

MAPEAMENTO DIGITAL DE ZONA URBANA EM TERESÓPOLIS (RJ), ADJACENTE AO PARQUE NACIONAL DA SERRA DOS ÓRGÃOS (PARNASO), A PARTIR DE IMAGENS IKONOS II

MARCUS FELIPE MOURÃO PEREIRA
GILBERTO PESSANHA RIBEIRO

Universidade Estadual do Rio de Janeiro - UERJ
Faculdade de Engenharia - FEN
Departamento de Engenharia Cartográfica, Rio de Janeiro - RJ
{marcsmourao, gilberto.pessanha}@gmail.com

RESUMO - A preservação ambiental e a conservação dos recursos naturais disponíveis são temas que têm preocupado o homem nas últimas décadas. Unidades de Conservação que se localizam próximas aos centros urbanos, ou até mesmo dentro de grandes cidades, merecem um cuidado especial. Serão apresentados os resultados da classificação digital da área urbana adjacente ao PARNASO tendo como foco principal o crescimento desordenado de sua área urbana. A cartografia como ferramenta de apoio no monitoramento desses processos é de fundamental importância para a geração de subsídios que são necessários na gestão territorial dessas áreas de conflito. No desenvolvimento do trabalho foram realizados levantamentos geodésicos com a utilização do Sistema de Posicionamento Global (GPS) e técnicas de processamento digital de imagens executadas no ambiente do sistema computacional SPRING®.

ABSTRACT - The environment preservation and the conservation of the available natural resources are subjects that have worried the man in the last few decades. Conservation Units that are located next to the urban centers, or even inside of big cities deserve special care. Will be present and commented the results of digital classification of the forest coverage and use of the Land having as main focus the disordered urban area growth. The cartography, as tool of support in the control of these processes, is important for the generation of subsidies that are necessary in the territorial management of these areas of conflict. For the development of the work, geodesic surveys, with the use of the Global Positioning System (GPS), and techniques of digital images processing with the aid of computational systems SPRING® had been performed.

1 INTRODUÇÃO

O município de Teresópolis foi escolhido como área de estudo, pois nele encontra-se parte de uma Unidade de Conservação (UC) importante para região e o crescimento de sua área urbana esbarra com a existência dessa unidade, gerando questões importantes a serem analisadas no contexto das crises ambientais.

O constante monitoramento é de fundamental importância na geração de subsídios necessários à gestão territorial dessas áreas de conflito, servindo para apoiar a tomada de decisão pelos gestores, diminuindo os danos causados por tais eventos.

O trabalho consiste na execução de mapeamentos da parte urbana do município de Teresópolis adjacente ao Parque Nacional da serra dos Órgãos (PARNASO), a partir de imagens sensoriais da plataforma orbital do sistema IKONOS II.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho consiste na execução da classificação digital da área urbana adjacente ao PARNASO para a geração de subsídios que são necessários na gestão territorial dessas áreas de conflito. Os documentos produzidos, através desse e de outros trabalhos semelhantes, servem para apoiar a tomada de decisão, de forma a melhor direcionar ações integradas com a finalidade de minimizar os danos causados principalmente pela ocupação humana desordenada.

A pesquisa foi desenvolvida com a utilização de uma imagem IKONOS II de junho de 2002, com 8 bits e 1 metro de resolução espacial estimada. Foram utilizados os recursos do software SPRING 4.3.3. e a composição RGB123 (cores reais) nos processos de classificação.

A Figura 1 a seguir representa a localização da área de trabalho dando destaque para o retângulo envolvente delimitado por latitude 1 = 22° 27' 58" S, longitude 1 = 43° 01' 06" W e latitude 2 = 22° 24' 28" S,

longitude 2 = 42° 56' 47" W, correspondente a 48,34 km², contém a área urbana da parte sudoeste do município, adjacente ao Parque Nacional da Serra dos Órgãos destacado na cor vermelha na figura.

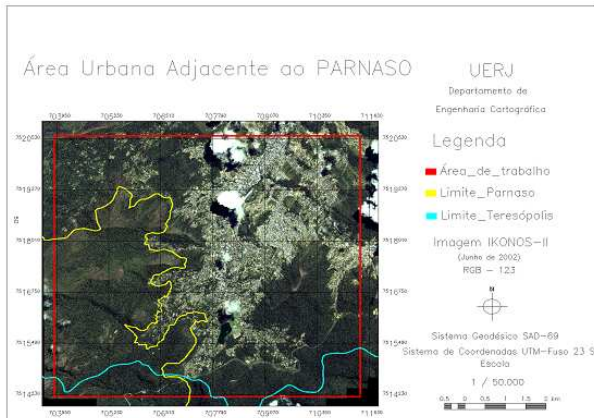


Figura 1: Localização da área de trabalho

Os nomes completos dos autores deverão ser centralizados, utilizando o tipo de letra Times New Roman, em CAIXA ALTA e tamanho 10pts. Abaixo do(s) nome(s) deverá ser colocada a filiação dos autores, usando também o tipo de letra padrão (Times New Roman), no tamanho 10pts.

