

**CARACTERIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DO MANGUEZAL DO RIO
RATONES, ATRAVÉS DAS TÉCNICAS DE SENSORIAMENTO REMOTO
E DO SISTEMA GEOGRÁFICO DE INFORMAÇÕES (SIG).
ILHA DE SANTA CATARINA, BRASIL**

Camargo, LuciaPinto ⁽¹⁾; Pellerin, Joël ⁽²⁾; Panitz, Larice Maria Neves ⁽¹⁾

¹ Departamento de Ecologia e Zoologia, Universidade Federal de Santa Catarina
E-mail: lpc@floripa.com.br

E-mail: clarice@ccb.ufsc.br

² Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina
E-mail: pellerin@cfh.ufsc.br

ABSTRACT

Mangrove wetlands, the fragile and dynamic ecotone between the land and sea of the tropical and subtropical coastline, constitute an important ecological asset and invaluable economic resource to the coastal communities. However, due to a variety of human induced stresses, resulting from unsustainable activities both within and outside the mangroves, many of the mangrove wetlands, are highly degraded (MSSRF,1997). In Santa Catarina Island in southern Brazil (Latitude 27° S; 48 ° W), mangrove ecosystems are found along 14,7% of its coasts. At present, the urban and tourist expansion bring about the principal deterioration of mangroves, although declared by legislation "Permanent Preservation Areas". In the heterogeneous Ratones basin, the hydrography was sharply altered in order to favour grazing, aquaculture, agriculture and touristic house building. The overall goal of this work is to establish the classification of the Ratones basin vegetation, to elaborate thematic map using Remote Sensing and the GIS in order to identify the extent of main stressors, proving to contribution with subsidy scientific for enviromental authorities, and other organizations to develop actions of management and conservation. A division of ex-mangrove area in two parts is well displayed on Landsat TM data. Band TM5 have hard contribution for discrimination between mangrove and non-mangrove areas. Merging Landsat TM and Spot Panchromatic data (IHS merge) enhanced discrimination of different mangrove categories (tall, small and mixed mangrove; salt marshes) especially in the western well-conserved area.

Keywords: Mangroves, Remote Sensing, GIS, Santa Catarina Island, Southern Brazil.

INTRODUÇÃO

Estima-se que nos últimos sessenta anos, 51% das áreas ocupadas por manguezais na Ilha de Santa Catarina foram eliminadas (Caruso, 1983; Sierra de Ledo *et al.*, 1995). O fator impactante atual que levou a eliminação de grande parte dos manguezais é a expansão urbana de forma desordenada e sem preocupação para os conflitos de uso. Panitz (1988;1992;1997), SIERRA de LÊDO & SORIANO-SIERRA (1985,1998) estudaram os principais estressores nos manguezais de Itacorubi e Ratones na Ilha de Santa Catarina e de Palhoça e Biguaçu no continente vizinho. Os resultados mostraram que a vegetação dos manguezais responderam diretamente as diferentes ações dos estressores, especialmente, quanto á matéria orgânica e *input* dos nutrientes. Face a estas situações e ainda pela importância ecológica e socio-econômica do manguezal do rio Ratones, o presente trabalho tem como objetivo principal, estabelecer a classificação da vegetação e identificação de estressores antrópicos do manguezal e elaborar um mapa temático, através de

técnicas de Sensoriamento Remoto e SIG, com a finalidade de fornecer dados básicos para proposta de zoneamento e fornecer subsídios que viabilizem futuros projetos interdisciplinares de proteção ambiental, de uso e ocupação racional e elementos para uma estratégia da conservação e desenvolvimento sustentado.

ÁREA DE ESTUDO

O manguezal de Ratonos (27°27'30"/27°30'00"S; 48°28'12"/48°31'43"W) está localizado a Noroeste da Ilha de Santa Catarina sobre a Baía Norte, ocupando na parte estuarina do rio Ratonos, uma área reduzida em 1978 a 7,30 Km² segundo Fidelis (1998). O manguezal é drenado por diversos córregos e rios sendo o do Ratonos o principal (fig.1). A amplitude local das marés é de 1.30 metros variando de -0,10m à +1,30m. O manguezal do rio Ratonos faz parte da Estação Ecológica de Carijós criada pelo Decreto Lei nº 94.566, com sede em Florianópolis, Capital.

