da classificação, realizou-se o mapeamento em que as classes classificadas foram associadas aos temas previamente definidos de acordo com os usos e ocupação da terra.

A edição final do mapa de uso e cobertura da terra foi realizada do módulo Scarta do Spring e no *Corel Draw X4*.

## 3. Resultados e Discussão

Com base na aplicação da técnica por componentes principais e observando a Tabela 1, verificou-se que as primeiras componentes representaram respectivamente 93,81 e 98,15% das informações das bandas.

Tabela 1. Análise por componentes principais nas combinações das bandas 1, 2 e 3 e das bandas 5 e 7.

| **Análise por Componentes Principais** | | |
|---|---|---|
| | **Bandas 1, 2 e 3** | **Bandas 5 e 7** |
| Componente Principal 1 | 93,81% | 98,15% |
| Componente Principal 2 | 3,75% | 1,85% |
| Componente Principal 3 | 2,44% | - |

Com o resultado obtido da análise, selecionaram-se as bandas na composição RGB em que as primeiras componentes principais das bandas 1, 2 e 3 representaram o azul, a banda 4 o verde e as primeiras componentes principais das bandas 5 e 7, o vermelho (Figura 2).

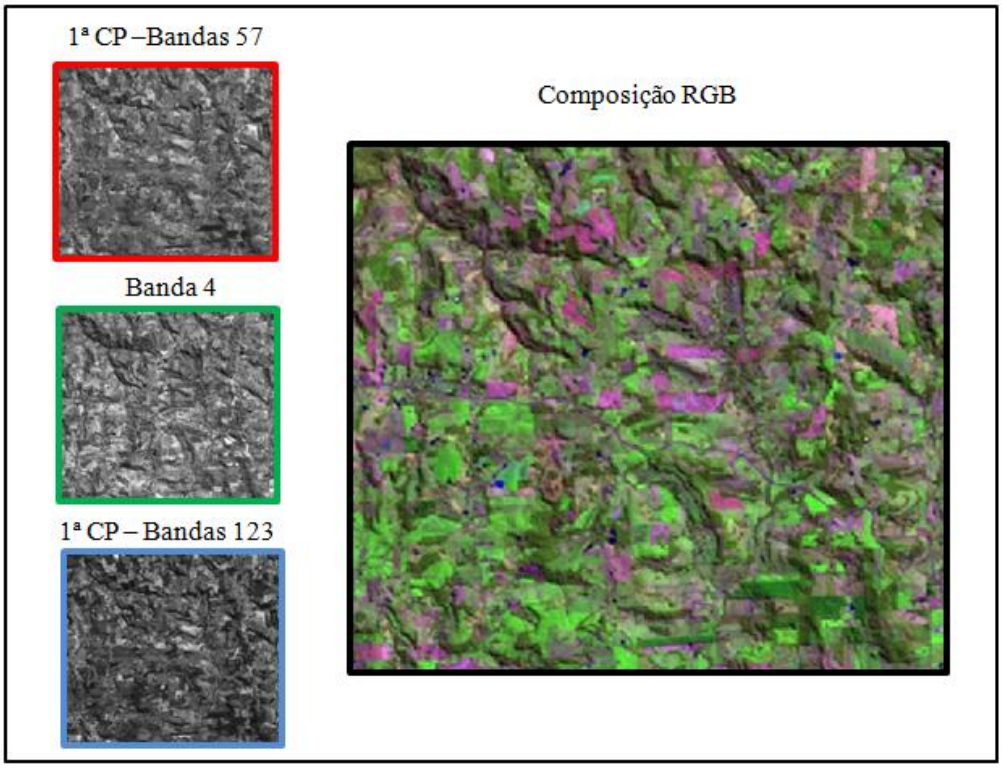


Figura 2. Composição RGB por componentes principais e banda 4.

Observando-se a Figura 2, pode-se verificar que a composição RGB das componentes principal agregou informações das seis bandas da imagem, ou seja, uma maior variabilidade de informações. Estas diferenças foram percebidas, principalmente, em relação às bordas dos alvos e na variação da composição dos pixels dos objetos. Este fato pode ter contribuído para retratar feições mais acentuadas e proporcionado uma melhor eficácia na discriminação dos objetos.

Em trabalhos similares, Gomes e Maldonado (1998), Sato et al. (2011), visando analisar o uso e cobertura da terra por meio da análise por componentes principais, destacaram o eficiente resultado da técnica resultando em bandas com nenhuma correlação entre si e mapeamentos de mudanças na cobertura da terra.

