

Avaliação de classificação de imagens para mapeamento digital do Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)

Robson Lopes de Freitas Junior 1
Gilberto Pessanha Ribeiro 1

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Caixa Postal 524 - 20550-013 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
robson_lfjr@yahoo.com.br
gilberto.pessanha@gmail.com

Abstract. The National Park of “Serra dos Órgãos” (PARNASO) is the more studied National Park in Brazil and is configured as an important Conservation Unit in Rio de Janeiro’s state, because the environmental importance for the state. This area has passed for some problems, relatively recent, of disordered occupation because the urban expansion in its neighborhood characterized for human pressure. Through the digital image processing, more specifically the stages of segmentation and classification, were possible to illustrate the occupation process human being by means of cartographic documents. Beyond this process to make possible the generation of use the Land and vegetal covering maps, with the intention for assisting and giving foment to the execution of activities, the digital mapping is configured in an important tool for the environmental analysis, and the posterior zoning to the study area. Thematic classes of Land use and occupation with the intention had been adopted to allow the classification of digital images. They are: rocky outcrop, urban area, agriculture and natural vegetation. Studies had been made in the direction to indicate and to explore the functionalities of tools SPRING and DEFINIENS and results they had been compared from use of images LANDSAT, CBERS, SPOT and IKONOS. In conclusion, by the processes of images classification, the researches constituted in evaluate this mechanism through the Kappa index.

Palavras-chave: segmentation, classification, digital mapping, PARNASO, segmentação, classificação, mapeamento digital.

1. Introdução

O sensoriamento remoto é uma ferramenta que tem se tornado, atualmente, muito valorizada para suporte a análise ambiental em Unidades de Conservação. Devido a sua disseminação, muito se tem avançado para as técnicas de processamento digital de imagens com o objetivo de fornecer subsídios e dar sustentação para a gestão de recursos naturais, principalmente no que tange ao processo de tomada de decisões e gestão de Unidades de Conservação (UC).

O presente trabalho faz uso das técnicas de processamento digital com a finalidade de realizar o mapeamento digital do Parque Nacional da Serra dos Órgãos - PARNASO (região serrana do estado do Rio de Janeiro que contém áreas dos municípios de Teresópolis, Petrópolis, Magé e Guapimirim).

A classificação supervisionada de imagens é um processo preponderante para os estudos ambientais, pois é através dela que se diferenciam as classes temáticas de uso da Terra e cobertura vegetal, para a posterior execução do zoneamento ambiental. Assim, buscou-se realizar testes para a classificação de imagens de diferentes sensores remotos tais como LANDSAT, CBERS, SPOT e IKONOS.

Estudos relevantes já foram realizados utilizando-se técnicas de processamento de imagens com o uso do sistema SPRING para a área de estudo. Cruz (2008) buscou comparar os métodos de classificação utilizados pelo Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (SPRING) utilizando-se de imagens CBERS. Já Pereira e Ribeiro (2008) realizaram o mapeamento da área urbana de Teresópolis, adjacente ao PARNASO com imagens IKONOS – II e Milhomens et al. (2008) construiu um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a atividade de ecoturismo, muito utilizada na área de estudo. No entanto, este trabalho se diferencia dos anteriores por buscar novas formas de análise e

interpretação de imagens através do potencial de dois sistemas bem diferenciados em seu conjunto estrutural: o DEFINIENS e o SPRING. Por isso, optou-se em investir nessas tecnologias.

Para efeitos de mapeamento digital, foi definida como área de trabalho o retângulo envolvente delimitado pelas coordenadas de canto superior esquerdo 685.374,919E e 7.523.040,633N e para canto inferior direito 709.508,481E e 7.498.963,196N conforme ilustra a Figura 1. Este retângulo envolvente está contido em áreas dos municípios de Petrópolis, Teresópolis, Magé e Guapimirim, além de conter a unidade de conservação do PARNASO.

