

Revista Brasileira de Cartografia (2013) N^o 65/1: 1-14
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

CARTOGRAFIA DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DE MANGUEZAIS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO ATRAVÉS DA INTEGRAÇÃO DE MULTIPLAS FONTES DE DADOS

*Mapping Mangrove Areas in Rio de Janeiro State Through the Integration of
Multiple Data Sources*

**Eduardo Ildefonso Lardosa¹; Margareth Simões^{2,4}
& Mario Luiz Gomes Soares³**

¹Instituto Estadual do Ambiente – INEA

**Diretoria de Biodiversidade e Áreas Protegidas/Gerência de Unidades
de Conservação de Proteção Integral Serviço de Planejamento e Pesquisa.**
Av Venezuela, 110 – sala 315, Saúde/RJ. CEP 20081-312. Telefone: (21) 2334-6207
edulardosa@gmail.com

**²Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ
Departamento de Engenharia de Sistemas e Computação/Programa
de Pos-Graduação em Geomatica**

Rua São Francisco Xavier, 524 – Pavilhão João Lyra Filho,
5^o andar, Bloco D, sala 5028-D, Maracanã/RJ
CEP 20550-103, Telefone: (21) 2334-0193
maggie.meirelles@gmail.com

³Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ

Núcleo de Estudos em Manguezais-NEMA – Departamento de Oceanografia
Rua São Francisco Xavier, 524 – Pavilhão João Lyra Filho, 4^o andar, Bloco E, Maracanã/RJ.
CEP 20550-103, Telefone: (21) 2334-0621
mariolgs@uerj.br

⁴Embrapa – LabEx Europa

Maison de La Télédétection – UMR TETIS
500, rue Jean-François Breton, 34093 Montpellier, France ;
Tel : +33 (0)4 67 54 87 02 / Fax : +33 (0)4 67 54 87 00
margareth.simois@teledetection.fr

*Recebido em 01 de março, 2011/ Aceito em 05 de junho, 2011
Received on march 01, 2011/ Accepted on june 05, 2011*

RESUMO

O presente artigo descreve as principais etapas do levantamento e atualização de dados cartográficos referentes ao mapeamento das áreas de ocorrência de manguezais do Estado do Rio de Janeiro. Esse estudo tem como objetivo principal compilar, sistematizar e atualizar os dados existentes, produzindo uma ferramenta essencial para a gestão desse ecossistema no território fluminense. De grande relevância para o equilíbrio ambiental na zona costeira os manguezais

respondem por inúmeros serviços ambientais, além da paisagem e beleza cênica que nos oferece. Nesse estudo são relacionados os dados cartográficos existentes, com destaque para a escala detalhada, e heterogeneidade dos mesmos. Após uma triagem, esses dados são selecionados, e utilizados como subsídio para sua atualização, realizada a partir da interpretação de um conjunto de ortofotos coloridas. A falta de estruturação dos dados digitais levantados indicou a necessidade de refazê-los, adotando critérios adequados visando futura incorporação a um SIG. Após a realização de trabalhos de campo, para checagem e validação do mapeamento, os dados foram incorporados a um Sistema de Informação Geográfica, sob responsabilidade do INEA (Instituto Estadual do Ambiente), para análise e subsídio a implementação da Política de Conservação dos Manguezais do Estado do Rio de Janeiro.

Palavras-chaves: Sensoriamento Remoto, SIG, Manguezais, Mapeamento.

ABSTRACT

This paper describes the main steps for the survey and updating of cartographic data related to the mangrove areas mapped in Rio de Janeiro state, Brazil. The main purpose of this study is to compile, systematize and update the available information in order to produce an essential tool to the management of this ecosystem. The mangroves are very important for the environmental balance in the coastal zone and are also responsible for providing environmental services besides landscape and scenic view. In this study, the cartographic information available is organized, considering the heterogeneity and high resolution map scale. The data were selected updated using colored orthophoto interpretation. The lack of structured digital information showed the need to remake this study by adopting a proper criterion in order to be added to a GIS in the future. After some fieldwork for mapping validation, all collected information was added to a Geographic Information System which is under responsibility of INEA (State Environmental Institute) for analyses and updating in order to implement a Mangrove Conservation Policy in State of Rio de Janeiro.

Key words: Remote Sensing, GIS, Mangrove, Mapping.

1. INTRODUÇÃO

O presente estudo descreve o processo e as respectivas etapas do mapeamento digital dos manguezais do Estado do Rio de Janeiro.

A inexistência de mapeamento detalhado e atualizado, indicando a localização, dimensionamento e condição atual dos remanescentes de manguezais do Estado do Rio de Janeiro, impossibilita a proposição de ações estratégicas de conservação para esse ecossistema no Estado. O planejamento apoiado em dados produzidos por um único método e referentes a um mesmo período, constitui instrumento essencial para a implementação da Política Estadual para a Conservação dos Manguezais (PECM) - (Resolução CONEMA Nº 05/1994, publicada no Diário Oficial do Estado do RJ em 1994).

O único mapeamento integrado abrangendo todo o Estado do Rio de Janeiro, foi elaborado pelo IBGE entre as décadas de 60 e 70 a partir da interpretação de aerofotografias da época, sendo produzidas cartas topográficas na escala 1:50.000. Apesar de terem sido mapeadas nesse projeto diversas áreas de ocorrência de manguezais, a escala de trabalho limitou a inclusão de áreas com dimensões menores que 1,0 hectare.

Outras iniciativas em escalas mais detalhadas (1:10.000 e 1:2.000), cobrem porções distintas do litoral fluminense, tendo sido realizadas em diferentes épocas. Os dados desses mapeamentos encontram-se dispersos em instituições governamentais, universidades, e empresas privadas, tanto no formato analógico quanto no digital.

O presente trabalho busca levantar esses dados, assim como outras fontes de informação, a saber: imagens de satélite de alta resolução, artigos técnicos e científicos, e entrevista com profissionais que trabalham com a conservação e recuperação de manguezais no Estado.

Manguezal é um ecossistema costeiro que ocorre em regiões tropicais e sub-tropicais do mundo ocupando as áreas entremarés. É caracterizado por vegetação lenhosa típica, substrato inconsolidado e pouco oxigenado e frequente submersão pelas marés (Soares, 1997).

De grande relevância para o equilíbrio ambiental na zona costeira os manguezais prestam inúmeros serviços, como por exemplo, exportação de nutrientes que constituem a base da cadeia trófica, proteção da linha de costa contra a erosão, abrigo para reprodução, desenvolvimento e alimentação de várias espécies aquáticas de interesse econômico e aves migratórias, retenção de substâncias químicas

e sedimentos carreados para o mar, além da paisagem e beleza cênica.

2. OBJETIVOS

O objetivo geral é elaborar o mapeamento das áreas de ocorrência de manguezais do Estado do Rio de Janeiro, na escala 1:10.000. Para tal, é necessária a realização de etapas preliminares que se constituem nos objetivos específicos, quais sejam: o levantamento de dados secundários, a compilação e organização desses dados, a produção do mapeamento dos manguezais do Estado, a partir da interpretação de ortofotografias coloridas do ano de 2005, e a produção de um acervo cartográfico e fotográfico das áreas de ocorrência dos manguezais fluminenses.

