
MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DOS MANGUES FLUMINENSES: ENSAIOS COM IMAGENS LANDSAT E ORTOFOTOS (DESAFIOS METODOLÓGICOS)

GILBERTO PESSANHA RIBEIRO^{1,2}
ARTUR WILLCOX DOS SANTOS¹
MARCUS FELIPE MOURÃO PEREIRA¹
MARCELO NUNES DE AZEVEDO¹
MARCELO FRANCISCO MORAES²

¹Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Centro de Tecnologia e Ciências - CTC

Departamento de Engenharia Cartográfica, Laboratório de Computação Aplicada à Cartografia - LCAC, Rua São Francisco Xavier, 524, sala 4006-B, Maracanã, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP: 20.550-013, Tel.: (21) 7716-0240, 9295-3236, 2334-0648, 2334-0641, 2334-0035

gilberto@eng.uerj.br, arturwillcox@gmail.com, marcasmourao@globocom.com, marceloazevedo.geo@gmail.com

²Globalgeo Geotecnologias

Av. Presidente Wilson, 231, sala 513, Centro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, CEP: 20.030-021, Tel.: (21) 2103-7609
marcelo@globalgeo.com.br

RESUMO - O mapeamento dos mangues do litoral fluminense foi executado recentemente, de norte para sul, com suporte de imagens sensoriais LANDSAT para as épocas de agosto e setembro de 2010, envolvendo sete cenas distribuídas e contendo parte expressiva da zona costeira do estado do Rio de Janeiro. Estudos revelaram que as bandas visíveis do LANDSAT, em conjunto com as bandas da faixa do infravermelho (RGB543), proporcionam a identificação de fragmentos de vegetação de mangue, na desembocadura de rios e em lagunas costeiras, com mais evidência. Esforço concentrado está sendo aplicado nessa atividade uma vez que o conhecimento da ocorrência da vegetação remanescente de mangue pode ser usado em estudos de mudanças climáticas, analisando cenários em ocasiões de verão e inverno, nos últimos anos. As funcionalidades dos sistemas SPRING e PCI estão sendo exploradas na obtenção de segmentações e classificações com o propósito de geração de mapas indicativos de mangues, sua localização, distribuição e extensão, também com ortofotografias do ano de 2006. Unidades de conservação e áreas costeiras ocupadas pelo homem co-existem, e nos ambientes litorâneos há processos naturais em curso, promovidos pela ação de ventos, ondas, marés, e correntes que alteram as condições físicas, biológicas e químicas da água, que, por sua vez, refletem sobre a vegetação de mangues. Tal mapeamento proporcionará a localização precisa dos mangues hoje e determinará diretrizes que possibilitem o monitoramento contínuo da sua distribuição nos ambientes costeiros para os próximos anos.

ABSTRACT - The mapping of mangroves of Rio de Janeiro state coastal was executed recently, from North to South, with image support for LANDSAT sensory times of August and September 2010, involving seven scenes distributed and expressive containing part of the coastal zone of Rio de Janeiro State. Studies revealed that the visible bands from LANDSAT, together with the bands track infrared (RGB543) provide identification of fragments of mangrove vegetation, at the mouth of rivers and in coastal lagoons, with more evidence. Concentrated effort is being applied in activity since the knowledge of the occurrence of the remaining mangrove vegetation can be used in studies of climate change, analyzing scenarios on occasions of summer and winter, in recent years. The functionalities of systems SPRING and PCI are being exploited in achieving targets and classifications for the purpose of generation of maps indicative of mangroves, its location, distribution and extension, also with orthophotographs of the year 2006. Conservation and coastal areas occupied by humans co-exist, and coastal environments are ongoing natural processes, promoted by the action of winds, waves, tides, and currents that alter the physical, biological, and chemical properties of water, which in turn reflect on mangrove vegetation. Such mapping will provide the precise location of mangroves today and determine guidelines that permit continuous monitoring of its distribution in coastal environments for years.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente ouviu-se sobre a necessidade de se conhecer a distribuição e o estado dos mangues no litoral fluminense. Esforços foram concentrados a partir de 2010, com o apoio fundamental da FAPERJ, por meio do Edital 04/2010, no sentido de mapear o litoral com tecnologias digitais de geoprocessamento. Demandas por parte de universidades e órgãos ambientais do governo federal e estadual garantem que a vegetação remanescente de mangue representa indicador importante de biodiversidade envolvendo a vida flúvio-marinha com relação prioritária na conservação de espécies de organismos, e no desenvolvimento de atividades econômicas extrativistas sustentáveis de pesca predominantemente artesanal. Diante da relevante marca dos manguezais representarem alimento o ano inteiro, desde a ocupação pré-histórica do litoral, esses ambientes hoje possuem na costa indicadores que têm respondido de forma expressiva às mudanças do clima. Mapear os mangues e conhecer como os condicionantes astronômicos, atmosféricos, oceanográficos e meteorológicos atuam na zona costeira do estado do Rio de Janeiro torna-se imperativo e determinante de estudos de ganhos e perdas para o homem e para a natureza, na busca de entender a "equação" do equilíbrio teórico dos recursos diante das necessidades humanas, e como essa relação tem feito uso de geotecnologias na potencialização das análises espaciais. Desta forma, e nesse contexto, serão apresentados resultados preliminares do mapeamento digital proposto, com foco em arcabouço metodológico consolidado pelos autores, e que tem permitido a obtenção de resultados inéditos e com o rigor cartográfico exigido em mapeamentos dessa natureza. A seguir a Figura 1 apresenta em destaque os municípios fluminenses que possuem vegetação de mangue.

