
CLASSIFICAÇÃO DIGITAL DE USO DA TERRA E COBERTURA VEGETAL DE ZONA COSTEIRA EM ARARUAMA (RJ) A PARTIR DE IMAGENS SENSORIAIS

GUSTAVO JOSÉ DE AZEVEDO GELELETE
GILBERTO PESSANHA RIBEIRO

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

RESUMO – Serão apresentados e comentados resultados sobre a classificação digital de uso da Terra e cobertura vegetal de zona costeira em Araruama, servindo como ferramenta para um melhor apoio técnico ao planejamento do município, como subsídio para revisão de parte de seu plano diretor, principalmente no que se refere ao redimensionamento da infra-estrutura urbana. Trata-se de um projeto desenvolvido com foco principalmente para o monitoramento da mancha urbana na área sudoeste da lagoa de Araruama, considerando as seguintes épocas: 2005, 2006 e 2007. Para o seu desenvolvimento foram utilizadas técnicas e processos digitais, a partir de dados GPS e imagens sensoriais (CBERS2 e IKONOS-II).

ABSTRACT - Will be presented and commented results about the digital classification of land-use and vegetation cover in the coastal zone in Araruama, serving as a tool for better technical support to the planning council, as allowance to review part of its plan director, especially when it refers to the resizing of urban infrastructure. This is a project developed with focus mostly for the monitoring of urban spot in the southwest area of the lake from Araruama, considering the following times: 2005, 2006 and 2007. For its development were used digital techniques and processes, data from GPS and sensory images (CBERS-2 and IKONOS-II).

1 INTRODUÇÃO

Diante do observado crescimento populacional e ocupação desordenada na zona litorânea do município de Araruama, viu-se necessário desenvolver um projeto de mapeamento cartográfico associado à classificação de uso da Terra e cobertura vegetal, com foco no monitoramento da mancha urbana. O município de Araruama apresenta grande importância ambiental, não somente pelo Complexo Lagunar como também pela Reserva Ecológica de Massambaba. É importante ressaltar que umas das principais atividades econômicas da região são: o turismo e a indústria de sal (salinas).

O mapeamento foi desenvolvido por meio de processos apoiados por técnicas digitais, a partir de dados GPS e imagens sensoriais (CBERS-2 e IKONOS-II).

2 OBJETIVO

O objetivo central é a classificação digital de uso da Terra e cobertura vegetal de zona costeira em Araruama, para que, com os resultados obtidos, sejam feitos futuros bons planejamentos para o município, e até mesmo promover uma revisão de parte de seu plano

diretor, principalmente no que se refere ao redimensionamento da infra-estrutura urbana. A pesquisa foi desenvolvida como foco principal o monitoramento da mancha urbana na área sudoeste da lagoa de Araruama, considerando as seguintes épocas: 2005, 2006 e 2007.

Foi feita a validação das etapas do mapeamento digital, considerando o uso de imagens gratuitas CBERS-2 e a exploração dos recursos do software público SPRING 4.3.3.

A Figura 1 a seguir representa a localização da área de trabalho, previamente escolhida para a execução do mapeamento. A sua produção foi realizada utilizando como base a composição colorida RGB 432, que por sua vez foi gerada a partir de imagens sensoriais do sistema orbital CBERS-2, referente à seguinte época: 28/03/2007.

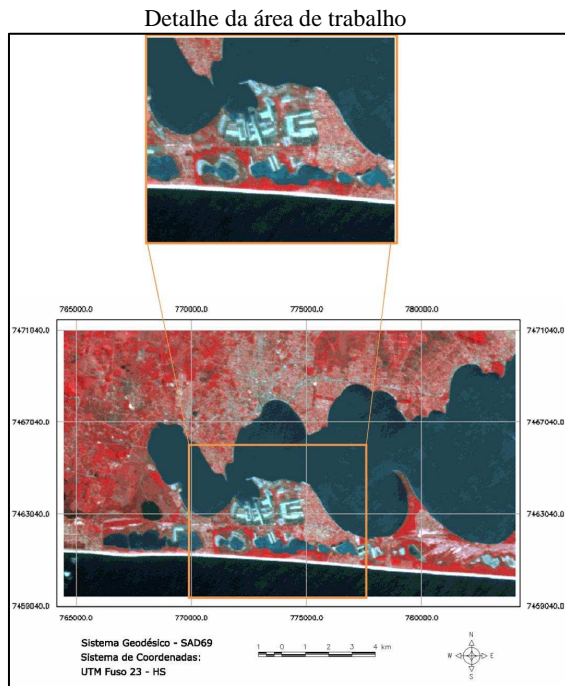


Figura 1 – Localização da área de trabalho.

3 METODOLOGIA E DESENVOLVIMENTO

Para o desenvolvimento do mapeamento foi necessário seguir e cumprir uma estrutura de planejamento partindo desde a definição do objetivo e da área de trabalho do projeto até a produção de mapas digitais.

O trabalho foi dividido em duas grandes etapas e cada uma dessas etapas com seus correspondentes detalhamentos: trabalhos de gabinete e trabalho de campo.

Foi elaborado um diagrama ilustrativo, conforme pode ser visto na figura 2 a seguir, referente ao resumo das etapas metodológicas adotadas.



Figura 2 – Diagrama ilustrativo das etapas metodológicas.