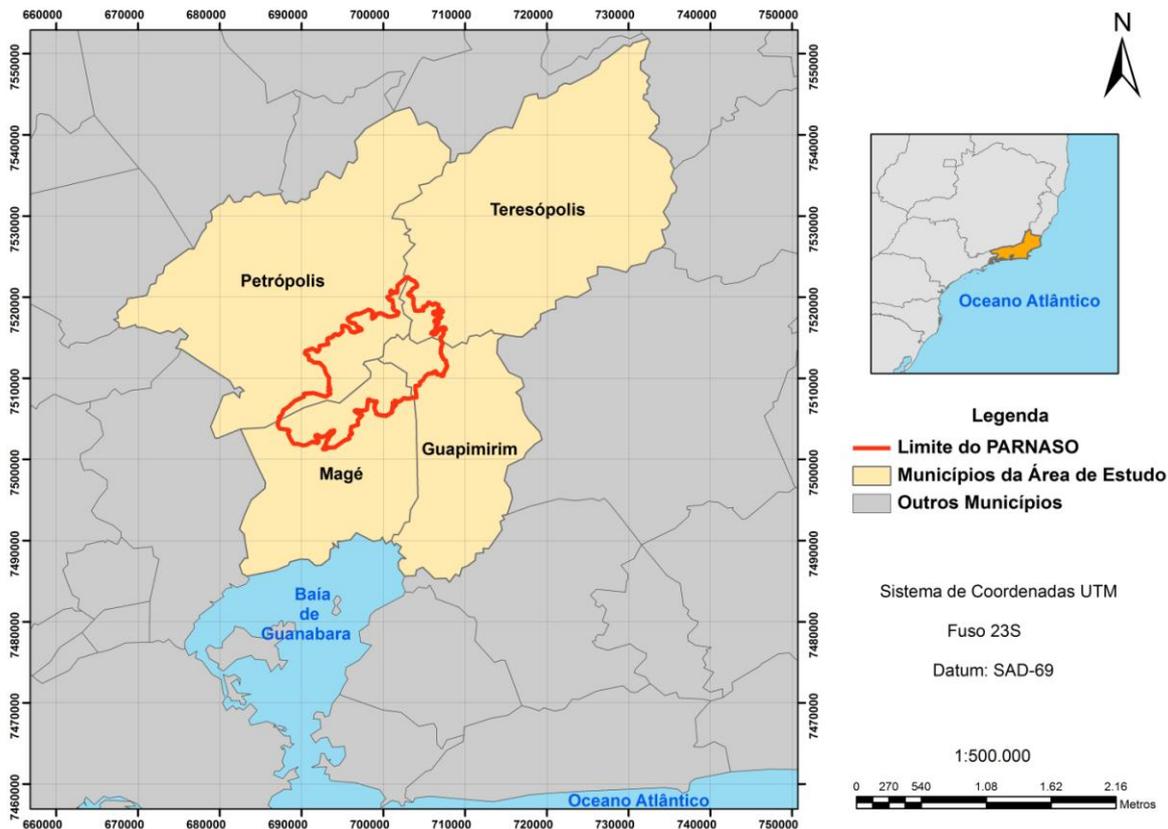


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

2. Metodologia de Trabalho

Foram utilizadas, no presente estudo, imagens de média e de alta resolução espacial. Neste sentido, buscou-se identificar a pressão urbana na área adjacente ao PARNASO em perspectivas de escalas diferenciadas.

Para a execução da classificação de imagens, foram realizadas etapas de pré-processamento tais como geração de composição colorida, realce, contraste e georreferenciamento. Após o pré-processamento, testes de segmentação do tipo crescimento por regiões foram efetuados nos sistemas SPRING e DEFINIENS para minimização de esforço do intérprete visual e para posterior etapa de classificação supervisionada.

Na etapa de classificação supervisionada, foi utilizado o algoritmo Bhattacharya no sistema SPRING, com grau de aceitação 99,9%, e os algoritmos assign class e classification no sistema DEFINIENS. Vale ressaltar que esses dois sistemas utilizam métodos de classificação diferenciados. Logo, o sistema SPRING se configura como um método de classificação pixel a pixel supervisionada. Já o sistema DEFINIENS executa a classificação baseada em objetos através de regras booleanas e de inferências fuzzy. Neste sentido, foram executados diversos conjuntos de regras através de informações espectrais das imagens

LANDSAT, CBERS, SPOT e IKONOS, levando em consideração, principalmente, características como brilho e textura dos objetos das imagens.

Para fins de mapeamento digital da área de estudo, foram adotadas quatro classes temáticas: afloramento rochoso, agricultura, área urbana e vegetação natural.

Com o objetivo de se avaliar a classificação supervisionada das imagens, foram sorteadas amostras aleatórias através da criação de pontos aleatórios (ferramenta create random points do sistema ArcGIS). De posse dos pontos criados aleatoriamente, foram configuradas matrizes de erros com o objetivo de identificar possíveis erros de inclusão e de omissão nos resultados de classificação.