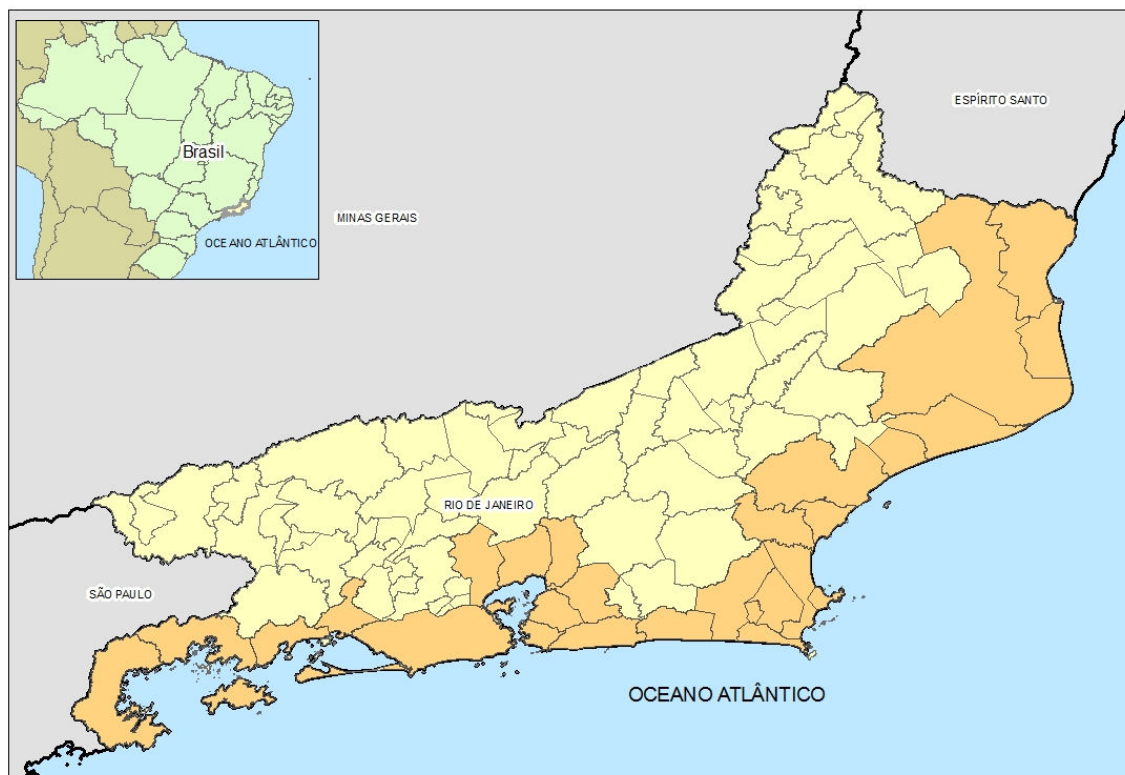


Figura 1: Municípios fluminenses com ocorrência de vegetação de mangue.

2 ARCABOUÇO METODOLÓGICO

Para controle e monitoramento de aspectos do ambiente físico, a serem posteriormente agregados às análises espaciais, foi desenvolvido um protótipo de um SIG que desse conta também de aspectos da vegetação de mangue, sua diferenciação, por métodos radiométricos, das vegetações de Mata Atlântica e de restinga, servindo de ferramenta tecnológica aos gestores públicos, e também aos pesquisadores em estudos ecológicos.

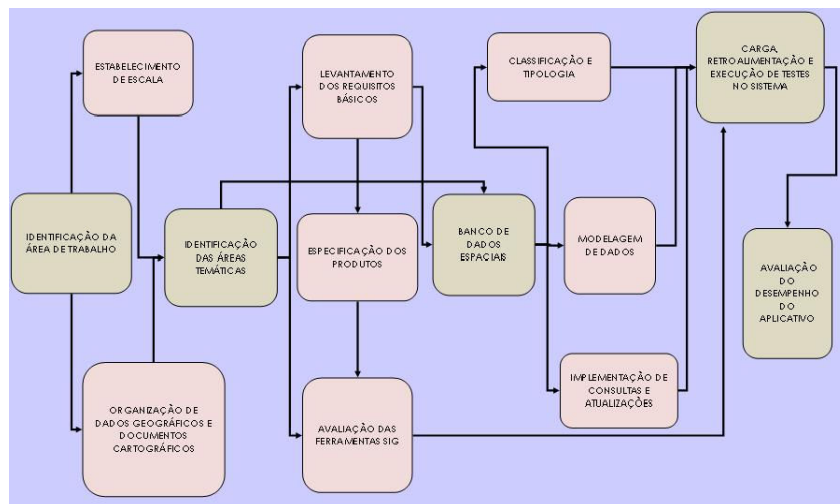


Figura 2: Diagrama indicativo de etapas e fases para desenvolvimento do SIG.