G. J. A. Gelete; G. P. Ribeiro

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

- Base cartográfica do IBGE na escala de 1:50.000, índice de nomenclatura: SF-23-Z-B-VI-3;
- Mosaico de imagens sensoriais do sistema orbital IKONOS-II (fornecida por Consórcio da Bacia do rio São João), fusionada, com resolução espacial estimada de 1 metro e data de aquisição 29/08/2005;
- Imagens sensoriais do sistema orbital CBERS-2 (baixadas do *website* do INPE), com resolução espacial estimada de 20 metros (cena 150/126), com as seguintes datas de aquisição: 12/07/2005, 15/06/2006 e 28/03/2007;
- 2 receptores GPS ProMark 2 de uma frequência (L1) pertencentes a UERJ e UFRJ;
- Os seguintes sistemas computacionais: SPRING 4.3.3, ArcGIS 9.2 e ASHTECH SOLUTIONS 2.7.

3.1 Trabalho de campo

Em 15 de Março de 2008 foi realizado o trabalho de campo para determinação dos pontos de controle para o georreferenciamento da imagem IKONOS-II.

O ponto base previamente escolhido durante o planejamento de campo encontrava-se em ótimo estado, sendo possível a utilização do mesmo. Todos os pontos foram identificados, materializados e rastreados.

Para o rastreamento dos pontos foi utilizado o método Relativo Estático, tendo como base o ponto planimétrico SAT GPS 91967 do IBGE. Foi feita a densificação e distribuição dos pontos de controle sobre o mosaico IKONOS, sendo decidido a escolha de 6 pontos distribuídos na área de trabalho, sendo que 1 desses pontos foi a base utilizada, sua distribuição espacial pode ser vista na figura 3 abaixo:



Figura 3 – Distribuição espacial dos pontos de controle.

O tempo de ocupação mínimo de cada ponto foi determinado utilizando o cálculo de 15 minutos + 1 minuto para cada quilômetro de distância entre o ponto e a base, conforme pode ser visto na tabela 1, a seguir:

Tabela 1 – Tempo de Ocupação Mínimo de cada ponto

DATA DO TRABALHO DE CAMPO: 15/03/2008 SAT GPS ARARUAMA				
PONTO	E (m)	N (m)	TEMPO DE OCUPAÇÃO (min)	DISTÂNCIA (Km)
BASE 91967	775526,214	7468907,282		0
1	778788,000	7460773,000	15 + 9 = 24	9
2	770457,000	7461429,000	15 + 9 = 24	9
3	769846,000	7467102,000	15 + 6 = 21	6
4	780471,000	7468265,000	15 + 5 = 20	5
POSTO POLICIAL	774736,000	7462592,000	15 + 6,5 = 21,5	6,5

Foram geradas cadernetas de campo para cada ponto ocupado, conforme pode ser visto na figura 3 abaixo.


Nome estação:	POSTO POLICIAL
Descrição do Equipamento:	Modelo do GPS – PROMARK 2 Número de série – 11710
Descrição da Estação: Próximo ao Posto Policial de Praia Seca na Rodovia Estadual RJ-102.	
Foto da Estação:	
	
Estação Base:	Base 91967
Data e Hora do rastreo:	Data – 15/03/2008 Hora Início – 15:01 Hora fim – 15:25
Coordenada geodésicas SAD 69:	Latitude= 22° 55' 18,81832" S Longitude= 42° 18' 58,78866" W Altitude Elipsoidal= 7,218 m

Figura 3 – Caderneta de campo do ponto – Posto Policial.

3.2 Trabalho de gabinete

Foi feita a aquisição da base cartográfica através de *download* do *website* do IBGE da base vetorial do município de Araruama na escala de 1:50.000, das imagens sensoriais do sistema orbital CBERS-2 através de *download* do *website* do INPE (cena 150/126) e das imagens sensoriais do sistema orbital IKONOS-II, fornecida por Consórcio da Bacia do rio São João.

A base vetorial do IBGE foi fornecida no formato .DGN e foi necessário então fazer a conversão dos

arquivos de .DGN para .SHP. Em seguida foi feita a adaptação de parâmetros cartográficos da base, através da transformação do datum de referência Córrego Alegre para SAD 69, utilizando para isso o sistema ArcGIS e os parâmetros de transformação contidos na resolução PR número 22, de 21 de Julho de 1983, do IBGE.

3.2.1 Histórico do mosaico IKONOS

É importante ressaltar que as imagens IKONOS são produzidas segundo diferentes níveis de processamento: *Geo*, *GeoOrto*, *Reference*, *Map*, *Pro*, *Precision* e o *Precision Plus*, todos com 1 metro de resolução espacial no modo pancromático e 4 metros no multispectral. Porém o que diferencia cada nível são os tipos de tratamento dados para atender finalidades distintas. Filho(2000).

Como não se tem o histórico do mosaico IKONOS fornecido para a execução desse trabalho, desde o nível de processamento das imagens até o processo de sua criação, foi considerado que esse produto corresponde ao nível mais simples de processamento, tipo *Geo*, que é um produto tratado geometricamente, mas não apresenta correção das distorções do relevo.

Em relação à criação do mosaico não sabe-se o que este processo pode ter provocado no produto final e foi decidido então a execução de um trabalho de campo visando a determinação de pontos de controle para realizar o georreferenciamento das imagens e garantir sua geometria.