Uma matriz de erros é um arranjo quadrático de números dispostos em linhas e colunas que expressam o número de amostras associadas a uma determinada classe em relação ao número de amostras associadas a uma classe em um documento de referência (Congalton e Green, 1999).

Geralmente, as colunas de uma matriz de erros representam o dado de referência, enquanto que as linhas indicam a classificação gerada a partir de dados de sensoriamento remoto. Este instrumento possui a finalidade de identificar o erro global da classificação para cada categoria, mostrando também como se deram as confusões entre as categorias temáticas (BRITES, 1996).

Por último, com o objetivo de validar a classificação gerada, foi utilizado o índice Kappa. Este índice considera que tanto o produto gerado, como o documento de referência, possuem o mesmo grau de verdade (BRITES, 1996). Esta ferramenta de análise é utilizada pela sociologia e psicologia há vários anos. Em sensoriamento remoto, a primeira publicação descrevendo a utilização do método foi realizada por Congalton e Green, em 1983. Desde então, vários artigos recomendam o uso deste método. Abaixo, demonstra-se a Equação 1 que expressa como o índice Kappa é calculado:

$$K = \frac{n \sum_{i=1}^k n_{ii} - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}}{n^2 - \sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i}} \quad (1)$$

Onde,

k = número de linhas da matriz de erros;

n = número total de observações (amostras);

n_{ii} = número de observações na linha i e coluna i;

n_{i+} = total da linha i;

n_{+i} = total da coluna i.

3. Resultados e Discussão

A partir da metodologia descrita no item anterior foram geradas classificações para as imagens LANDSAT dos anos de 1994, 2001, 2005 e 2009, SPOT 2006, CBERS 2007 e IKONOS 2003 para os dois sistemas utilizados no estudo. As Figuras 2 e 3 ilustram resultados de classificação dos sistemas SPRING e DEFINIENS para as imagens LANDSAT do ano de 2009.

Também foram desenvolvidas matrizes de erros para todos os resultados de classificação de imagens identificados no estudo, com destaque para as Tabelas 1 e 2 que demonstram os resultados para a imagem LANDSAT 2009.