A validação do processo de produção dos mapas temáticos no ambiente SIG contou com a análise criteriosa do georreferenciamento de imagens LANDSAT para as épocas de agosto e de setembro de 2010, e posterior geração de mosaico, onde houve suporte de bases vetoriais consolidadas por instituições nacionais e estaduais. A produção dos polígonos que caracterizam a ocorrência de vegetação de mangues no litoral do Estado do Rio de Janeiro foi feita através do software PCI Geomatica, no processo de classificação supervisionada. Todo mapeamento digital foi executado com base no sistema de coordenadas UTM (fuso 24, com meridiano central de longitude de 45° W) e no sistema geodésico South American Datum SAD-69. Foram gerados documentos cartográficos por meio dos sistemas computacionais especializados GlobalMapper e ArcGIS. A vegetação de mangue e seus gêneros/espécies predominantes *Avicenniaschaueriana*, *Rhizophoramangle* e *Laguncularia racemosa* respondem (HOGARTH, 2007) (SPALDING et al., 2010) (TOMLINSON, 1986) melhor com bandas na faixa do infravermelho, e desta forma, está sendo possível diferenciar aglomerados de indivíduos destas espécies daquelas características de restinga e de floresta Atlântica, através de sua assinatura espectral (PONZONI et al., 2007). Em trechos do litoral já foram encontradas situações onde houve confusão de temas, e que estão em fase de análise por especialistas. Trabalhos de campo na foz do rio Paraíba do Sul já atestaram ocorrência de floresta de mangue, com distinção em relação às vegetações vizinhas (RIBEIRO, 2012). Já foram obtidos resultados, também bem sucedidos, com o propósito de mapeamento digital com base em imagens de alta resolução foram produzidos e apresentados (PINHEIRO, 2008) (ROSA et al., 2009) (OLIVEIRA, 2010) (GELELETE, 2008).

3 RESULTADOS

A partir da validação dos dados cartográficos, e do processo de modelagem dos dados de apoio, foram produzidos mapas e cartas com a apresentação e indicação de aspectos de cobertura da Terra.

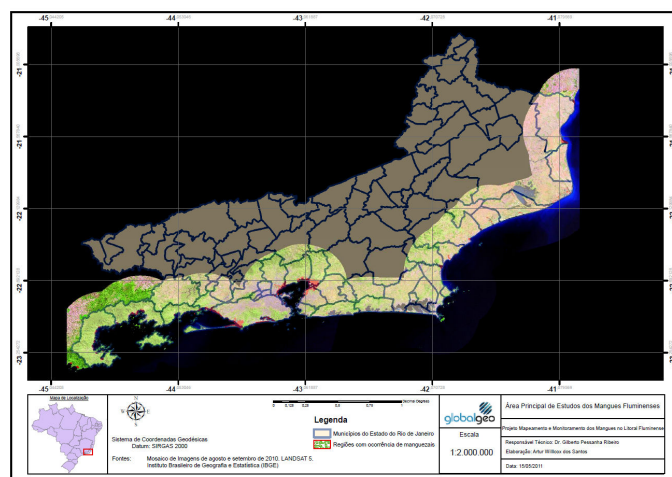


Figura 3: Mapa indicativo da malha municipal de 2007 do estado do Rio de Janeiro e áreas litorâneas de interesse (mosaico LANDSAT).

A partir da malha municipal do estado do Rio de Janeiro do ano de 2007 (IBGE) produziu-se o mapa acima (Figura 3) com destaque na zona costeira indicativa da área principal de estudos. Segundo o Instituto do Ambiente (Governo do Estado do Rio de Janeiro), as bacias hidrográficas possuem a seguinte divisão:

SETORES COSTEIROS E MUNICÍPIOS ENVOLVIDOS:

Setor 1: Litoral Sul: Paraty, Angra dos Reis, Mangaratiba, Itaguaí, Seropédica, Queimados, Japeri.

Setor 2: Litoral da Baía de Guanabara: Rio de Janeiro, Nova Iguaçu, B. Roxo, S. J. de Meriti, Nilópolis, Duque de Caxias, Magé, Guapimirim, S. Gonçalo, Itaboraí, Niterói, Maricá.

Setor 3: Litoral da Região dos Lagos: Siquara, Araruama, Iguaba Grande, S. Pedro d'Aldeia, Arraial do Cabo, Cabo Frio, Búzios, Casimiro de Abreu, Rio das Ostras.

Setor 4: Litoral Norte - Fluminense: Macaé, Carapebus, Quissamã, Campos, São João da Barra, São Francisco do Itabapoana.

Está sendo executado o mapeamento dos mangues localizados nas bacias hidrográficas, especificamente com ocorrências esperadas nas desembocaduras de seus rios e de canais de comunicação de lagunas no litoral fluminense, a saber (BACIAS HIDROGRÁFICAS E RIOS FLUMINENSES - EDUCAR PARA PROTEGER, Projeto PLANÁGUA SEMADS / GTZ, 2001): Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara; Bacia Hidrográfica da Baixada de Jacarepaguá; Bacia Hidrográfica das Lagoas de Piratininga e Itaipu; Bacia Hidrográfica do Sistema Lagunar de Maricá; Microbacias da Restinga de Marambaia; Microbacias Insulares da Baía de Sepetiba; Microbacias Hidrográficas Insulares da Baía de Ilha Grande; Bacia Hidrográfica do Rio São João; Bacia Hidrográfica do Rio das Ostras; Bacia Hidrográfica do Rio Una; Bacia Hidrográfica da Lagoa de Araruama; Bacia Hidrográfica da Lagoa de Siquara; Bacia Hidrográfica da Lagoa de Jaconé; Microbacias das Pequenas e Médias Lagoas da Restinga de Massambaba; Microbacias das Pequenas Lagoas Litorâneas entre Arraial do Cabo a Rio das Ostras; Bacia Hidrográfica da Lagoa de Imboassica; Bacia Hidrográfica do Rio Macaé; Bacia Hidrográfica da Lagoa Feia; Rio Paraíba do Sul e Afluentes; Rio Itabapoana e Afluentes. A seguir são apresentados 7 mapas indicativos da hidrografia, extraída do mapeamento do IBGE na escala 1/25.000, do litoral fluminense.