Os produtos do presente estudo serão disponibilizados ao Instituto Estadual do Ambiente (INEA), a fim de subsidiar a retomada dos trabalhos para a implementação de políticas públicas de gestão dos manguezais fluminenses.

3 – MATERIAIS E MÉTODOS

A realização do mapeamento proposto utilizou diversas ferramentas geotecnológicas para garantir a consistência dos dados resultantes do mesmo. O uso integrado de dados cartográficos, imagens de satélite, fotografias aéreas, softwares e hardwares foi imprescindível para a realização do inventário, atualização e integração dos dados produzidos.

3.1. Caracterização da área de estudo

A área do estudo compreende a Zona Costeira do Estado do RJ, estando localizada entre as coordenadas 23° 25' S / 44° 50' W e 22° 16' S / 40° 51' W. O Estado do Rio de Janeiro integra a região geoeconômica mais importante do país, respondendo, juntamente com São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo, por mais de 56,4% do PIB brasileiro (IBGE, 2009).

É um dos menores estados da Federação, apresentando uma área total de 43.696,054 km², com população estimada em 16.010.429 habitantes em 2009, e uma densidade demográfica de 366 hab./km²(IBGE, 2010).

Sua posição privilegiada no litoral (possibilidade de comércio marítimo, pesca e acesso às riquezas da plataforma continental, por exemplo) é reforçada pela extensão de sua linha de costa com aproximadamente 800 km, sendo entrecortado por baías e repleto de lagunas de

médio e grande porte, com enormes áreas de restingas, brejos, manguezais, costões rochosos e centenas de ilhas - áreas essas com características peculiares no que diz respeito aos interesses de preservação.

Buscando viabilizar a futura integração do presente mapeamento à base de dados espaciais do INEA, a setorização do território fluminenses será feita com base nas Regiões Hidrográficas estabelecidas pela Resolução do Conselho Estadual de Recursos Hídricos-CERHI N° 18/06 (Figura 1),



Fig. 1 – Mapa com as Regiões Hidrográficas do Estado do RJ, definidas pela Resolução CERHI N° 18/06.

definidas pelo INEA como unidades de planejamento ambiental.

A tipificação das coberturas florestais que compõem a Mata Atlântica no Estado do RJ foi detalhada nas folhas SF23/24 - RJ/Vitória, do Projeto RADAM BRASIL, (IBGE, 1982). Pode-se, com base nelas, identificar os tipos florestais do Estado, pertencentes a quatro regiões fitoecológicas, (RAMBALDI *et al* 2003).

Essas regiões fitoecológicas compreendem áreas de Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Mista, e Estepe. Aparecem ainda as formações pioneiras, compostas pelas Áreas com Influência Marinha (restinga), Fluviomarina (manguezal), e Fluvial (brejos e lezírias). E por fim os Refúgios Ecológicos.

Objeto do presente estudo, os manguezais se instalam em águas calmas do interior das baías, ocupando, preferencialmente, a foz de rios. O substrato é formado por material silteoso, associado à grande quantidade de matéria orgânica em decomposição. Sua flora, restrita a poucas espécies, é extremamente adaptada às condições do ambiente,

as quais são limitantes para a colonização de outras espécies vegetais, em função da concentração de sais na água. No Estado do Rio de Janeiro essa vegetação é composta por quatro espécies arbóreas: *Rhizophora mangle* (Rhizophoraceae), *Avicennia schaueriana* e *A. germinans* (Acanthaceae) e *Laguncularia racemosa* (Combretaceae) (RAMBALDI *et al* 2003). A ocorrência de *Avicennia germinans* é registrada apenas em alguns remanescentes localizados entre a foz do rio Itabapoana e a foz do rio Macaé (Sofiatti, 2001).

Os maiores remanescentes de manguezais do Estado estão localizados na foz dos rios Paraíba do Sul e São João (Litoral Norte Fluminense), em Guapimirim (Litoral da Baía da Guanabara), Guaratiba e Coroa Grande (Litoral da Baía de Sepetiba), e Ariró e saco do Mamanguá (Litoral Sul Fluminense).

Segundo a Fundação SOS Mata Atlântica e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE (2009), os remanescentes florestais e ecossistemas associados da Mata Atlântica, restingas e manguezais, no Estado do Rio de Janeiro, cobriam respectivamente 807.495 ha (18,37%), 42.822 ha (0,97%) e 10.809 ha (0,25%), do seu território, no ano de 2010. Estes se encontram distribuídos em manchas maiores ou menores conforme a região, quase todas sem a devida conexão, transformando a Mata Atlântica num dos biomas mais ricos em biodiversidade e dos mais ameaçados do planeta, sendo por isto considerado um dos “hotspot” da Terra.

3.2. Métodos

A metodologia adotada nesse estudo tem sido utilizada em projetos semelhantes que tem por objetivo o mapeamento de vegetação e uso das terras, (IEF/RJ, 2001; VERHEYDEN *et al.*, 2002; VIEIRA, 2006; CARVALHO JUNIOR, O. A. *et al.*, 2008).

3.2.1. Levantamento de dados cartográficos

O foco principal desse levantamento foi a identificação de bases cartográficas digitais e analógicas, nas escalas 1:2.000, 1:10.000, 1:25.000 e 1:50.000, imagens de satélite de média e alta resolução, e fotografias aéreas que contemplassem a faixa litorânea do Estado do Rio de Janeiro onde ocorrem os manguezais.

A partir de informações previamente levantadas já se tem conhecimento do acervo de algumas instituições onde podem ser encontradas essas bases cartográficas e imagens de satélite e fotografias aéreas. Dentre essas pode-se citar a Superintendência de Patrimônio da União no Estado do Rio de Janeiro (SPU-RJ), a extinta Fundação CIDE, atual Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro (CEPERJ), a Prefeitura do Cidade do Rio de Janeiro, e alguns setores dos extintos órgãos ambientais estaduais - Fundação Instituto Estadual de Florestas (IEF/RJ), Fundação Superintendência Estadual de Rios e Lagoas (SERLA) e Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA), atualmente reunidos num único órgão, o Instituto Estadual do Ambiente (INEA).

3.2.2. Organização dos dados cartográficos

A etapa de organização dos dados cartográficos contemplou a realização de uma triagem das bases cartográficas, imagens de satélite e fotografias aéreas levantadas na etapa anterior, buscando-se identificar os materiais que mapearam os manguezais.

Considerou ainda a identificação de parâmetros como escala, projeção, datum, data do levantamento aerofotogramétrico, e data da restituição, para avaliar a necessidade ou não de uniformização dos dados.

Em função da escala proposta para o presente mapeamento, foi priorizada a utilização de dados nas escalas 1:10.000 e 1:2.000, produzidos entre 1996 e 2004, e que cobrem parte da costa do Estado. Os dados na escala 1:50.000, produzidos no período de 1968 a 1982, serviram como subsídio à identificação das áreas de interesse, pelo fato de serem de um período mais antigo e contemplarem toda a extensão da costa do RJ.

Em relação às imagens, foi definida a utilização de um conjunto de ortofotos coloridas do ano de 2005, que cobrem todo o litoral do Estado.

Quanto ao sistema de projeção das bases cartográficas levantadas, foi realizado o ajuste dessas para um único sistema de projeção, uma vez que as bases cartográficas estavam na projeção

UTM e datum SAD69, e as ortofotos na projeção UTM e datum WGS84.