3 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

O trabalho foi desenvolvido parte em gabinete e parte com a execução de levantamentos de campo. Para a realização dessas etapas seguiu-se o fluxograma de atividades apresentado a seguir na figura 2.

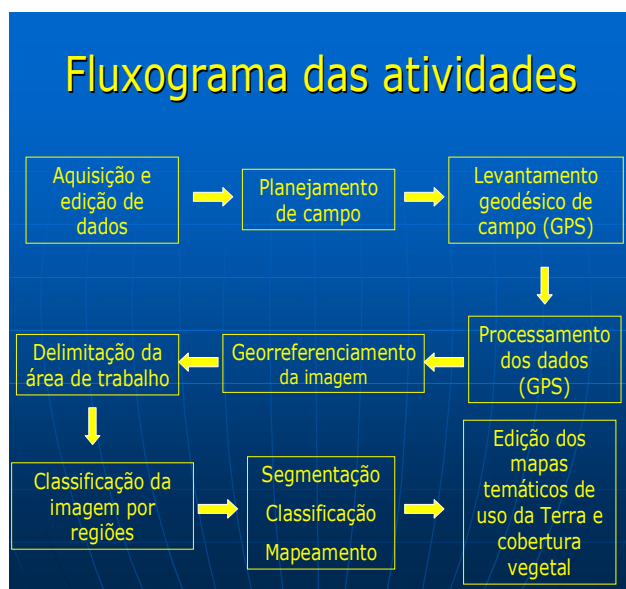


Figura 2: Fluxograma das atividades

Para a execução do trabalho foram utilizados os seguintes equipamentos, softwares e materiais cartográficos:

- Imagens sensoriais do sistema orbital IKONOS-II, fusionada, com resolução espacial estimada de 1 metro e data de aquisição 04/06/2002;
- Base cartográfica do IBGE na escala de 1:50.000;
- 2 receptores GPS ProMark 2 de uma frequência (L1) pertencentes a UERJ e UFRJ;
- Os seguintes sistemas computacionais: SPRING 4.3.3, ArcGIS 9.1 e ASHTECH SOLUTIONS.
- Computador Acer modelo Aspire 5160z (Processador Intel® Pentium® dual-core, 1.73GHz, 533MHz FSB, 1MB L2 cache, 160GB HD, 1GB DDR2 de memória, Microsoft Windows XP Professional).

3.1 Aquisição e edição de dados

O presente trabalho foi iniciado em gabinete e no primeiro momento foi reunido material já existente sobre o tema proposto e sobre a área de estudo.

As bases vetoriais dos temas hidrografia e sistemas de transporte foram baixadas (download) do site do IBGE, e devido ao formato dos arquivos (.dgn) somente puderam ser visualizadas através do ArcGIS 9.1 onde foram transformadas do formato design (.dgn) para o formato shapefile (.shp).

Ainda em gabinete foi criado o banco de dados e o projeto no SPRING, sendo possível carregar as bases neste banco de dados.

Como requisitos básicos para a execução do mapeamento objetivando a geração de mapas digitais temáticos foram fixados alguns parâmetros na criação do banco de dados no SPRING para o modelo da Terra e para suporte aos levantamentos locais:

- Sistema geodésico (referencial): South American Datum (SAD-69);
- Sistema de coordenadas: Universal Transversa de Mercator (UTM), Fuso 23.

3.2 Planejamento de campo

As imagens também foram carregadas no banco de dados e por serem imagens no formato GeoTIFF foi possível utilizar o próprio georreferenciamento que elas possuíam.

Por não se ter noção de como fora realizado esse processo de georreferenciamento utilizou-se essas imagens já carregadas no banco de dados para fazer a programação dos levantamentos geodésicos com rastreadores GPS, com o intuito de se realizar posteriormente novo georreferenciamento da imagem, desta vez tendo-se o controle de todos os passos executados.

Fazendo uso da ferramenta de zoom do SPRING (figura 3) foram escolhidos os possíveis locais para estabelecimento das estações de controle GPS.

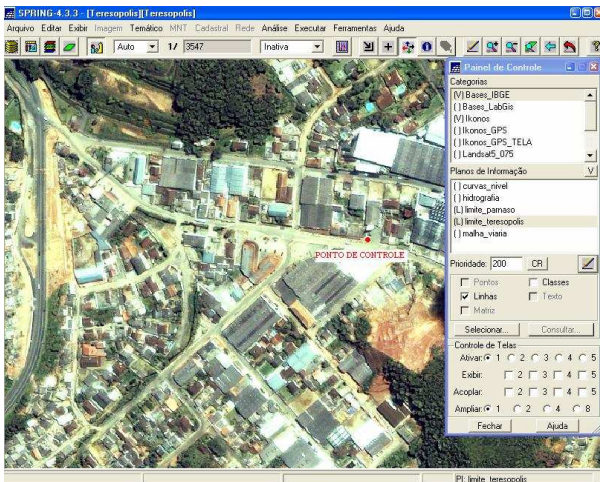


Figura 3: Escolha dos pontos de controle

A distribuição dos pontos do levantamento (figura 4) foi executada de forma a abranger a área da imagem e foi dada preferência para localidades urbanizadas para facilitar o acesso aos pontos. Foram escolhidos sete pontos e um deles serviu como base para os levantamentos geodésicos GPS.



