

**Ensaio de segmentação e classificação digital de uma unidade de conservação com
imagens CBERS utilizando o sistema SPRING
Estudo de caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)**

Zargo Quaresma da Cruz¹
Juliane Christine Silveira²
Gilberto Pessanha Ribeiro³

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Rua São Francisco Xavier, 524/4020-B – Maracanã – 20.550-900 Rio de Janeiro – RJ, Brasil
Faculdade de Engenharia
Departamento de Engenharia Cartográfica
¹zargo.cruz@gmail.com, ²julianesilveira@gmail.com,
³gilberto.pessanha@gmail.com

Abstract. This paper presents the results of author's empirical tests in way to choose the best parameters for produce segmentation and classification (supervised and unsupervised) using China-Brazil Earth Resource Satellite's image on SPRING system (version 5beta). The application of tests were fit to execution a classification of land's use and cover of one Conservation Unit, within objective will be a base for production a digital mapping with regional level of details. The "Parque Nacional da Serra dos Órgãos" (PARNASO), visual characterized for wonderful "Mata Atlântica" forest and a lot of protuberant gneisses, besides it has urban invasion around its limits, these environments become to be interest to applications of propose study, not only for the lot of kinds of thematic classes but for the representative of each one too. The study involves a comparison between scenes with different acquisition date.

Palavras-chave: remote sensing, image processing, environment, digital mapping, sensoriamento remoto, processamento de imagens, meio ambiente, mapeamento digital.

1. Introdução

Durante a realização de um projeto de baixo custo, com utilização de imagens sensoriais do sistema "China-Brazil Earth Resources Satellite" (CBERS) e do sistema computacional SPRING, envolvendo a classificação do uso e cobertura da terra de uma Unidade de Conservação (UC), o autor se deparou com o problema da escassez de informações disponíveis na literatura sobre a definição e influência dos valores atribuídos aos parâmetros de configuração dos processos de classificação e de segmentação, este último atuando como pré-requisito para os métodos de classificação por região. Sendo assim, foi desenvolvida uma bateria de ensaios qualitativos, objetivando estudar a amplitude e o comportamento resultante da variação de cada parâmetro disponível no sistema SPRING. Também será abordada no contexto, de forma superficial, a influência de uma cena adquirida em data diferente sobre os resultados apresentados.

Os testes foram realizados utilizando-se como estudo de caso o Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO), principalmente por esta UC apresentar uma variação interessante das classes temáticas e também por estar envolvida com problemáticas urbanas que demandam por estudo de mapeamento temático, inclusive com necessidades de atualização e identificação de detalhes, sendo esses conceitos não abordados no presente trabalho.

1.1 Localização Geográfica

O PARNASO está inserido no Maciço da Serra dos Órgãos e faz parte da Serra do Mar na região serrana fluminense. Localizado a cerca de 90Km da cidade do Rio de Janeiro e com aproximadamente 106.191 km² de área, o parque engloba parte dos municípios de Magé, Guapimirim, Petrópolis e Teresópolis.

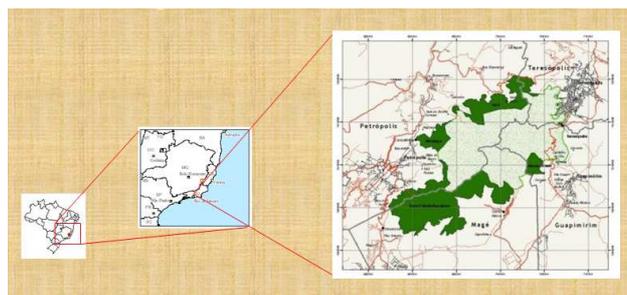


Figura 1- Mapa de localização do PARNASO

1.2 O mapeamento

Os ensaios de segmentação e classificação foram realizados durante o mapeamento digital do uso e cobertura da Terra realizado com a escala regional de 1:100.000 e está parcialmente apoiado nas bases cartográficas digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) na escala 1/50.000, assim como em imagens sensoriais adquiridas por satélites do programa “China-Brazil Earth Resources Satellite” (CBERS).