3.2.3. Interpretação das imagens

Essa etapa de interpretação consistiu-se da visualização da imagem em escala detalhada, com sobreposição dos dados cartográficos levantados na etapa preliminar. A partir daí fez-se a vetorização dos limites dos remanescentes de manguezais, utilizando-se, no ArcGis, a ferramenta *Sketch Tool*, e definindo-se a tarefa (*Task*) de criação de nova feição (*Create New Feature*) ou redesenho de uma feição existente (*Reshape Feature*), informação essa obtida das bases cartográficas digitais levantadas na etapa inicial.

Paralelamente à vetorização foi feita a inserção do atributo referente à tipologia do polígono gerado, considerando áreas de mangue ou apicum.



Fig. 2 – Identificação do polígono com a informação da feição representada e respectiva área.

Finalizada essa etapa, foi calculada a área de cada um dos polígonos (Figura 2)

Nesse processo de vetorização já são utilizados procedimentos para construção do dado estruturado para ambiente SIG, sendo os limites dos remanescentes de mangue gerados como polígonos, reduzindo-se as possibilidades de erros na etapa de construção da topologia, e possibilitando ainda o cálculo imediato da área de cada um desses.

No processo de vetorização das feições de interesse, foi utilizada uma escala maior do que aquela estabelecida para a publicação dos dados. Em outras palavras, a imagem foi visualizada na escala 1:5.000, possibilitando a vetorização do contorno dos remanescentes com maior nível de detalhe, sendo o mapeamento finalizado na escala 1:10.000. Isso possibilita a redução do erro na representação final desses limites em função do

menor nível de detalhe que a mesma apresenta em relação à escala de vetorização.

Ao final do mapeamento foi realizada uma verificação de campo em alguns trechos para avaliar possíveis erros quanto à localização e ocorrência desses remanescentes de manguezais. Da mesma forma, ao final do processo de vetorização, foi realizada uma verificação no arquivo digital, buscando-se eliminar quaisquer erros que pudessem prejudicar futuras análises.

Cabe destacar que a vegetação arbórea sofre influência de diversos fatores como, por exemplo, a altura dos indivíduos, a posição do sol, a época do ano e a altitude do vôo no momento do registro aerofotográfico, influenciando diretamente na projeção da sombra das copas, alterando assim os limites dessa vegetação. A presença de espécies vegetais arbustivas e arbóreas na área de transição desse ecossistema para o terrestre é outro fator de interferência para uma delimitação mais precisa desses limites. O levantamento dos limites da vegetação de mangue com maior precisão fica como proposta para uma etapa futura, quando poderão ser estabelecidas áreas prioritárias para a realização de inventários florísticos associado à utilização de fotografias aéreas e imagens de satélite de alta resolução.

O presente mapeamento buscou identificar os locais de ocorrência de manguezais no Estado do Rio de Janeiro para o ano de 2005, sua distribuição espacial ao longo da costa, e estimar suas dimensões, não visando à qualidade geométrica dos limites desses remanescentes. A escala 1:10.000, definida para o mesmo, considerou a precisão cartográfica das ortofotos, a feição objeto de mapeamento e as limitações quanto à identificação precisa do perímetro dessas áreas.

Nas áreas onde não foi possível identificar a presença de vegetação típica de mangue, seja pela limitação da escala da ortofoto face às pequenas dimensões dos remanescentes, ou mesmo pela impossibilidade de checagem em campo de informações colhidas na bibliografia e em consulta a profissionais que trabalham com o tema, foi criado um ponto georreferenciado para apoiar futuros levantamentos (Figura 3).

Por fim, foi efetuado o recorte espacial dos dados mapeados por Regiões Hidrográficas, obtendo-se assim a distribuição e a área estimada

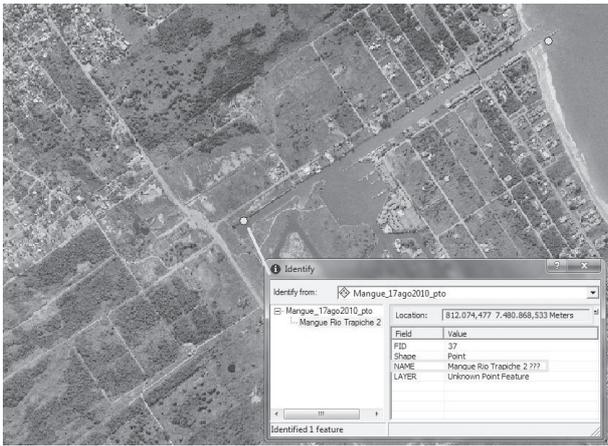


Fig. 3 – Identificação do ponto referente à possível ocorrência de vegetação de mangue, indicando a coordenada geográfica e necessidade de verificação em campo.

de remanescentes de mangue e apicum para cada uma das mesmas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Levantamento de dados cartográficos

Durante o levantamento de dados foram identificados projetos de mapeamento da cobertura vegetal e uso das terras no Estado do Rio de Janeiro, apoiados em sensores de média resolução espacial, e que contemplavam também os manguezais.

Alguns outros mapeamentos, que também não tinham como foco principal os manguezais, apoiaram-se em fotografias aéreas em escalas variadas. Dentre esses merece destaque o mapeamento sistemático do Estado do Rio de Janeiro, que utilizou fotografias aéreas na escala 1:60.000, apresentando como resultando o conjunto de cartas topográficas do IBGE e DSG, na escala 1:50.000, elaborado entre as década de 60 e 70.

Outro projeto que abrange uma extensa faixa do litoral fluminense, é o mapeamento realizado pelo Serviço de Patrimônio da União (SPU), a partir de fotografias aéreas do ano de 1995, cujo objetivo foi cartografar, na escala 1:2.000, a Linha de Preamar Média (LPM), a qual serve de base para identificação dos terrenos de marinha e acrescidos de marinha, sob responsabilidade da União. Esse mapeamento objetivou ainda atualizar as informações referentes às ocupações existentes nessas áreas. Um primeiro bloco abrange o trecho do litoral que vai de Paraty até Mangaratiba. Já o segundo bloco abrange o trecho que vai da região

Oceânica de Niterói até o município de São Francisco de Itabapoana, na divisa com o Espírito Santo.

Entretanto não foi possível ter acesso ao material fotográfico que subsidiou a elaboração dessas bases cartográficas, prejudicando o dimensionamento mais preciso desses, assim como a identificação de outras áreas de ocorrência não cartografadas na ocasião.

Nas bacias contribuintes às baías da Ilha Grande e Sepetiba, a Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Rio de Janeiro (SEMA/RJ), em 1997 e 1998, elaborou projetos direcionados à gestão ambiental e saneamento que contemplaram o mapeamento de diversos temas na escala 1:50.000, dentre os quais a cobertura vegetal e o uso das terras onde estão inseridos os manguezais. Esse trabalho foi desenvolvido com base na interpretação de imagens de satélite de média resolução, LANDSAT 5TM e SPOT, e fotografias aéreas de 1989 e 1991.

Em 1975/76, a região metropolitana do Estado do Rio de Janeiro, foi mapeada na escala 1:10.000 pela extinta Fundação para o Desenvolvimento da Região Metropolitana (FUNDREM) a partir de fotografias aéreas. Nesse projeto foram identificados diversos remanescentes de manguezais, os quais tiveram sua distribuição e abrangência, em parte atualizadas pelo Programa de Despoluição da Baía de Guanabara (PDBG) em 1996. Desenvolvido pela Fundação CIDE, esse mapeamento também se deu a partir da interpretação de fotografias aéreas, nas escalas 1:8.000 e 1:20.000.