A partir da aplicação da análise, tem-se que a classificação via análise por componentes principais, melhora significativamente a identificação de alvos, se comparada com a classificação tradicional. Desde modo, obteve-se como resultado final o mapeamento do uso e ocupação da terra em 2011 para o município de Barão de Cotegipe (Figura 3) e suas respectivas áreas de ocupação (Tabela 2).

Tabela 2. Uso e ocupação da terra por classes e área ($km^2$) no município de Barão de Cotegipe – RS em 2011.

| Uso e ocupação | Área ($km^2$) | Uso e ocupação | Área ($km^2$) |
|---|---|---|---|
| Água | 0,20 | Floresta nativa | 82,80 |
| Área urbana | 1,60 | Lavouras | 125,39 |
| Campos | 12,97 | Pastagem | 27,56 |
| Floresta exótica | 5,09 | Solo exposto | 4,72 |

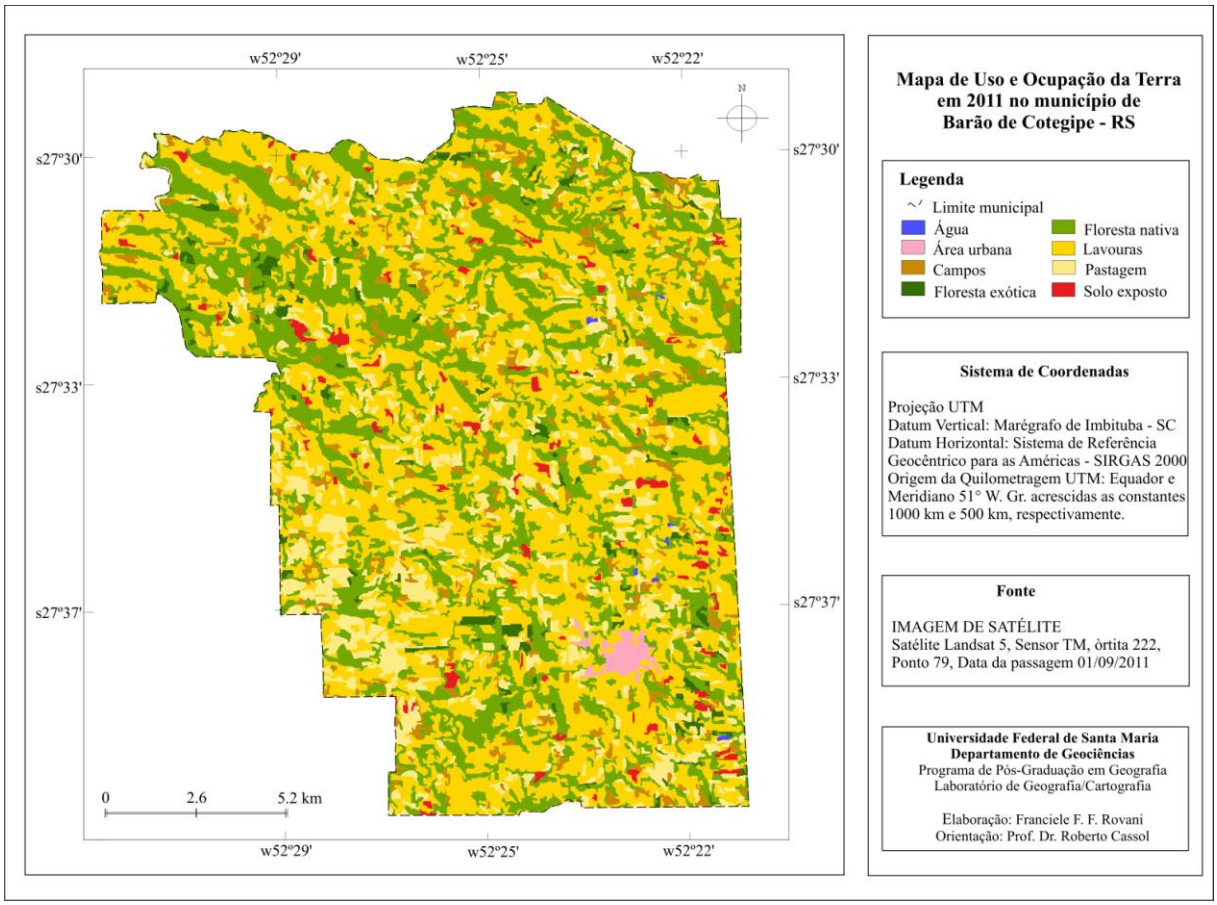


Figura 3. Mapa de uso e ocupação da terra em 2011 no município de Barão de Cotegipe – RS.