Situado numa altitude inferior a 1,20 metro, (o máximo das marés do setor), o manguezal ocupa uma antiga baía que foi colmatada em diversas fases durante o Pleistoceno e as últimas transgressões do Holoceno; terraços arenosos foram assim formados entre 2,5 e 10 metros de altitude (Duarte, 1981; Caruso & Awdziej, 1993) naturalmente cobertos de formações de restinga. O manguezal localiza-se nos espaços de altitude inferior contribuindo na progressão da sedimentação com materiais muito finos.

Segundo a classificação dos tipos fisiográficos de manguezais, proposta por Lugo & Snedaker (1974), o manguezal de Ratonos é do tipo bosque misto de bacia. A vegetação típica é constituída por três espécies de mangue: *Avicenia schauerianna* Stapf & Leechm., *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth., *Rhizophora mangle* (L.) e na parte frontal do ecossistema, as margens dos rios e canais que o drenam, observam-se algumas espécies associadas como a *Spartina alterniflora*, *S. densiflora* e *Thypha domingensis*, constituindo bancos de marismas. Estas vegetações são altamente produtivas em matéria orgânica, sendo que na parte interior do ecossistema, pela sua própria estrutural funcional, é enriquecido com proteínas de origem bacterianas, o que o torna um ítem essencial para teias tróficas baseadas nos biodetritos (Odum & Heald, 1975).

Imediato ao manguezal, e a vegetação de restinga e transição são representadas por *Hibiscus tiliaceus*, *Rapanea parviflora*, *Acrostichum daefolium*, *Anona glabra*, *Fimbristylis diphylla*, *Scirpus maritimus*, *Paspalum vaginatum*, *Sporobolus poiretii*, *S. virginicus*, *Juncus acutus*, *Dalbergia ecastaphylla* e *Mimosa bimucronata*.

Entre 1938 e 1978, segundo Fidelis (1998), a redução de superfície do manguezal atingiu 53% (13,78 Km² em 1938; 7,30 Km² em 1978), estando relacionada às obras de drenagem feitas pelo extinto DNOS, em vista de converter a parte oriental da planície em pastagens e a criação e extensão constante das estações turísticas. A morfometria fluvial foi modificada por abertura de canais, retificação dos leitos meandrantés, implantação de comportas tipo "by pass", captura de microbacias e as estradas SC401 e 402 foram construídas para induzir a ocupação do norte da Ilha.

METODOLOGIA DO PROCESSAMENTO DOS DADOS

1. Dados básicos

Existem diversas cartografias dos manguezais da Ilha de Santa Catarina, em varias escalas, uma parte tem objetivos puramente temáticos de estudo da vegetação de um manguezal específico (Silva, 1990; Souza *et al.*, 1992; Panitz, 1992), outros tentam fazer estimacão das variações de superfícies de todos (Nascimento, 1989; Caruso, 1991) ou parte (Panitz, 1997; Fidelis, 1998) dos manguezais da Ilha.

Todos autores concordam sobre a redução contínua de áreas dos manguezais desde 1938, data da primeira cobertura aérea, por extensão urbana da cidade de Florianópolis, da criação das

estações turísticas, de construções de rodovias, ou de drenagem das zonas úmidas. Quando são publicadas as áreas atingidas por mudanças naturais ou não, os resultados variam de autor para autor; a variação vai de 20 à 30 % entre o período de 1938 a 1978. Esses trabalhos utilizando só fotointerpretação e cartografia manual foram elaborados, antes da generalização da utilização dos SIGs e com ausência na época de bases topográficas detalhadas (Caruso, 1983).