Figura 4: Distribuição dos pontos de controle

Para a localização dos pontos foi utilizada a ferramenta maps do Google (www.maps.google.com.br) que apresenta uma imagem de satélite junto com a descrição do nome das ruas. Esse procedimento permitiu a geração de croquis que auxiliaram durante a campanha de campo (figura 5).



Figura 4: Croquis de localização

Não foram encontradas estações planimétricas SAT-GPS do IBGE na área de trabalho. Dessa forma foi definida uma referência de nível (RN1004X – figura 6) como local a ser utilizado como a base para o levantamento aproveitando a materialização existente dessa RN que se encontrava em bom estado de conservação.

DADOS PLANIMÉTRICOS		DADOS ALTIMÉTRICOS		DADOS GRAVIMÉTRICOS	
Latitude	22° 27' 22" S	Altitude Ortométrica(m)	948,5780	Gravidade(mGal)	
Longitude	42° 59' 04" W	Fonte	Nivelamento Geométrico	Sigma Gravidade(mGal)	
Fonte	Carta não informada	Classe	Ajustada-AP	Precisão	
Origem	Instituída	Datum	Instituída	Datum	
S	SAD-69	Data Medição	30/06/1970	Data Medição	
A	Data Medição	Data Cálculo	01/12/1992	Data Cálculo	
D	Data Cálculo	Sigma Altitude Ortométrica(m)		Correção Topográfica	
6	Sigma Latitude(m)			Anomalia Bouguer	
9	Sigma Longitude(m)			Anomalia Ar-Livre	
UTM(N)	7.515.284			Densidade	
UTM(E)	707.407				
MC	-45				
S	Longitude	Latitude	22° 27' 24" S	Gravidade(mGal)	
1	Fonte	Fonte	Carta não informada	Sigma Gravidade(mGal)	
R	Origem	Transformada	SIRGAS2000	Precisão	
G	Datum	Data Medição	30/06/1970	Datum	
A	Data Medição	Data Cálculo		Data Medição	
S	Data Cálculo	Correção Topográfica		Data Cálculo	
2	Sigma Latitude(m)	Anomalia Bouguer		Correção Topográfica	
0	Sigma Longitude(m)	Anomalia Ar-Livre		Anomalia Bouguer	
0	UTM(N)	Densidade		Anomalia Ar-Livre	
0	UTM(E)			Densidade	
MC					

Figura 6: Relatório da RN1004X

A tabela 1 reúne todos os tempos de rastreamento e as distâncias dos pontos rover para a base determinados utilizando o cálculo de 15 minutos + 1 minuto para cada km de distância da base utilizando a ferramenta de medição do SPRING.

Tabela 4: Tempos de ocupação mínimos

	Distância Base x Rover	Tempo de rastreamento
P1	4,8 km	20 min
P2	5,8 km	21 min
P3	8,4 km	24 min
P4	6,4 km	22 min
P5	4,6 km	20 min
P6	1,7 km	17 min

3.3 Levantamento de campo

Para a execução dos levantamentos no dia 17 de junho de 2008 foram utilizados receptores modelo Promark-2 da Ashtech, cedidos pela UERJ e pelo Museu Nacional (UFRJ). Foi adotado método relativo estático com uma taxa de armazenamento de 2 segundos e máscara de elevação de 10° (padrão do equipamento) e foram elaboradas cadernetas de campo para cada ponto ocupado conforme figura 6 a seguir.


Nome estação:	CIEP
Descrição do Equipamento:	Modelo do GPS – PROMARK 2 Número de série – PM 20306163 Antena Ashtech GPS L1 - 11732
Descrição da Estação:	Ponto materializado na Rua Ulisses Ferreira Mendes Souto em frente ao portão de garagem do CIEP Professor José Olympio, com marcação à tinta e prego cravado na calçada junto à grade.
Foto da Estação:	
	
Estação Rover:	Ponto 4
Data e Hora do rastreo:	Data – 17/05/2008 Hora Início – 12:50 h Hora fim – 13:11 h
Coordenada geodésicas SAD 69:	Latitude 22°23'54,90225" S Longitude 42°58'51,62896" W

Figura 6: Caderneta de campo - CIEP

Concluída a fase de levantamento de campo, retornou-se para o ambiente de gabinete onde foram processados os dados do levantamento. No processamento foi utilizado o software Survey Project Manager, da Ashtech Solutions onde foram descarregados e processados os dados do levantamento geodésico de campo GPS.