Analisando-se a Tabela 2 e a Figura 3, verifica-se que o uso e ocupação da terra no município é bastante diversificado. A classe de uso que mais se destacou foi o das lavouras (125,39km$^2$), compreendendo as áreas com agricultura implantada. Estas áreas incluem o cultivo dos principais produtos agrícolas cultivados temporariamente como o milho, o trigo e a soja, significativamente. Compreendem também as áreas com cultivo permanente como a erva-mate, as frutíferas, em especial o cultivo dos pareirais e das laranjeiras.

Observando-se a Figura 3 pode-se verificar que as áreas de floresta nativa, situadas principalmente na porção norte do município nas porções mais elevadas, ocupam 82,80km$^2$ da área municipal. Estes fragmentos de mata, característicos da floresta Ombrófila Mista, constituem-se nas áreas de preservação permanente junto às margens de rios, nos topos de morros e nas maiores declividades.

Destacam-se também, as áreas com pastagens (27,56km$^2$), assim classificadas, devido à data de obtenção da imagem. Posteriormente, estas áreas serão ocupadas com culturas anuais temporárias, como milho, soja e feijão. Os campos constituem-se nas áreas para ocupação de rebanhos bovinos, especialmente de gado leiteiro. Estes encontram-se dispersos nas pequenas propriedades que privam pela diversidade da agricultura familiar. As áreas de solo exposto (4,72km$^2$) podem ser definidas como aquelas em pousio ou em preparo para a implantação de culturas.

Um uso que está crescendo em termos de ocupação de área é o das florestas exóticas (5,09 km$^2$), constituída especialmente pelas florestas de eucalipto e pinus. Estas são destinadas para a comercialização local e para uso das propriedades. Os corpos hídricos, em pequena porção representando os lagos artificiais e os reservatórios. E por fim, a área urbana

que ocupa 1,60km$^2$ da área municipal e está sendo expandida com o passar dos anos, principalmente pela influência do êxodo rural.

## 4. Conclusões

Com base no trabalho realizado, pode-se concluir que a aplicação de diferentes técnicas de processamento de imagens contribui significativamente para a melhoria da qualidade dos dados, especialmente no caso de classificação das imagens e posterior mapeamento do uso e ocupação da terra.

As técnicas de processamento aplicadas apresentaram resultados satisfatórios que colaboraram para a identificação e interpretação dos elementos que presentes na imagem. A técnica por componentes principais mostrou-se eficaz na identificação das bordas dos alvos, na variação da composição dos pixels e na qualidade visual dos dados, quando comparada ao método tradicional de classificação de imagens.

## Agradecimentos

Agradecemos a professora María Silvia Pardi La Cruz que ministrou a disciplina de Processamento Digital de Imagens junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Maria e proporcionou o desenvolvimento deste trabalho no transcorrer da disciplina.

## Referências bibliográficas

CENTENO, J. A. S. **Sensoriamento remoto e processamento de imagens digitais**. Curitiba: Ed. Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas, 2003. 2009 p.

CRÓSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. Campinas: IG/UNICAMP, 1992. 170 p.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 128 p.

GOMES, A. R.; MALDONADO, F. D. Análise de componentes principais em imagens multitemporais TM/Landsat como subsídio aos estudos de vulnerabilidade à perda de solo em ambiente semi-árido. In: IX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 1998, Santos. **Anais...** Santos: INPE, 1998. Disponível em: <http://marte.dpi.inpe.br/col/sid.inpe.br/deise/1999/02.09.10.05/doc/8_167o.pdf>. Acesso em: 01 set. 2011.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Traduzido por: José Carlos Neves Epiphanio et. al. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598 p.

LOCH, C. **A interpretação de imagens aéreas**: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. Florianópolis: Ed da UFSC, 2008. 103 p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento remoto:** princípios e aplicações. São Paulo: Blucher, 2008. 308 p.

ROSA, R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. 5ª ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2003. 238 p.

SATO, L. Y. et al. Uso da análise por componentes principais na avaliação da mudança da cobertura florestal da Floresta Nacional do Tapajós. In: XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 2011, Curitiba. **Anais...**. Curitiba: INPE, 2011. Disponível em: <www.dsr.inpe.br/sbsr2011/files/p0565.pdf>. Acesso em: 02 set. 2011.