Com a preocupação dos organismos oficiais de fazer inventários da utilização do solo foram feitos no início dos anos 80 levantamentos topográficos; primeiras bases de cadastramento em vista da planificação (Nascimento, 1989). Fidelis (1998) elaborou para a bacia do Rio Ratonos, um cadastro técnico ambiental preciso, re-interpretando as fotografias aéreas, registrando e corrigindo todos documentos disponíveis, elaborando um banco de dados georreferenciados pelo período 1938-1978.

A fachada marítima do Norte do estuário é excluída do trabalho de Fidelis (1998), por ser fora da zona drenada pelo Rio Ratonos; mesmo assim, os dados desse autor sendo os únicos que sejam geometricamente confiáveis, serviram de referência para atualizar as áreas de utilização do solo pelo período posterior a 1978.

Pela topografia, usamos a mesma base cartográfica de precisão que Fidelis (id.), o mapa do IPUF (1979) na escala de 1:10.000 digitalizando a curva de 5 metros de altitude para estabelecer o mascara da zona cartografada (fig.2). A atualização das redes viárias e hidrográfica de drenagem foi feita a partir da imagem Spot PAN de 07/11/1995 realçada.

Levantamentos de campo, fotografias aéreas de 1994 nas escalas de 1:25.000 e 1:8000, e 1998 na escala de 1:15.000, foram usados para preparar e validar os tratamentos dos dados satelitários seguintes:

- Imagem Spot Pancromática 714-405 de 07/11/1995 registrada a 10.35 h (hora local) com ângulo de incidência de $16^{\circ} 9$. No momento da aquisição da imagem o nível da maré estava a + 0,80m acima do nível de referência.

- Imagem Landsat TM 220-078, canais 1 a 5 e 7, de 15/07/1993 registrada com nível da maré de +0,20m, depois um período de fortes chuvas que provocaram inundação da parte oriental da bacia e uma saturação dos solos dos banhados acima da média; assim na classificação final, as superfícies em água são exageradas, mas essa imagem foi preferida a outras mais recentes por ser de qualidade radiométrica excelente.

2. Tratamentos dos dados

Os dados satelitários foram tratados com o software Idrisi *for Windows* V.2. (Clark University). A determinação das diferentes classes de vegetação do manguezal foi feita segundo a terminologia proposta por Herz (1991), Panitz (1997) e Froidefond *et al.* (1997).

O impacto das obras do extinto-DNOS demonstrado por Fidelis (1998) é nítido sobre todas composições coloridas. Existe uma oposição entre os setores oriental e ocidental do manguezal por um dique-estrada SC402, que provocou dificuldades de obter classificações satisfatórias na parte oriental.

Para tentar identificar com a melhor precisão possível as diversas formações vegetais do manguezal de Ratonos, o mais heterogêneo da Ilha de Santa Catarina, foram usados em primeiro tempo tratamentos clássicos em sensoriamento remoto (Índice de vegetação, componentes principais, diversos tipos de classificação) que forneceram resultados interessantes, mas muito globais. A introdução de dados de alta resolução foi capital. Alguns autores já insistem sobre utilidade desses dados na discriminação das categorias de manguezais; Green *et al.* (1998) usaram assim dados de resolução de um metro, mas dados com 10 metros de resolução trazem já contribuição importante.

Os dados Landsat de 30 metros de resolução forneceram resultados significativos radiometricamente, mas geometricamente eram muito simplificados, acrescentamos então, dados do Spot P de 10 metros de resolução, na classificação supervisionada para obtermos resultados de boa precisão geométrica. Após, foram feitos vários ensaios e os tratamentos que forneceram resultados compatíveis com dados de campo foram realizados em 3 etapas:

- **integração dos dados Spot P e Landsat:** após o georreferenciamento, o cruzamento das imagens Spot P e Landsat-TM foi feito de maneira clássica (Welch & Ehlers, 1987) por rotação de

cores RGB \Leftrightarrow IHS com substituição do canal Intensidade extraído da composição colorida Landsat 453, pelo canal PAN de Spot onde o contraste foi preliminarmente melhorado.