2. Processos da Classificação Digital e seus Parâmetros

2.1 Segmentação

Processo de separação automatizada da imagem em áreas que englobem “pixels” semelhantes nas direções X e Y do plano cartesiano. Essa etapa é essencial para a realização de uma classificação por região. Normalmente, como no presente estudo, é utilizado o método de crescimento por regiões.

Uma das principais dificuldades encontradas para a realização da segmentação por crescimento de regiões é a falta de informações para definição dos parâmetros que envolvem este processo: **similaridade** e **área**. Segundo a definição do INPE (2007) encontrada na literatura do SPRING:

“A medida de similaridade está baseada na distância Euclidiana entre os valores médios dos níveis de cinza de cada região. Assim duas regiões são consideradas distintas se a distância entre suas médias for superior ao limite de Similaridade escolhido. [Da mesma forma, as] regiões com área menor que o mínimo escolhido são absorvidas pelas regiões adjacentes mais similares a estas.”

O funcionamento computacional da segmentação por regiões começa com a atribuição automática do tamanho de um pixel para cada região, em seguida, essas regiões iniciais “crescem” através da aglutinação das regiões adjacentes que possuam diferenças de tons de cinza menores que o limite definido para o parâmetro similaridade, essa etapa é baseada na menor distância Euclidiana entre as médias dos tons de cinza das regiões envolvidas no processo, após essa fragmentação inicial, as regiões que possuem o número de pixels menor ou igual ao valor definido para o parâmetro área, são agregadas às regiões adjacentes cujas características sejam mais próximas, independente da similaridade definida inicialmente. Fica clara, nesse momento, a importância que a correta definição desses parâmetros possui no quesito qualidade da classificação final.

Sendo 256 o número de tons de cinza passíveis de representação em uma imagem de 8bits (2^8) como é o caso das imagens CBERS, é sabido que o intervalo de similaridade tem que variar de 1 a 256, sendo que o valor de 256 é o limite máximo de aceitação, onde qualquer dupla de pixels, por mais distintos que possam ser, serão agrupados, gerando um polígono único, independente do valor definido para o parâmetro área. Este, por sua vez, pode variar de 1 até o número total de pixels da imagem, sendo esse valor utilizado para definir o tamanho da área do menor segmento individualizado pelo processo, ou seja, toda região que contenha o número de pixels igual ou menor que o estipulado no parâmetro área será obrigatoriamente agrupada à uma outra região adjacente mais semelhante.

2.2 Classificação

Processo que envolve o processamento computacional da imagem visando aglomerar blocos de pixels que possuam dados com informações semelhantes, sendo que o nível de semelhança depende da escolha do método classificador (modelo matemático), podendo o mesmo ser ainda matematicamente ajustado pelo usuário através dos parâmetros próprios de cada método, sendo neste artigo tratado somente o **limiar de aceitação**, que é um parâmetro comum à maioria dos métodos disponíveis no SPRING.

O conceito do parâmetro limiar de aceitação é extremamente importante para a correta qualificação do resultado final do processo de classificação. É possível defini-lo como sendo o percentual, de uma distância ou da quantidade de pixels, que será utilizado para refinar a classificação através da rejeição de dados discrepantes, ou melhor, com baixa probabilidade de pertencer ao conjunto desejado.

Quando o limiar de aceitação é baixo, mais itens são desconsiderados e deixam de ser classificados, ao contrário, um limiar de 100% não descarta nenhuma informação por mais duvidosa que possa ser. Normalmente o intervalo de aceitação varia de 75% a 99.9% de uma distribuição normal de probabilidade para um segmento/pixel pertencer a uma determinada classe.

2.3 Treinamento

Para realizar um processo de classificação é preciso realizar o reconhecimento da assinatura espectral das classes de interesse, esse procedimento é chamado de treinamento, no contexto do SPRING. Pode ser supervisionado ou não-supervisionado, sendo o primeiro caso caracterizado quando o engenheiro responsável possui informações que possibilitem a identificação de uma ou mais classes de interesse através da definição de áreas representativas na imagem. Os desenvolvedores do SPRING recomendam o uso de 10 a 100 pixels representativos de cada classe para se obter uma classificação estatisticamente confiável.

Também é importante salientar que a utilização da ferramenta de análise estatística das amostras (disponível no SPRING) é um procedimento de grande valia para a qualidade final do processo de classificação supervisionada, permitindo eliminar as amostras discrepantes.