3.2.2 Planejamento de campo

O planejamento de campo foi realizado primeiramente com o recorte espacial no mosaico de imagens IKONOS referente à área de trabalho, e em seguida feito o cálculo aproximado do valor da área em questão, sendo de 19,96 km².

Para a escolha do ponto base a ser utilizado no trabalho de campo foram feitas pesquisas no *website* do IBGE sobre estações geodésicas existentes na região. A mais próxima encontrada foi a estação planimétrica SAT GPS 91967, localizada no próprio município.

De acordo com os dados desse relatório a última data de visitação da estação é de 15/08/2001, logo não tinha-se certeza se o marco realmente encontrava-se em bom estado de conservação. Diante disso foi necessário procurar outras estações próximas e que pudessem vir a ser utilizadas, caso aquela previamente escolhida estivesse danificada.

Com isso foram criadas também, planilhas referentes ao cálculo do tempo de ocupação mínimo de cada ponto para cada uma dessas duas novas bases encontradas. Caso a base previamente escolhida não pudesse ser ocupada teria-se mais duas opções.

Foram impressos recortes das imagens, detalhados para cada ponto de controle de campo previamente escolhidos, para facilitar a sua busca e localização, conforme pode ser visto na figura 4 abaixo:



Figura 4 – Recorte da imagem com detalhe do ponto base.

3.2.3 Pós-processamento dos dados

Após o trabalho de campo foram descarregados os dados brutos dos rastreadores e realizado o pós-processamento dos dados, utilizando o *software* Ashtech Solutions 2.7, conforme pode ser visto na figura 5 a seguir:

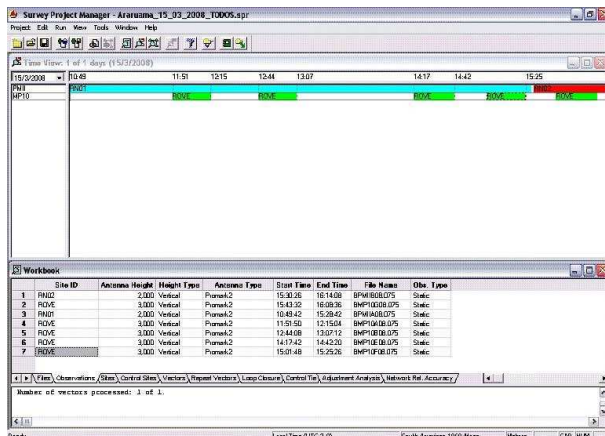


Figura 5 – Ambiente do pós-processamento dos dados do trabalho de campo.

3.2.4 Georreferenciamento das imagens

Para executar o georreferenciamento de imagens utilizando o *software* SPRING foi necessário realizar a conversão das mesmas para o formato .GRB (GRIdded Binary – Grade Binária), pois o SPRING só realiza o processo de registro (georreferenciamento) das imagens neste formato. Para realizar essa conversão foi utilizado o módulo IMPIMA do SPRING, onde foram convertidas individualmente as bandas das imagens CBERS-2 e do mosaico IKONOS-II que se apresentavam inicialmente com extensão .TIFF.

Foi realizado o georreferenciamento das imagens CBERS-2 referentes às épocas de 2005, 2006 e 2007, tendo como base para o registro dessas imagens a base vetorial do IBGE na escala de 1:50.000 e realizado também o georreferenciamento do mosaico de imagens

IKONOS-II referente ao ano de 2005 sendo utilizado neste caso as coordenadas de terreno adquiridas com GPS no campo, sendo somente utilizados 4 pontos de controle (pontos:1, 2, 3, 4), com 2 pontos extras.

3.2.5 Contraste e Composição colorida das imagens

Antes de dar inicio ao processo de segmentação e classificação digital das imagens foi preciso realizar o ajuste de contraste (realce) das imagens CBERS-2, conforme pode ser visto na figura 6 a seguir:

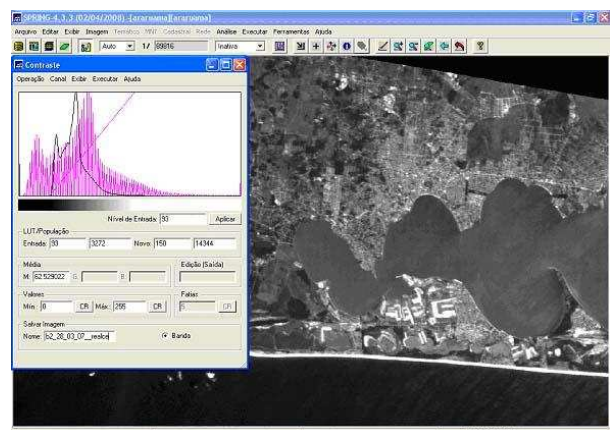


Figura 6 – Processo de ajuste de contraste na imagem CBERS (banda 2).

Feito o recorte espacial da área de trabalho nessas imagens e em seguida a composição colorida RGB 432 para as imagens CBERS (figura 7) e RGB 123 para o mosaico de imagens IKONOS (figura 8). Essas composições foram escolhidas por apresentarem uma boa resposta visual para auxiliar na classificação digital supervisionada.



