

Atlas dos remanescentes dos ecossistemas de restinga do complexo estuarino lagunar de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo

Resultados preliminares

Marcelo Machado Brizzotti
Mariana Brando Balázs da Costa Faria
Alexandre Adalardo de Oliveira

Universidade de São Paulo – IBUSP
Depto de Ecologia – Laboratório de Ecologia de Florestas Tropicais
Rua do Matão, Travessa 14, nº. 321, Cid. Universitária, 05508-900, São Paulo - SP, Brasil
marcelo.brizzotti@cpeanet.com
mariana.brand@gmail.com
adalardo@usp.br

Abstract. The term “restinga” is commonly used to designate the diverse types of vegetational formations that occur on the coastal plain. Because it is located along the Brazilian coast, the restinga vegetation is under intense pressure of human occupation, what renders difficult for conservation. The “Atlas of restinga ecosystem remnants of the lagoon estuarine complex of Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, south coastal region of São Paulo State” proposes the mapping of the restinga ecosystem on those municipalities according to the classification proposed on the CONAMA resolution nº. 7/1996, in relation to the typology, disrespecting the successional stages. The Atlas will be elaborated by geoprocessing and digital cartography techniques. The restinga classes will be identified on stereoscopic pairs of vertical aerial photographs. Field works will be done to confirm the preliminary mapping. Until now, we identified for the municipality of Cananéia the following restinga formations: dune vegetation, shrub restinga, short restinga forest, tall restinga forest, dune thicket vegetation and swamp forest. We conclude that it is not possible the identification of the majority classes of restinga proposed on CONAMA resolution nº. 7/1996 on LANDSAT 5 (TM), LANDSAT 7 (ETM) e CBERS – 2B (CCD) satellites images, according to the test results of visual interpretation and automatic classifications carried out on this study. The restinga ecosystem identification was possible with the stereoscopic pairs of vertical aerial photographs in detail scale and the extensive field work accompanied with a specialist on restinga florist and physiognomy support.

Palavras-chave: remote sensing, aerial photo interpretation, digital cartography, CONAMA resolution 7/1996, sensoriamento remoto, fotointerpretação, cartografia digital, resolução CONAMA 07/1996.

1. Introdução

A palavra “restinga”, de acordo com Souza et al (2007), apresenta significado polissêmico, e é amplamente empregada na literatura brasileira para designar ambientes costeiros, podendo denominar feições geomorfológicas costeiras, depósitos litorâneos recentes e tipo de cobertura vegetal (Suguio e Tessler 1984). O emprego do termo “restinga” indicando vegetação é comumente usado para designar os diversos tipos de formações vegetacionais que ocorrem sobre as planícies litorâneas, como as comunidades de praias, de ante-dunas, de cordões arenosos, de depressões entre cordões arenosos e de margens de lagoas (Araújo e Lacerda 1987).

Por estar localizada ao longo da costa brasileira, a vegetação sobre a restinga está sob intensa pressão da ocupação humana e conseqüente alteração da paisagem original, o que dificulta a sua conservação (Mantovani 2003, Rocha et al 2004). No Estado de São Paulo, os ecossistemas de restinga vêm sendo degradados desde a colonização e encontram-se reduzidos a pequenas manchas remanescentes (Araújo e Lacerda 1987, Mantovani 2003), constituindo o conjunto de ecossistemas mais ameaçado do estado.

As áreas de maior expressão dos ecossistemas de restinga no Estado de São Paulo encontram-se no litoral sul, nos municípios de Peruíbe, Iguape, Ilha Comprida, Pariquera-açu,

Jacupiranga e Cananéia, apresentando-se relativamente protegidas por unidades de conservação (SMA 2000). De acordo com Rocha et al (2004), apesar de haver estimativas referentes a taxa de perda de áreas de restinga para alguns locais do estado paulista e do Brasil, não há cálculo oficial das áreas remanescentes desses ecossistemas.