O município do Rio de Janeiro, também contemplado pelo mapeamento da extinta FUNDREM, foi objeto de diversas atualizações desenvolvidas pela prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, por intermédio do Instituto Pereira Passos (IPP), responsável pela organização e sistematização de dados cartográficos municipais. Verificou-se a existência de mapeamentos nas escalas 1:10.000 no ano de 1999, e 1:2.000 realizado em 2004, cujas ortofotos estavam disponíveis e foram utilizadas como subsídio ao mapeamento dos manguezais no território do município do Rio de Janeiro.

Os manguezais da região de Guapimirim, no recôncavo da baía de Guanabara, foram mapeados em diferentes épocas por PIRES et. al., 1986, 1992,

2003, subsidiando ainda o Plano de Manejo da APA Guapimirim, este elaborado em 2001.

Na região dos Lagos, o Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro (DRM/RJ), em 2005, elaborou o mapeamento, na escala 1:25.000, das áreas de preservação permanente, a partir da interpretação de fotografias aéreas da empresa AMPLA S/A, destacando apenas os principais remanescentes de manguezal daquela região.

Já na região nordeste do Estado, Sofiatti, 2001 e 2009, levantou as áreas de ocorrência de manguezais a partir de campanhas de campo, no trecho entre o rio Itabapoana e a região dos Lagos, sem entretanto realizar o mapeamento ou cartografá-los.

Por fim, foi avaliada a utilização das bases cartográficas na escala 1:10.000 e as ortofotos em preto e branco, do período de 1999/2000, da AMPLA, também disponibilizadas para o governo do Estado do Rio de Janeiro em meados de 2005. Não se tinha uma avaliação da qualidade cartográfica desse material, entretanto esse conjunto de ortofotos cobria uma grande área do litoral do Estado, em um período semelhante ao dos demais dados levantados, proporcionando maior homogeneidade à informação.

Em relação ao levantamento das imagens de satélite a serem utilizadas na fase de interpretação e mapeamento propriamente dito, cabe destacar que pretendeu-se utilizar imagens de satélite de alta resolução tais com IKONOS ou QUICKBIRD, com resolução espacial de 1m e 0,6m respectivamente. Entretanto, como essas imagens não possuem uma órbita/ponto padrão, acarretando por diversas vezes a sobreposição parcial das mesmas de forma aleatória, o levantamento resultou numa enorme quantidade de imagens a serem adquiridas, de datas distintas, o que demandaria um esforço excessivo para o ajuste e integração das mesmas, e que certamente inviabilizaria o estudo.

Oportunamente em 2009 o Instituto Estadual do Ambiente (INEA), através de um convênio entre a Secretaria de Estado do Ambiente (SEA) e a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), recebeu um conjunto de ortofotos coloridas, dos anos de 2005 e 2006 recobrimdo todo o Estado do Rio de Janeiro, ressaltando que no trecho de Paraty, as ortofotos

são de 2002, em função da grande quantidade de nuvens durante aquele período.

Esse material fotográfico apresenta uma precisão cartográfica compatível com a escala 1:25.000 (IBGE, 2009), podendo alcançar um ótimo nível de detalhe visual em escala superior a 1:10.000. A melhor resolução radiométrica das fotografias coloridas amplia a possibilidade de identificação e delimitação mais precisa dos limites dos manguezais. Como resultado desse levantamento foi possível confirmar que grande parte da faixa litorânea do Estado, onde ocorrem os manguezais, esta cartografada em escalas variadas, a partir de levantamentos realizados em períodos distintos.

A seguir são relacionados os dados cartográficos e de sensoriamento remoto levantados.

- Imagens LANDSAT 5 TM, do ano de 2005 – cenas 218/76, 217/76, 216/76, 216/75.

- Ortofotografias coloridas, do período 2002 a 2005, cobrindo toda a zona costeira do Estado do Rio de Janeiro.

- Imagens de satélite IKONOS 2, com resolução espacial de 1 e 4m, no modo PAN (pancromático) e MS (multiespectral), do período 2000/2002/2007.

- Bases cartográficas do IBGE e da Divisão de Serviço Geográfico do Exército-DSG, em meio digital, na escala 1:50.000, do período de 1968 a 1982, da zona costeira do Estado do Rio de Janeiro.

- Bases cartográficas do Serviço de Patrimônio da União-SPU, na escala 1:2.000, do ano de 1996, da faixa referente aos terrenos de marinha e acrescidos de marinha, de grande parte do litoral do Estado do Rio de Janeiro.

- Bases cartográficas do Instituto Pereira Passos-IPP, nas escalas 1:2.000 e 1:10.000, em meio digital, dos anos de 1997 e 2003, do litoral do Município do Rio de Janeiro.

- Bases cartográficas da Fundação CIDE, nas escalas 1:2.000 e 1:10.000, em meio digital, do ano de 1996, do litoral da Baía de Guanabara.

A abrangência desses mapeamentos, apresentada na Figura 4 demonstra que algumas áreas já possuem informações bastante detalhadas, porém a falta de sistematização e atualização prejudica a integração desses dados, inclusive no tocante à incorporação dos mesmos a sistemas de informação geográfica (SIGs).

4.2. Organização dos dados cartográficos

Nessa etapa foi avaliada a abrangência e qualidade dos dados cartográficos levantados buscando identificar aqueles que seriam utilizados como subsídio ao mapeamento, bem como as necessidades para a sua sistematização.

Em relação aos dados do SPU, considerando a grande quantidade de plantas cartográficas, cerca de 1.090 Folhas, foi estabelecida como estratégia para minimizar o esforço, a identificação prévia das áreas de ocorrência de manguezais, no material impresso.

Posteriormente foram então separados os arquivos digitais referentes a essas plantas pré-selecionadas, sendo então efetuada a separação dos *layers* referentes às feições que delimitavam os manguezais.

Para as bases referentes ao mapeamento do município do Rio de Janeiro (IPP) e do governo do Estado (PDBG), foi realizada consulta direta aos arquivos digitais uma vez que poucas plantas impressas estavam disponíveis, sendo necessária a manipulação de algumas centenas de arquivos digitais.

Em relação à diferença de escala dos mapeamentos levantados, destaca-se de que a maior parte das áreas mapeadas na escala 1:2.000, tem origem em aerolevantamentos realizados no biênio 1995/1996.

Foi possível perceber que a maior ocorrência de manguezais está na região compreendida entre os municípios de Parati e São Gonçalo, em função das características geomorfológicas da zona costeira. Esse trecho apresenta uma densa malha hídrica, associada ao desenho entrecortado da linha de costa, onde ocorrem inúmeras enseadas e sacos localizados no interior das baías da Ilha Grande, Sepetiba e Guanabara. Nessas baías a circulação das águas ocorre com baixa velocidade e as temperaturas são mais elevadas, o que associado ao aporte de nutrientes e sedimentos finos, garante o estabelecimento da vegetação de mangue em diversos trechos. Tendo em vista a inexistência de bases cartográficas estruturadas em ambiente SIG na escala 1:10.000 para a zona costeira do Estado do Rio de Janeiro, foi utilizado como apoio a base cartográfica do IBGE e DSG, na escala 1:50.000, disponível na GEOPEA/INEA.