Apesar de possuir no relatório da estação geodésica os dados planimétricos da estação geodésica RN1004X que foi utilizada como base para os levantamentos, utilizou-se os valores para base obtidos durante o próprio levantamento executado, pois os valores que são apresentados no relatório da estação geodésica servem somente para localização aproximada do marco.

Foram considerados aceitáveis os pontos que obtiveram uma diluição da precisão para posição tridimensional (PDOP) abaixo de 5,0. Os valores das coordenadas obtidas apresentaram erros médios quadráticos (RMS) na ordem de grandeza de centímetros. Não apresentaram influência no processo de georreferenciamento das imagens no SPRING, e nem comprometeram a precisão final do mapeamento executado.

3.4 Georreferenciamento das imagens

O processo de georreferenciamento no SPRING é chamado de registro e através dele foram identificados os pontos do levantamento, atribuindo aos mesmos as coordenadas geradas pelo processamento dos dados de campo.

Após repetir o processo para todos os pontos aceitos chegou-se a um erro inferior a um pixel no posicionamento dos pontos de controle considerando o georreferenciamento satisfatório.

3.5 Classificação das imagens por regiões

Na execução dos processos de análise da imagem utilizou-se somente a área de trabalho devido aos excessivos tempos de processamento. Com a ferramenta de medição do SPRING foi possível determinar as dimensões dessa área (polígono vermelho da figura 7) e também a área de toda imagem.

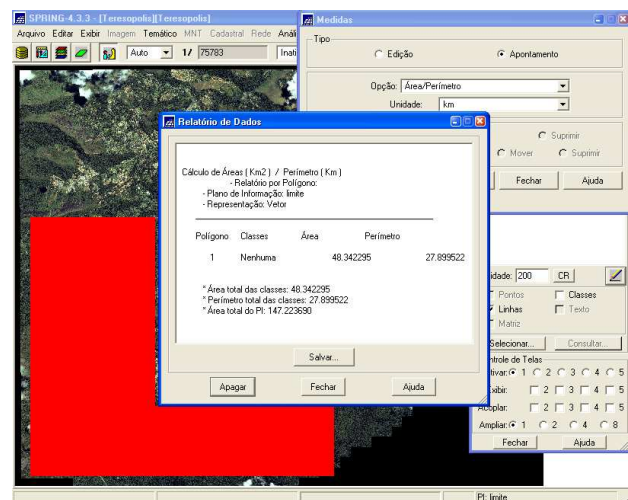


Figura 7: Delimitação da área de trabalho

Para explorar a qualidade da resolução espacial das imagens IKONOS foi decidido executar a classificação orientada por regiões, que tem por finalidade o agrupamento de pixels vizinhos com características similares em regiões uniformes.

O processo de classificação foi executado em 4 etapas: segmentação, extração de regiões, classificação e mapeamento.

3.5.1 Segmentação das imagens

Na etapa de segmentação a imagem é dividida em regiões a partir da delimitação de conjuntos de pixels contíguos que apresentam semelhança em relação a determinado atributo, considerando a textura, a média e a variância dos valores de refletância espectral.

Definiu-se um limiar de área, que é o número mínimo de pixels para que uma região seja individualizada, sendo, portanto, o tamanho mínimo que cada segmento deve possuir na operação de segmentação. Foi considerado também um limiar de similaridade, que corresponde à proximidade radiométrica entre pixels, ou seja, o valor da distância euclidiana mínima entre as médias das regiões, abaixo da qual duas regiões são consideradas similares e, então, agrupadas.

Durante o trabalho não foi encontrado qualquer padrão para escolha dos limiares de segmentação, porém, através de pesquisas foi verificado que os mesmos se ajustam aos diferentes tipos de imagens e finalidades. A realização de testes para definição do melhor par de limiares foi adotada, tendo como partida o par 35/1200 (similaridade/área). Depois de realizadas alguns testes, os polígonos formados pela segmentação com o par de limiares 30/2000, durante as aproximadamente 5 horas de processamento, foram considerados os mais adequados às classes do mapeamento proposto (figura 8).

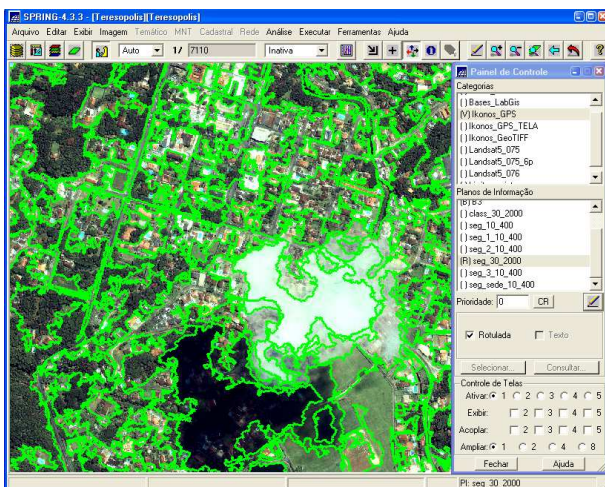


Figura 8: Polígonos formados pela segmentação 30/2000

Os limiares de similaridade e área têm influência direta na qualidade do mapeamento e a escolha desses limiares de segmentação foi baseada na interpretação visual e na separação dos objetos pelos polígonos gerados nos testes realizados.