Os mapeamentos oficiais disponíveis da cobertura vegetal para o Estado de São Paulo, são o Mapa de Uso do Solo e Cobertura Vegetal Natural componente do Relatório de Situação dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul - UGRHI 11 - RB (Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul 1999); o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica (Fundação SOS Mata Atlântica/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE 2005) e o Inventário Florestal do Estado de São Paulo (Instituto Florestal/SinBiota 2005), todos em escala regional, apresentando os ecossistemas de restinga de maneira genérica. O mapeamento do diagnóstico da UGRHI 11 – RB, em escala 1:250.000, é o mais detalhado dos três trabalhos, contemplando as seguintes classes de restinga: escrube de restinga, brejo de restinga, floresta de restinga, mata paludosa em solo turfoso, floresta de restinga degradada e floresta de transição restinga-encosta. Já o Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica, classifica os ecossistemas de restinga apenas como restinga. O Inventário Florestal do Estado de São Paulo classifica como formação arbórea/arbustiva-herbácea sobre sedimentos marinhos recentes, no mapa do Estado de São Paulo (escala 1:1.200.000), e como restinga nos mapas municipais (escala 1:340.000). Desde 1996, com base no disposto na Resolução CONAMA nº. 7, ficou estabelecida e padronizada a classificação dos ecossistemas de restinga para o Estado de São Paulo. No entanto, os mapeamentos oficiais acima citados não seguem a classificação proposta nessa resolução.

O que o “Atlas dos remanescentes dos ecossistemas de restinga do complexo estuarino lagunar de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo” propõe de novo é o mapeamento dos ecossistemas de restinga desses municípios segundo a classificação proposta na Resolução CONAMA nº. 7/1996.

Este estudo busca apresentar o mapeamento dos ecossistemas de restinga de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia; dados quantitativos referentes à área de ocorrência de cada um dos ecossistemas de restinga identificados; dado quantitativo referente ao total dos ecossistemas de restinga para comparação com os valores oficiais e as principais atividades humanas potencialmente causadoras de sua degradação. Além disso, procuramos verificar até que ponto é possível identificar e mapear as classes de restinga definidas pela Resolução CONAMA nº. 7/1996. Os produtos deste estudo servirão como ferramenta de apoio ao planejamento e à tomada de decisão no que diz respeito a estudos, preservação, conservação e recuperação desses ecossistemas, inclusive, quanto à aplicação da nova lei da Mata Atlântica (Lei Federal nº 11.428, de 22 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a utilização e proteção da vegetação nativa do domínio de Mata Atlântica).

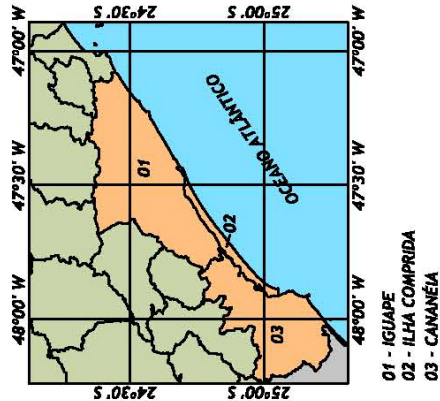
1.1 Contexto do estudo

O “Atlas dos remanescentes dos ecossistemas de restinga do complexo estuarino lagunar de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo” está inserido no projeto “Recuperação e conservação dos ecossistemas de restinga do litoral sul do Estado de São Paulo” que está sendo desenvolvido pelo Laboratório de Ecologia de Florestas Tropicais do Departamento de Ecologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo e financiado pela Petrobras SA. Como Iguape, Ilha Comprida e Cananéia são os municípios de maior atuação do projeto e carecem de um banco de dados qualitativos e quantitativos acerca dos remanescentes de restinga e também de uma base de dados espacial e mapeamentos temáticos focados na situação atual desses ecossistemas, o Atlas foi pensado de forma a suprir essa demanda. A Figura 1 mostra a localização dos municípios de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia.

LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO NO ESTADO DE SÃO PAULO

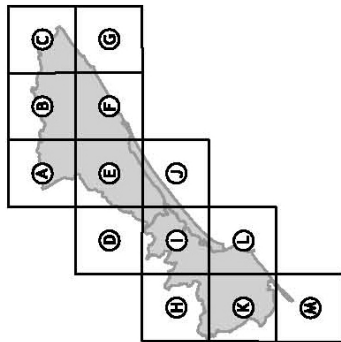


LIMITES DOS MUNICÍPIOS COMPONENTES DA ÁREA DE ESTUDO (LITORAL SUL DO ESTADO DE SÃO PAULO)



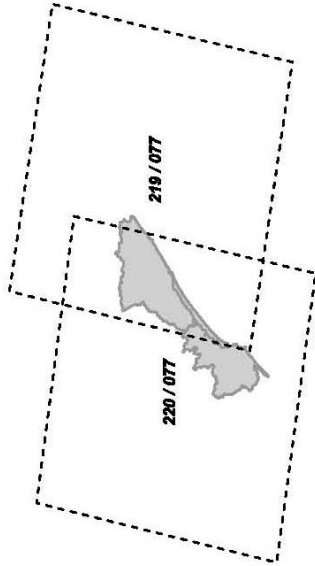
- 01 - IGUAPE
- 02 - ILHA COMPRIDA
- 03 - CANANÉIA

ARTICULAÇÃO DAS CARTAS TOPOGRÁFICAS OFICIAIS UTILIZADAS NA MONTAGEM DA BASE CARTOGRÁFICA (IBGE, DSG E IGG - 1:50.000)



- A - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-I-4, Juruá, 1:50.000, 1974;
- B - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-II-3, Miracatu, 1:50.000, 1973;
- C - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-II-4, Pedro de Toledo, 1:50.000, 1973;
- D - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-IV-1, Pariqueira-Açu, 1:50.000, 1973;
- E - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-IV-2, Iguape, 1:50.000, 1973;
- F - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-V-1, Barra do Ribeira, 1:50.000, 1973;
- G - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-V-2, Ponta da Juréia, 1:50.000, 1973;
- H - IBGE; Folha Topográfica SG.22-X-B-VI-4, Rio Guaraú, 1:50.000, 1987;
- I - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-IV-3, Ilha de Cananéia, 1:50.000, 1974;
- J - IBGE; Folha Topográfica SG.23-V-A-IV-4, Subatama, 1:50.000, 1973;
- K - IBGE; Folha Topográfica SG.22-X-D-III-2, Ariri, 1:50.000, 1987;
- L - DSG; Folha Topográfica SG.23-V-C-I-1, Cananéia, 1:50.000, 1971;
- M - DSG; Folha Topográfica SG.22-X-D-III-4, Barra do Arapirã, 1:50.000, 1971

ARTICULAÇÃO DAS IMAGENS OBTIDAS PELO SISTEMA ORBITAL LANDSAT 5



Sistema Orbital LANDSAT-5, sensor TM, cena 219/077, 16 de agosto de 2007
 Sistema Orbital LANDSAT-5, sensor TM, cena 220/077, 04 de junho de 2007

MOSAICO DE AEROFOTOGRAFIAS VERTICAIS DAS ÁREAS DE OCORRÊNCIA DOS ECOSISTEMAS DE RESTINGA NO MUNICÍPIO DE CANANÉIA

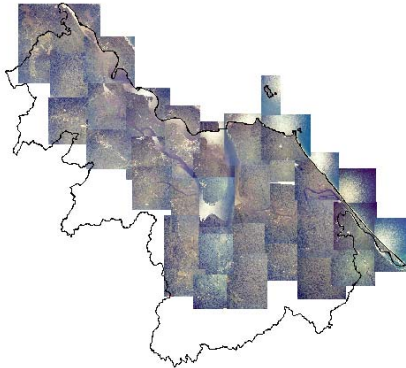


Figura 1. Localização da área de estudo, articulação das cartas topográficas oficiais, articulação das imagens LANDSAT e mosaico das aerofotografias verticais utilizadas no mapeamento referente ao município de Cananéia.

2. Metodologia

O Atlas apresentará o mapeamento dos ecossistemas de restinga nos municípios indicados, de acordo com os dispostos na Resolução CONAMA nº. 07/1996 no que diz respeito às tipologias, desconsiderando os estágios sucessionais. Desse modo, serão mapeadas as seguintes classes de vegetação: 1.vegetação de praias e dunas; 2.escrube; 3.floresta baixa de restinga; 4.floresta alta de restinga; 5.vegetação entre cordões arenosos; 6.brejo de restinga; 7.floresta paludosa; 8.floresta paludosa sobre substrato turfoso; 9.floresta de transição restinga-encosta. Estas classes estão sujeitas a generalizações e adaptações devida à possibilidade de reconhecimento sobre as aerofotografias verticais (escala original 1:35.000) e representação na escala final de mapeamento do atlas (1:100.000). Além disso, haverá no atlas uma coleção de mapas das Unidades de Conservação (UCs) e outros espaços protegidos localizados nos municípios componentes da área de estudo e municípios vizinhos (mapeamento final em escala 1:500.000); a distribuição espacial dos ecossistemas de restinga; a quantificação de cada um dos ecossistemas de restinga; a quantificação total dos ecossistemas de restinga para comparação com os dados oficiais; e as principais atividades humanas causadoras de degradação.