As ortofotos utilizadas para atualização do mapeamento e uniformização das informações

compõem o Projeto RJ25 do IBGE, realizado a partir de um convênio entre o IBGE e o governo do Estado do Rio de Janeiro, por intermédio da Secretaria de Estado do Ambiente (SEA). (CONCAR, 2009).

Em função das diferenças no sistema de projeção e datum dessas bases, foi necessária a reprojeção de várias delas para um sistema de referência padrão, buscando-se garantir consistência ao mapeamento e a sua integração ao banco de dados espacial do INEA. Nesse caso foi estabelecida a projeção Universal Transversa de Mercator – UTM, e o datum WGS-84, já que as ortofotos existentes no INEA estão configuradas nesses parâmetros.

Mesmo existindo algumas limitações relacionadas à precisão dos dados reprojados, é importante destacar que esse material serviu de indicativo para o mapeamento final, uma vez que a delimitação de todas as áreas foi ajustada às ortofotos de 2005, garantindo assim a precisão e uniformidade em função da escala estabelecida.

Uma particularidade, que acabou demandando maior tempo e atenção na identificação das áreas de manguezais, refere-se à heterogeneidade dos dados cartográficos levantados. Foi possível perceber que o processo de elaboração dessas bases digitais não contemplou em momento algum os princípios e critérios para a construção de um Sistema de Informação Geográfica – SIG, desconsiderando a questão topológica dos vetores, provavelmente porque na ocasião em que foram elaboradas ainda era pouco difundido o conceito de SIG.

A representação espacial da classe manguezais é feita de maneira distinta em cada uma das bases, sendo que praticamente não foram constatados polígonos representando essa classe de vegetação, a qual é na quase totalidade dos casos delimitada por linhas que acompanham seu contorno, mas que muitas vezes representam outras feições. Isso comprova a afirmativa anterior de que esse dado foi construído sem qualquer critério para posterior utilização em sistemas de informação geográfica-SIG.

Após a identificação das principais áreas de ocorrência de manguezais no Estado, foi efetuado o cruzamento dessa informação com o Mapa Índice das ortofotos, no software ArcGis 9.2, resultando

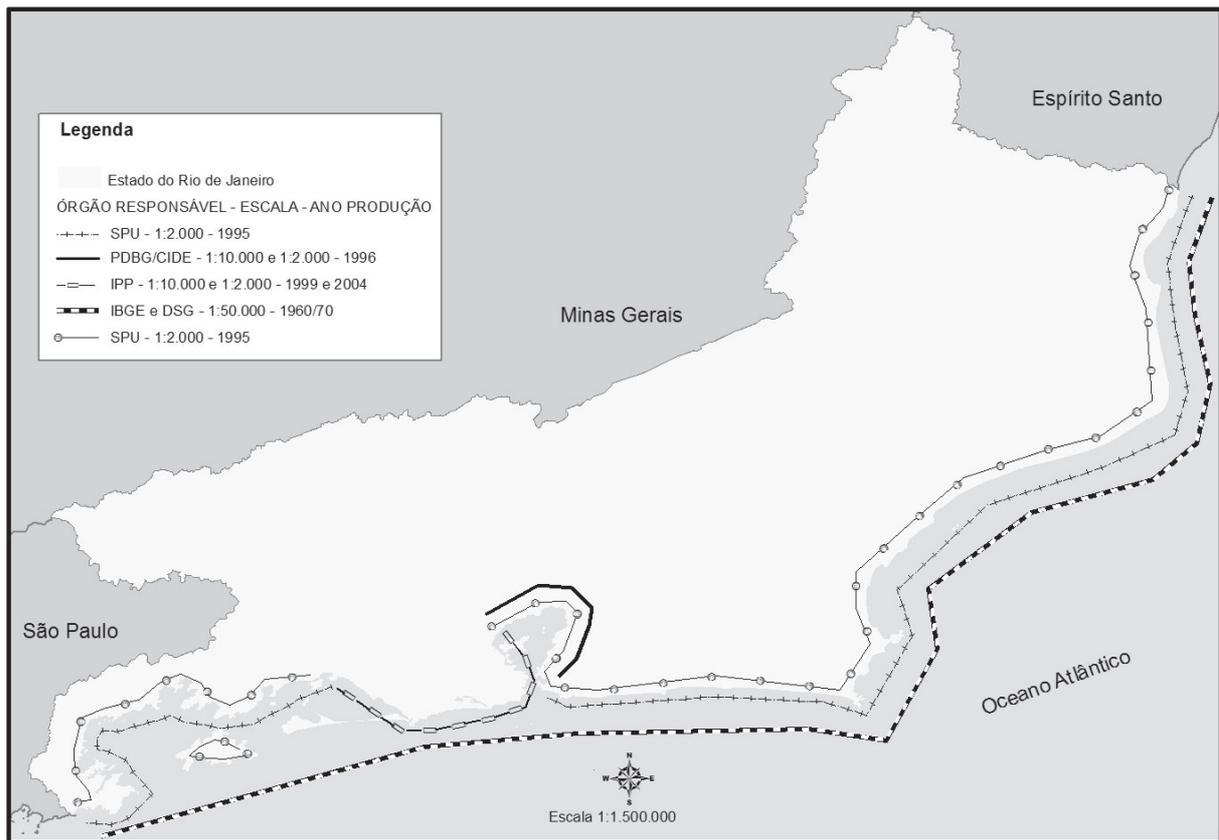


Fig. 4 – Ilustração com a distribuição espacial dos mapeamentos existentes, indicando órgão responsável, escala e ano de produção.

na identificação precisas das imagens a serem interpretadas. (figura 5).

As bases cartográficas do SPU, da prefeitura do Rio (IPP) e do PDBG foram elencadas como subsídio ao presente estudo, em razão de sua escala e do período em que foram produzidas.

4.3. Interpretação

Definidas as bases cartográficas e imagens a serem utilizadas como fonte principal para o

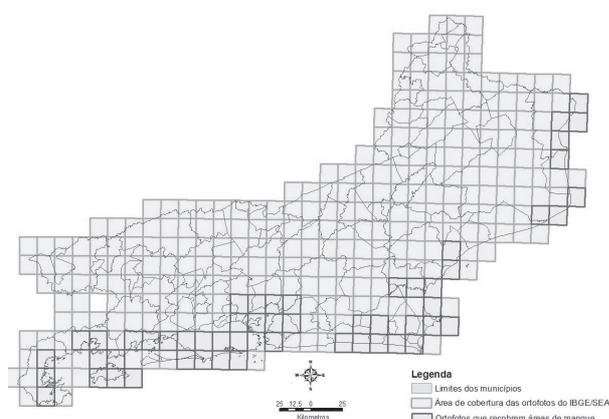


Fig. 5 – identificação das ortofotos IBGE/SEA e IPP que recobrem áreas de mangue no Estado.

mapeamento proposto, foi então iniciada a etapa de interpretação das imagens.