- **classificação supervisionada**: um primeiro mapa de utilização do solo em 13 classes foi realizado usando o classificador por probabilidade máxima (máxima de verossimilhança) usando os canais Landsat 1,3,4,5,7 reamostrados a 10 metros, e dois neocanais extraídos da imagem Spot. O resultado mostrou uma grande confusão entre as classes de mata de restinga e de manguezal alto, uma classificação não supervisionada foi realizada a partir de uma composição colorida cruzando os dados Spot P e o único canal 5 de Landsat sobreposicionada na classificação supervisionada anterior. A integração das duas classificações forneceu uma diferenciação perfeita entre a classe de manguezal arbórea (mangue alto) e a mata de restinga.

- não foi possível de resolver totalmente a confusão entre classes de mangue baixo e diversas formações lenhosas, matas secundárias e de transição nas planícies de inundação a Leste do manguezal; foi necessário sobrepor uma **máscara** digitalizada isolando as partes oriental e ocidental do manguezal. O resultado foi satisfatório pela parte do manguezal não fortemente perturbado pelos obras do extinto DNOS, permanece menos preciso na parte leste.

3 - Resultados

O resultado final da classificação (fig.2) é apresentado na tabela 1 para toda zona de estudo e na tabela 2 para as vegetações específicas do manguezal do rio Ratonos.

- do ponto de vista da geometria: a área total das formações do manguezal identificada é de 8,90 Km², superior aos resultados de Fidélis (1998) para 1978 (7,30 Km²), por incluir a zona marítima da enseada de Ratonos, mas também porque na parte oriental, existem provavelmente confusões nas assinaturas espectrais entre mangue de transição e algumas zonas de brejo. A comparação entre dados mostram uma relativa estabilidade das superfícies da parte oriental, na exceção de 3 grandes parcelas representando 33,25 ha, que foram desmatadas no vale do Rio Verissimo (fig.3).

- do ponto de vista das temáticas identificadas: os tratamentos permitiram obter uma perfeita identificação das superfícies de tipos de mangue, especialmente de mangues alto (32,8% do manguezal) e baixo na jusante das comportas. As distinções entre formações de mangue baixo, mangue de transição e algumas formações de banhados identificadas na parte oriental não sendo totalmente satisfatórias, foi necessário usar máscara isolando a parte da jusante, melhor conservada, do resto da planície;

- do ponto de vista de regeneração do manguezal, a fig.2 constitui uma base para futuros trabalhos de campo detalhados afim de ver se a tendência é a uma reconstituição natural das formações do manguezal na parte oriental depois do abandono do funcionamento das comportas tipo "by pass" 1 e 2.

- uma parte das superfícies identificadas como água é ligada a inundação dos banhados de Ciperáceas da área a montante.

- o documento final (fig.2), o mapa de Caracterização e Classificação do Manguezal do rio Ratonos, constitui assim um importante subsídio para o zoneamento e para a elaboração de um plano de manejo para a área do manguezal do rio Ratonos. Ele evidencia uma relativa conservação do manguezal na parte ocidental do estuário do rio Ratonos e de seu afluente o rio Verissimo; essa zona deve fazer objeto de medidas de conservação.

Tab.1 - Classificação temática da vegetação na planície do Rio Ratonos

Mangue alto	411,72há		Água lodosa	187,48 ha
Mangue baixo	291,99 há		Mata de restinga	564,69 ha
Mangue de transição	137,74 há		Capoeiras	268,52ha
Marisma e Spartinas	29,05 há		Eucalipto	27,8 ha
Apicum	19,43 ha		Past. Úmida/ Banhado	777,98 ha
			Past./ Gramínea	1169,94 ha
			Zonas antropizadas	526 ha
Total do manguezal	889,93 ha	20.2 %	Total da zona de estudo	4412,34ha

Tab.2 – Áreas dos tipos de vegetação de mangue

Mangue alto	411,72ha	46.3%
Mangue baixo	291,99 ha	32.8%
Mangue de transição	137,74 ha	15.4%
Marisma e Spartinas	29,05 ha	3.3%
Apicum	19,43 ha	2.1%
Total do manguezal	889,93 ha	100%