Será elaborado por meio de técnicas de geoprocessamento e cartografia digital, seguindo-se as atividades listadas abaixo:

- Levantamento de material cartográfico e bibliográfico;
- Aquisição e organização das imagens dos sistemas orbitais *LANDSAT 5* e *7*, disponibilizadas pelo INPE;
- Aquisição e organização dos dados do projeto *SRTM* para a área de estudo, disponibilizados pelo INPE;
- Aquisição e organização das imagens de satélite *CBERS-2B*, sensor *HRC*, que abrange trecho da área de estudo, disponibilizadas pelo INPE;
- Aquisição e organização da cartografia planialtimétrica oficial de base (escala 1:50.000 - IBGE e DSG);
- Aquisição dos pares estereoscópicos de aerofotografias verticais da área de estudo, tomadas em 2001 (BASE Aerofotogrametria e Projetos S/A);
- Edição das imagens do sensor *HRC* do sistema orbital *CBERS-2B*;
- Edição das imagens dos sistemas orbitais *LANDSAT 5* e *7*;
- Edição das aerofotografias verticais;
- Montagem dos mosaicos de imagens de satélite;
- Montagem do mosaico das cartas topográficas oficiais de base (IBGE e DSG);
- Montagem do mosaico de aerofotografias verticais;
- Elaboração da base cartográfica digital do Atlas em escala 1:100.000;
- Identificação, nos pares estereoscópicos de aerofotografias verticais, dos padrões dos ecossistemas de restinga por meio dos elementos de foto-leitura (forma, textura, tamanho, padrão de distribuição, cor, tonalidade, etc.);
- Levantamentos de campo para confirmação do mapeamento preliminar, esclarecimento de dúvidas e tomadas de fotos digitais laterais para ilustração do Atlas;
- Correções/ajustes no mapeamento preliminar com base nos levantamentos de campo e fechamento dos mapas finais;
- Montagem dos layouts do Atlas em meio digital;
- Impressão e encadernação;
- Apresentação

3. Resultados e Discussão

Apresentaremos aqui os resultados preliminares do “Atlas dos remanescentes dos ecossistemas de restinga do complexo estuarino lagunar de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo”.

Até o momento (novembro de 2008), as seguintes etapas de elaboração do Atlas já foram concluídas:

1. Definição do escopo do projeto e escopo dos produtos;
2. Aquisição e preparação do mosaico digital de imagens do satélite LANDSAT;
3. Aquisição e preparação do mosaico digital das cartas topográficas oficiais;
4. Aquisição e preparação das imagens *HRC* (sistema orbital *CBERS-2B*);
5. Montagem da base cartográfica digital do estudo (1:100.000) – Apêndice 1;
6. Montagem da carta temática das Unidades de Conservação e outras áreas protegidas (1:500.000);
7. Aquisição e preparação do mosaico digital das aerofotografias verticais;
8. Foto-leitura e foto-interpretação preliminares (pares estereoscópico) - para o município de Cananéia;
9. Elaboração do mapeamento preliminar - para o município de Cananéia;
10. Levantamentos de campo - para o município de Cananéia (20 a 25/07/2008 e 05 a 07/08/2008);
11. Início dos ajustes e correção do mapeamento preliminar - para o município de Cananéia.