Como alguns remanescentes de manguezal ainda não estavam cartografados nas bases levantadas, foi necessário buscar subsídios em imagens de satélite de alta resolução, mapeamentos elaborados em outros estudos específicos e pontuais mesmo que em meio analógico, e visitas a campo para identificação dos mesmos. A consulta a profissionais que trabalham com manguezais e áreas costeiras foi fator decisivo para a identificação de pequenos remanescentes, principalmente por conta da escala dos mapeamentos existentes. Sofiatti, (2001, 2009) constituiu-se numa fonte essencial para essa identificação na região que vai de Saquarema à São Francisco de Itabapoana, na divisa com o Espírito Santo, por ser uma região de ocorrência de pequenas áreas de manguezal.

A partir dessas informações foi realizada consulta no *GoogleEarth*, o qual se mostrou bastante eficiente nessa fase de mapeamento das áreas de ocorrência de manguezais. A alta resolução espacial das imagens disponíveis nessa ferramenta permitiu a identificação de boa parte desses

remanescentes demandando entretanto, uma checagem de campo para validação, Figura 6.

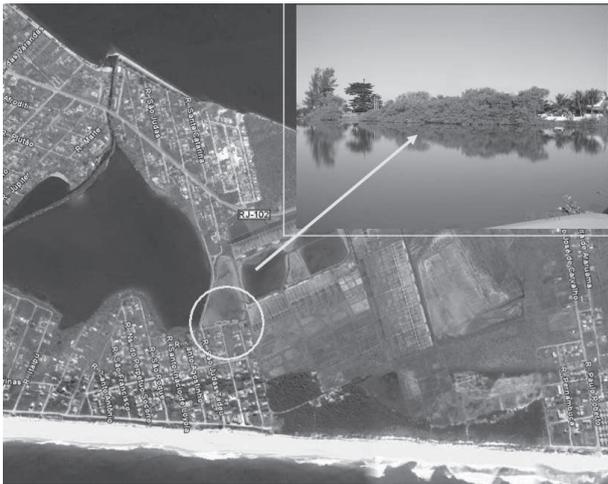


Fig. 6 – Identificação de um pequeno remanescente de manguezal localizado na porção leste da lagoa da Pernambuco, Praia Seca – Araruama/RJ, a partir da interpretação visual de imagens do *Google Earth*, validado pelo levantamento de campo, conforme consta da fotografia panorâmica apresentada.

O mapeamento dos manguezais do Estado do Rio de Janeiro na escala 1:10.000, resultou numa área total remanescente de aproximadamente 17.720 ha. Quando comparado aos dados disponibilizados por SOS Mata Atlântica/INPE (2009), na escala 1:50.000, a partir da interpretação visual de imagens de satélite LANDSAT 5 TM, que indicam uma área total de aproximadamente 10.833ha de remanescentes de manguezal para o Estado, o presente estudo demonstra a importância e a necessidade de mapeamentos em escalas maiores a partir da utilização de imagens de alta resolução. O ganho de informação foi de aproximadamente 75%, possibilitando o dimensionamento futuro de ações e a estimativa de recursos para execução das mesmas, de maneira mais precisa e real.

Esses remanescentes encontram-se distribuídos pelas principais regiões hidrográficas do Estado do Rio de Janeiro, hoje reconhecidas como unidades de planejamento territorial pelo governo do Estado, conforme apresentado na Tabela 1.

O mapeamento realizado demonstrou que os remanescentes de manguezal mais expressivos e significativos do Estado do Rio de Janeiro concentram-se em três das sete RHs da zona costeira fluminense onde ocorrem, especificamente

nas que apresentam extensas áreas abrigadas e um denso aporte fluvial. São essas, a RH I – baía da Ilha Grande, RH II – Guandu, e RH V – baía de Guanabara.

A seguir são apresentados os resultados do mapeamento realizado, por Região Hidrográfica, ilustrados por uma seqüência de figuras produzidas a partir da sobreposição dos remanescentes, em formato vetorial, às ortofotos, possibilitando uma visualização mais clara das áreas de mangue e dos usos diversos que ocorrem ao seu redor.

A RH I (baía da Ilha Grande) apresenta características geomorfológicas distintas da RH II (Guandu) e RH V (baía de Guanabara). Nessa, as planícies fluvio-marinhas (baixadas da baía da Ilha Grande), possuem dimensões reduzidas, resultado do relevo da serra do Mar que avança na direção do mar e mergulha na baía, formando um litoral bastante entrecortado, constituído por inúmeros sacos e enseadas.

Nessa região as áreas de ocorrência de manguezais estão concentradas em trechos do litoral mais abrigados e sob menor influência de vetores de pressão antrópica. Na RH II (Guandu) as características geomorfológicas da zona costeira, na porção oeste, são semelhantes às da RH I. Entretanto, a partir de Itacuruçá, as dimensões das planícies fluvio-marinhas, a (baixada da baía de Sepetiba, e Restinga da Marambaia) passam a ser bem maiores. A contribuição de rios significativos que drenam da serra do Mar e cortam a imensa baixada, garante o aporte de sedimentos e nutrientes necessários à sobrevivência dos manguezais localizados na foz dos rios. Entretanto, essas áreas sofreram impactos significativos com a retificação de vários desses rios ocasionando um aumento da velocidade das águas e conseqüentemente o carreamento de uma maior quantidade de sedimentos, que ao desaguar na baía de Sepetiba aceleram o assoreamento da mesma. Um dos principais manguezais do Estado do Rio de Janeiro esta localizado na região de Guaratiba, ao fundo da baía de Sepetiba, local aonde se concentram também os principais e mais significativos apicuns. Grande parte apresenta bom estado de conservação, pois está inserida na Reserva Biológica Estadual de Guaratiba, assim como em áreas militares, proporcionando uma maior proteção a esses remanescentes.

Tabela 1 – Área de remanescentes de manguezal, em hectares (ha), por Região Hidrográfica (RH) do Estado do Rio de Janeiro

| Macrorregião | Área de mangue | Área de apicum | Área Total Mangue/apicum |
|---------------------------------|----------------|----------------|-----------------------------|
| RH I (Ilha Grande) | 1120 | 0 | 1120 |
| RH II (Guandu) | 4783 | 648 | 5431 |
| RH V (baía de Guanabara) | 9396 | 10 | 9406 |
| RH VI (Lagos São João) | 978 | 0 | 978 |
| RH VIII Macaé e das Ostras) | 63 | 0 | 63 |
| RH IX (baixo Paraíba do Sul) | 660 | 0 | 660 |
| RH X (Itabapoana) | 62 | 0 | 62 |
| TOTAL | 16.975 | 658 | 17.720 |

Na RH V (baía de Guanabara), a configuração geomorfológica segue a conformação da RH II, onde as planícies fluvio-marinhas (baixada da baía de Guanabara) mantém as dimensões amplas, sendo também significativa a contribuição dos diversos rios existentes. Da mesma forma, esses tiveram seus cursos retificados acarretando danos semelhantes à baía de Guanabara. O principal remanescente dessa região localiza-se no recôncavo da baía de Guanabara e está inserido na Estação Ecológica da Guanabara e na Área de Proteção Ambiental de Guapimirim, ambas federais.

Ainda na RH V, outras duas planícies fluvio-marinhas aparecem como áreas de ocorrência de manguezais. Uma de dimensões reduzidas ocorre na região da baixada de Jacarepaguá, e a outra integra o complexo das baixadas da região dos Lagos, abrangendo nessa RH a região oceânica de Niterói e o complexo lagunar de Maricá.