3. Métodos Classificadores

Os métodos classificadores dividem-se em dois grandes grupos de acordo com o item elementar envolvido na análise, o mais simples é o classificador “pixel a pixel”, ou por pixel, que considera apenas as informações de nível de cinza de cada pixel para agrupá-los em padrões homogêneos, baseando-se em conceitos de probabilidade (método estatístico) ou não (método determinístico). O classificador por região define o outro grupo de métodos que além do nível de cinza considera também a situação espacial de um conjunto de pixels semelhantes (região) em relação aos pixels que cercam esse conjunto.

Os modelos matemáticos utilizados pelo autor para a classificação no sistema SPRING estão destacados na tabela 1, existem outros modelos disponíveis no sistema, porém não foram tratados nesse estudo.

Tabela 1 - Classificadores disponíveis no SPRING 5

Classificador (SPRING)	Elemento	Treinamento
Maxver	Pixel	Supervisionado
MaxVer-ICM	Pixel	Supervisionado
Dist. Euclidiana	Pixel	Supervisionado
K-medias	Pixel	Não-supervisionado
Isoseq	Região	Não-supervisionado
Bhattacharya	Região	Supervisionado
Clatex	Região	Supervisionado
Arg. SRN (rede neural)	Região	Não-supervisionado
Histograma	Região	Não-supervisionado

5. Metodologia e Desenvolvimento

O procedimento de caracterização da cobertura e uso da Terra pode ser acelerado pelo processo de análise computacional das reflectâncias espectrais das bandas-chave através da correlação entre as assinaturas espectrais e as características físico-químicas de um determinado tipo de alvo (adaptado de LIU, p. 123).

5.1 Aquisição de imagens sensoriais atualizadas

Foi realizado um acesso ao catálogo on-line das imagens do sistema CBERS disponível na internet através do site <http://www.cbbers.inpe.br/>, foi identificado o ponto 125 da órbita 151 como o local das cenas que atenderiam ao projeto. Após filtragem e análise visual da qualidade de nitidez das imagens e também da ausência de cobertura de nuvens sobre a área desejada dentro da cena em questão, foram então selecionadas as cenas adquiridas para as datas de 07-07-2007 e 23-09-2007.

Segundo as especificações do catálogo de imagens, ambas são fornecidas com correções de Nível 2 (ou Precisão), que indica calibração radiométrica e geométrica.

A cena mais recente (23-09-07) apresenta uma cobertura por neblina densa ou efeito de poluição atmosférica acumulada (figura 2), porém, tal característica não atinge o recorte da área do projeto e, em contrapartida, apresenta uma quantidade de sombreamento muito menor do que a cena do mês de julho, conforme destacado na figura 3.

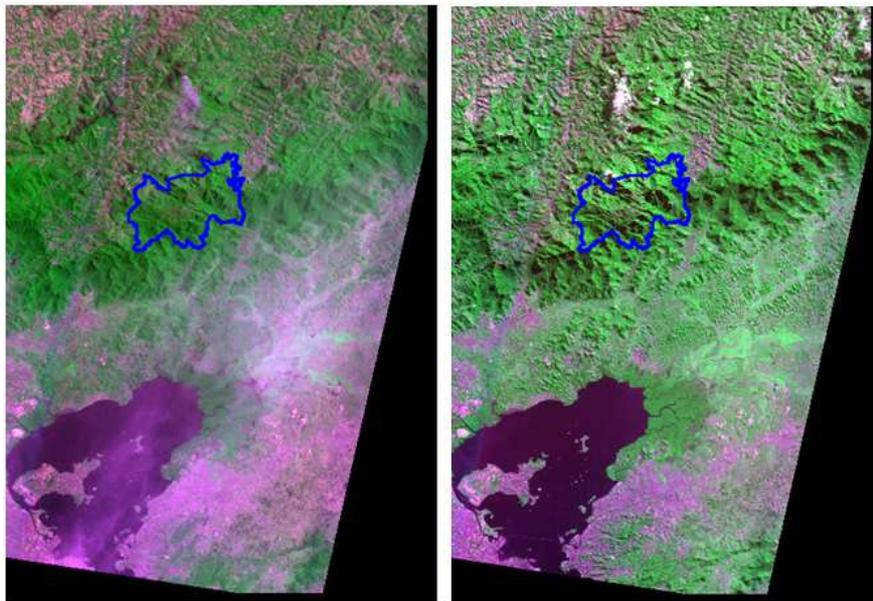


Figura 2 Composição RGB342 da cena de 23-09-07 (esq.) e de 07-07-07 (dir.)

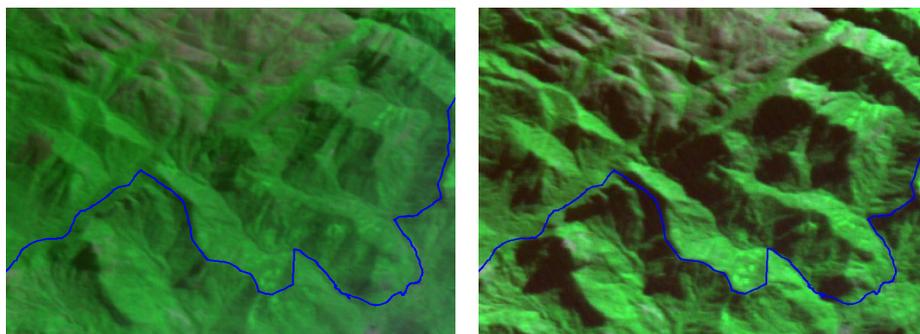


Figura 3 Efeito de sombra menor na cena de 23-09-07 (esq.) em relação à cena de 07-07-07 (dir)

5.2 Ensaio de Segmentação

Como mais de 90% da área do PARNASO envolve vegetação de Mata Atlântica, foi escolhida a banda 4 (NIR), que possui maior captação da reflectância característica desse alvo, como base para todo o processamento de segmentação e classificação.

A seguir serão mostrados destaques ampliados de áreas específicas de algumas combinações de parâmetros de segmentação executadas pelo método empírico, seguidas de comentário do autor.

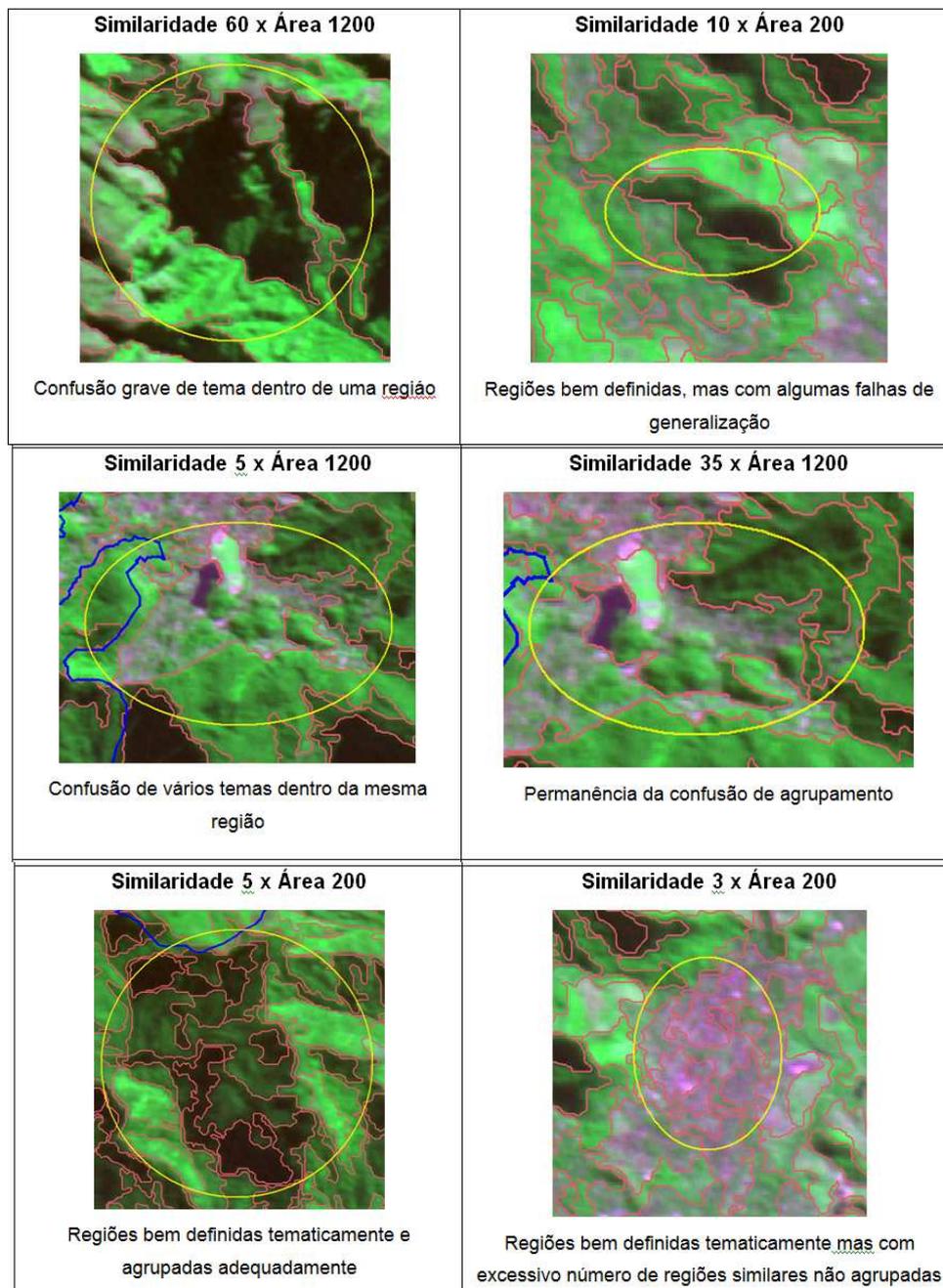


Figura 4 – Resultados das variações dos parâmetros de segmentação comentados

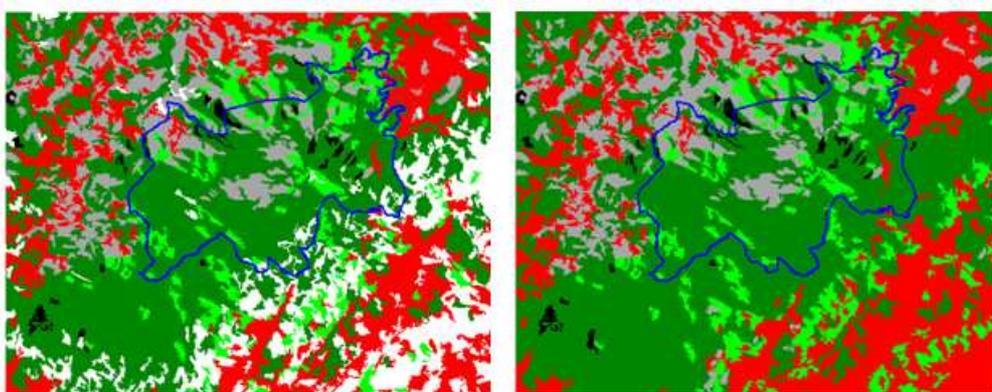
5.3 Treinamento supervisionado

A realização de amostras com um nível de confiabilidade aceitável, mostrou-se um processo extremamente exaustivo, tanto em termos de tempo como em termos da checagem visual dos resultados. Uma das preocupações iniciais foi o de garantir uma quantidade

significativa de amostras para cada tema, ou seja, pelo menos 10 regiões, de forma a ter cerca de 100 pixels representativos conforme recomendado na literatura do SPRING. O método Bhattacharya foi utilizado de forma inicial para efeito de teste da amostragem, sendo a amostragem refinada por diversas vezes para que fosse possível eliminar erros grosseiros identificados visualmente.

6. Resultados

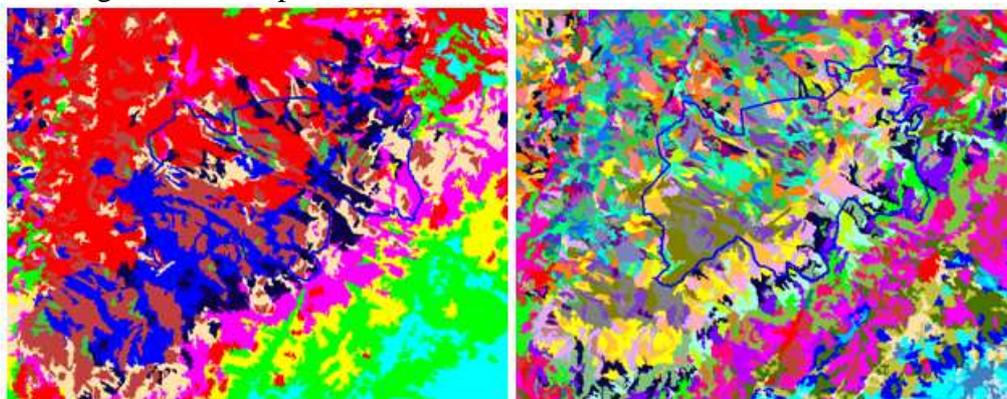
Na classificação pelo método Bhattacharya, percebeu-se que com a redução da incerteza do pixel através da definição do limiar de aceitação a quantidade de informações não classificadas atingiu níveis críticos como mostrado na figura 12 (cor de fundo branca) para o limiar máximo em termos de certeza (75%), ou seja, ao optar-se por somente considerar as regiões que tivessem alta garantia de coincidência com o tema, perdia-se a possibilidade de classificar áreas importantes.



Resultado classificação Bhattacharya com limiar de 75% (esq.) e com 99.9% (cena 23-09-07)

Figura 5 Resultados do classificador Bhattacharya

No caso do método ISOSEG, como se trata de um método não-supervisionado, os resultados da opção de similaridade resumem-se à quantidade de classes geradas, porém, nesse método nenhuma região deixou de ser classificada. O limiar de 75% gerou um número muito maior de classes distintas do que no limiar de aceitação máxima (99.9%) conforme ilustrado nas figuras 14 e 15 para a data de 23-09-07.



ISOSEG com limiar de 99.9% e de 75% (cena 23-09-07)

Figura 6 Resultados do classificador ISOSEG

Foram realizados também testes utilizando classificadores por pixel com treinamento supervisionado, mas teve-se o cuidado de garantir a mesma amostragem utilizada nos métodos anteriores, a seguir temos os resultados para o classificador MAXVER 100%.

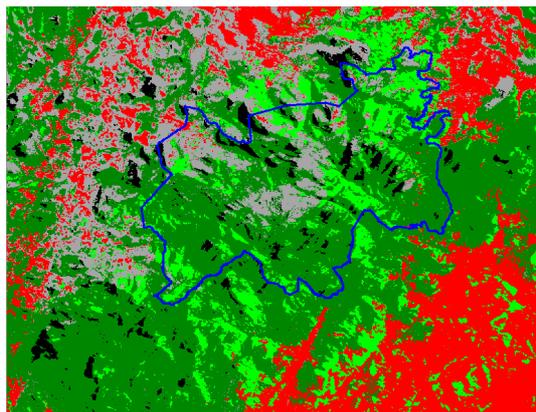


Figura 7 Resultados do classificador MaxVer 100% (cena 23-09-07)

O método Distância Euclidiana mostrou-se como sendo o mais simples entre os métodos supervisionados, porém, o mesmo não possui nenhuma opção de ajuste, produzindo sempre um único resultado, o que em alguns casos pode até servir para evitar erros acidentais.

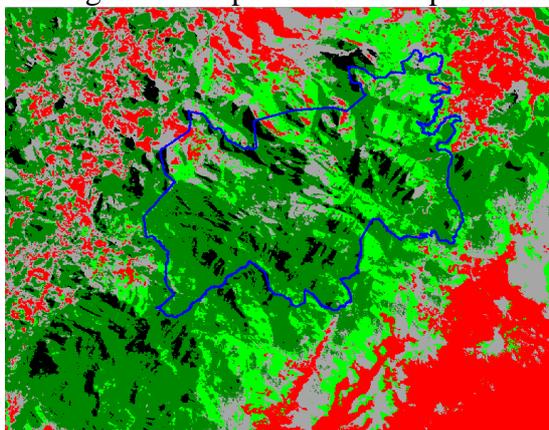


Figura 8 Resultados do classificador Dist. Euclidiana (23-09-07)

7. Validação dos resultados

No intuito de suprir, mesmo que de forma superficial, a ausência de visitas ao campo para realização de identificação, reambulação e validação dos resultados encontrados no processo de classificação, o autor realizou procedimentos de comparação visual com os seguintes produtos:

- Mapas do plano de ampliação do PARNASO (2006)
- Base vetorial de transporte e hipsometria do IBGE
- Mapa de cobertura da Terra Fundação CIDE (1994)
- Mapa de vegetação da APA Petrópolis (2005)

Tal procedimento não visa, de forma alguma, a classificação qualitativa ou quantitativa dos resultados. Mas apenas teve o objetivo de funcionar como alternativa para identificar possíveis erros grosseiros cometidos pelo processo computacional. É dito possível neste momento porque as próprias fontes de comparação podem conter informações imprecisas ou – principalmente e também inevitavelmente – desatualizadas. As comparações realizadas foram utilizadas somente para confirmação das áreas cujos resultados foram idênticos, ou seja, para efeito de validação positiva.

8. Conclusões

Os procedimentos metodológicos de classificação utilizados até aqui para as cenas do dia 23-09-07 (DIA-23) foram replicadas para realização de ensaios comparativos para as cenas

adquiridas na data de 07-07-07 (DIA-07). Ao final dos ensaios foi possível destacar as seguintes conclusões relevantes:

a) Tendo por base a zona de sombra da cena do DIA-07, ficou claro que a definição de similaridade com valores “altos” (30 a 60) como sugerido em alguns trabalhos baseado em imagens IKONOS não atende os propósitos do mapeamento desejado com o sistema CBERS, da mesma forma o valor da área acima de 500 pixels também não atende os propósitos. A seleção da melhor composição para o projeto em questão foi a segmentação com similaridade 5 e área 200 pixels, que permitiu uma ótima coerência dos contornos gerados.

b) A qualidade da cena no que tange aos fatores físico-químicos e, principalmente, climáticos do momento do imageamento, é essencial para a interpretação dos resultados e também para a produção de um resultado cartograficamente confiável. O fator temporal ou a simples configuração de cobertura percentual de nuvens, não podem ser considerados suficientes para a seleção de uma cena capaz de produzir resultados satisfatórios.

c) Também foi possível perceber a influência da forte incidência solar na cena do DIA-07 através das grandes áreas classificadas como sombra ou ainda pela textura uniforme entre algumas áreas elevadas que intercalavam as duas classes de Floresta Ombrófila utilizadas no processo, podendo ser a intensidade e inclinação do sol, um fator de complexibilidade para a correta identificação das assinaturas espectrais

d) Comparando os resultados de 75% com os outros até 99.9% do método Bhattacharya, foi possível identificar que houve um aumento significativo e progressivo na quantidade de áreas classificadas sem que houvesse um erro qualitativo significativo a nível visual. Na opção máxima de aceitação (99.9%) é possível perceber que nenhuma área deixou de ser classificada.

Referências Bibliográficas

CRUZ, Zargo Quaresma da. **Mapeamento Digital Regional do Uso e Cobertura da Terra em Unidade de Conservação a partir de imagens CBERS para apoio à Gestão Ambiental. Estudo de Caso: Parque Nacional da Serra dos Órgãos (PARNASO)**. Monografia. Rio de Janeiro: UERJ, jul. 2008.

DLUGOSZ, Fernando Luis; et al. **Avaliação Quantitativa da Segmentação por Crescimento de Regiões...em imagens Ikonos**. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis. Anais. abr. 2007.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. Rio de Janeiro: Ed. IBGE, 2001

LIU, William Tse Horng. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Ed. Uniderp, 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Agenda 21 Brasileira: Resultado da Consulta Nacional**. Brasília: MMA/PNUD, 2002.

NETTO, José da Silva Madeira; MENESES, Paulo Roberto. **Sensoriamento Remoto: Reflectância dos Alvos Naturais**. Brasília: Ed. UnB, Empraba Cerrados, 2001.

NOVO, Evelyn M.L. de Moraes. **Sensoriamento Remoto: Princípio e Aplicações**. Ed. Edgard Blucher Ltda, 1992.

SPRING. Apresenta as informações sobre o sistema SPRING. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/SPRING>> Acesso em: 15 jul. 2008.