A variação das assinaturas espectrais em um ambiente urbano é muito grande. Por isso, a adoção dos limiares na primeira segmentação visou à formação de polígonos que destacassem o contraste entre a área urbana e a vegetação. Foi possível destacar também a ocorrência de nuvens e suas sombras, corpos hídricos e afloramentos rochosos, que foram mapeados com a utilização dessa segmentação.

Nas áreas onde os limites do PARNASO entram em conflito com a área urbana, foram executadas outras 4 segmentações em áreas menores (figura 9), com o propósito de geração de mapas em escalas maiores, permitindo maior detalhamento das regiões de conflito.

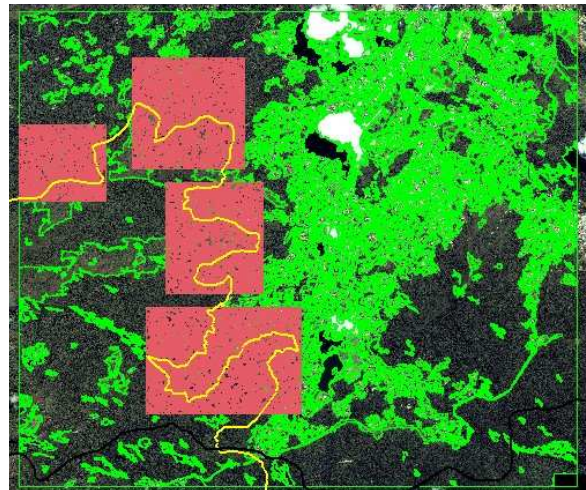


Figura 9: Segmentação de áreas menores

Para realização dessas segmentações, novos testes foram executados e chegou-se aos limiares 10 para similaridade e 400 para área. Os polígonos formados por esse par de limiares (figura 10) permitiram maior detalhamento e a possibilidade de criação de outras classes temáticas.

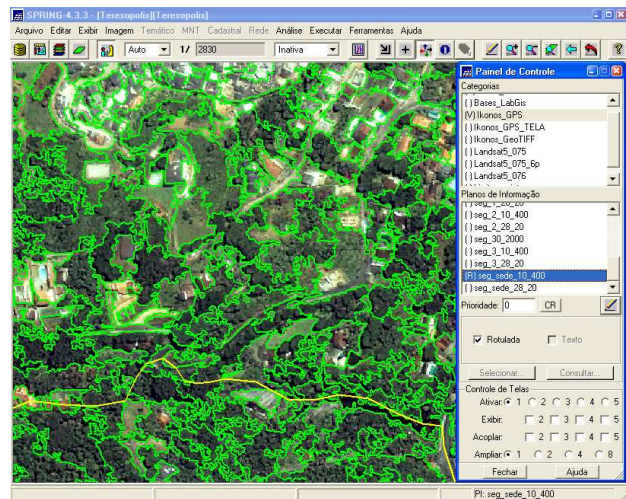


Figura 10: Polígonos gerados pela segmentação 10/400

3.5.2 Classificação

Para a execução da classificação foi realizado o processo de extração de regiões onde os polígonos gerados pelas segmentações foram transformados em regiões.

Essas regiões foram utilizadas no processo de aquisição de amostras das classes definidas para o mapeamento.

Para a segmentação com os parâmetros de similaridade e área (30/2000) foram definidas as classes: vegetação, área urbana, afloramento rochoso, nuvem, sombra e lago. Na figura 11 verifica-se o processo de treinamento onde foi executada a seleção de amostras de regiões para a classe área urbana.

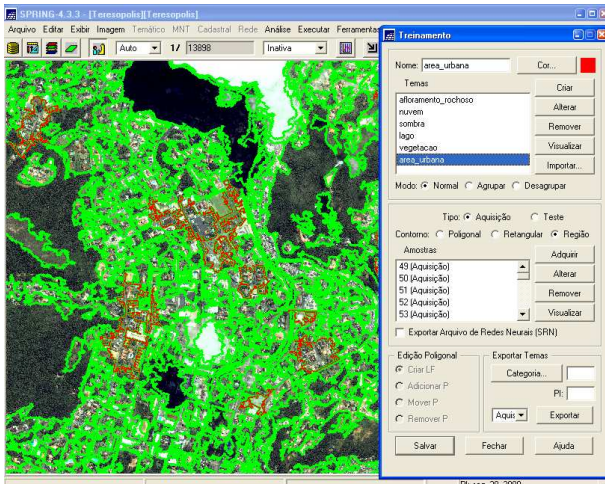


Figura 11: Seleção de amostras da classe área urbana

Na segmentação com parâmetros de similaridade e área (10/400) foram definidas as classes: Área urbana, afloramento rochoso, vegetação densa, vegetação rasteira e vegetação rupestre. Com essa nova segmentação, devido aos polígonos gerados, foi possível a separação da classe vegetação em vegetação densa e vegetação rasteira e da classe afloramento rochoso em afloramento rochoso e vegetação rupestre. Na figura 12 é possível visualizar as regiões selecionadas como amostras para a classe vegetação densa.