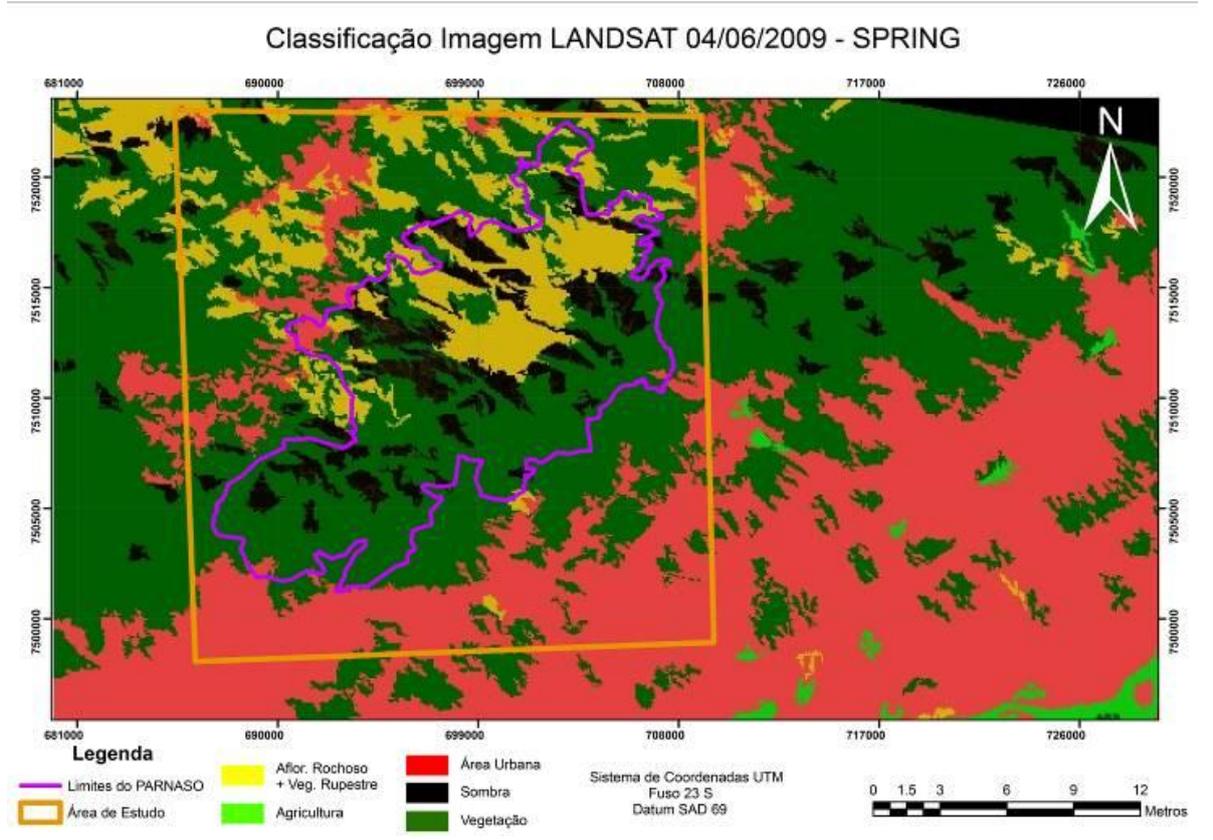


Figura 2 – Classificação de imagem Landsat para o sistema SPRING.

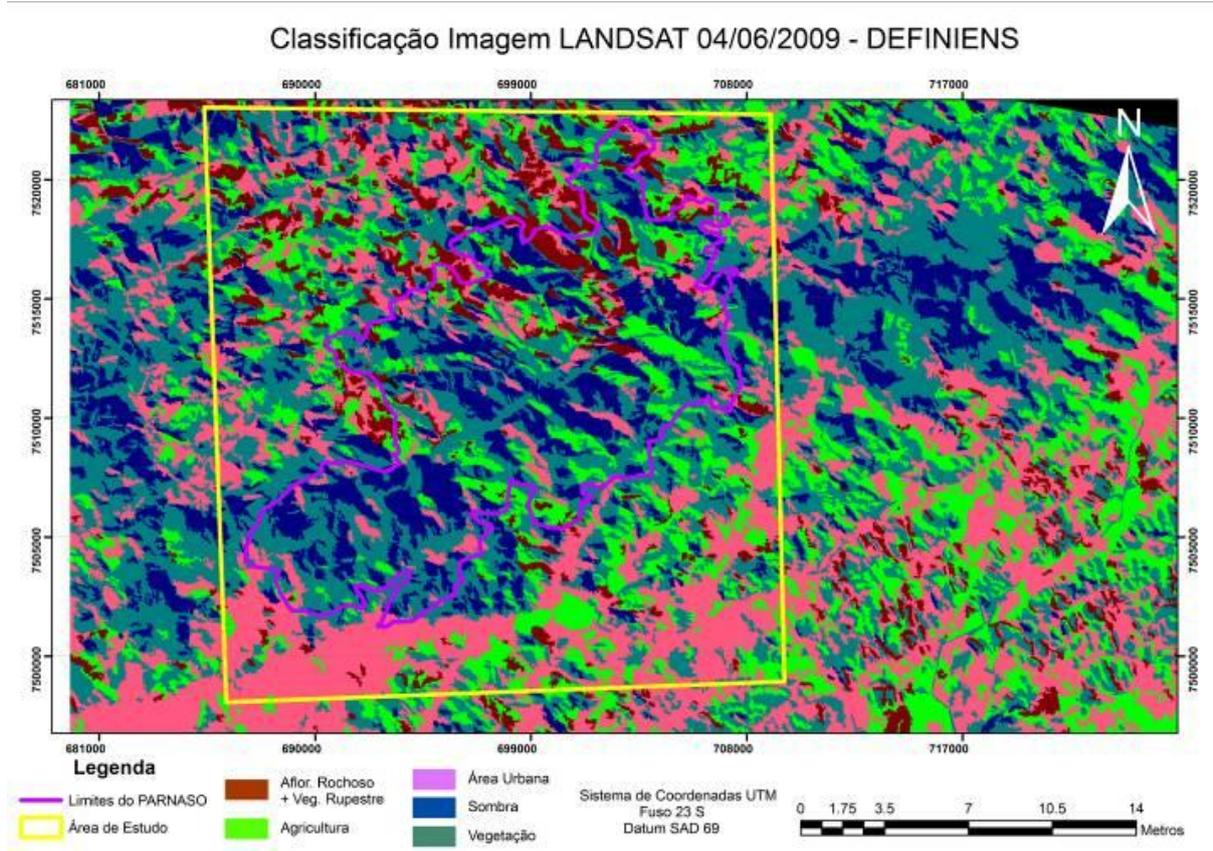


Figura 3 – Classificação de imagem Landsat para o sistema DEFINIENS.