Figura 7 – Composição colorida RGB 432, imagem CBERS.



Figura 8 – Composição colorida RGB 123, imagem IKONOS.

4 CLASSIFICAÇÃO DIGITAL E APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foi realizada a segmentação das imagens, sendo que esta tarefa deve ser executada antes da fase de classificação.

4.1 Segmentação

Nesse processo a imagem é dividida em regiões que devem corresponder às áreas de interesse da aplicação e entende-se por regiões, como um conjunto de *pixels* contíguos, que se espalham bidirecionalmente e que apresentam uniformidade. Spring (2008).

O método utilizado - crescimento de regiões - consiste na técnica de agrupamento de dados, onde somente as regiões adjacentes espacialmente podem ser agrupadas. Nesta etapa dois parâmetros precisam ser definidos: similaridade (está baseada na distância Euclidiana entre os valores médios dos níveis de cinza de cada região, i. e., duas regiões são consideradas distintas se a distância entre suas médias for superior ao limite de similaridade escolhido) e área (regiões com área menor que o mínimo escolhido são absorvidas pelas regiões adjacentes mais similares a estas). Spring (2008).

Levando em consideração a resolução das imagens CBERS-2, a sua capacidade de identificação de feições e diante de resultados obtidos em outros trabalhos, Pinheiro (2008), obteve-se melhor resultado para o processo de segmentação, com a adoção dos valores de 10 e 400 para similaridade e área respectivamente.

Já para o mosaico IKONOS-II, devido ao seu maior nível de detalhamento, os valores que apresentaram um melhor resultado dentre os testes feitos, foram: 25 para similaridade e 400 para área.

Com esses valores, pôde-se obter um resultado satisfatório do ponto de vista dos agrupamentos formados, já pensando nas classes escolhidas para o processo de classificação digital.

As figuras 9, 10 e 11 a seguir apresentam os mapas referentes aos resultados da segmentação para as imagens

CBERS-2 referente aos anos de 2005, 2006 e 2007, respectivamente. Onde os processos foram realizados sobre as bandas 2, 3 e 4.

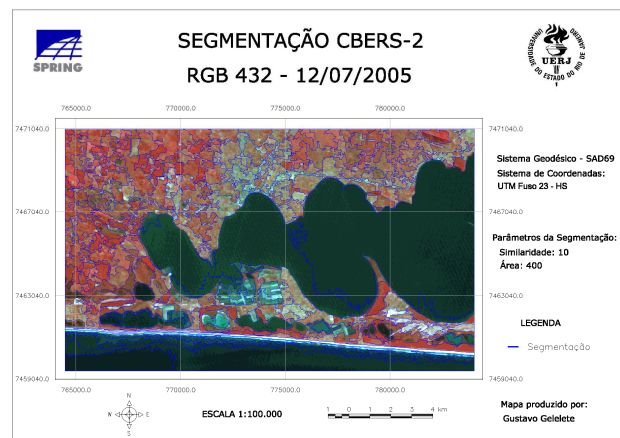


Figura 9 – Resultado da segmentação para a imagem CBERS-2, ano 2005.

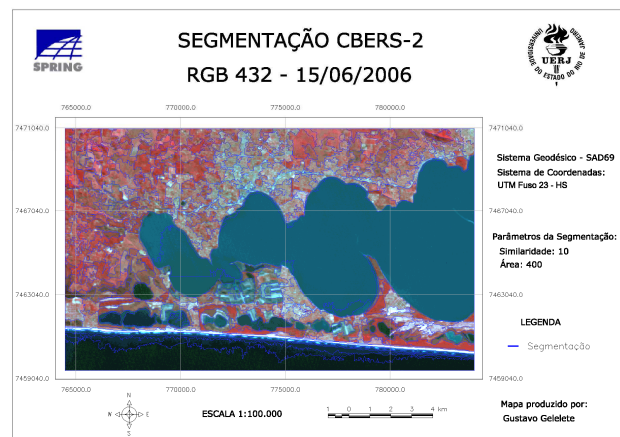


Figura 10 – Resultado da segmentação para a imagem CBERS-2, ano 2006.

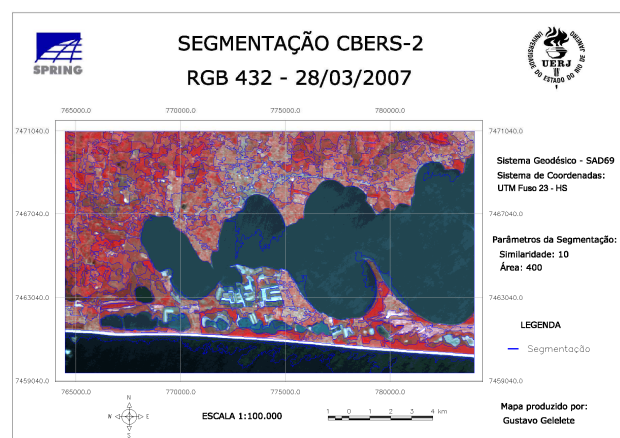


Figura 11 – Resultado da segmentação para a imagem CBERS-2, ano 2007.

Já a figura 12 a seguir apresenta o mapa referente ao resultado da segmentação para o mosaico de imagens IKONOS-II referente ao ano de 2005, a partir das bandas 1, 2 e 3.