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os bosques de manguezais constituem em ambientes de elevada produtividade da matéria nutritiva em conjunto com as algas plantônicas e bentônicas próprias desses ecossistemas, e também são utilizados como viveiros naturais pelas espécies de maiores interesses econômicos como o *Ucides cordatus*, popularmente conhecido como carangueijo-uçá, catanhão ou carangueijo-verdadeiro, como os camarões *Penaeus schimitti*, *P. paulensisi* e *P. brasilienses*, siris e o carangueijo uça *Ucides cordatus*.(COELHO. E et all.,1972). Essas espécies são exploradas por pescadores artesanais tanto para o comércio como para seus auto-sustentos.

No manguezal de Ratonos foram queimadas áreas significativas para obtenção de terras para agricultura de pequena subsistência e criação de gado, foram também construídos canais de drenagem, modificando a circulação da água do substrato sob a ação das marés. As áreas descaracterizadas pelas atividades agropecuárias e pelos ensaios de criação de tanques para piscicultura, foram rapidamente abandonadas, e transformadas em semi-brejos e brejos que ocupam atualmente toda parte Leste da estrada SC-401,diques, aterros, corte da vegetação do manguezal; isto é, 50,23% da planície sedimentar do manguezal do rio Ratonos foi fortemente degradada.

A vegetação da parte oriental é mais conservada e foi pouco modificada desde 1978, na exceção de desmatamentos no vale do Rio Verissimo, mostrando a necessidade de procedimentos de sistematização de coleta de dados.

As técnicas de geoprocessamento mostram-se adequadas aos objetivos propostos, demonstrando a partir das análises e no cruzamento das imagens Spot P e Landsat-TM, a eficiência como indicadora do estado da cobertura vegetal em sistemas costeiros impactados.

A introdução de dados de alta resolução através o uso do canal Spot P cruzado com Landsat TM forneceu resultados de duas ordens:

- uma possibilidade de discriminar diversas classes de uso do solo do manguezal na parte ocidental onde as formações vegetais apresentam o melhor grau de conservação, onde as distinções entre os diferentes tipos de mangues foram possíveis. Nas zonas antropizadas são identificadas densidades variáveis nas aglomerações e é visualizada uma parte dos aterros ao longo dos canais e estradas através modificações da cobertura vegetal.

- uma grande precisão de medida das superfícies foi possível de ser discriminada pelo fato de a imagem resultante do processamento ter pixel de 10 metros de resolução. Para dar aos documentos valor de referencia é necessário combinar os resultados extraídos dos dados satelitários com documentos de precisão cartográfico cadastral dentro um Sistema de Informação Geográfico.

Nas zonas costeiras, a importância do canal TM 5 é bem conhecida para diferenciar dois tipos de cobertura vegetal apresentando ambiente de umidade diferente (Bonetti,1996;T. I. R. de Almeida/USP, info. inédito). O reforço desse canal através do cruzamento de duas classificações, permitiu separar classes de manguezal arbórea (mangue alto) das formações arbóreas da mata de restinga.

A prioridade no ecossistema do Manguezal do rio Ratonos, é o cumprimento da Lei estabelecida para esse ecossistema, como "Área de Preservação Permanente" (APA), através monitoramento e fiscalização efetivos.

Quanto ao aspecto social, aplicar programas de educação ambiental e apoiar àqueles que sempre fizeram uso da pesca artesanal não afetando o ambiente que lhes proporciona seu sustento e sua profissão.

Finalizando, entendemos que faz-se necessário a implementação de programas de pesquisa de caráter multidisciplinar como medida complementar às já citadas, o que permite um entendimento integrado da complexidade do ecossistema, entendimento esse, indispensável para os estudos de zoneamento como forma de subsidiar o manejo e a gestão integrada do manguezal do rio Ratonos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Bonetti, J., 1996 – Sensoriamento remoto aplicado à análise de ambientes costeiros impactados. Avaliação metodológica na Baixada Santista. Tese Doutorado, USP/Geografia, 260 p.