O propósito para execução do mapeamento dos mangues localizados nas bacias hidrográficas litorâneas do Estado do Rio de Janeiro está relacionado à geração de produtos cartográficos em escalas regionais que dêem conta de permitir um monitoramento da ocorrência deste tipo de vegetação nas desembocaduras de seus rios e de canais de comunicação de lagunas no litoral. Essas ocorrências já foram relatadas e descritas no norte do estado do Rio de Janeiro (SOFFIATI, 2009) e mapeadas zonas costeiras deltaicas (RIBEIRO, 2005). Portanto, em uma escala regional de 1:350.000 foram gerados os mapas a seguir (Figuras 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10), que contemplam toda a extensão do litoral fluminense, com a indicação dos fragmentos detectáveis com uso do sistema LANDSAT (RIBEIRO, 2012).

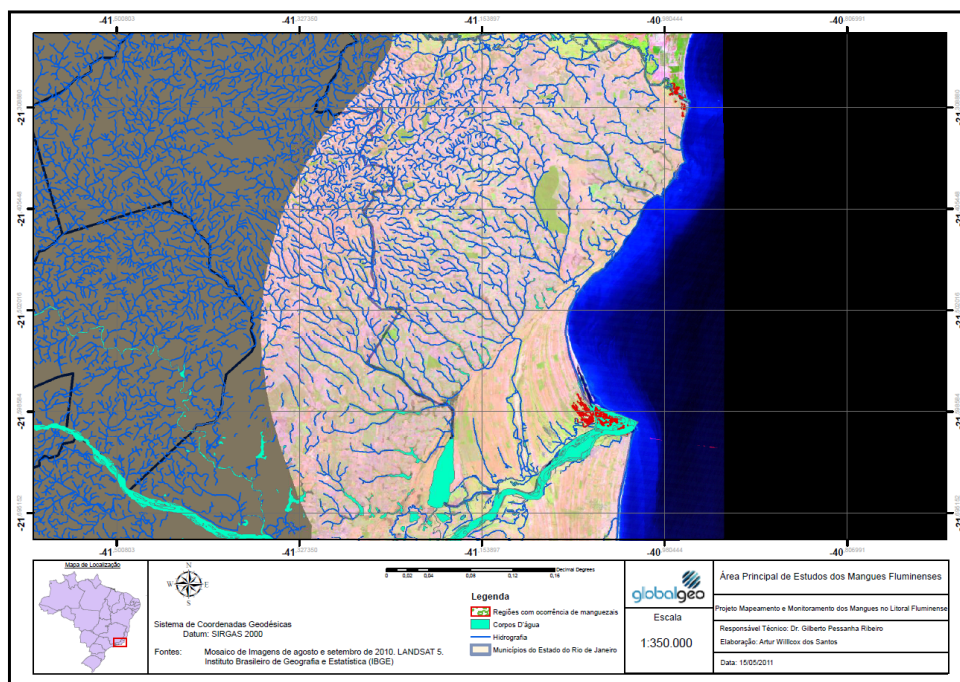


Figura 4: Recorte da área litorânea do Estado do Rio de Janeiro na primeira fase de processamento, em destaque para a vegetação de mangue do setor 4, na foz do rio Paraíba do Sul e Itabapoana. (imagens LANDSAT).

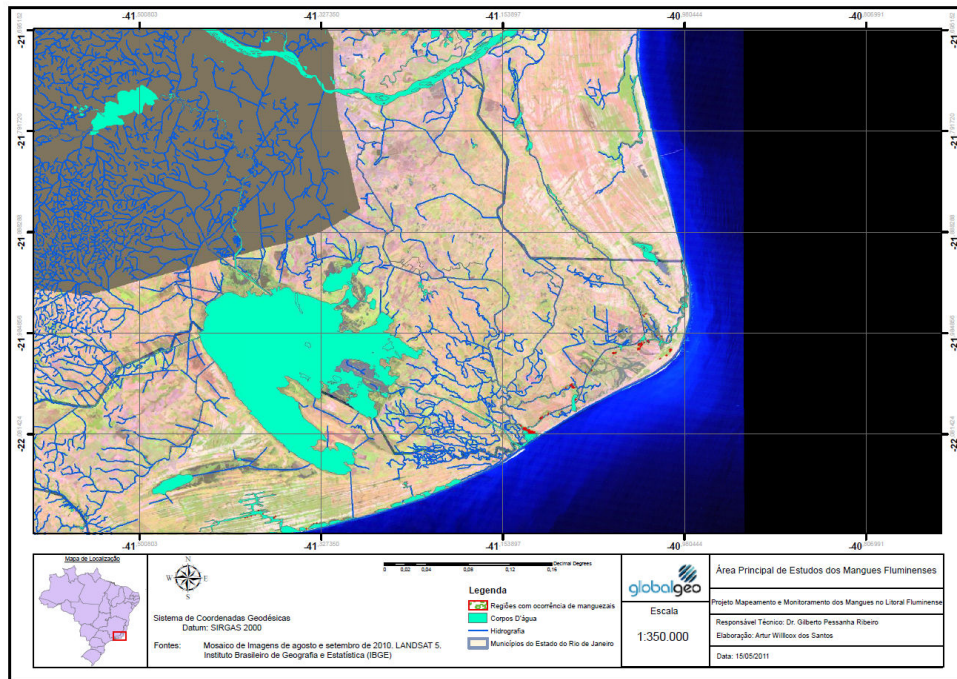


Figura 5: Recorte da área litorânea do Estado do Rio de Janeiro na primeira fase de processamento, em destaque para a vegetação de mangue do setor 4, na região da lagoa Feia. (imagens LANDSAT).