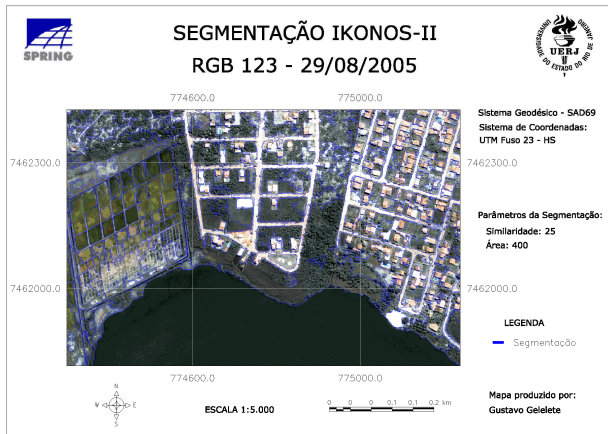


Figura 12 – Resultado da segmentação para o mosaico IKONOS-II, ano 2005.

4.2 Classificação Digital

Foi dado início ao processo de classificação digital das imagens, tendo como referência os padrões de uso da Terra do IBGE (2ª edição – 2006). Foi utilizado o classificador por regiões através do método supervisionado “Bhattacharya”. Neste método a medida da distância de Bhattacharya é usada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais, ou seja, mede a distância média entre as distribuições de probabilidades de classes espectrais. Spring (2008).

Esse classificador requer uma interação do usuário, através do treinamento e análise de amostras. Neste caso, as amostras serão as regiões formadas na segmentação de imagens. Spring (2008).

Com base nos padrões do manual de uso da Terra do IBGE e através de conhecimentos prévios da área de trabalho, foram criadas as classes apresentadas a seguir. Sendo importante ressaltar que não houve um trabalho de campo específico para validação das classes escolhidas.

- Área Urbanizada
- Salina
- Vegetação Densa
- Vegetação Rasteira
- Lagoa
- Oceano Atlântico

As figuras 13, 14 e 15 a seguir apresentam os mapas de uso da Terra e cobertura vegetal obtidos a partir do processo de classificação digital supervisionada, utilizando o método Bhattacharya, para as imagens CBERS-2 referente aos anos de 2005, 2006 e 2007, respectivamente.

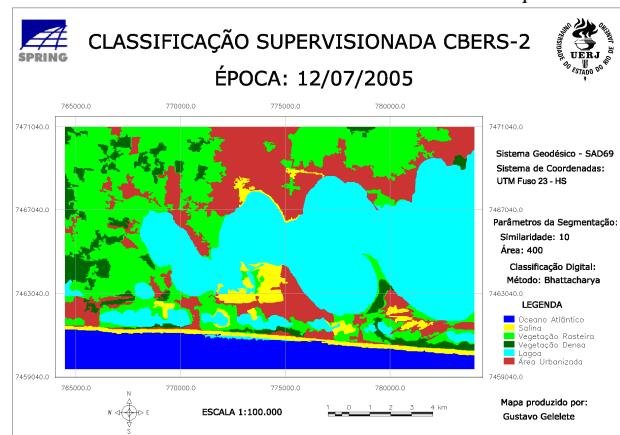


Figura 13 – Mapa de uso da Terra, a partir de imagem CBERS-2, ano 2005.

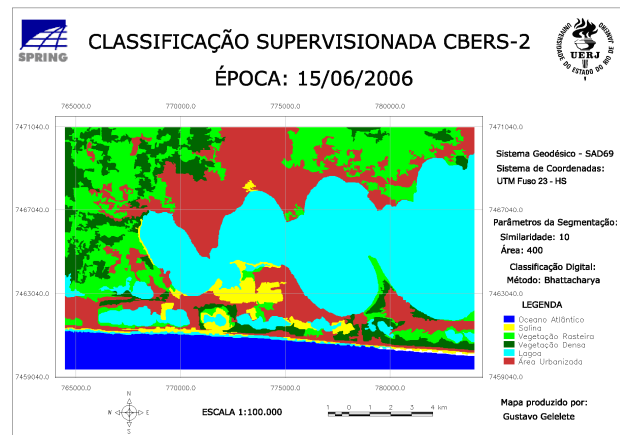


Figura 14 – Mapa de uso da Terra, a partir de imagem CBERS-2, ano 2006.

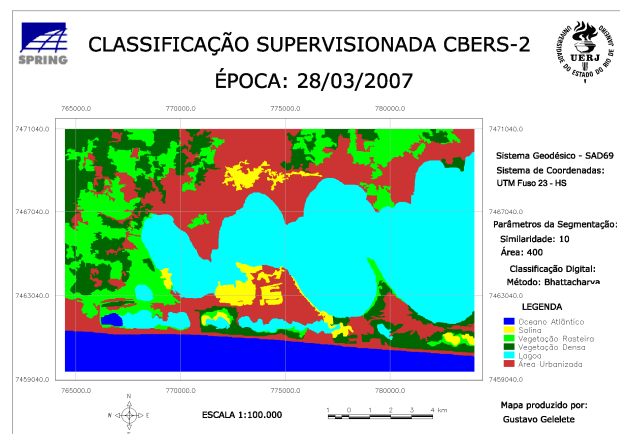


Figura 15 – Mapa de uso da Terra, a partir de imagem CBERS-2, ano 2007.