Caruso, M.M.L., 1983 - O desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos dias atuais. Ed. UFSC, Florianópolis, 158p.

Caruso, F.Jr. & Awdziej J., 1993 – Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina; escala 1:100.000. Texto explicativo e mapa. Notas Técnicas nº 6, CECO/UFRGS, Porto Alegre

Duarte, G.M., 1981 - Estratigrafia e evolução do Quaternário do plano costeiro Norte da Ilha de Santa Catarina. Mem. Mestrado, UFRGS/Geociências, Porto Alegre.

Fidelis, N.L.Filho, 1998 - Uma abordagem sobre as profundas modificações na morfometria fluvial da bacia hidrográfica do Rio Ratonos - Florianópolis/SC, num período de quarenta anos, e suas possíveis conseqüências. Mem. Mestrado, UFSC/Eng. Sanitária e Ambiental, Florianópolis, 255p.

Froidefond, J.M. & Soriano-Sierra, E.J., 1996 - Sensoriamento remoto sobre ecossistemas de manguezal da Ilha de Santa Catarina, Brasil. I: Adequação da técnica. *Anais VII Simp. Brasil de Sens. Remoto*, Salvador, Bahia

Green E.P., Clark C.D., Mumby P.J., Edwards, A .J. & Ellis A .C.,1998 - Remote sensing techniques for mangrove mapping. *Int. J. Remote Sensing*, vol. 19, (5) :957-979

Herz, R., 1991 - Manguezais do Brasil. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, SP, 233p.

IPUF (Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis), 1979 - Cartografia do Município de Florianópolis (escala 1:10.000)

Lugo & Snadaker, 1974 - The Ecology of mangroves. *Ann. Review of Ecol. And Systematics*, 5:39-63.

Nascimento, M.V., 1989 - Os manguezais da Ilha de Santa Catarina. *Anais do 2º Encontro Nacional sobre Meio Ambiente*. Florianópolis, SC, 1:287-294

Panitz, C.M.N., 1992 - Ecological aspects of a salt marsh ecosystems in Santa Catarina Island, Brazil. *In* : *Coastal plant Communities of Latin America*. U. Seeliger (ed.), Academic Press. New York, p.213-230

Panitz, C.M.N., 1997 - Ecological description of the Itacorubi mangroves. Ilha de Santa Catarina. Brazil. *In* : J.Kjerfve ; L.D. Lacerda & E.H.S. Diop (Editors) : *Mangrove Ecosystem Studies in Latin America and Africa*. UNESCO, France, p.204-223.

Sierra de Ledo, B. 1997. Subsídios ecológicos para um plano de gestão integrada na zona costeira da Ilha de Santa Catarina, Brasil. p. 9-28. *In*: ^a Kingebiel; B. Sierra de Lêdo & E. J. Soriano - Sierra (Eds.) *Gestion de la zone littorale de l'île Santa Catarina (Brésil)*. *Aquitaine Ocean*, nº3.

Simonassi et al. 1997 – Variação temporal das concentrações de matéria orgânica e inorgânica circulantes entre o manguezal de Ratonas e a Baía Norte, Ilha de Santa Catarina, Brasil. *Atos Colóquio Franco-Brasileiro*, UFSC, p.229-234

Silva, A.D., 1990 - Estudo geo-estrutural do manguezal de Ratonas na Ilha de Santa Catarina. Mem. Mestrado, UFSC/ Geociências, Florianópolis, 126 p.

Souza, M.L.E.R., Falkenberg, D.B., Amaral, L.G., Fronza, M., Araujo, A.C. & Sã M.R., 1992 – Vegetação do Pontal de Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I. Levantamento florístico e mapa fitogeográfico. *Insula*, Florianópolis, 21: 87-117

Welch., R. & Ehlers, M., 1987 - Merging multiresolution Spot HRV and Landsat TM data. *Photog. Eng. and Remote Sensing*, 53(3): 301-303.