Por meio da foto-leitura e da foto-interpretação das aerofotografias verticais e do levantamento de campo pudemos identificar no município de Cananéia as seguintes formações de restinga: vegetação de praias e dunas, *escrube*, floresta baixa de restinga, floresta alta de restinga, vegetação entre cordões arenosos e floresta paludosa com predomínio de caxeta (*Tabebuia cassinoides* (Lam.) A. DC. – Bignoniaceae). As florestas baixa e alta são as formações predominantes tanto em Cananéia insular quanto na continental. Ao norte (núcleo Perequê) e ao sul (Marujá até Pontal do Leste) da Ilha do Cardoso (município de Cananéia) ocorre o *escrube* sobre os cordões arenosos e a vegetação entre cordões de forma intercalada (além das florestas baixa e alta que ocorrem mais para o interior da Ilha ou beirando o Mar de Dentro). A floresta paludosa com predomínio de caxeta foi identificada na parte continental de Cananéia e a vegetação de praias e dunas nas praias da Ilha do Cardoso. Tendo-se em vista a complexidade do mosaico de cobertura vegetal dos ecossistemas de restinga e que a definição desses pela Resolução CONAMA nº. 7/1996 é baseada em características predominantemente florísticas e não fisionômicas, ficou evidente que é imprescindível a participação de um especialista em fitofisionomia das formações vegetais de restinga para a confirmação dos dados quando dos levantamentos de campo.

No geral, os remanescentes de restinga de Cananéia estão bem conservados. A maior ameaça que pudemos identificar tanto através das aerofotografias verticais quanto pelo levantamento de campo é a abertura de vias no interior dos fragmentos para a implantação de loteamentos. A especulação imobiliária e a expansão da área urbana parecem ser os fatores mais importantes de degradação dos ecossistemas de restinga em Cananéia. De acordo com Mantovani (2003), estas têm sido as maiores causas de perda das formações de restinga ao longo de todo o litoral brasileiro. Em campo pudemos identificar também outras pressões antrópicas nessas áreas como a retirada ilegal de palmito (*Euterpe edulis* Mart. – Arecaceae), espécie que está na Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção - IBAMA (Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008), e de outras espécies vegetais

como orquídeas, bromélias e *Sphagnum* sp.; a retirada de madeira e a caça. Rocha et al (2007) em trabalho sobre o mapeamento dos remanescentes de restinga do Estado do Rio de Janeiro encontraram padrões semelhantes de degradação e pressão antrópica nos fragmentos mapeados. Segundo os autores, esses fatores de degradação, na maioria dos casos, não são identificáveis na imagem de satélite, podendo superestimar as áreas mapeadas de vegetação natural que realmente estão conservadas.

A finalização do “Atlas dos remanescentes dos ecossistemas de restinga do complexo estuarino lagunar de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo” está prevista para meados de 2010. Até começo de 2009 o mapeamento do município de Cananéia estará pronto e ao longo deste ano trabalharemos, então, com Iguape e Ilha Comprida.

4. Conclusões

Como uma das conclusões preliminares do trabalho podemos citar a impossibilidade de identificação da maioria das classes dos ecossistemas de restinga da Resolução CONAMA nº. 7/1996 em imagens de satélite *LANDSAT 5 (TM)*, *LANDSAT 7 (ETM)* e *CBERS – 2B (CCD)*, conforme os resultados dos testes de interpretação visual e de classificações automáticas realizados no estudo.

A identificação dos ecossistemas de restinga de acordo com a Resolução CONAMA nº. 7/1996 só foi possível com o auxílio de pares estereoscópicos de fotografias aéreas verticais em escala de detalhe com o apoio de extenso trabalho de campo e com o acompanhamento de especialista em florística e fitofisionomia de cobertura vegetal de restinga.

Em virtude do processo histórico de ocupação, as regiões costeiras do Estado de São Paulo são áreas que sofrem pressões antrópicas significativas desde a época da colonização do Brasil e que, hoje em dia, apresentam forte atração para o desenvolvimento de atividades industriais, portuárias e turísticas. A velocidade de ocupação e exploração das áreas litorâneas não diminuiu e, fora de UCs, restam poucas áreas contínuas de restinga pouco impactadas. O litoral sul paulista é a região costeira do Estado que apresenta o menor grau de desenvolvimento e, conseqüentemente, os maiores remanescentes de ecossistemas de restinga. Dada a atual situação de urbanização do litoral paulista e as fortes pressões que a restinga, em áreas cada vez mais reduzidas, ainda sofre, cada área de ocorrência desse ecossistema deve ser considerada como uma área prioritária para conservação. Sendo prioridade, então, estratégias específicas que tratem de como conservar estes remanescentes devem ser elaboradas e colocadas em prática.