Já a figura 16 a seguir apresenta o mapa de uso da Terra e cobertura vegetal para o mosaico IKONOS-II, obtido a partir do processo de classificação digital supervisionada, utilizando o método Bhattacharya, referente ao ano de 2005.

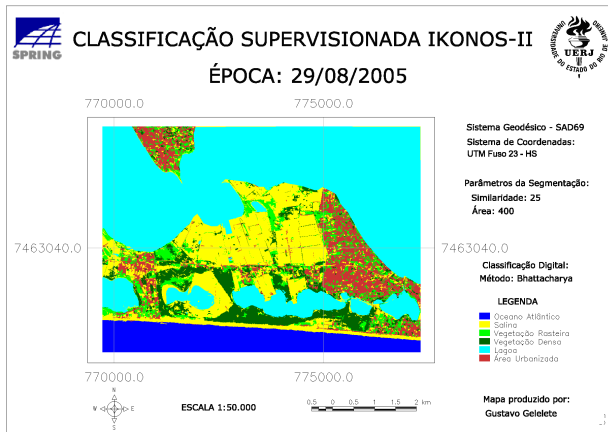


Figura 16 – Mapa de uso da Terra, a partir de imagem IKONOS-II, ano 2005.

4.3 Resultado do pós-processamento dos dados GPS

A tabela 2 a seguir apresenta o resultado dos pontos estáticos pós-processados:

Tabela 2 – Pontos estáticos pós-processados

Ponto Rover	Latitude (S)	RMS ϕ (m)	Longitude (W)	RMS λ (m)
PONTO 1	22° 56' 16,27147"	0,014	42° 16' 53,47525"	0,008
PONTO 2	22° 55' 53,96963"	0,014	42° 21' 35,38420"	0,016
PONTO 3	22° 52' 55,50957"	0,012	42° 22' 12,94279"	0,008
PONTO 4	22° 52' 12,37455"	0,010	42° 15' 59,72925"	0,006
POSTO POLICIAL	22° 55' 18,81832"	0,010	42° 18' 58,78866"	0,010
BASE	22° 51' 53,95540"	0,000	42° 18' 53,34990"	0,000

4.4 Resultados dos valores de área urbanizada

O software SPRING possui uma ferramenta que torna possível a determinação dos valores de área e perímetro das classes geradas.

A partir desses valores, foram criados gráficos referentes aos valores de área, ao crescimento em km² e a taxa de crescimento de área urbanizada para as épocas adotadas.

A figura 17 a seguir apresenta os valores da classe área urbanizada, obtidos através do relatório gerado pelo SPRING para as épocas 2005, 2006 e 2007.

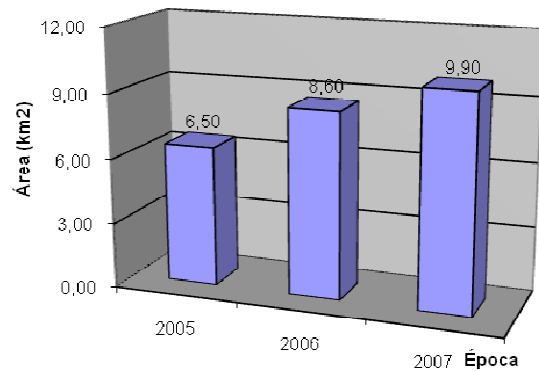


Figura 17 – Gráfico de área urbanizada.

A figura 18 a seguir corresponde ao crescimento da área urbanizada em km², para as épocas 2005, 2006 e 2007.

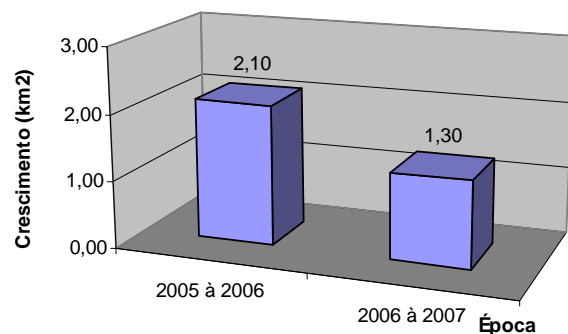


Figura 18 – Gráfico do crescimento da área urbanizada.

A figura 19 a seguir corresponde à taxa de crescimento da área urbanizada, para as épocas 2005, 2006 e 2007.

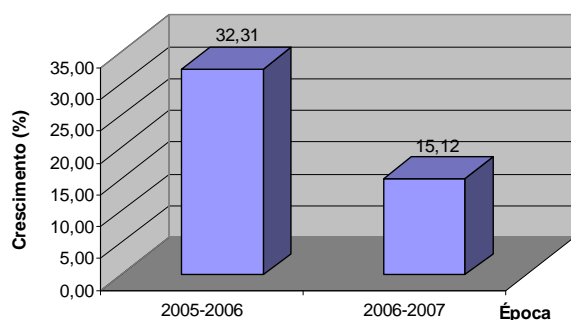


Figura 19 – Gráfico do crescimento da área urbanizada.

4.5 Resultados da análise da classificação digital

As figuras 20, 21, 22 e 23 a seguir apresentam os mapas referentes à análise da classificação digital de uso da Terra e cobertura vegetal da área de trabalho do projeto.