Fig.1 - Mapa da Area de Estudo - Manguezal do Rio Ratonés

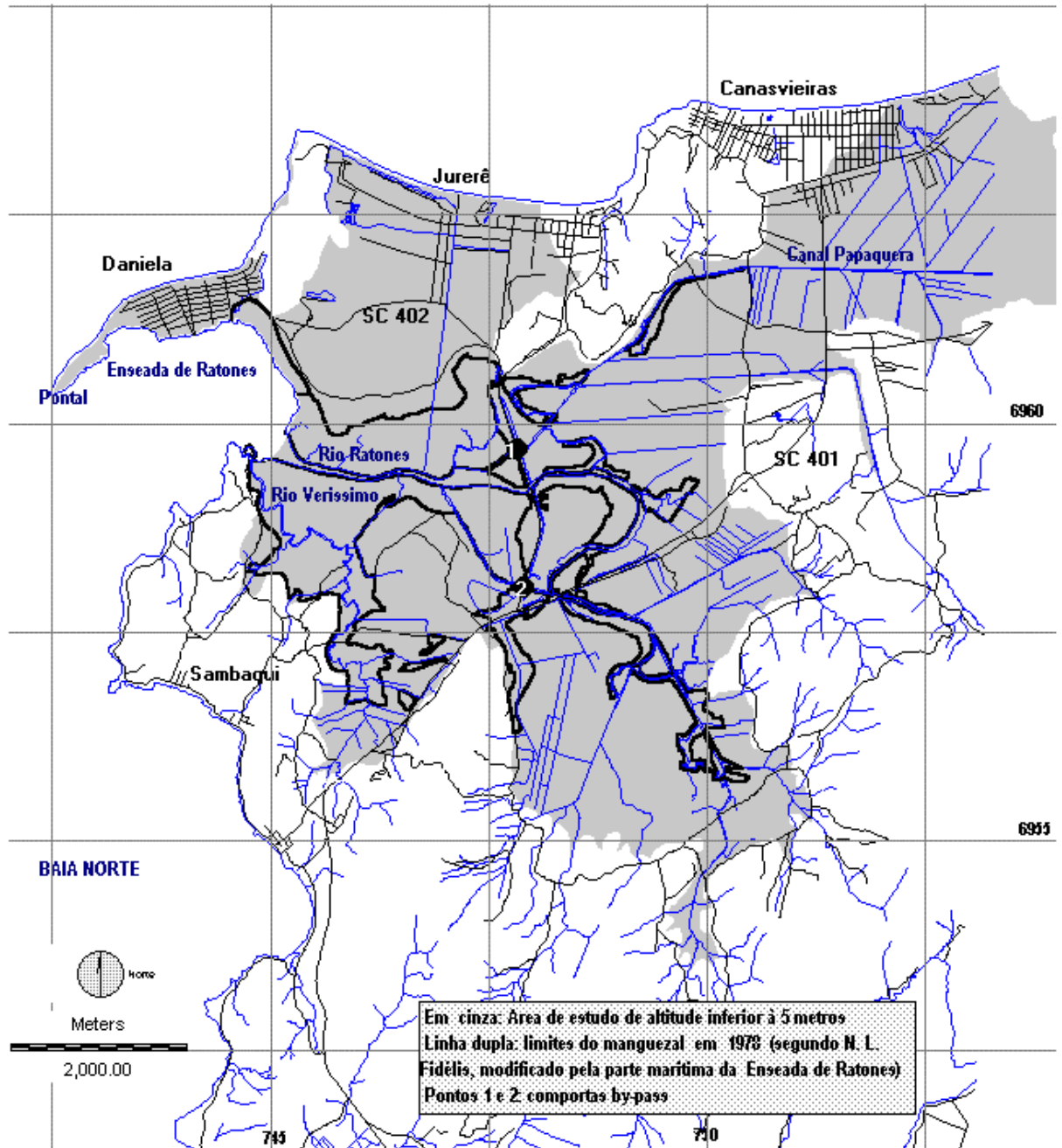


Fig.2 - Bacia do Rio Ratonés - Classificação supervisionada

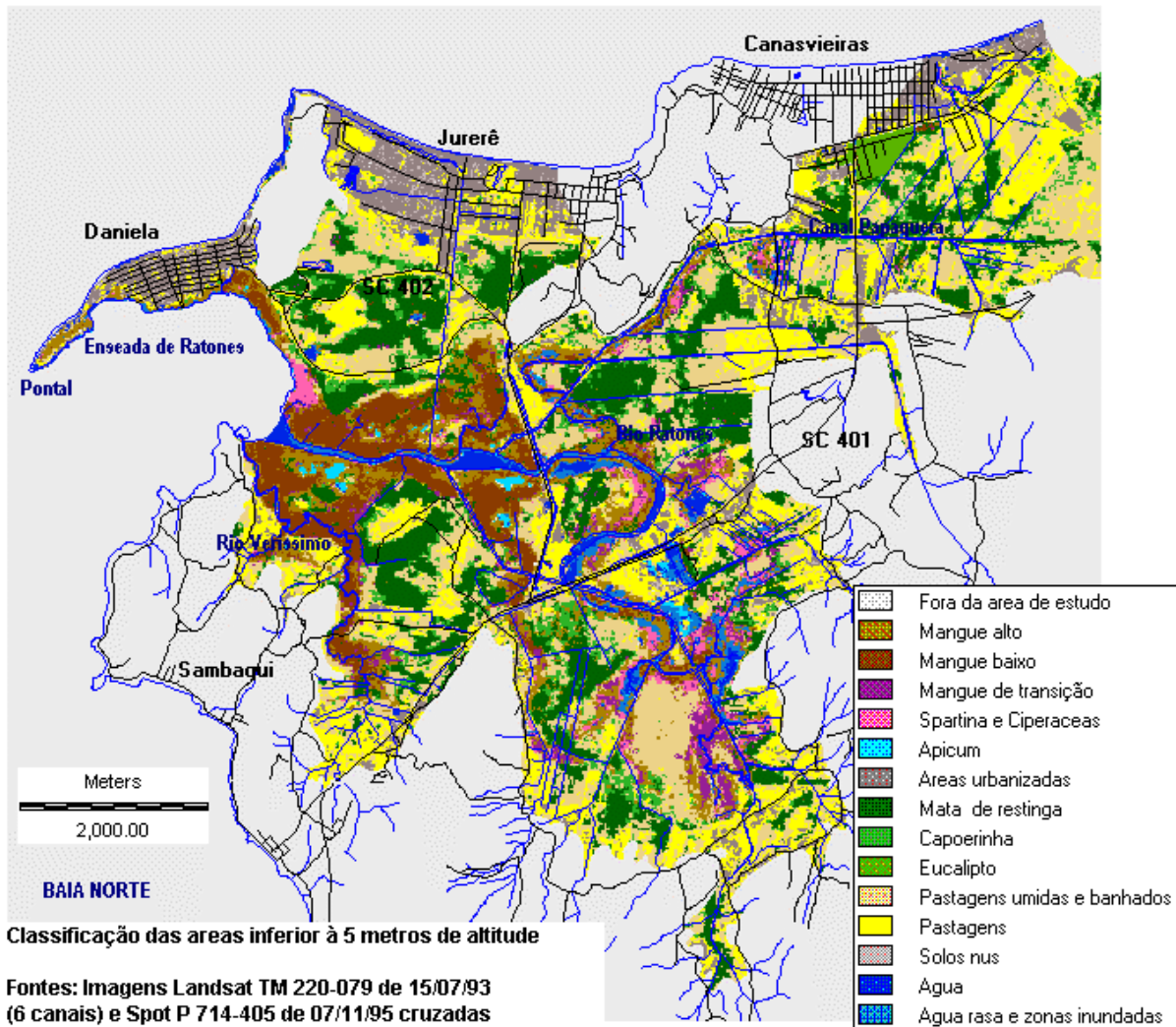


Fig3 - Bacia do Rio Ratonés: Manguezal e Pressão Urbana