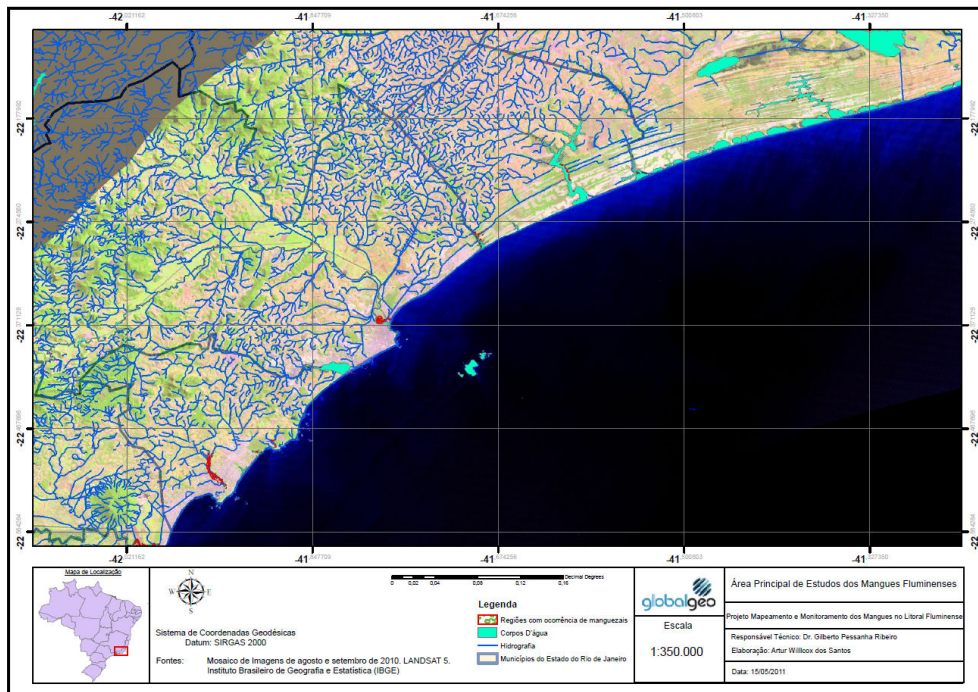


Figura 6: Recorte da área litorânea do Estado do Rio de Janeiro na primeira fase de processamento, em destaque para a vegetação de mangue entre os setores 3 e 4, com destaque na foz do rio das Ostras. (imagens LANDSAT).

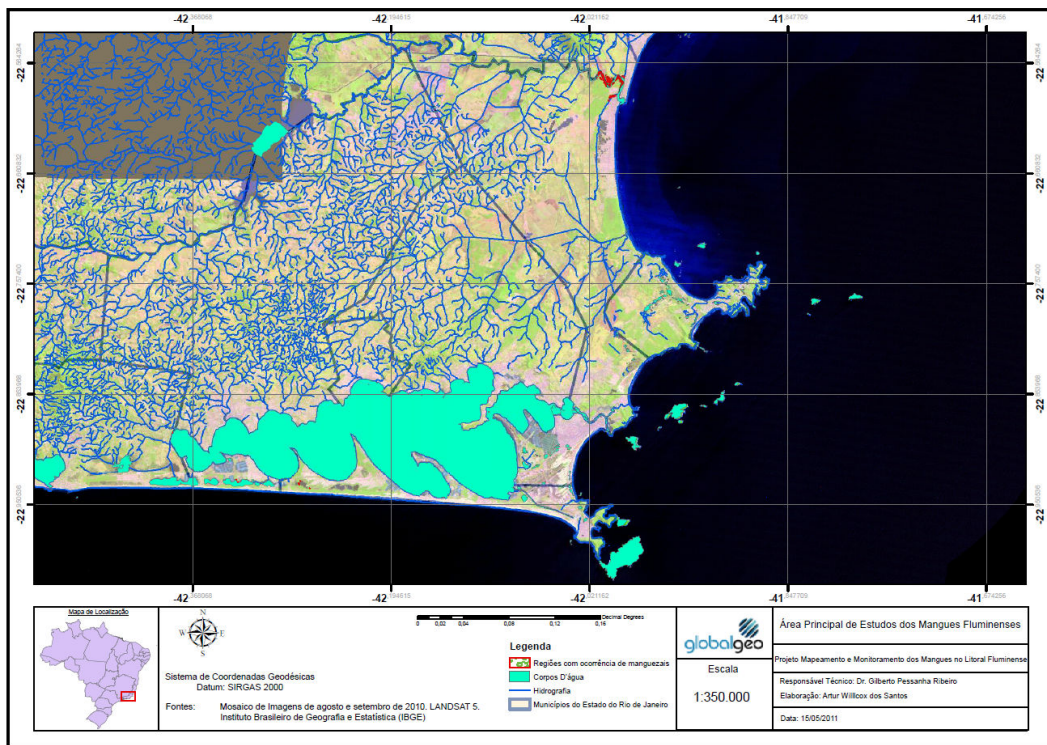


Figura 7: Detalhe da área litorânea do Estado do Rio de Janeiro na primeira fase de processamento, em destaque para a vegetação de mangue do setor 3. (imagens LANDSAT).

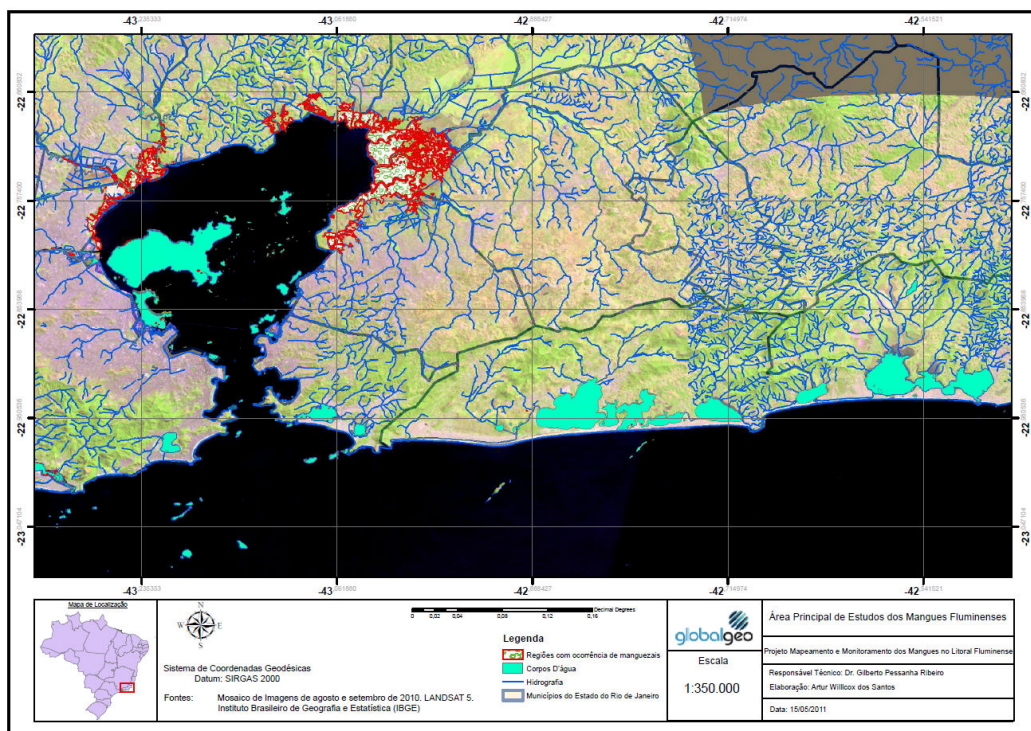


Figura 8: Recorte da área litorânea do Estado do Rio de Janeiro na primeira fase de processamento, em destaque para a vegetação de mangue do setor 2, com destaque os mangues na desembocadura de rios na baía de Guanabara. (imagens LANDSAT).

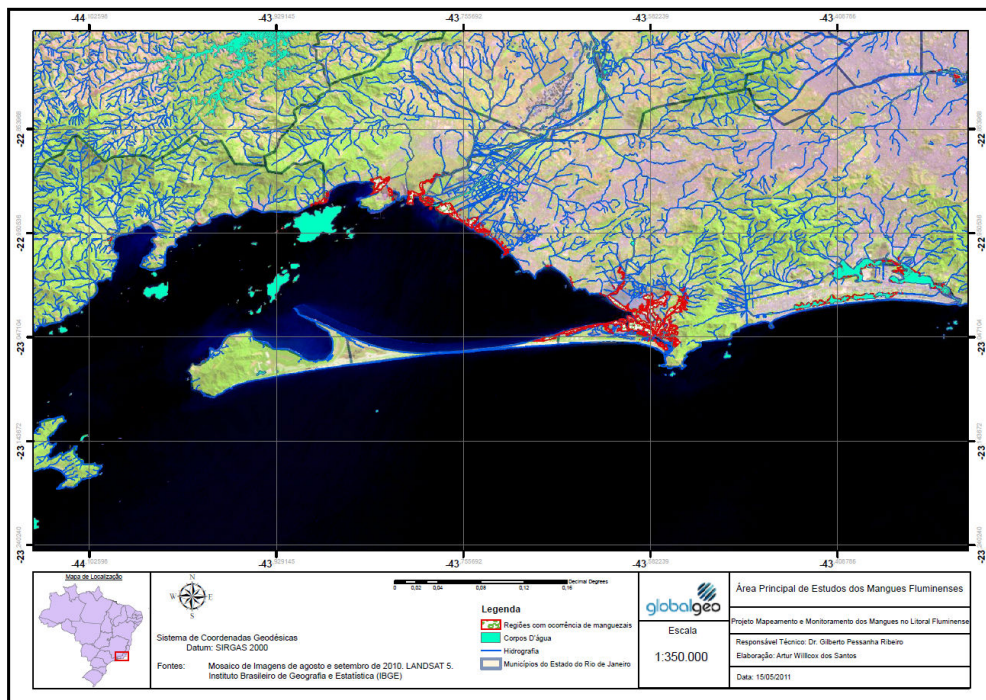


Figura 9: Recorte da área litorânea do Estado do Rio de Janeiro na primeira fase de processamento, em destaque para a vegetação de mangue dos setores 1 e 2, nos manguezais de Sepetiba (Rio de Janeiro), Itaguaí e Mangaratiba (imagens LANDSAT).

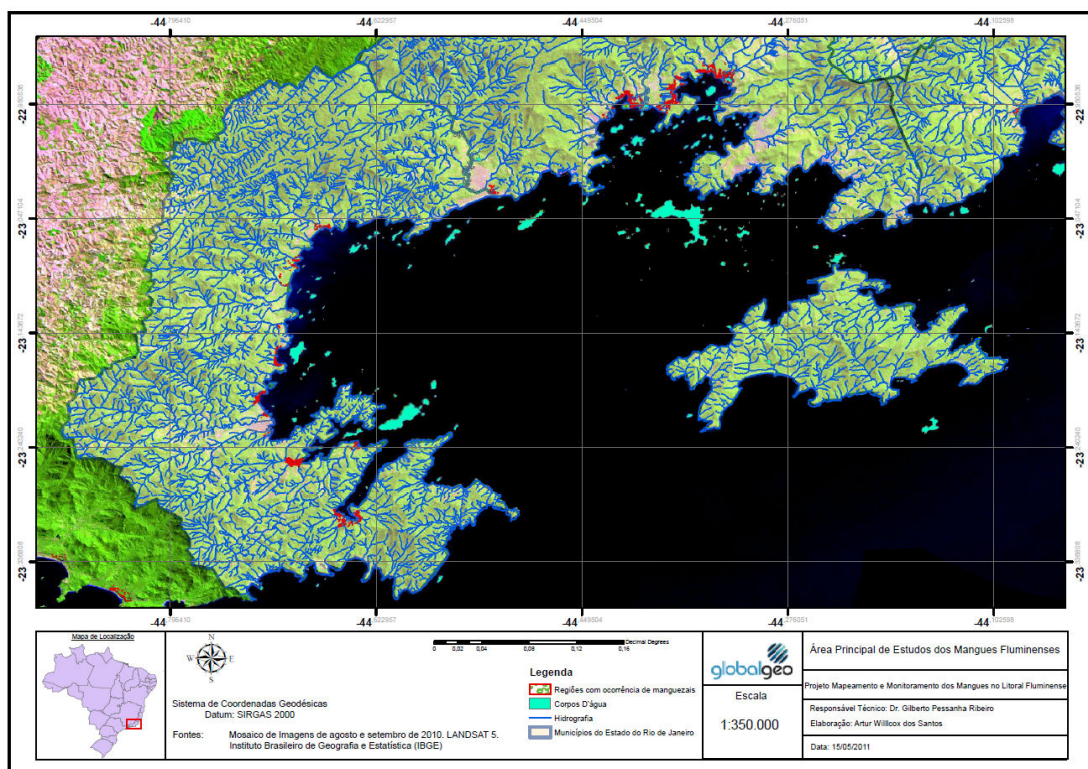
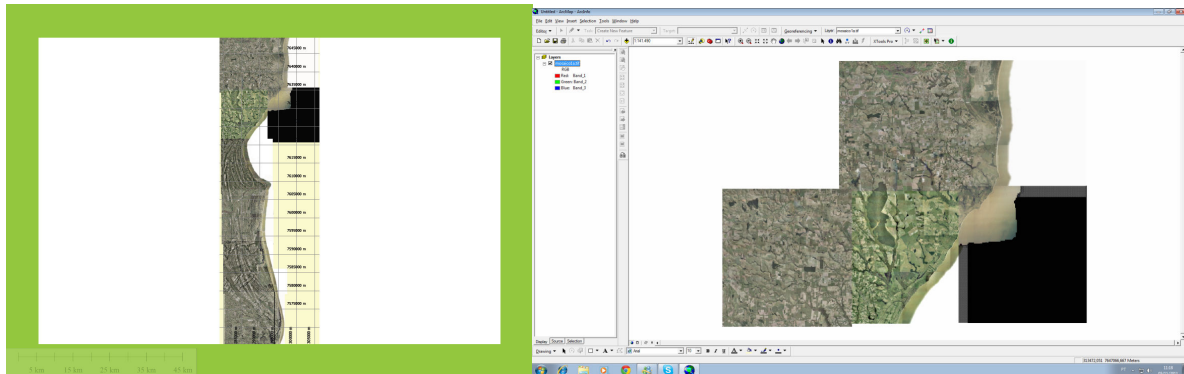


Figura 10: Detalhe de área litorânea do setor 1 com ocorrência de vegetação de mangue obtida na primeira fase de processamento, em destaque os manguezais de Paraty, Angra e Mangaratiba (imagens LANDSAT).

Com o propósito de permitir a segmentação das ortofotos, foram elas distribuídas em Setores, apresentado um deles na Figura 11 a seguir. Blocos foram estabelecidos para a segmentação, uma vez que o esforço computacional teve

G. P. Ribeiro, A. W. dos Santos, M. F. M. Pereira, M. N. de Azevedo, M. F. Moraes

que ser otimizado e equacionado. Utilizou-se máquina com as seguintes especificações: computador com 8 Gbytes de memória RAM; processador AMD Phenon(tm) II X4 945 3.0 GHz; sistema operacional de 64bits.



Figuras 11 e 12: Recorte espacial do Setor 1 e Bloco 1 compostos por mosaico de ortofotos.

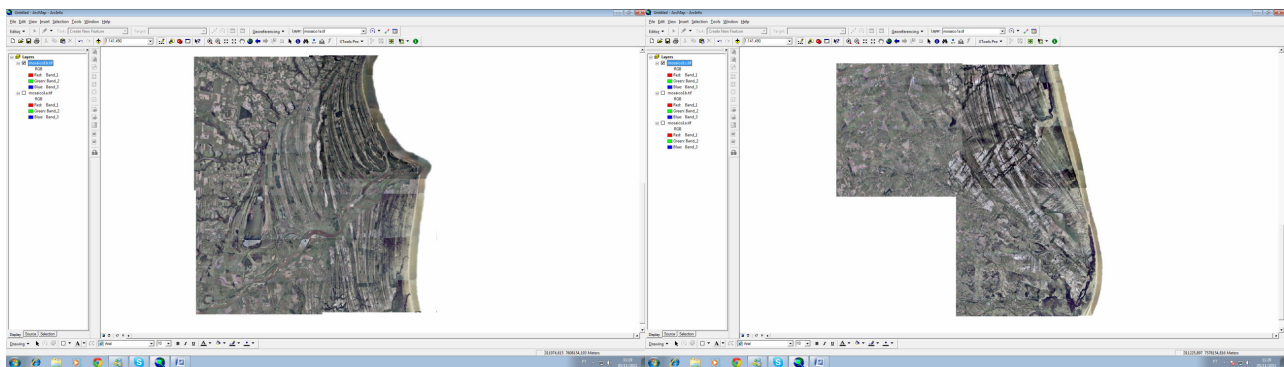


Figura 13 e 14: Recorte espacial dos Blocos 2 e 3 compostos por mosaico de ortofotos.

Os processamentos da zona do norte-fluminense estão em prosseguimento, sendo que adotou-se como método de trabalho a criação de blocos de ortofotos conforme indicados nas Figuras 12, 13 e 14. Mesmo em se tratando de imagem sem bandas no infravermelho, apenas nas frequências de luz visível, os resultados serão confrontados com áreas onde foi possível gerar polígonos contendo remanescente de vegetação de mangue. A partir dos experimentos já feitos na planície costeira do rio Paraíba do Sul com imagens IKONOS e QuickBird (PINHEIRO, 2008), serão feitos testes exaustivos tendo como área piloto a desembocadura deltaica do rio Paraíba do Sul.

4 CONCLUSÕES

A estratégia de mapear os remanescentes de vegetação dos mangues no litoral fluminense já era uma demanda que se configurava no ano de 2003, sinalizada pelo próprio IBAMA, como requisito para avaliação da ocorrência de espécies endêmicas e aspectos de biodiversidade, quando na ocasião estava o primeiro autor envolvido com mapeamento de processos costeiros no complexo deltaico do rio Paraíba do Sul. A partir do apoio da FAPERJ em 2011 está sendo possível executar tal mapeamento, com suporte de imagens de satélites e fotografias aéreas, com apresentação de cenários da cobertura de floresta de mangue. Ensaios já feitos geraram os resultados, aqui apresentados de forma pioneira, puderam validar a metodologia proposta que se apoiou em imagens LANDSAT. Com as ortofotos disponíveis novos experimentos computacionais, envolvendo segmentação de imagens com uso do sistema SPRING poderão ser explorados, com foco na classificação supervisionada. As classes básicas para o mapeamento temático final são: áreas urbanas, corpos hídricos e vegetação. Todo o processo de localização das áreas de manguezal teve auxílio da hidrografia das bases vetoriais do IBGE na escala 1/25.000. No contexto da ilha Grande, localizada no sul fluminense, em especial o projeto MAPEAMENTO DIGITAL DA ILHA GRANDE A PARTIR DE IMAGENS SENSORIAIS E DADOS GNSS, cadastrado no Centro de Estudos Ambientais e Desenvolvimento Sustentável (CEADS), experiências com mapeamento digital serão complementares ao que está sendo desenvolvido pelo projeto, uma vez que os mangues da ilha estão sendo também alvo de mapeamento e monitoramento. Imagens IKONOS e fotografias aéreas que cobrem a ilha são base para a produção dos documentos cartográficos topográficos e temáticos que estão sendo gerados.

REFERÊNCIAS

- GELELETE, G. J. A. Classificação digital de uso da terra e cobertura vegetal de zona costeira em Araruama (RJ) a partir de imagens sensoriais, Projeto de Graduação, Engenharia Cartográfica (UERJ), 2008.
- HOGARTH, P. J. *The Biology of Mangroves and Seagrasses Biology of Habitats*, 2007.
- OLIVEIRA, R. D. Modelagem tridimensional da Ilha Grande, Angra dos Reis (RJ), Projeto de Graduação, Engenharia Cartográfica (UERJ), 2010.
- PONZONI, F. J. e SHIMABUKURO, Y. E. *Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação Parêntese Editora*, 2007.
- 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 de Graduação, Engenharia Cartográfica (UERJ), 2008.
- RIBEIRO, G. P. Mapeamento Digital e Monitoramento das Áreas de Mangues do Litoral Fluminense, através de Tecnologias Digitais de Geoprocessamento e Análise Espacial, Relatório Técnico n° 1 para a FAPERJ do Projeto de Pesquisa E-26/110.830/2010, Edital 04/2010, 2012.
- RIBEIRO, G. P. Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço-temporal em ambiente costeiro Tese de doutorado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFF, 2005.
- ROSA, E. C. e IGNÁCIO, J. F. Geração de ortofotomosaico da Ilha Grande (RJ) e ensaio para o perfil de praia, Projeto de Graduação, Engenharia Cartográfica (UERJ), 2009.
- SOFFIATI, A. Os manguezais do sul do Espírito Santo e do Norte do Rio de Janeiro com alguns apontamentos sobre o norte do sul e o sul do norte Campos dos Goytacazes, Essentia Editora, 2009.
- SPALDING, M. & COLLINS, M. K. L. *World Map of Mangroves*, 2010.
- TOMLINSON, P. B. *The Botanic of Mangroves Cambridge Tropical Biology Series Australia*, 1986.