Tabela 1 - Matriz de erros da classificação do SPRING – Imagem LANDSAT 2009.

		Documento de Referência					
Imagem Classificada	SPRING Imagem LANDSAT 2009	Afloramento Rochoso + Vegetação Rupestre	Agricultura	Área Urbana	Sombra	Vegetação Natural	Total
	Afloramento Rochoso + Vegetação Rupestre	13	2	5	0	6	26
	Agricultura	3	20	6	0	4	33
	Área Urbana	2	6	50	0	3	61
	Sombra	0	0	0	9	5	14
	Vegetação	0	3	3	2	70	78
	Total	18	31	64	11	88	212

Tabela 2 - Matriz de erros da classificação do DEFINIENS – Imagem LANDSAT 2009.

		Documento de Referência					
Imagem Classificada	DEFINIENS Imagem LANDSAT 2009	Afloramento Rochoso + Vegetação Rupestre	Agricultura	Área Urbana	Sombra	Vegetação Natural	Total
	Afloramento Rochoso + Vegetação Rupestre	10	2	3	0	4	19
	Agricultura	4	20	4	0	6	34
	Área Urbana	5	3	55	0	5	68
	Sombra	0	0	0	15	8	23
	Vegetação	2	5	8	3	50	68
	Total	21	30	70	18	73	212

Com base na tabela 1, é possível perceber que no sistema SPRING ocorreram confusões temáticas, principalmente, para a classe afloramento rochoso em que das 26 amostras, 6 foram classificadas equivocadamente como vegetação natural, 5 como área urbana e somente metade das amostras aleatórias foram classificadas de forma correta. Outra questão relevante é a porcentagem de classificações corretas para as classes temáticas de área urbana, sombra e vegetação natural.

Já em relação à tabela 2, podem-se inferir as discordâncias nas classes temáticas de afloramento rochoso e agricultura. Para a primeira, houveram 2 equívocos classificados como

agricultura, 3 como área urbana e 4 como vegetação natural. Para a segunda, percebem-se 4 inconsistências em relação aos temas afloramento rochoso e área urbana e 6 para vegetação natural. Também merece destaque o grau de concordância para as categorias área urbana, sombra e vegetação natural.

Aplicando-se a equação 1 nas tabelas 1 e 2, respectivamente, temos as equações 2 e 3 que descrevem os índices Kappa para as imagens utilizadas como exemplo.

$$n \sum_{i=1}^k n_{ii} = 13 + 20 + 50 + 9 + 70 = 162$$

$$\sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i} = (26 \times 18) + (33 \times 31) + (61 \times 64) + (14 \times 11) + (78 \times 88) = 12.413$$

$$K = \frac{(212 \times 162) - 12.413}{212^2 - 12.413} = \frac{21.931}{32.531} = 0,67. \quad (2)$$

$$n \sum_{i=1}^k n_{ii} = 10 + 20 + 55 + 15 + 50 = 150$$

$$\sum_{i=1}^k n_{i+} n_{+i} = (19 \times 21) + (34 \times 30) + (68 \times 70) + (23 \times 18) + (68 \times 73) = 11.557$$

$$K = \frac{(212 \times 150) - 11.557}{212^2 - 11.557} = \frac{20.243}{33.387} = 0,61. \quad (3)$$

Logo, a partir das equações demonstradas, é possível perceber que a classificação do sistema SPRING apresenta maior concordância (0,67) com o documento de referência do que a do sistema DEFINIENS (0,61).

A tabela 3 demonstra os valores de índice Kappa para todas as imagens utilizadas no estudo.

Tabela 3 – Valores de Kappa para as imagens do estudo.