A elaboração de produtos como o “Atlas dos remanescentes dos ecossistemas de restinga do complexo estuarino lagunar de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, litoral sul do Estado de São Paulo” são essenciais para as políticas públicas de identificação de diretrizes e para tomada de decisão em relação a estudos, preservação, conservação e recuperação desses ecossistemas. Todos os municípios do litoral do Estado de São Paulo deveriam mapear os seus remanescentes de ecossistemas de restinga de forma criteriosa e detalhada, conforme a classificação proposta pela Resolução CONAMA nº. 7/1996, a fim de estabelecer uma padronização de um banco de dados e cartografia estadual, tendo-se em vista uma maior eficiência em termos de planejamento.

Agradecimentos

Agradecemos à Petrobras SA pelo financiamento do projeto “Recuperação e conservação de restingas do litoral sul de São Paulo”, coordenado pelo Dr. Alexandre Adalardo de Oliveira do Laboratório de Ecologia de Florestas Tropicais (Ecologia – IBUSP), no qual este trabalho está inserido.

Referências Bibliográficas

- Araújo, D. S. D. e Lacerda, L. D. A natureza da restinga. **Ciência Hoje** v. 6, n. 33, p. 42-48, 1987.
- Comitê da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul CBH – RB. **Relatório de situação dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape e Litoral Sul – UGRHI 11**, 1999.
- Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº. 07/1996**, Brasília, 1996.
- Governo do Estado de São Paulo. Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro. **Lei Estadual nº. 10.019/1998**, São Paulo, 1998.
- Instituto Florestal/SinBiota. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo**, 2005. Disponível em: <<http://www.iflorestal.sp.gov.br>>. Acesso em: 14 jan. 2008.
- Mantovani, W. A degradação dos biomas brasileiros. In: Ribeiro, W.C. (Org.). **Patrimônio Ambiental Brasileiro**. USPiana: Brasil 500 anos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, 2003. p. 367-439.
- MMA. **Instrução Normativa nº 6, de 23 de setembro de 2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção – IBAMA**. Brasília, 2008.
- Presidência da República. **Lei Federal nº. 11.428/2006**, Brasília, 2006.
- Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G.; Alves, M. A. S. e Van Sluys, M. A restinga de Jurubatiba e a conservação dos ambientes de restinga do Estado do Rio de Janeiro. In: Rocha, C. F. D.; Esteves, F. A. e Scarano, F. R. (Org.). **Pesquisas de longa duração na restinga de Jurubatiba: ecologia, história natural e conservação**. São Carlos: RiMa Editora, 2004. cap. 19, p. 341-352.
- Rocha, C. F. D.; Bergallo, H. G.; Van Sluys, M.; Alves, M. A. S. e Jamel, C. E. The remnants of restinga habitats in the brazilian Atlantic Forest of Rio de Janeiro state, Brazil: Habitat loss and risk of disappearance. **Brazilian Journal of Biology** v. 67, n. 2, p. 263-273, 2007.
- SMA. **Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo**. Barbosa, L. M e Nunes, J. A. (Coords.). Secretaria do Estado do Meio Ambiente: São Paulo, 2000.
- SOS Mata Atlântica/INPE. **Atlas dos Remanescentes da Mata Atlântica**, 2005. Disponível em: <<http://www.sosma.org.br>>. Acesso em: 14 jan. 2008.
- Souza, C. R. de G.; Lopes, E. A. e Moreira, M. G. Proposta de classificação de biomas de planície costeira e baixa-média encosta em Bertioga (SP) In: VIII Congresso de Ecologia do Brasil, 2007, Caxambu-MG. **Anais...** São Paulo: IBUSP - Depto de Ecologia, 2007. Artigos, sem numeração de pagina. CD-ROM. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/1676.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2008.
- Suguio, K. e Tessler, M.G. Planícies de cordões litorâneos quaternários do Brasil: origem e nomenclatura. In: Lacerda, L. D.; Araújo D. S. D.; Cerqueira, R. e Turq, B. (Org.). **Restingas: origem, estrutura, processos**. CEUFF: Niterói, 1984. p.15-25.