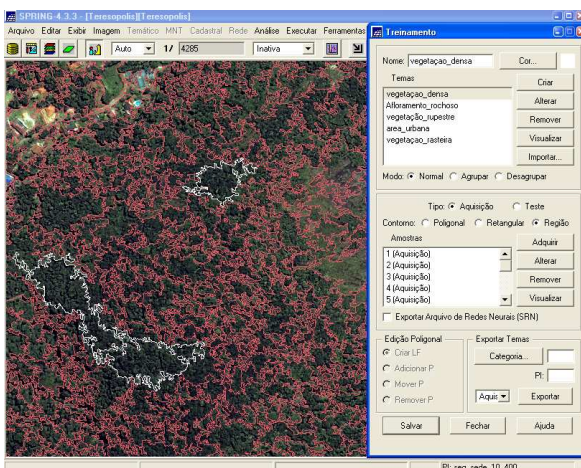


Figura 12: Seleção de amostras da classe vegetação densa

Ainda na etapa de classificação foi utilizado o algoritmo de classificação Bhattacharya. Esse método trabalha com a distância denominada distância de Bhattacharya, que é utilizada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja,

mede a distância média entre as distribuições de probabilidades dessas classes para agrupar regiões.

A escolha desse algoritmo se deu pelo fato dele permitir a interação do usuário no processo no momento de seleção de amostras para as classes e por consultas feitas a outros trabalhos semelhantes que executaram testes e verificaram o bom rendimento da classificação por regiões no SPRING.

3.5.3 Mapeamento

Nessa etapa foi possível exibir as classes do mapeamento separadas e também editá-las atribuindo as melhores cores para o mapeamento. Na figura 13 foi realizada a edição da classe área urbana.

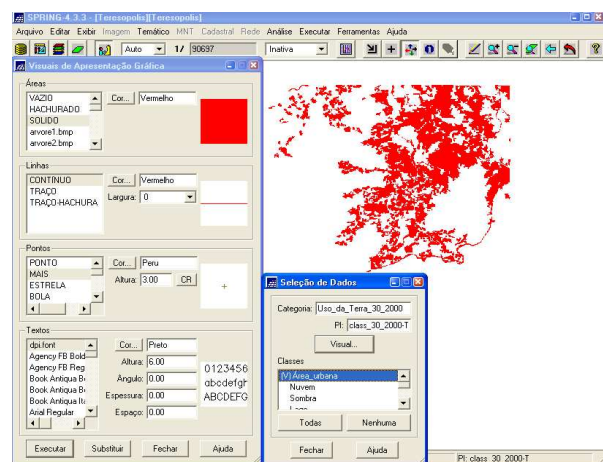


Figura 13: Edição das classes do mapeamento

O mapa de localização da área de trabalho onde foram executadas as classificações orientadas por região é apresentado na figura 14.

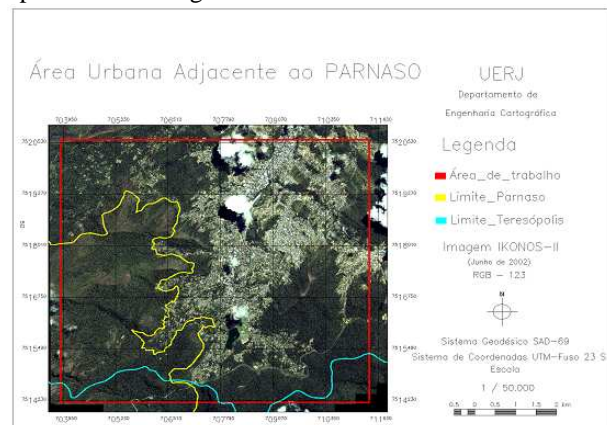


Figura 14: Mapa de localização da área de trabalho

Com os resultados alcançados nas classificações foram elaborados mapas temáticos de uso da Terra e cobertura vegetal.

Na figura 15 é apresentado o mapa da classificação de toda área de trabalho gerado a partir da segmentação com parâmetros de similaridade e área (30 / 2000).