Na baixada de Jacarepaguá é possível perceber a ocorrência de manguezais distribuídos pelas margens de canais e lagunas desse sistema. A contribuição hídrica dos maciços da Pedra Branca e Tijuca, ambos protegidos em boa parte pelo Parque Estadual da Pedra Branca e Parque Nacional da Tijuca, garante o aporte de água doce e de nutrientes necessários à manutenção dos manguezais que ali ocorrem.

Já na região Oceânica de Niterói e sistema lagunar de Maricá, ainda na RH V, volta a aparecer

a limitação para a ocorrência de manguezais com maiores dimensões, em função da maior exposição do litoral ao mar aberto e a mudança na conformação geomorfológica da zona costeira, caracterizada pela inexistência de sacos e enseadas.

A partir da RH VI (Lagos/São João) as condições geomorfológicas da zona costeira, passam a apresentar uma configuração distinta das RHs anteriormente descritas. Essa é caracterizada por planícies fluvio-marinhas com menores dimensões, localizada entre a laguna de Araruama e o mar. Seus limites a oeste são a serra do Mato Grosso, no município de Maricá próximo à localidade de Ponta Negra, e a leste as áreas próximas a foz do canal de Itajuru, em Cabo Frio. A maior exposição da linha de costa ao mar aberto, e o reduzido número de rios que deságuam no oceano, reduzem as possibilidades de ocorrência de manguezais. O remanescente mais significativo dessa região está localizado na foz do rio São João, na divisa dos municípios de Cabo Frio e Rio das Ostras. Apesar de ter sido retificado nas décadas de 60/70, a redução do volume de água no rio São João em épocas de estiagem tem possibilitado o avanço da cunha salina, rio acima, até alguns quilômetros da sua foz, e conseqüentemente a colonização de espécies características de mangue. A existência desse importante remanescente está associada ao traçado sinuoso próximo à foz, e a redução da exposição ao batimento das ondas, o que propicia o acúmulo de sedimentos e matéria orgânica carregados pelo rio, em função da diminuição da velocidade das águas, e do aumento da temperatura da água.

Na RH VIII (Macaé e Rio das Ostras) a ocorrência de planícies fluvio-marinhas volta a ser pequena situando-se em dois trechos de dimensões reduzidas quando comparadas às da RH II e RH V. O primeiro trecho ocorre próximo à cidade de Rio das Ostras, e o segundo na foz do rio Macaé, na cidade de mesmo nome.

Da mesma forma que na RH VI a ocorrência de manguezais nessa região volta a se concentrar na foz dos rios mais caudalosos que ali deságuam em especial o rio Macaé.

A identificação dos limites dos manguezais nesses locais é de certa forma facilitada, uma vez que a pressão antrópica é muito forte, e os mesmos encontram-se cercados por áreas bastante urbanizadas.

Na RH IX (baixo Paraíba do Sul) a ocorrência de manguezais sob forma esparsa volta a ser significativa em quase toda sua extensão, com pequenos remanescentes distribuídos próximos a localidade de Barra do Furado, na divisa dos municípios de Quissamã e Campos dos Goytacazes, na lagoa do Açú, município de Campos dos Goytacazes, e nas lagoas de Iquiparí e Grussaí, no município de São João da Barra. A exceção está na foz do rio Paraíba do Sul, onde podemos encontrar um grande remanescente de manguezal composto por inúmeros fragmentos, que somam uma área superior a 600 ha, estando localizados no município de São Francisco de Itabapoana. A contribuição de água doce, sedimentos e nutrientes, além da temperatura mais elevada criam condições adequadas para o seu estabelecimento e desenvolvimento. Nesse trecho ocorre uma intrusão da planície fluvio-marinha (baixada Campista), que aparece estrangulada entre porções da planície costeira (Feixes de Cordões Arenosos do Rio Paraíba do Sul).

Por fim, na RH X (Itabapoana) a ocorrência de manguezais ocorre em três unidades geomorfológicas distintas: as planícies costeiras (Feixes de Cordões Arenosos do Rio Paraíba do Sul), tabuleiros de bacias sedimentares (Tabuleiros de São Francisco de Itabapoana), e planícies fluvio-marinhas (Baixada do Rio Itabapoana).

Na primeira ocorre um remanescente que se distribui ao longo das margens do complexo do rio Guaxindiba, avançando por alguns poucos quilômetros. A possibilidade de definição dos limites desse remanescente é ampla, uma vez que esses estão circundados tanto por áreas urbanizadas quanto por pastagens.

Já para os tabuleiros de bacias sedimentares, as ocorrências são bastante pequenas e esparsas, em função da pressão antrópica acarretada pela ocupação e pela implantação da rodovia RJ-196, que suprimiram e isolaram os mesmos.

Para as planícies fluvio-marinhas, na foz do rio Itabapoana, especificamente no território fluminense, ocorre um remanescente com aproximadamente 45 ha. Da mesma forma que ocorre na foz de rios mais volumosos, esses remanescentes recebem uma carga significativa de sedimentos e nutrientes, que ao se misturar às águas do oceano, e contando com a proteção contra o

batimento de ondas, encontram condições adequadas para sua sobrevivência.

O presente mapeamento será incorporado à base de dados espaciais do INEA, garantindo a sua disponibilização para usos diversos, dentre os quais o subsídio ao licenciamento ambiental, análise e proposição de ações de conservação e gestão da biodiversidade, realização de estudos científicos e divulgação para a sociedade quanto à importância desse ecossistema.

A realização futura de levantamentos pormenorizados desses remanescentes de manguezal, associados a trabalhos de campo e coleta de dados dendrométricos e fitossociológicos, terá pertinência quando da elaboração de estudos mais precisos como, por exemplo: a avaliação da biomassa incorporada ao solo ou concentração de carbono seqüestrada por essa vegetação numa dimensão espacial pré-estabelecida.

5. CONCLUSÕES

O mapeamento desenvolvido pelo presente estudo (Fig. 7) permite concluir que:

a. Grande parte da faixa litorânea do Estado do Rio de Janeiro, exatamente onde ocorrem os manguezais, está cartografada em meio digital e em escalas variadas, com destaque para o trabalho desenvolvido pelo SPU, na escala 1:2.000, que abrange a maior parte dessa área.

b. O processo de elaboração dessas bases digitais não contemplou em momento algum os princípios e critérios para a construção de um Sistema de Informação Geográfica – SIG, desconsiderando a questão topológica dos vetores, provavelmente porque na ocasião em que foram elaboradas, no ano de 1995, esse conceito ainda era pouco difundido.

c. A utilização de imagens do *GoogleEarth* se mostrou bastante eficiente nessa fase de identificação das áreas de ocorrência de remanescentes de manguezais. A alta resolução espacial das imagens disponíveis nessa ferramenta, associado à disponibilidade de uma série histórica de imagens em diversos trechos do território fluminense, possibilitou a identificação de boa parte desses remanescentes, principalmente os de menores dimensões. Cabe destacar a necessidade de checagens de campo para validação das informações.

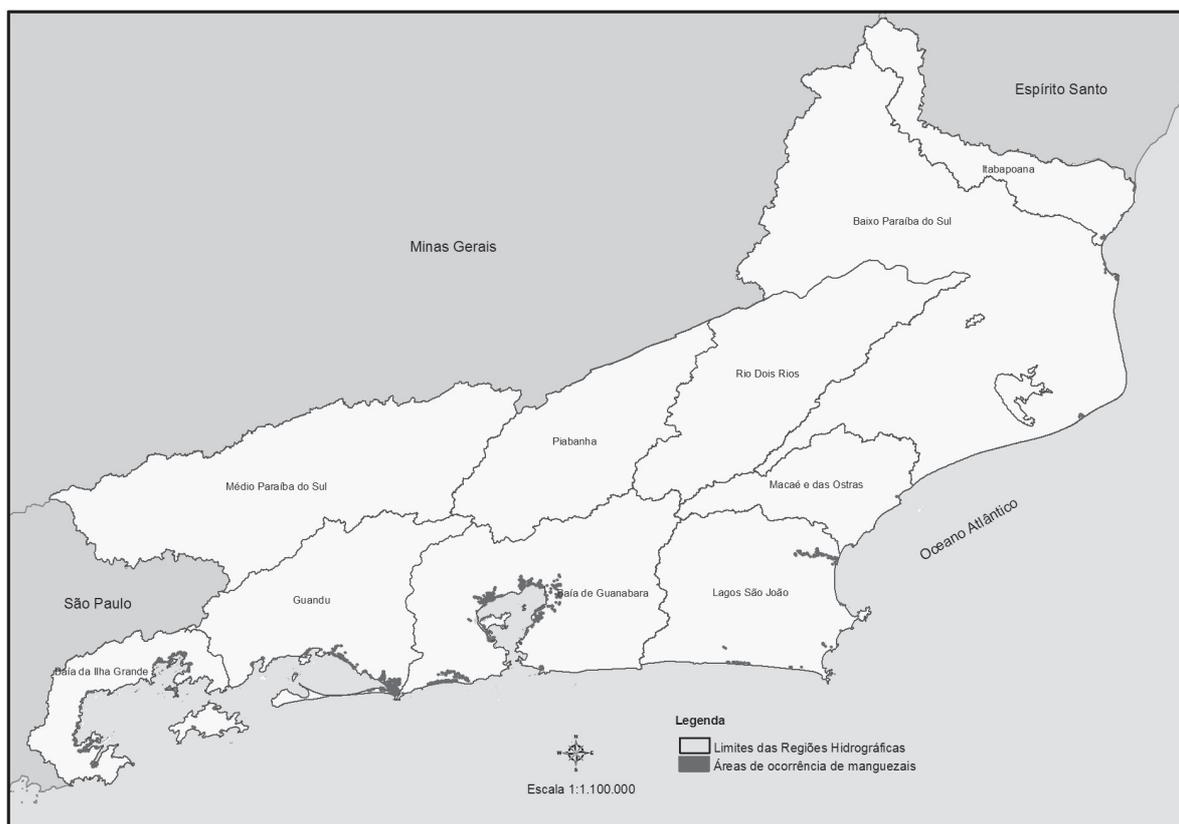


Fig. 7 – Mapa das áreas de ocorrência de manguezais no estado do Rio de Janeiro

d. Outro fator importante a se destacar está relacionado à delimitação desses remanescentes, que para os objetivos do presente estudo, não requer uma precisão cartográfica extrema. Trata-se do mapeamento de uma feição que sofre influência de diversos fatores como, por exemplo, a altura dos indivíduos arbóreos localizados no perímetro desses remanescentes, a posição do sol, a época do ano e a altitude do voo no momento do registro aerofotográfico. Tais fatores influenciam diretamente na projeção de sombra das copas, interferindo no registro dos limites dessa vegetação. O levantamento preciso dos limites dessa vegetação deve estar vinculado ao estabelecimento de áreas prioritárias para a realização de inventários florísticos, associados à utilização de fotografias aéreas e imagens de satélite de alta resolução.

e. O mapeamento realizado demonstra que a maior ocorrência de manguezais no Estado do Rio de Janeiro está compreendida entre os municípios de Parati e São Gonçalo, em função das características geomorfológicas da zona costeira, concentrando-se em três das sete Regiões Hidrográficas: RH I (baía da Ilha Grande), RH II (Guandu), e RH V (baía de Guanabara).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei federal 7.661**, Diário Oficial da União, Brasília, 18 de maio de 1988. 2p.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL. Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro / Vitória: Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso Potencial da Terra.** Brasília, 1982.

CONCAR - Comissão Nacional de Cartografia – “**Perfil de Metadados Geoespaciais do Brasil (Perfil MGB) - Conteúdo de Metadados Geoespaciais em conformidade com a norma ISO 19115:2003**”. Comitê de Estruturação de Metadados Geoespaciais - CEMG-CONCAR. Versão Homologada. Disponível em <http://www.concar.ibge.gov.br/arquivo/Perfil_MGB_Final_v1_homologado.pdf>. Acesso em 27/05/2010>. Acesso: 27 maio 2010.

IBGE - Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira.** Departamento de Recursos /Naturais e Estudos Ambientais – Rio de Janeiro: IBGE, 1991. 92p.

- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Área Territorial Oficial. Unidades da Federação.** Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/contas_regionais_2003_2007.pdf>. Acesso: 17 março 2010.
- IBGE - **Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Contas Regionais do Brasil, 2003-2007. Contas Nacionais nº 28** ISSN 1415-9813 IBGE, 2009, 87p. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/contasregionais/2003_2007/contas_regionais_2003_2007.pdf>. Acesso: 22 janeiro 2010.
- IEF/RJ - **FUNDAÇÃO INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS – IEF/RJ. Monitoramento por Sensoriamento Remoto dos Ecossistemas Naturais da Bacia Contribuinte à Baía de Guanabara e sua Área de Influência.** Rio de Janeiro, RJ, 2001. 79p. Relatório Técnico.
- RAMBALDI, D. M., MAGNANINI, A., ILHA, A., LARDOSA, E.I. **A Reserva da Biosfera da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro.** Rio de Janeiro: CNRBMA. Série Estados e Regiões da RBMA, Caderno da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. 2003. 61p.
- SCHAEFFER-NOVELLI. Y. **Manguezais brasileiros.** Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, 1991. 2 vols. 96p.
- SEMA. **Macroplano de gestão e Saneamento Ambiental da bacia da Baía de Sepetiba. Rio de Janeiro,** Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, vol. 1. 1998. 250p.
- SOARES, M.L.G. **Estudo da biomassa aérea de manguezais do sudeste do Brasil – análise de modelos.** Tese de doutorado. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo. 2 vol. 1997. 294p.
- SOFIATTI, A., - **Entre a terra e a água: Estudos sobre as relações das sociedades humanas com os manguezais da ecorregião de São Tomé ente 1950 e 2000.** Tese de Doutorado, Universidade Federal Fluminense, 538p. 2001
- SOS MATA ATLÁTICA. **FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA/INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica – Período 2005-2007.** São Paulo, 2010. Relatório Parcial.
- VERHEYDEN, A. et al, 2002. **High-resolution vegetation data for mangrove Research as obtained from aerial photography.** *Environment, Development and Sustainability* **4:** 113–133, 2002.
- VIEIRA, R. M. S. P. *et al.* **Metodologia para mapeamento da vegetação e uso da terra da região do Mato Grosso do Sul para utilização em modelagem meteorológica.** Anais 1º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal, Campo Grande, Brasil, 11-15 novembro 2006, Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p.405-414.