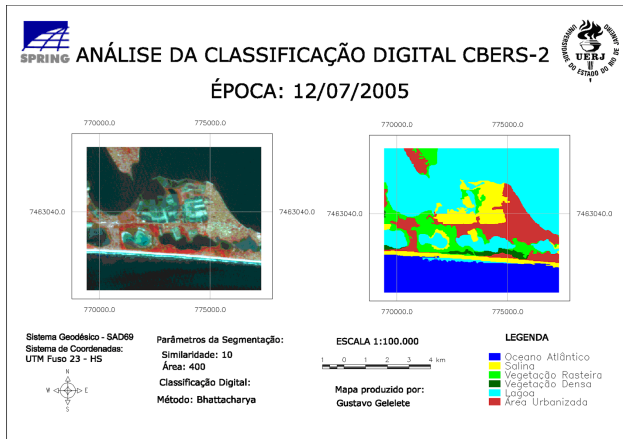


Figura 20 – Análise da classificação digital CBERS-2, ano 2005.

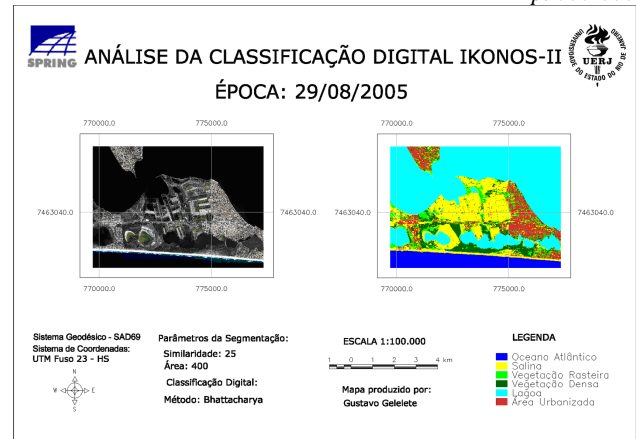


Figura 23 – Análise da classificação digital IKONOS-II, ano 2005.

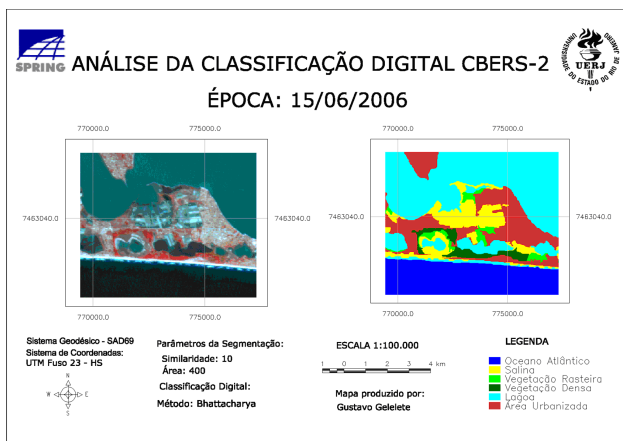


Figura 21 – Análise da classificação digital CBERS-2, ano 2006.

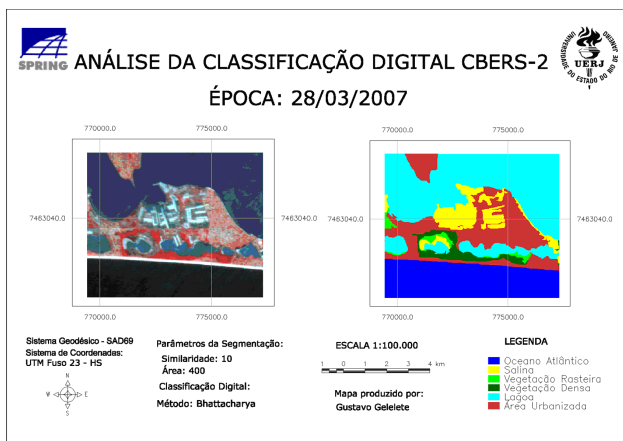


Figura 22 – Análise da classificação digital CBERS-2, ano 2007.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os pontos estáticos pós-processados apresentaram resultados satisfatórios, de acordo com os erros médios quadráticos encontrados.

Considerando o uso de imagens CBERS para o mapeamento na escala de 1:100.000, os resultados obtidos no processo de georreferenciamento dessas imagens foram satisfatórios, onde os erros obtidos nesse processo para cada ponto foram menores ou igual a um pixel, ou seja, menores do que 20 metros, que corresponde à resolução espacial estimada da imagem.

Com isso, através da extração de objetos do produto gerado nessa escala de mapeamento, recomenda-se a execução de futuros trabalhos de campo para avaliar a sua qualidade e precisão cartográfica.

É importante ressaltar que algumas bandas das imagens do satélite CBERS-2 apresentaram certos problemas: as bandas 1, 3 e 5 apresentam ruídos que provocaram algumas falhas no registro digital, menos perceptível na banda 3 e bastante acentuado na banda 1, conforme pode ser visto no anexo 10.2; e as bandas 1 e 5 encontram-se deslocadas em relação às outras, o que conduz recomendar o georreferenciamento individual. É aconselhável que se faça composições utilizando as bandas 2, 3 e 4.

Estudos e trabalhos publicados aprovam o uso de imagens IKONOS, tipo Geo, na escala de mapeamento 1:50.000 com PEC classe A. Ishikawa (2001). Quanto ao uso do produto num mapeamento urbano, em áreas relativamente planas (que é o caso da área de estudo desse trabalho), tais imagens servem de apoio para a identificação de novas edificações, novos loteamentos, observando inclusive a densidade de ocupação dos mesmos, ou para a verificação da tendência de expansão da ocupação urbana. Ishikawa (2001). Os resultados obtidos no processo de georreferenciamento também foram satisfatórios, onde os erros obtidos nesse processo, para cada ponto, foram menores que um pixel, ou seja, menores do que um metro, que corresponde à resolução espacial estimada da imagem.

Os resultados obtidos através da classificação digital supervisionada, para as imagens CBERS-2, correspondentes às três épocas de estudo (2005, 2006 e 2007) e para o mosaico IKONOS-II, referente ao ano de 2005, apresentaram-se consistentes. Onde em nenhum dos casos houve regiões não classificadas e somente algumas pequenas regiões apresentaram classificações equivocadas, que não interferiram na análise proposta.

No caso CBERS houve a classificação da areia da praia como correspondente à classe salina, já no IKONOS, áreas referentes à classe salina foram identificadas e classificadas em alguns casos como área urbanizada e, em outros, como lagoa.

6 CONCLUSÕES

O sistema SPRING atendeu a todas as necessidades e requisitos do mapeamento, possibilitando a execução e obtenção de resultados satisfatórios para o trabalho proposto.

O processo de georreferenciamento do mosaico IKONOS, através dos pontos de controle obtidos no campo, com o uso de GPS, apresentou um resultado satisfatório. Sendo esse utilizado para a execução do trabalho proposto, visto que não se sabia a qualidade do já existente.

Comparando-se os mapas obtidos na classificação digital supervisionada, para as épocas adotadas (2005, 2006 e 2007), pôde-se observar tendência de crescimento da mancha urbana na área de trabalho adotada. Sendo possível observar o avanço da ocupação humana principalmente em áreas anteriormente ocupadas por salinas. Esse crescimento pôde ser comprovado numericamente, através dos valores de área urbanizada obtidos dos relatórios gerados pelo SPRING, para cada ano de estudo.

De acordo com esse relatório, no ano de 2005 a área urbanizada correspondia a um valor de aproximadamente 6,5 km², já em 2006 a 8,6 km² e em 2007 a 9,9 km². De 2005 a 2006 apresentou um crescimento em área de 2,10 km² e uma taxa de crescimento de 32,31%, já de 2006 a 2007, apresentou um crescimento de 1,30 km² correspondendo a 15,12% de crescimento.

Ao analisar o mapa da classificação digital supervisionada sobre o mosaico IKONOS do ano de 2005, observa-se uma diferença em relação ao produto obtido para o mesmo ano, porém baseado na imagem CBERS-2, ou seja, revelou uma diferença na delimitação e nos valores de área urbanizada. Isso ocorre devido às características das imagens, no que diz respeito principalmente ao maior detalhamento do produto IKONOS. Produzindo assim um mapa oriundo de processos de segmentação e classificação mais detalhados.

Sugere-se a execução de futuros trabalhos com o uso de imagens CBERS-2 de outras épocas, para realizar o monitoramento dessa tendência de crescimento da mancha urbana. Sendo importante realizar também a

evolução desse crescimento, utilizando épocas diferentes de imagens IKONOS-II, visto que o resultado obtido com o uso de imagens deste sensor orbital apresentou maiores detalhes.

Com os resultados obtidos neste projeto, recomenda-se futuros esforços no sentido de aperfeiçoamento no processo de mapeamento digital. Desta forma diante dos resultados alcançados, é notado que administradores públicos poderão ser beneficiados no melhor apoio técnico ao planejamento do município, como subsídio para revisão de parte de seu plano diretor, principalmente no que se refere ao redimensionamento da infra-estrutura urbana.

REFERÊNCIAS

FILHO, R. E. A. **IKONOS: Turbulência no aerolevanteamento**. Revista Infogeo, Curitiba, a.3, nº 14, p.36-41, jul/ago.2000.

GEMAEL, C.; Andrade, J. B. **Geodésia Celeste**. Curitiba: Editora da UFPR, 2001.

ISHIKAWA, M. I. **Potencialidades de uso de imagens IKONOS/GEO para aplicações em áreas urbanas**. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas), UNESP, Presidente Prudente, SP, 2001, 82p.

MONICO, J. F. G. **Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações**. São Paulo: Editora UNESP, 2000.

PINHEIRO, T. C. **Mapeamento digital do município de São João da Barra (RJ) com suporte de imagens IKONOS e dados GPS, como requisito para revisão do Plano Diretor Municipal**. Projeto Cartográfico Monografia do Curso de Engenharia Cartográfica, UERJ, 2008, 89p.

RIBEIRO, G. P., **Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço-temporal em ambiente costeiro** Tese de doutorado Programa de Pós-Graduação de Geografia, UFF, 2005, 235p.

SPRING. **Sistema de Processamento de Informações Georeferenciadas**. Divisão de Processamento de Imagens – DPI. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/download.php> . Acesso: 20 fevereiro 2008.