Imagem	SPRING	DEFINIENS
LANDSAT 1994	0.66	0.62
LANDSAT 2001	0.64	0.64
LANDSAT 2005	0.64	0.52
LANDSAT 2009	0.67	0.61
CBERS 2007	0.65	0.50
SPOT 2006	0.62	0.62
IKONOS 2003	0.53	0.60

Para definir o quanto a classificação está correta, Landis e Koch (1977) Apud Congalton e Green (1999) caracterizaram os níveis de qualidade da classificação em seis grupos de acordo com o índice Kappa:

CONCORDÂNCIA MUITO FORTE = $K > 0,80$
CONCORDÂNCIA SUBSTANCIAL = $0,60 < K < 0,79$
CONCORDÂNCIA MODERADA = $0,40 < K < 0,59$
CONCORDÂNCIA LEVE = $0,20 < K < 0,39$
CONCORDÂNCIA POBRE = $0,00 < K < 0,19$
SEM CONCORDÂNCIA = $K < 0,00$

Desta forma, de acordo com a classificação de Landis e Koch (1977), pode-se afirmar que para a classificação realizada pelo sistema SPRING, todas as imagens apresentaram concordância substancial ($0,60 < K < 0,79$) com a base de dados, com exceção da imagem IKONOS do ano de 2003 que apresentou concordância moderada ($K = 0,53$).

Já para a classificação realizada pelo sistema DEFINIENS pode-se inferir que as imagens LANDSAT 2005 e CBERS 2007 apresentaram concordância moderada com a base de dados ($K = 0,52$ e $0,50$, respectivamente). Para as demais imagens utilizadas no estudo, a concordância com a base de dados foi a substancial ($0,60 < K < 0,79$).

Sendo assim, pode-se concluir que os resultados gerados pelas classificações de imagens efetuadas pelos sistemas SPRING e DEFINIENS apresentaram valores concordantes com o que a literatura recomenda para aplicações de sensoriamento remoto em estudos ambientais.

4. Conclusões

Com base nas etapas anteriores do estudo, percebeu-se que o processo de segmentação deve ser valorizado devido a esta etapa do processamento digital de imagens ter se mostrado como estratégia eficaz no mapeamento digital, uma vez que podem ser exploradas alternativas automatizadas para a definição da geometria dos objetos geográficos a serem extraídos e que irão se transformar em classes temáticas na etapa posterior de classificação.

No que tange a classificação digital de imagens, o estudo comparativo entre os dois sistemas, SPRING e DEFINIENS, quando se referem a recursos e funcionalidades apontou resultados semelhantes, sendo que se observaram tendências de melhores resultados de índice Kappa no sistema SPRING para imagens de média resolução (LANDSAT e CBERS) e nas imagens de alta resolução (SPOT e IKONOS) no sistema DEFINIENS. Contudo, cabe mencionar que o sistema DEFINIENS possui uma grande diversidade de funcionalidades que não foram totalmente exploradas em virtude do pouco tempo hábil para se estudar estas aplicações.

Por último, pode-se concluir que através das três categorias lógicas do espaço geográfico (extensão, localização e distribuição) uma sistemática para monitoramento da expansão urbana, principalmente nas zonas de vizinhança do Parque, é necessária com base na temporalidade e na possibilidade de aquisição das imagens de sensoriamento remoto para estudos ambientais como apresentado nesta pesquisa e que podem e devem contribuir, principalmente para gestão do PARNASO, sobretudo com o uso de aplicações e soluções gratuitas tais como as imagens LANDSAT e CBERS e o sistema SPRING.

Referências Bibliográficas

- Baatz, M.; Schape, A. **Objected oriented and multiscale image analysis in semantic network**. In: 2nd International Symposium on Operational Remote Sensing (ITC). Netherlands, 1999.
- Brites, R. S. **Verificação de exatidão em classificação de imagens digitais orbitais: efeito de diferentes estratégias de amostragem e avaliação de índices de exatidão**. 1996. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- Congalton, R. G.; Green, K. 1999. **Assessing the Accuracy of Remote Sensed Data: Principle and Practices**. Lewis Publishers. New York, 123p.

- Cruz, Z. Q. **Mapeamento Digital Regional do Uso e Cobertura da Terra em Unidades de Conservação a partir de Imagens CBERS para apoio à Gestão Ambiental**. Monografia de Graduação. Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Cartográfica: Rio de Janeiro, 2008.
- Milhomens, A. et al. **Sistema de Informações Geográficas de Ecoturismo (SIGECOTUR) do Parque Nacional da Serra dos Órgãos**. Espaço e Geografia. Vol.11, Nº 1 (2008). 147:190. ISSN:1516-9375.
- Pereira, M. F. M.; Ribeiro, G. P. **Mapeamento Digital de Zona Urbana em Teresópolis (RJ), Adjacente ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), a partir de imagens IKONOS II**. In: II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação. Recife, 2008.
- Schieve, J; Tufte L.; Ehlers, M. **Potential and problems of multi-scale segmentation methods in remote sensing**. Geoinformation 6: 34 – 39, 2001.