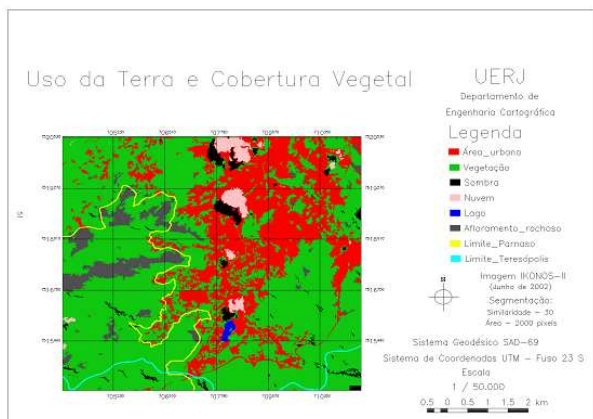


Figura 15: Mapa de uso da Terra e cobertura vegetal (segmentação 30/2000)

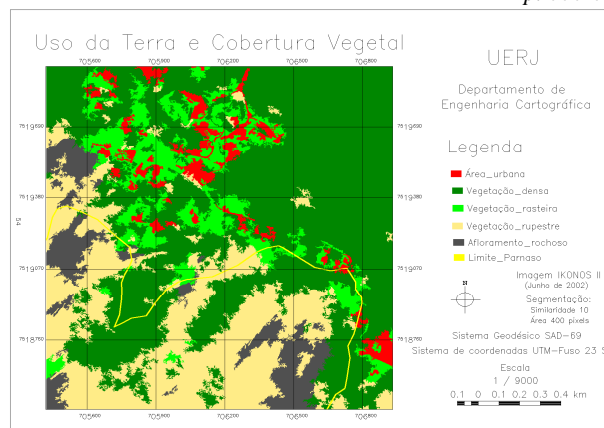


Figura 18: 2º Mapa de uso da Terra e cobertura vegetal (segmentação 10/400)

Nas figura 16 é apresentado um mapa de localização das segmentações das áreas menores e nas figuras 17, 18, 19 e 20 são apresentados os mapas de classificação dessas áreas localizadas nas regiões de “conflito”, onde foram adotados os parâmetros de similaridade e área (10 / 400) para a segmentação.

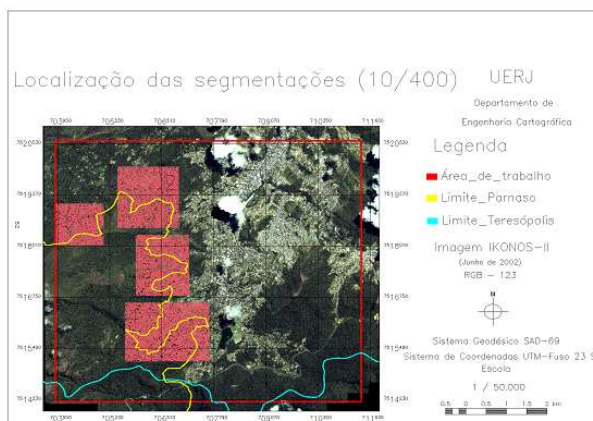


Figura 16: Localização das segmentações (10/400)

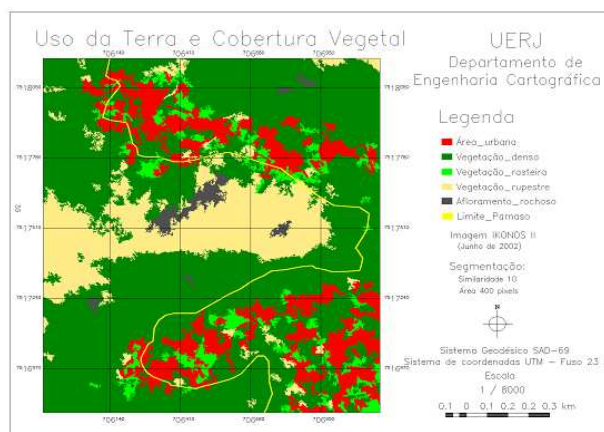


Figura 19: 3º Mapa de uso da Terra e cobertura vegetal (segmentação 10/400)

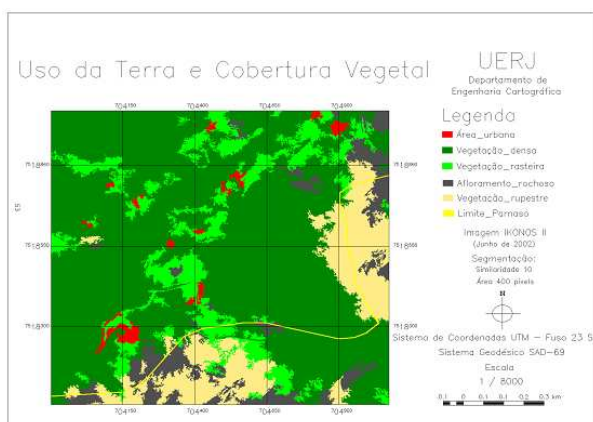


Figura 17: 1º Mapa de uso da Terra e cobertura vegetal (segmentação 10/400)

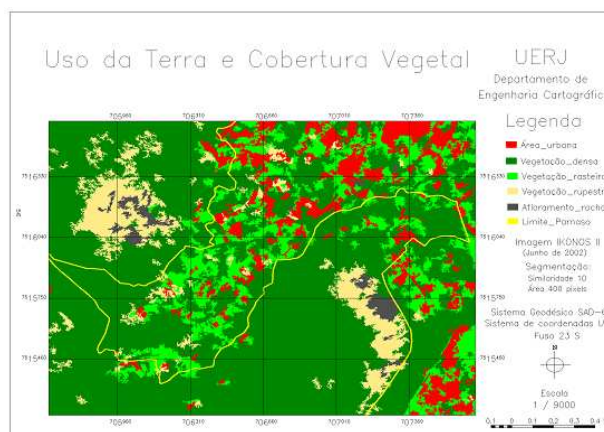


Figura 20: 4º Mapa de uso da Terra e cobertura vegetal (segmentação 10/400)

4 CONCLUSÕES

Durante a execução do trabalho confirmou-se a importância do apoio cartográfico às Unidades de Conservação.

Nos problemas relacionados aos limites dessas unidades, a execução criteriosa da vetorização dos arquivos cartográficos onde se representa sua demarcação é fundamental para a solução dos conflitos relacionados às ocupações irregulares. No presente trabalho verificou-se inconsistências nos arquivos consultados no banco de dados do parque, entretanto não foram realizadas alterações nos arquivos.

Devido ao desconhecimento do processo de georreferenciamento da imagem utilizada decidiu-se realizar o levantamento geodésico de campo com rastreadores GPS. Neste ponto devemos ressaltar a importância do conhecimento das origens dos produtos utilizados para a execução dos mapeamentos, no sentido de todos os documentos cartográficos utilizados estarem compatíveis com o referencial geodésico adotado e que o levantamento realizado não comprometeu o mapeamento proposto de acordo com os erros médios quadráticos alcançados no pós-processamento dos dados GPS.

Perda de tempo e altos custos são fatores incompatíveis com a realização de trabalhos de engenharia, dessa forma um planejamento de campo minucioso é de fato muito importante para evitar tais fatores.

Na etapa de georreferenciamento, a distribuição e densificação dos pontos de controle têm influência na qualidade do mesmo a quantidade de pontos utilizadas foi suficiente para o georreferenciamento.

Durante a classificação realizada no sistema computacional SPRING, foi percebida a importância do processo de segmentação, onde, a realização de testes com os parâmetros de similaridade e área são fundamentais para a obtenção dos parâmetros mais adequados à imagem utilizada e ao mapeamento proposto.

A escolha do algoritmo de classificação deve também se basear no produto final desejado, uma vez que no ambiente do SPRING tem-se algumas opções para esse processo.

A classificação orientada por regiões pelo método de Battacharya escolhida atendeu as expectativas, assim como o SPRING atendeu todas as necessidades do mapeamento possibilitando a execução e obtenção dos resultados esperados para a classificação.

A ampliação dos testes de segmentação é recomendada tendo em vista o mapeamento de outras classes desejadas assim como a execução de todos os procedimentos deste trabalho para imagens adquiridas em épocas diferentes, permitindo o monitoramento do crescimento da área urbana.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos gestores do PARNASO, Ernesto Castro e Círcia Cronemberger pelo apoio durante a execução dos trabalhos de campo e por disponibilizar o banco de dados do parque para consultas.

REFERÊNCIAS

- [1] AMORIM, S. S. Sensoriamento Remoto: informações importantes 2006.
- [2] BLASCHKE, T. e KUX, H. Sensoriamento Remoto e SIG Avançados São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2005.
- [3] CASTRO, R. S e COUTO, R. G. Atlas da conservação da natureza brasileira. Ed. Metalivros, São Paulo 2004.
- [4] DENISE, R. P. Classificação orientada por regiões em imagens IKONOS II para identificação e análise da cobertura do solo urbano de Ubatuba (SP) . XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis Abril 2007.
- [5] DLUGOSZ, F. L. Uso da segmentação por crescimento de regiões em imagens IKONOS II na discriminação da floresta ombrófila mista. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia Abril 2005.
- [6] GEMAEL, C. e Andrade, J. B. Geodésia Celeste UFPR, 2001.
- [7] INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de uso da Terra. 2º edição. Rio de Janeiro, 2006.
- [8] ISHIKAWA, M. I. Potencialidades de uso de imagens IKONOS/GEO para aplicações em áreas urbanas. 2001. 82 fl. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – UNESP, Presidente Prudente, SP. 2001.
- [9] MONICO, J. F. G. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações São Paulo: Editora UNESP, 2000.
- [10] MENDONÇA, L. E. R. Mapeamento do uso da Terra baseado em imagens IKONOS II com a utilização de algoritmos classificadores por pixels e por regiões. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis Abril 2007.
- [11] MOREIRA, MAURÍCIO ALVES. Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação. 3ª Edição. Ed. UFV. 2005.
- [12] RIBEIRO, G. P. Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço temporal em ambiente costeiro Tese de doutorado UFF, 2005.
- [14] SPRING – Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas. Divisão de Processamento de Imagens – DPI. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE.