

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA - UFSC**  
**Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental**  
**Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental**

**MESTRANDA: Geógrafa Lúcia Pinto Camargo**

PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA OS MANGUEZAIS  
DO RIO RATONES, SACO GRANDE E RIO TAVARES, ILHA DE SANTA  
CATARINA ATRAVÉS DO GEOPROCESSAMENTO COMO SUBSÍDIO  
AO GERENCIAMENTO COSTEIRO (GERCO) DE SANTA CATARINA.

112

Dissertação submetida à Universidade Federal de  
Santa Catarina–UFSC, para obtenção de grau de  
Mestre em Engenharia Ambiental.

**Orientadora: Profª Drª Clarice Maria Neves Panitz**

**Coorientador: Prof. Dr. Jöel Pellerin**

**FLORIANOPOLIS**  
**SANTA CATARINA**  
**Março de 2001**

**PROPOSTA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA OS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E RIO TAVARES, ILHA DE SANTA CATARINA, ATRAVÉS DO GEOPROCESSAMENTO COMO SUBSÍDIO PARA O GERCO (GERENCIAMENTO COSTEIRO DE SANTA CATARINA)**

LÚCIA PINTO CAMARGO

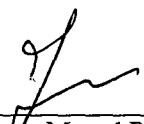
Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de


**MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL**


na Área de Uso e Proteção de Ambientes Costeiros.

Aprovado por:

  
Prof. Eduardo Soriano Sierra, Dr.

  
Prof. Joel Robert Georges Marcel Pellerin, Dr.  
(Co-orientador)

  
Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.  
(Coordenador)

  
Prof. Clarice Maria Neves Panitz, Dr.  
(Orientadora)

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL  
ABRIL/2001



*[Faint, illegible handwritten text, possibly bleed-through from the reverse side of the page]*

À MINHA MÃE

## AGRADECIMENTOS

É meu desejo externar agradecimentos aos professores do Curso de Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), pela indispensável contribuição para que este trabalho se realizasse.

Aos mestres e amigos, meus orientadores Dra. Clarice Maria Neves Panitz e Dr. Jöel Pellerin, meus profundos agradecimentos pela participação assídua, orientação e estímulo nas horas difíceis.

Aos meus amigos e colegas de trabalho, sou grata, pelo estímulo e confiança que me ofertaram.

Agradeço também, aos colegas da Estação Ecológica de Carijós (IBAMA) e ao Professor Tremer da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé, pela atenção a mim dedicada.

À minha família, agradeço o apoio recebido e a compreensão dispensada em todas as etapas da minha formação acadêmica.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	vix
<b>RESUMO</b> .....	x
<b>ABSTRACT</b> .....	xii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	8
2.1 OBJETIVO GERAL.....	8
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
<b>3 JUSTIFICATIVA</b> .....	9
<b>4 ÁREAS DE ESTUDO</b> .....	11
4.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ILHA DE SANTA CATARINA E DOS MANGUEZAIS RIO RATONES, SACO GRANDE E DO RIO TAVARES.....	11
4.2 CLIMA.....	13
4.3 VENTOS.....	14
4.4 MARÉS.....	15
4.5 SALINIDADE.....	16
4.6 HIDROGRAFIA.....	17
4.7 GEOLOGIA E GEOMORFOLOGIA.....	17
4.8 SÍNTESES ESTRATIGRÁFICAS DA ILHA DE SANTA CATARINA E DOS MANGUEZAIS RIO RATONES, SACO GRANDE, E RIO TAVARES.....	18
4.8.1 UNIDADES GEOLÓGICAS.....	18
4.8.2 UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS.....	20
4.8.3 SEDIMENTOLOGIA DOS MANGUEZAIS.....	23
4.9 FATORES SÓCIO-ECONÔMICOS.....	23
4.10 OS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E DO RIO TAVARES.....	27
4.11 MANGUEZAIS DO RIO RATONES E SACO GRANDE.....	33
4.12 Manguezal do Rio Tavares.....	36
<b>5 BIOGEOGRAFIA</b> .....	41
5.1 DISTRIBUIÇÃO GLOBAL DA DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS.....	41
5.2 DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS SEGUNDO OS GRUPOS ORIENTAIS E OCIDENTAIS.....	44
5.3 DISTRIBUIÇÃO DOS ECOSISTEMAS DOS MANGUEZAIS DA COSTA BRASILEIRA.....	49
5.3.1 LITORAL BRASILEIRO.....	50
5.3.2 LITORAL AMAZÔNICO.....	51
5.3.3 LITORAL NORDESTINO.....	51

5.3.4 LITORAL SUDESTE DO RECÔNCAVO BAIANO E O ESTADO DE SÃO PAULO.....	51
5.3.5 LITORAL SUL.....	52
5.3.6 LITORAL CATARINENSE.....	52
<b>6 PRINCÍPIOS DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, PLANO NACIONAL DE</b>	
<b>GERENCIAMENTO COSTEIRO (PNGC) E LEIS AMBIENTAIS.....</b>	<b>54</b>
6.1 PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO (PNGC).....	58
6.2 GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO (GCI).....	64
6.3 AGENDA 21 LOCAL.....	67
6.4 CONAMA E A POLÍTICA AMBIENTAL.....	71
<b>7 TENSORES NOS MANGUEZAIS.....</b>	<b>73</b>
<b>8 ZONEAMENTO COSTEIRO.....</b>	<b>82</b>
<b>9 SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA.....</b>	<b>91</b>
<b>10 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>105</b>
10.1 MATERIAIS.....	105
10.1.1 FOTOGRAFIAS AÉREAS PANCROMÁTICAS.....	105
10.1.2 BASE CARTOGRÁFICA.....	105
10.1.3 IMAGENS DIGITAIS DOS SATÉLITES SPOT PAN E LANDSAT-5(TM) .....	105
10.2 METODOLOGIA.....	106
10.3 PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS.....	108
10.3.1 DEFINIÇÃO.....	108
<b>11 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>110</b>
11.1 BIOGEOGRAFIA DOS MANGUEZAIS.....	110
11.2 SENSORIAMENTO REMOTO E SIG.....	110
11.2.1 FOTOINTERPRETAÇÃO.....	110
11.2.2. SAÍDA DE CAMPO.....	111
11.3 PROCESSAMENTO DIGITAL E SIG.....	111
11.3.1 POLIGONIZAÇÃO (SIG) E REGISTRO DAS IMAGENS LANDSAT/TM E SPOT/PAN.....	111
11.3.2 TÉCNICAS DE REALCE E CONTRASTE.....	114
11.3.3 REGISTRO.....	115
11.4 FUSÃO.....	116
11.5 CLASSIFICAÇÕES NÃO SUPERVISIONADA E SUPERVISIONADA.....	117
11.6 MANGUEZAL DO RIO RATONES.....	120
11.7 MANGUEZAL DO SACO GRANDE.....	120
11.8 MANGUEZAL DO RIO TAVARES.....	121
11.9 GRÁFICO DAS CURVAS DE REFLECTÂNCIA ESPECTRAIS.....	127
11.10 COEFICIENTES KAPPA PARA O CLASSIFICADOR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA.....	130

11.11 TENSORES E HISTÓRICO DA REDUÇÃO DOS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E RIO TAVARES.....	145
<b>12 PROPOSTAS DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA OS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E DO RIO TAVARES.....</b>	<b>148</b>
12.1 PROPOSTA I.....	149
12.2 PROPOSTA II.....	154
<b>13 CONCLUSÕES .....</b>	<b>157</b>
<b>14 RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>161</b>
<b>15 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>163</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>174</b>

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - REGIÕES DA DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS À NÍVEL GLOBAL.....	42
TABELA 2 - ÁREAS DOS DIFERENTES TIPOS DE FLORESTAS A NÍVEL GLOBAL.....	43
TABELA 3 - GÊNERO E ESPÉCIE DA VEGETAÇÃO DOS MANGUEZAIS.....	45
TABELA 4 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DO GRUPO OCIDENTAL.....	46
TABELA 5 - DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DO GRUPO ORIENTAL.....	47
TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS DO SATÉLITE LANDSAT- 5.....	93
TABELA 7 - CARACTERÍSTICAS DOS SENSORES ÓPTICOS ORBITAIS TM-5 E HVR.....	94
TABELA 8 - TABELA DA CLASSIFICAÇÃO MAXLIKE PARA O MANGUEZAL DO RIO RATONES.....	122
TABELA 9 - TABELA DA VEGETAÇÃO TÍPICA DO MANGUEZAL DO RIO RATONES..	122
TABELA 10 -TABELA DA CLASSIFICAÇÃO MAXLIKE PARA O MANGUEZAL DO SACO GRANDE.....	123
TABELA 11- TABELA DA VEGETAÇÃO TÍPICA DO MANGUEZAL DO SACO GRANDE.....	123
TABELA 12 -TABELA DA CLASSIFICAÇÃO MAXLIKE PARA O MANGUEZAL DO RIO TAVARES.....	124
TABELA13 - TABELA DA VEGETAÇÃO TÍPICA DO MANGUEZAL DO RIO TAVARES..	124
TABELA14 - MATRIZ DE CONFUSÃO (RMS) DA CLASSIFICAÇÃO MAXLIKE OBTIDA DA COMPOSIÇÃO COLORIDA CC_3B5G4R.....	131
TABELA 15- KAPPA ( <i>KAPPA INDEX AGREEMENT-KIA</i> ).....	132
TABELA 16 – HISTÓRICO DA REDUÇÃO DAS ÁREAS DOS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E DO RIO TAVARES EM KM <sup>2</sup> NO PERÍODO DE 1938 A 2000.....	147

## LISTA DE FIGURAS

MAPA 1- <b>ÁREA DE ESTUDO</b> .....	12
FIGURA 2 - <b>MAPA GEOLÓGICO DO MANGUEZAL DO RIO RATONES</b> .....	18
FIGURA 3 - <b>MAPA GEOLÓGICO DO MANGUEZAL DO SACO GRANDE</b> .....	19
FIGURA 4 - <b>MAPA GEOLÓGICO DO MANGUEZAL DO RIO TAVARES</b> .....	19
FIGURA 5- <b>MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MANGUEZAL DO RIO RATONES</b> .....	21
FIGURA 6 - <b>MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MANGUEZAL DO SACO GRANDE</b> .....	22
FIGURA 7 - <b>MAPA GEOMORFOLÓGICO DO MANGUEZAL DO RIO TAVARES</b> .....	23
FIGURA 8- <b>TIPOS FISIAGRÁFICOS DOS SISTEMAS DE MANGUEZAIS</b> .....	29
FIGURA 9- <b>BOSQUES DE <i>AVICENNIA SCHAUERIANA</i></b> .....	29
FIGURA 10- <b>CANAL DO RIO TAVARES: EM PRIMEIRO PLANO TUFO DE <i>SPARTINA ALTERNIFLORA</i>, EM SEGUNDO PLANO <i>LAGUNCULARIA RACEMOSA</i></b> .....	30
FIGURA 11- <b>COLONIZAÇÃO DA ESPÉCIE <i>RHIZOPHORA MANGLE</i></b> .....	30
FIGURA 12- <b>VEGETAÇÃO DE TRANSIÇÃO: <i>ACROSTICHUM DANAEOFOLIUM</i> E BROMÉLIAS FIXADAS EM TRONCOS DE <i>LAGUNCULARIA RACEMOSA</i></b> .....	31
FIGURA 13- <b>MAPA TEXTURAL DOS SEDIMENTOS DO MANGUEZAL DO RIO TAVARES</b> .....	38
FIGURA 14- <b>MAPA DA DISTRIBUIÇÃO GLOBAL DOS MANGUEZAIS</b> .....	45
FIGURA 15 - <b>ÁREAS DA SUPERFÍCIE TERRESTRE</b> .....	54
FIGURA 16- <b>SISTEMA COSTEIRO BRASILEIRO : FASES DE PLANEJAMENTO</b> .....	60
FIGURA 17- <b>PROCESSO DO GERENCIAMENTO COSTEIRO BRASILEIRO – FASES DE PLANEJAMENTO</b> .....	61
FIGURA 18- <b>VARIAÇÃO DA ÁREA FOLIAR DE <i>AVICENNIA SCHAUERIANA</i>, <i>LAGUNCULARIA RACEMOSA</i> E <i>RHIZOPHORA MANGLE</i> NOS MANGUEZAIS DE PALHOÇA E RIO RATONES</b> .....	80
FIGURA 19- <b>CURVA ESPECTRAL MÉDIA DA VEGETAÇÃO FOTOSSINTÉTICAMENTE ATIVA</b> .....	96
FIGURA 20- <b>GRÁFICO DE REFLECTÂNCIA DAS ESPÉCIES <i>RHIZOPHORA</i>, <i>LAGUNCULARIA</i> E <i>AVICENNIA</i></b> .....	99

FIGURA 21 - GRÁFICO DE REFLECTÂNCIA DAS ESPÉCIES <i>RHIZOPHORA</i> , <i>AGUNCULARIA</i> E <i>AVICENNIA</i> SOBRE O SUBSTRATO LODOSO.....	100
FIGURA 22 - GRÁFICO DE REFLECTÂNCIA DAS ESPÉCIES <i>RHIZOPHORA</i> , <i>AGUNCULARIA</i> E <i>AVICENNIA</i> SOBRE O SUBSTRATO AREIA.....	100
FIGURA 23 - MÁSCARA 5 METROS DAS ÁREAS DE ESTUDO (EM VERDE) DOS MANGUEZAIS DO RIO RATONES E SACO GRANDE.....	112
FIGURA 24 - UTILIZAÇÃO DA COTA DE 5 METROS.....	113
FIGURA 25 - IMAGEM CORRIGIDA E REAMOSTRADA COM PIXELS DE 10 METROS PARA OS MANGUEZAIS DO RIO RATONES (1) E SACO GRANDE (2), USANDO AS BASES DE DELIMITAÇÃO DOS PIXELS DE TREINAMENTO DAS CLASSIFICAÇÕES.....	114
FIGURA 26 - IMAGEM CORRIGIDA E REAMOSTRADA COM PIXELS DE 10 METROS PARA OS MANGUEZAIS DO RIO RATONES (1) E SACO GRANDE (2), USANDO AS BASES DE DELIMITAÇÃO DOS PIXELS DE TREINAMENTO DAS CLASSIFICAÇÕES.....	116
FIGURA 27 - HISTOGRAMA DO CANAL B2, PIXELS DA MATA DE RESTINGA MISTURADOS COM OS DE MANGUE ALTO.....	118
FIGURA 28 - HISTOGRAMA DO CANAL B2, PIXELS DA MATA DE RESTINGA MISTURADOS COM OS DE MANGUE ALTO.....	119
FIGURA 29 - CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO MANGUEZAL DO RIO RATONES.....	123
FIGURA 30 - CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO MANGUEZAL DO SACO GRANDE.....	124
FIGURA 31- CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA DO MANGUEZAL DO RIO TAVARES.....	125
FIGURA 32 - GRÁFICO DE ASSINATURA ESPECTRAL DO MANGUE ALTO, MANGUE BAIXO, MATA DE RESTINGA E <i>SPARTINA</i> .....	128
FIGURA 33 - CANAL DNOS (ARTIFICIAL), REVELANDO PROCESSO DE EROÇÃO ÀS MARGENS DO CANAL RETILINIZADO.....	135
FIGURA 34 - DESMATAMENTO EM ÁREA DE MANGUEZAL, FLAGRADO PELA FISCALIZAÇÃO DA FLORAN NO ANO DE 2000.....	138
FIGURA 35 -ALTERAÇÃO DO SUBSTRATO MOSTRANDO INSTALAÇÃO DE VEGETAÇÃO ATÍPICA DE MANGUE TRANSIÇÃO).....	138
FIGURA 36 - ATERRO HIDRÁULICO PARA IMPLANTAÇÃO DA EXPRESSA-SUL, <i>SPARTINA ALTERNIFLORA</i> E <i>AVICENNIA SCHAUERIANA</i> , MANGUEZAL DO RIO TAVARES.....	139



FIGURA 37- DRAGAGEM DE SEDIMENTOS DO BANCO DE BERBIGÃO NO BAIXIO DAS TIPITINGAS, MANGUEZAL DO RIO TAVARES.....	140
FIGURA 38- ÁREAS DE PASTAGEM (HERBEVORIA), SOLO EXPOSTO E VEGETAÇÃO DE TRANSIÇÃO.....	141
FIGURA 39- VISTA AÉREA DO MANGUEZAL DESTACANDO AO FUNDO (EM VERMELHO) LOTEAMENTO DANIELA, DESMATAMENTO, ESTRADAS VICINAIS E RODOVIAS, VEGETAÇÃO TÍPICA DE MANGUE E RESTINGA....	141
FIGURA 40- OBRA DO TREVO CANASVIEIRAS - INGLESES E DA RODOVIA SC - 402 SOBRE O MANGUEZAL DO RIO RATONES.....	142
FIGURA 41- PROCESSO DE URBANIZAÇÃO: ABERTURA DE ESTRADA, SOLO EXPOSTO DESMATAMENTO, MANGUEZAL DO RIO RATONES.....	142
FIGURA 42- ENTRE A VEGETAÇÃO DE MANGUE OBSERVA-SE PRESENÇA DE ESGOTO A CÉU-ABERTO, DEPOSIÇÃO DE LIXO E PRESENÇA DE POSSEIROS.....	143
FIGURA 43- CANAL RATONES. DIQUE DE TERRA PARA CONSTRUÇÃO DA SC-402.....	145
FIGURA 44- CONSTRUÇÃO DAS COMPORTAS C1 E C2 ("BAY PASS") NO MANGUEZAL DO RIO RATONES.....	145
FIGURA 45- VISTA PARCIAL DA BACIA. RATONES/PONTA GROSSA. CRUZAMENTO DA VALA DNOS COM O CANAL PAPAQUARA.....	146
FIGURA 46- CONSTRUÇÃO DO CANAL PAPAQUARA JUNTO À COMPORTA "BY PASS" C1.....	146
FIGURA 47- BERTURA DE CANAL TAJUBA. DETALHE: DRAG-LINE 6-B-100.....	147
FIGURA 48- MAPA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA O MANGUEZAL RIO RATONES.....	154
FIGURA 49- MAPA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA O MANGUEZAL DO SACO GRANDE.....	155
FIGURA 50- MAPA DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA O MANGUEZAL RIO TAVARES.....	156
FIGURA 51- ÁREA DA RESERVA EXTRATIVISTA MARINHA DO PIRAJUBAÉ E O BAIXIO DAS TIPITINGAS.....	184
FIGURA 52- ATERRO HIDRÁULICO PARA IMPLANTAÇÃO DA OBRA DA VIA-EXPRESSA SUL, 1999.....	186
FIGURA 53- DRAGAGEM HIDRÁULICA NO BAIXIO DAS TIPITINGAS, MANGUEZAL DO RIO TAVARES, 1996.....	187

FIGURA 54- SOBREVÔO SOB AS OBRAS DA EXPRESSA SUL EM 2000: NO CENTRO DA FIGURA ATERRO PARA RODOVIA DA EXPRESSA-SUL; AOFUNDO MANGUEZAL DO RIO TAVARES.....	188
FIGURA 55- MANGUEZAL DO RIO RATONES. NO PERFIL A-B OBSERVA-SE: COROA DO BICUDO (COTA ZERO), <i>SPARTINA SP.</i> , <i>AVICENNIA SCHAUERIANA</i> , <i>LAGUNCULARIA RACEMOSA</i> , <i>RHIZOPHORA MANGLE</i> E CANAL.....	189
FIGURA 56- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DA RELAÇÃO ENTRE OS ESPAÇOS IHS E RGB.....	207
FIGURA 57- ESQUEMA DO PROCESSAMENTO DE PIXELS BASEADO NA FUSÃO DAS IMAGENS LANDSAT/TM E SPOT PAN.....	211
FIGURA 58- CONJUNTO DE BANDAS DE UMA IMAGEM OBTIDA ATRAVÉS DE SENSORIAMENTO REMOTO.....	212

## I - INTRODUÇÃO

Os manguezais se distribuem de forma descontínua ao longo dos 6800 km do litoral do Brasil. Desde o Oiapoque, no Estado do Amapá (04° Lat. N), margeando lagunas, estuários e enseadas, até Laguna (28° 30 "Lat. S.) no Estado de Santa Catarina (25°57'e 29°23'L.S; 48°19' e 53°50'L.W), (Schaeffer-Noveli,1989)".

Para atingir padrões de desenvolvimento sustentável na zona costeira do Brasil, através da promulgação da Lei nº 7661/88, instituiu-se o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) que realiza atividades para ordenar o uso e ocupação das áreas costeiras, apoiando zoneamento e monitoramento de diversas áreas, bem como, executando projetos intersetoriais de gestão. A partir das ações acima referidas, organizou-se o Plano Nacional de Unidades de Conservação. Esse Plano engloba a criação e trabalho de mais de quatrocentas (400) unidades de conservação ambiental costeira de âmbito federal.

Ações e programas com objetivo de atingir padrões de desenvolvimento sustentável, para a zona costeira do Brasil, vêm contribuir para a gestão integrada desses ambientes.

O Plano de Manejo Nacional visou dividir a costa em zonas costeiras com o propósito de melhorar as condições sócio-econômicas e culturais da população litorânea e monitorá-las para proteger os recursos naturais.

Em 1988, estudos preliminares efetuados pela Comissão Interministerial para Recursos do Mar (CIRM) do Brasil, direcionou a legislação para o desenvolvimento de um Plano de Manejo Nacional abrangendo nossos 6800 km de linha de costa.

A Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente e Desenvolvimento – ECO 92, aconteceu em 1992 no Rio de Janeiro (Brasil). Este evento foi um marco, pois, reconheceu-se o desenvolvimento sustentável como novo paradigma universal.

Os debates e conclusões da Eco-92 resultaram na aprovação e a adoção oficial do Programa Agenda 21, que provê bases para promoção do desenvolvimento sustentável e para a prática do desenvolvimento em caráter mundial.

O conceito de desenvolvimento sustentável envolve o equilíbrio entre as instâncias ecológicas, econômicas, socioculturais e institucionais.

A preservação da biodiversidade dos manguezais, pode ser avaliada na medida em que se insiram nas atividades e produtos, os danos eventuais ou permanentes causados ao sistema. A importância dos recursos naturais, economicamente valoráveis, tem sido enfatizada nas análises de valoração das funções ecológicas exercidas pelo ecossistema dos manguezais,(MMA,1996).

Tratou-se de um novo momento, em que definiu-se regras e metas bem como, direcionou-se esforços com o objetivo de alcançar, em termos globais, um desenvolvimento responsável para o meio ambiente, onde as ciências e cientistas exerçam um papel fundamental.

Apesar desses esforços, as áreas costeiras por se constituírem em ambientes suscetíveis à ação humana pelas suas características geográficas e cênicas, estão expostas às atividades antrópicas, de cunho social e econômico (SPVS,1992). Essa situação deteriorou a qualidade do ambiente natural e chama a atenção para as condições em que se encontra a Zona Costeira.

Por se tratar de área de transição, onde interagem os elementos de três grandes domínios, continental, atmosférico e marinho, funciona como receptora dos impactos da retroterra.

A degradação nessa área decorre de uma série de impactos ambientais, dentre os quais se destacam aqueles associados a ocupação desordenada, ao uso dos recursos naturais de forma irregular cada vez mais intensa, ameaçando a qualidade ambiental e a manutenção dos estoques em bases sustentáveis, além de alterar a estabilidade da costa.

O Estado de Santa Catarina apresenta uma faixa litorânea de aproximadamente 531 km de extensão, dos quais 17,38% são ocupados por manguezais que se estendem até Laguna (28° 30'S) limite austral desse ecossistema no Atlântico Sul Ocidental, (Schaëffer-Novelli,1995; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE,1997).

Na Ilha de Santa Catarina, situada entre as latitudes 27° 24'S a 27°50'S, 14,7% (Soriano-Sierra,1993), a faixa litorânea é ocupada por manguezais sob

diferentes tipos de unidades de conservação, o manguezal do Ratonés e Saco Grande (Estação Ecológica Carijós- Decreto nº 94.656 de 20.07.87), Rio Tavares (Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé- Decreto nº 533 de 20.05.92), manguezal do Itacorubí e da Tapera, estabelecidos pela Lei 4.771/65 do Código Florestal como Área de Preservação Permanente (APP).

É oportuno recordar que em 1985 a resolução nº 04, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), transformou em Reservas Ecológicas as áreas de preservação permanente, incluindo os manguezais.

Os manguezais são ecossistemas altamente produtivos do ponto de vista ecológico e sócio-econômico. Atuam como criadouros, berçários naturais de inúmeras espécies participando de forma importante na geração, desenvolvimento, manutenção e proteção da fauna e flora que lhe são específicos, bem como da fauna proveniente dos ambientes marinhos.

Estes ecossistemas apresentam variedades de plantas halófitas, animais marinhos e microorganismos, adaptados à influência de marés sob um ambiente dinâmico. São estes fatores que diferenciam os manguezais de outros ecossistemas marinhos.

Além disso, muita comunidade humana provém sua subsistência dos recursos naturais dos manguezais, aí se estabelecendo.

Em muitas partes do mundo, o ecossistema dos manguezais está sendo crescentemente alterado por tensores antrópicos tais como industrialização, expansão urbana, retificação dos cursos dos rios, obras viárias, e poluição pela presença de metais pesados nas águas dos rios que serpenteiam essas regiões.

Os fatores descritos se repetem na maioria dos manguezais - o que também se aplica aos manguezais objeto deste trabalho, e seus recursos ambientais são prejudicados por decisões implementadas sem refletir as conseqüências nocivas aos mesmos, sendo este um problema universal. O desenvolvimento econômico, freqüentemente, desconsidera a conservação e administração, dos recursos naturais em detrimento de suas prioridades.

Em decorrência disso, inúmeras instituições ambientais, organizações governamentais, não-governamentais (ONGs), centros comunitários e núcleos culturais

passaram a se preocupar com a sobrevivência e conservação dos manguezais, através de ações destinadas ao seu uso com finalidade conservacionista e de proteção ambiental.

O único instrumento legal com vistas à preservação dos ecossistemas dos manguezais é a Legislação Ambiental, que por si só vêm comprovar a importância desses ecossistemas.

A política ambiental de Santa Catarina foi definida pela Lei nº 5793 de 15 de outubro de 1980; regulamentada pelo Decreto nº 14250 de 05 de junho de 1981.

Essa legislação pautou o Plano de Gestão da Zona Costeira de Santa Catarina, que tendo como base o documento "Diagnóstico Ambiental do Litoral de Santa Catarina", formulou uma listagem dos problemas da zona costeira que deveria ser objeto de ação dos setores envolvidos no gerenciamento costeiro.

Desencadeado pelas discussões e diretrizes da ECO-92, desenvolveram-se programas regionais. O Programa Agenda 21 local, reflete um consenso mundial, um compromisso político do mais alto nível quanto a cooperação de agentes e entidades engajadas no conceito de desenvolvimento sustentável e meio ambiente.

Essa cooperação deve responder além das circunstâncias e vulnerabilidades especiais dos países em desenvolvimento mediante critérios especiais e específicos. As atividades costeiras de forma sustentável evoluem em torno da identificação dos recursos, de sua exploração, da gerência ambiental, dos serviços e do reconhecimento de sua importância.

A Ilha de Santa Catarina propicia o desenvolvimento de manguezais, devido a presença de correntes marinhas quentes, que são típicas de regiões que se situam até latitudes 29°S e por ambientes de origem marinha, ou seja, antigos fundos de lagoa ou baía, caracterizados como uma regressão do nível do mar, periodizada nos últimos 7 mil anos, (Vilwock, 1987; Suguio & Martin, 1987; Panitz, 1992, 1997).

Os manguezais da Ilha de Santa Catarina encontram-se dentro e próximos do perímetro urbano da cidade de Florianópolis propiciando conflito de usos tais como, a construção de diversos canais de drenagem, visando impedir as entradas das águas das marés para eliminar a área pantanosa, aterros, descarga de efluentes, depósitos

de lixo, tanques para maricultura, construção de rodovias nas áreas dos manguezais, } PB  
queimadas para lavouras e desmatamentos.

Nos manguezais do Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, objeto deste estudo, que atualmente cobrem uma área de apenas 18,19 km<sup>2</sup>, identificou-se a ação de tensores que interferem consideravelmente sobre os fluxos energéticos primários e secundários comprometendo sua biodiversidade.

O patrimônio étnico, cultural e natural desses manguezais, encontra-se seriamente ameaçado, sobretudo, devido às pressões exercidas pela expansão urbana e pelo incremento das atividades do turismo predatório, atividades de transportes, das migrações campo-cidade e da especulação imobiliária.

A complexidade e variedade desses ecossistemas, associado ao conhecimento insuficiente de seus recursos naturais e socioeconômicos dificulta o processo de gestão. Trata-se de áreas de elevada vulnerabilidade, por isso, mais susceptíveis à intensa dinâmica a que estão submetidas, e são potencializadas pela ação antrópica que acelera a degradação ambiental, comprometendo a biodiversidade e a qualidade de vida com perdas econômicas e sociais (SPVS, 1992).

Diante desta realidade de informações, fica evidente a necessidade de práticas mais sensatas na gerência ambiental, pois agora é possível visualizar conseqüências da sucessão natural e de ações humanas sobre o espaço e o tempo dos ecossistemas dos manguezais.

Ironicamente, uma visão tão ampliada gera também super capacidade que pode conduzir ao abuso e ao emprego errado da potência tecnológica se não for controlada judiciosamente. Conseqüentemente, a sabedoria exige aplicações responsáveis e regulamentos consolidados com vista a proteção de interesses ambientais vindouros.

Essa percepção fornece uma estrutura de julgamento para práticas sensatas nas ações referétes aos ecossistemas dos manguezais no contexto da capacidade gerada pela tecnologia do sensoriamento remoto e dos sistemas geográficos de informação, de modo que o gerenciamento desses ecossistemas esteja baseado nos princípios da sustentabilidade.

Quando se debate a importância da utilização do Sensoriamento Remoto nas práticas costeiras as duas características gerais que devem ser consideradas são o espaço e o tempo. Primeiramente, porque o Sensoriamento Remoto pode detectar qualquer característica específica de uma atividade que é geograficamente ampla. Em segundo lugar, porque pode detectar o componente de tempo dessa atividade, desde que esta seja repetitiva, (CSI, 1999).

O Sensoriamento Remoto tem uma aplicação direta em estudos, relatórios e monitoramento dos ecossistemas dos manguezais, através da precisão da dinâmica dos processos responsáveis pela evolução desses ambientes costeiros.

Especificamente para os ecossistemas dos manguezais, as espécies de mangues que o habitam formam associações relativamente homogêneas sobre as imagens de satélites sendo possível determinar os seus comportamentos espectrais.

Portanto a separabilidade das três espécies de típicas de mangue, a *Avicennia schaueriana*, a *Laguncularia racemosa* e a *Rhizophora mangle* que compõem os manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, está diretamente relacionada aos processos fisiológicos que condicionam a morfologia das copas como superfície refletora do fluxo das radiações solares, e seus componentes hidrológicos.

O posicionamento dos mangues sobre um relevo de aspecto quase plano, influencia numa resposta espectral diferenciada com relação a outras espécies vegetais encontradas nos manguezais. Outro fator característico na reflectância das espécies típicas dos manguezais é o substrato que é predominantemente orgânico, apresentando uma resposta espectral característica deste meio ambiente.

A precisão alcançada com a utilização da tecnologia de Sensoriamento Remoto e SIG, permitiu avaliar a qualidade dos manguezais, detectando os principais tensores, os conflitos de uso, bem como o estado atual da formação vegetal, resultando em mapas temáticos de classificação.

Com a finalidade de otimizar o uso dos recursos naturais dos manguezais, de acordo com os resultados acima citados, propõe-se um plano de zoneamento ambiental adequado ao gerenciamento dos manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, com vistas à proteção da biodiversidade local e a manutenção da



qualidade do “habitat”, considerando a compatibilização dessas medidas com as atividades socioeconômicas atualmente presentes nesses ecossistemas.

## **II - OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo Geral:**

- Propor o Zoneamento Ambiental dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares, Florianópolis-SC, através das técnicas de geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG), como subsídio a um futuro Plano de Manejo subsidiando o Programa de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina (GERCO/SC).

### **2.2 - Objetivos Específicos:**

1. Elaborar mapas temáticos para os manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares.
2. Caracterizar o estado atual dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares.
3. Identificar e classificar as diversas tipologias vegetacionais e usos do solo dos ecossistemas dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares.
4. Identificar e quantificar os tensores antrópicos dos manguezais em estudo.

### III - JUSTIFICATIVA

O manguezal é um dos ecossistemas mais importantes das regiões tropicais e subtropicais, mas também é um dos mais vulneráveis considerando suas características especiais.

Não degradado, ele exerce o equilíbrio bio-ecológico das regiões próximas. Mesmo com sua importância evidenciada, quase nunca os manguezais são preservados.

Classificados como Áreas de Proteção Permanentes (APP), incluídos em dispositivos constitucionais e infraconstitucionais (Panitz,1999), estão sujeitos a exploração de seus recursos naturais como a pesca artesanal, não seletiva. Tudo isso culmina em desastres como regressão e até eliminação desses ecossistemas.

Podemos citar como exemplo dos que se enquadram nessa situação, a Estação Ecológica dos Carijós, onde estão os manguezais de Ratonés e Saco Grande e a Estação Extrativista do Rio Tavares.

A complexidade ambiental dos manguezais, e os conflitos de interesses dos diversos setores da sociedade tornaram primordial conhecimento amplo dos seus recursos, a compreensão dos mecanismos ambientais, bem como os mecanismos de interação que os regem.

A fim de compatibilizar a preservação dos ecossistemas protegidos, com a utilização dos benefícios deles advindos, serão elaborados projetos das diretrizes visando um manejo ecológico adequado e que constituirão o Plano de Manejo.

Entende-se por Plano de Manejo o projeto dinâmico que, utilizando técnicas de planejamento ecológico, determine o zoneamento de um Parque Nacional, caracterizando cada uma das suas zonas e propondo seu desenvolvimento físico, de acordo com suas finalidades (IBDF, 1998).

Para alcançar os objetivos acima se precisa usar integradamente conceitos e metodologias das ciências biológicas, ecológicas, geomorfológicas, hidrológicas e geológicas, entre outras, sob a ótica da interdisciplinaridade.

Materiais e métodos modernizados, ampliaram muito as condições para visualizar e operacionalizar as conseqüências da sucessão natural, bem como suas influências no tempo e no espaço do meio ambiente.

Um dos aspectos desse novo poder tecnológico para práticas ambientais

no contexto de identificar, gerenciar, monitorar, dentro de princípios de sustentabilidade tem como instrumento a aplicação de técnicas de Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG's).

A grande extensão geográfica do litoral brasileiro, associada à complexidade dos ecossistemas que o compõe, requerem o uso de tecnologias de ponta no levantamento/monitoramento dos recursos naturais existentes, para promover a racionalização de sua utilização e assegurar seu desenvolvimento sustentável.

O uso do Sensoriamento Remoto permite primeiramente descobrir qualquer caráter específico de uma atividade geograficamente extensa. Secundariamente, pode-se obter dados sinópticos e repetitivos, avaliando assim os componentes de tempo e de espaço das atividades impactantes sob as mais diversas áreas incluindo os manguezais.

Sensoriamento Remoto e geoprocessamento constituem técnicas freqüentemente empregadas em estudos dos manguezais. Através destas técnicas, estes ecossistemas do litoral brasileiro, vem sendo objeto de mapeamentos, e monitoramentos ambientais.

O Sensoriamento Remoto e SIG's têm aplicação direta na coleta de informações de forma precisa, através do imageamento dos ecossistemas costeiros que permitem fazer um diagnóstico confiável a partir de sua interpretação indicando assim as ações corretas no trato das áreas estudadas.

## IV - ÁREAS DE ESTUDO

### 4.1 - Localização e Características Gerais da Ilha de Santa Catarina e dos Manguezais Rio Ratonos, Saco Grande e do Rio Tavares

A Ilha de Santa Catarina situa-se entre as coordenadas 27°22'S e 27°50' Latitude Sul, e entre os meridianos de 48°25' e 48°35' Longitude Oeste de Greenwich, estendendo-se paralelamente ao litoral continental na porção mediana a Costa Catarinense. De forma alongada no sentido Norte - Sul, com 53 km de extensão e 18 km de largura máxima, sua área total é de 410 km<sup>2</sup> (Cruz, 1998) (MAPA 1).

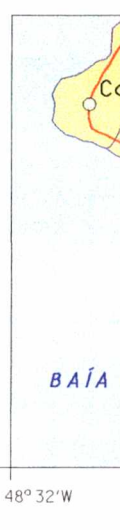
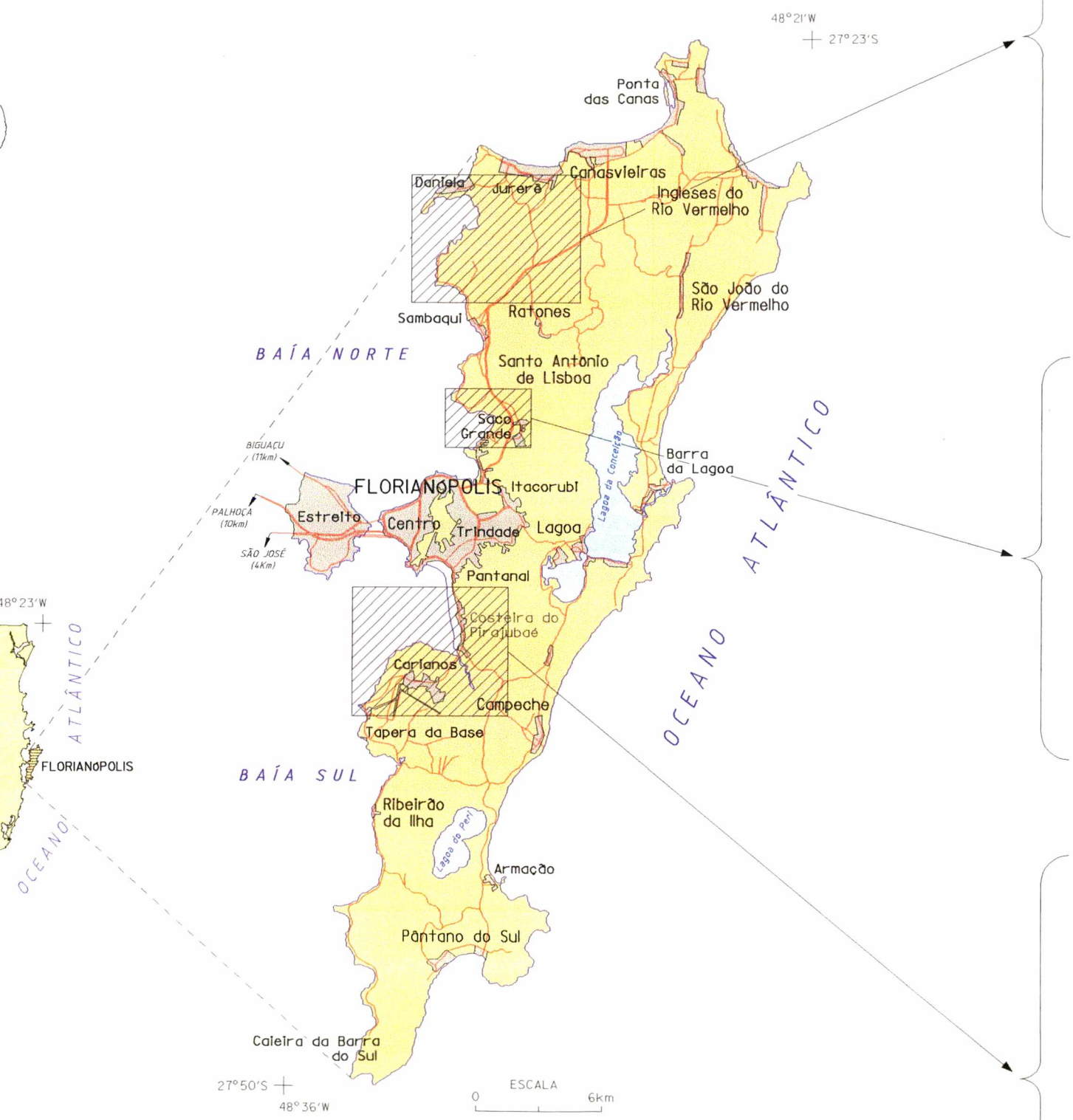
Nesse ambiente insular localiza-se a cidade de Florianópolis, capital do Estado de Santa Catarina. A Oeste da ilha, em contato com as águas de enseadas e de bacias fluviais, encontram-se as planícies costeiras preferencialmente arenosas fluviomarinhas. Estas são muitas vezes seguidas por planícies de marés, que tem como principal característica, a presença de um solo tipo vasoso, rico em matéria orgânica, que propicia o desenvolvimento de uma vegetação típica de mangue, cuja composição varia em função da distribuição geográfica.

A sua localização revela as condições nas quais melhor se desenvolvem, isto é, em ambientes onde há pouca declividade do fundo oceânico, o que facilita o ingresso da água salgada associada a baixos níveis de energia cinética.

A face Leste, expostas ao mar aberto, às ondas oceânicas, e aos ventos prevalecentes e predominantes, encontrando-se planícies margeadas por praias extensas e cordões arenosos.

Na ilha, o maciço costeiro alonga-se em uma dorsal central, com altitude máxima de 519m no morro do Ribeirão, transpondo a Ilha nos sentidos de SSW a NNE, Juntos as planícies costeiras as quais são drenadas pelas bacias fluviais que deságuam em estuários.

**MEZAJIS DO AVARES**



**CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS**

	Manguezal
	Area Urbanizada
	Rodovia Pavimentada Dupla
	Rodovia Pavimentada
	Curso d'Água

Uma abordagem sobre um determinado ambiente costeiro para inferi-lo como um ambiente condicionado à sua própria localização geográfica, exige o conhecimento dos parâmetros climáticos, fatores geológicos e geomorfológicos. As zonas costeiras tropicais e subtropicais, estão sujeitas aos processos de erosão e acumulação, com alta produção de sedimentos argilosos, arenosos e siltosos, contribuindo na dinâmica da morfologia costeira.

#### 4.2 - Clima

Por situar-se na Zona Subtropical Sul, o clima da Ilha de Santa Catarina é controlado por massas de ar de origem tropical e polar marítima, ou o Anticiclone do Atlântico Sul e o Anticiclone Móvel Polar (Strahler, 1997). Estas características servem para classificá-las como sendo do tipo “\*Cfa” isto é, “clima subtropical úmido sem estação seca e com verão quente” (Kóppen, 1948). Na classificação climática de Strahler (1994), Santa Catarina também se enquadra no grupo II, indicando “clima marítimo das costas ocidentais dos continentes, típico de latitudes médias e controladas pelas massas de ar tropicais e polares”. As estações são bem caracterizadas, com verões e invernos amenos, sendo o outono e a primavera de características semelhantes.

Segundo Freysleben (1979), a Ilha de Santa Catarina está sob a atuação da Massa Tropical Atlântica (mTA), que ocorre todo ano, com incidência de 80% nas estações de primavera e verão. A atuação da Massa Polar Atlântica (mPA), ocorre principalmente nas estações de outono e inverno e sua incidência é de 20%.

Nimer (1977) afirma que o clima da região sul, todos os meses do ano apresenta temperatura média mensal superior à 15°C.

Para Hermann et al. (1986), segundo os critérios de Köppen (1948), a classificação climática para a Ilha de Santa Catarina é do tipo Cfa, situada em zona intermediária subtropical, pertencente ao grupo Mesotérmico Úmido, com chuvas distribuídas uniformemente durante todo o ano, com temperaturas médias do mês mais frio entre as isotermas 18°C a -3°C e do mês mais quente superior a 22°C, e úmido o ano todo. De um modo geral, a temperatura está estreitamente condicionada a maritimidade, a latitude e principalmente ao relevo.

Porto Filho (1993) baseado na análise de dados climáticos no período de 1962 a 1992, constata que períodos atípicos são pouco freqüentes, tendo determinado médias mensais de 23,46°C no período de verão e médias mensais

de 16,75°C nos períodos de primavera e outono, as médias mensais tiveram variações entre 19,57°C e 20,58°C.

Segundo dados obtidos na estação meteorológica localizada no Centro-Sul da Ilha, Aeroporto – Destacamento de Proteção ao Vôo (DPV-FI), os mais altos índices pluviométricos e o maior número de dias de chuva ocorrem em geral nos meses de verão quando, (Monteiro e Furtado, 1995 in Cruz, 1998).

Devido às massas polares estarem nesta época do ano mais enfraquecidas e mais distantes do Sul Continental, que se expandem para leste atingindo a Região Sul. Em consequência, a massa Equatorial Continental também desloca-se para a mesma região.

Normalmente as chuvas diminuem bastante nos meses de junho a agosto. Essa variabilidade depende da dinâmica das massas de ar, das frentes, dos fenômenos convectivos, assim como de El Niño, La Niña e do balanço entre água oceânica e continental.

#### **4.3 - Ventos**

A faixa costeira está sujeita à variabilidade dos ventos com respeito tanto à direção quanto a intensidade. Segundo GAPLAN (1986), a ação dos ventos desempenha importante papel no clima local por mudarem subitamente as temperaturas, os quais são: os do quadrante Nordeste (NE) e dos quadrantes Norte (N), seguida os de quadrante Sul (S).

Segundo observações dos autores Freysleben (1979), Hermann et al. (1987) e Porto Filho (1993), os ventos predominantes são os de quadrante Norte (N), seguidos pelo quadrante Sudeste (SE), Sul (S), Nordeste (NE), Noroeste (NW) e Sudoeste (SW), sendo porém, registrados com maiores frequências tanto sazonalmente como anualmente, os ventos de quadrante Norte (N) e Nordeste (NE), seguidos dos ventos de quadrantes Sul (S) e Sudeste (SE). Segundo Nimer (1979), os ventos do quadrante N, NE e NO são predominantes em especial durante a primavera e o verão. No outono e inverno, entretanto, os ventos sopram mais freqüentemente do quadrante S, SE e SO.



#### 4.4 - Marés

Segundo dados obtidos das tábuas de marés elaboradas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN - Ministério da Marinha) no Rio de Janeiro, a Ilha caracteriza-se por micromarés, isto é, não chegam a atingir 2m de amplitude em média. Dados do marégrafo instalado na baía Norte durante os anos de 1930 até 1969, revelou um rebaixamento do nível marinho, atribuindo essa descida à fase de assoreamento nas duas baías (Cruz, 1998).

As marés de Florianópolis estão submetidas a um regime de maré semidiurno, levando aproximadamente 12 e meia horas para completar o ciclo de enchente, isto é, preamar, vazante e baixa-mar. A amplitude média é de 0.52m, e o promédio das marés é de 0.73m.

Em 1990 a partir da instalação provisória de uma régua de maré na face oeste da Ilha Anhatomirim, foi iniciado uma nova campanha de coletas de dados com o intuito de dar continuidade aos estudos anteriores. Infelizmente ocorreram inúmeras deficiências, tanto nos registros dos dados, como na conservação da régua, o que abrigou o abandono da pesquisa (Cruz, *op cit.*).

A ação das marés, segundo Kuenzler (1969), é um fator importante na caracterização florística dos manguezais porque elas carregam água salgada até o estuário, em direção oposta ao fluxo de água doce.

O retorno periódico das marés mantém o solo saturado de água, o que contribui para sua natureza anaeróbica, e geralmente é duas vezes coberto e duas vezes abandonado pela maré no período de 24 horas.

As marés representam subsídios de energia, ou seja, nutrientes, matéria orgânica que são aproveitados pela vegetação e transformados em biomassa, em características estruturais (altura, diametro a altura do peito, área basal).

A extensão dos manguezais pode variar conforme a amplitude de maré, quanto maior for a amplitude, maior serão as superfícies desses ecossistemas. A altura da maré também vai determinar um tipo de topografia, uma microtopografia denominada de terraço, no qual se desenvolvem as principais componentes dos manguezais.

De acordo com Lugo & Snedaker, 1974 in Silva (1880), os rios e canais dos manguezais apresentam-se de forma meandrante, favorecendo assim o escoamento lento das águas terrígenas para a zona estuarina. Portanto, modificações nos leitos desses rios, ocasionam desvio da carga de sedimentos e

redistribui sobre o substrato do manguezal, sendo os detritos das vasas incorporados ao solo e as plantas. O fluxo e refluxo diário das correntes de marés no estuário têm a propriedade de produzir a troca necessária de materiais entre a água e substrato.

As marés são os mecanismos principais que causam a incursão de águas salgadas para o interior da costa. Sendo portanto, o mecanismo que torna o substrato adequado para a colonização das espécies dos mangues. As intrusões periódicas, por sua vez, excluem destes terrenos as plantas desprovidas de adaptações tolerantes a salinidade. Pode-se afirmar então que, o limite dos manguezais coincide com a distância máxima da amplitude das marés, (Cintron *et.al* 1983).

Soriano–Sierra *et.al.* (1998), ao estudarem os aspectos ecológicos do Manguezal de Itacorubí ,Ilha de Santa Catarina, concluíram que o nível médio da maré é de 0.63m sendo a frequência de inundações no substrato, é de 512 vezes por ano, o que corresponde a uma inundação completa a cada 17.1 horas regulares.

#### **4.5 - Salinidade**

A principal consequência dos efeitos das marés é a salinidade, que também está relacionada com os sedimentos de água doce e com a abundância e distribuição anual das precipitações. West (1977), considera que os mais elevados valores das concentrações salinas se encontram nas seções do manguezal mais distantes do mar. O teor de salinidade pode obter variações diurnas de 20‰ a 30‰, e até mesmo de 260‰ a 280‰, Lacerda (1984). A salinidade é considerada como um fator de competição entre as formações vegetais, que mantém o equilíbrio osmótico com o meio externo.

Panier (1976), sugere que a vegetação de mangues se desenvolve melhor em ambientes de baixas concentrações salinas. De uma maneira geral pode-se dizer que as espécies de mangue são halofitas facultativas, com alta tolerância a ambientes salinos.

#### 4.6 - Hidrografia

É sugerido nas literaturas especializadas que, para o conhecimento da estrutura e funcionamento de um determinado ecossistema, é importante analisar a sua interação com a bacia hidrográfica.

A hidrografia do Estado de Santa Catarina é representado por dois sistemas, o sistema da vertente do interior (Bacia do Prata), formada pelos rios Paraguai e Uruguai; e o sistema de vertente do Atlântico (Litoral de Santa Catarina) incluindo a Ilha de Florianópolis, formada por várias bacias isoladas (SEPLAN, 1991).

#### 4.7 - Geologia e Geomorfologia

Segundo Suguio (1992) a Ilha de Santa Catarina, bem como as demais Ilhas adjacentes, representam ilhas tipicamente interiores, isto é, sua geologia está relacionada com os tipos geológicos continentais com os quais se mantiveram unidades durante o período em que o nível médio do mar esteve em posição abaixo do atual.

A característica marcante da Ilha de Santa Catarina, é a variedade de paisagens geográficas, onde seus ecossistemas costeiros, são representados por sistemas de dunas, praias, costões rochosos, lagoas costeiras e zonas de manguezais.

Os tipos litológicos do Escudo Catarinense, Planalto da Serra Geral e os sedimentos da Planície Costeira, constituem nos domínios geológicos e geomorfológicos principais da Ilha de Santa Catarina.

Segundo Hern *et al.* (1998) estão representados por maciços rochosos interligados por áreas planas de sedimentação costeiras. Os maciços encaixam-se no contexto do soerguimento da Serra do Mar, que estende-se desde o sul do Estado de Santa Catarina até o norte do Rio de Janeiro. Na Ilha, as altitudes variam de 180 a 519m, tendo como pontos culminantes o Morro da Costa da Lagoa (493m.) ao norte e ao sul o Morro do Ribeirão (9m.).

#### 4.8- Sínteses estratigráficas da Ilha de Santa Catarina e dos Manguezais Rio Ratonos, Saco Grande, e Rio Tavares

##### 4.8.1 - Unidades Geológicas

Segundo Zanini *et al.* (1991) e Caruso JR. (1993) as principais unidades geológicas da Ilha de Santa Catarina que abrangem os Manguezais são: FIGURAS 2, 3 e 4.

- Granitóide Paulo Lopes: os principais afloramentos deste granitóide ocorrem em promontórios isolados na porção nordeste da Ilha, ponta dos Ingleses e das Aranhas.
- Granitóide São Pedro de Alcântara: esta ocorrência foi registrada a partir das descrições de afloramentos localizados na região do Tavares e ao sul da Lagoa da Conceição.
- Granito Ilha: a maior parcela de rochas da Ilha e de algumas ilhas oceânicas próximas. É constituído por monzogranitos a biotita. Apresentam vários tipos aplíticos, que em forma de diques cortam os riolitos ou eventualmente os recobrem.
- Granito Itacorubi (Suite Vulcano-Plutônica Cambirela – Magmatismo pós-tectônico): este riolito é a rocha vulconogênica genética e temporalmente relacionada ao Granito Itacorubi. Sua ocorrência mais significativa dá-se na região sul da Ilha, principalmente entre o Ribeirão da Ilha, Pântano do Sul, Armação, Campeche e Ratonos Formação Serra Geral, está representada na Ilha por diques de diabásio de espessuras e comprimentos variados, ecaixados nos granitóides preenchendo falhas e fraturas de direção preferencial N30° e 60°E.

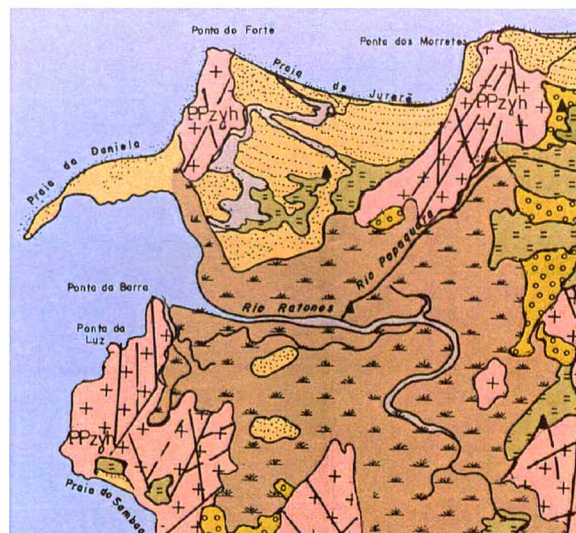


FIGURA 2 – Mapa Geológico do Manguezal do Rio Ratonos  
Fonte: Adaptado de Caruso Junior & João Awdziej (1993),



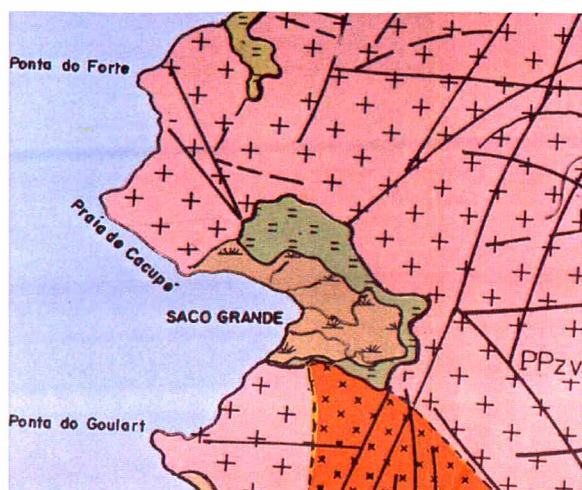


FIGURA 3 – Mapa Geológico do Manguezal do Saco Grande  
Fonte: Adaptado de Caruso Junior & João Awdziej (1993)

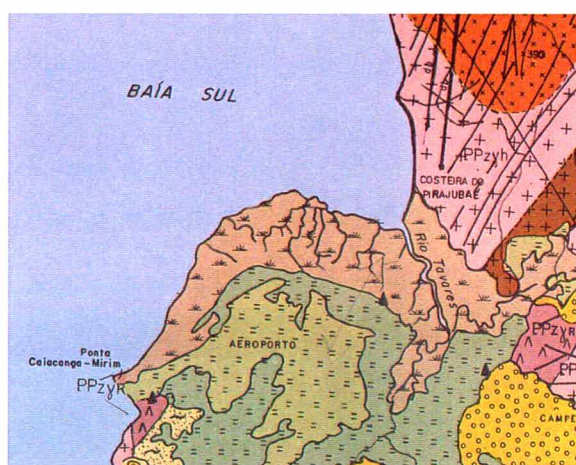


FIGURA 4 – Mapa Geológico do Manguezal do Rio Tavares  
Fonte: Adaptado de Caruso Junior & João Awdziej (1993)

### Legenda dos Mapas Geológicas dos Manguezais do Rio Ratoes, Saco Grande e Rio Tavares:

#### HOLOCENO



**DEPÓSITOS DE MANGUEZAIS** – Constituídos por sedimentos finos, ricos em matéria orgânica, e representado por espécies típicas de Dicotiledôneas, gramíneas e diversos tipos de algas.



**DEPÓSITOS PALUDIAIS E/OU TURFÁCEOS** – Situados nas depressões que separam os cordões litorâneos, têm características paludiais nas zonas semi-alagadas e ocorrem como turfas quando sob o cordão externo. Representam zonas paleolacunares.

#### HOLOCENO E/OU PLEISTOCENO



**DEPÓSITOS TRANSICIONAIS LAGUNARES** – São depósitos de características lagunares, em função de uma temporária oscilação positiva do nível relativo do mar. Em função da porcentagem de finos podem ser diferenciados em areno-siltosos ou silto-arenosos.



**DEPÓSITOS MARINHOS PRAIAS** – Dois cordões litorâneos à este depósito foram individualizados. Cordão externo de idade holocênica, é constituído por areias esbranquiçadas, e o cordão interno de idade inferida pleistocênica constitui-se em areias de cor amarronzada.

#### PROTEROZÓICO SUPERIOR – PÓS-TECTÔNICO



**GRANITO ITACORUBI** – Monzogranitos a sienogranitos, com granulometria regular fina. Coloração cinza claro, com tons avermelhados.



**GRANITO ILHA** – Monzogranito a biotita. Texturas geralmente heterogranulares. Coloração cinza rosada.

#### 4.8.2- Unidades Geomorfológicas

Conforme Herz (1991) estudos geomorfológicos e sedimentares têm uma valiosa contribuição para o conhecimento da evolução das planícies sedimentares de origem marinha, fluvio-marinha e lagunar que abrigam os manguezais, ver FIGURAS 5, 6 e 7.

Neste propósito entende-se que a vegetação instala-se em ambientes de baixa energia, com uma microestrutura topográfica e com acúmulos de material orgânico e argiloso, de clima quente e úmido, desenvolvendo um substrato apropriado à distribuição de espécies vegetais resistentes as salinidades.

Depósitos Quaternários, depósitos de encostas, apresentam-se em forma de rampas moldadas nas encostas dos morros. Estão constituídos por sedimentos de origem continental, por vezes por contribuição fluvial, compostos por granulometria grosseira com seixos esparsos e matriz siltico-argilosa.

**Depósitos marinhos pleistocênicos** apresentam areias quartzosas de granulação média a grossa, com percentagem de silte. Na borda leste da Ilha, este cordão litorâneo faz contato, com zonas paleolagunares. Do lado contrário, faz contato com complexo cristalino ou corpos lagunares atuais. No setor oeste, remanescentes destes depósitos são observados nas proximidades das encostas, de **manguezais** e de zonas transicionais lagunares.

Depósitos marinhos praias holocênicos, margeiam a borda leste da Ilha, caracterizam-se pela presença de uma depressão situada intra-cordões. Esta depressão, ocorre geralmente associada a depósitos de turfas e apresentam-se na forma de praias ancoradas em costões rochosos. Na borda leste da Ilha, onde estão melhor representados são nas praias do Santinho, Ingleses, Moçambique, Barra, Galheta, Mole, Joaquina, Morro das Pedras, Lagoinha, Armação, Matadeiro, Lagoinha do Leste e Pântano do Sul.

Os depósitos lagunares estão representados pelas Lagoas da Conceição e Peri. Apresentam sedimentação de fundo, conhecidos por sedimentação lagunar, de forma que a distribuição destes são sedimentos arenosos nas partes marginais e siltosas nas partes mais centrais e profundas.

Os depósitos eólicos atuais holocênicos, são compostos por areias quartzosas de granulometria fina a média, por vezes representando estruturas sedimentares relacionadas à atividade eólicas. Dois campos de dunas relacionadas



a estes depósitos se destacam na Ilha: o das Aranhas e o da Joaquina.

Os depósitos de manguezais, são constituídos por sedimentos finos ricos em matéria orgânica e por diversificada vegetação representada por espécies típicas de dicotiledôneas, gramíneas e diversas espécies de algas. Ocorrem no lado oeste da Ilha, nas proximidades do Aeroporto de Florianópolis, no setor do Itacorubi, Saco Grande e na setor nordeste englobando as localidades de Ratonés e Pontal da Daniela.

Esse setor é a de maior expressão areal, iniciando-se na Ponta da barra do Sambaqui estendendo-se em direção leste, onde contorna o cristalino e redireciona-se para oeste até desaparecer nas imediações da praia da Daniela.

Os solos dos manguezais possuem características altamente variáveis de acordo com a origem das rochas. Os sedimentos podem ser, autóctones, formados por agentes orgânicos e os alóctones formados pelos solos aluviais e coluviais.

As características dos sedimentos são também modificadas pela própria vegetação. Os manguezais produzem uma alta quantidade de matéria orgânica que contribuem para a formação do solo. Os solos formadores das planícies onde localizam-se os manguezais da Ilha de Santa Catarina, se originam por erosão dos solos formados pelo processo de meteorização do complexo cristalino, por sedimentos marinhos depositados pelos avanços e recuos do nível do mar durante os últimos 120 mil anos (Suguo & Martin, 1987) e da decomposição de matéria orgânica provenientes das espécies típicas destes ecossistemas.

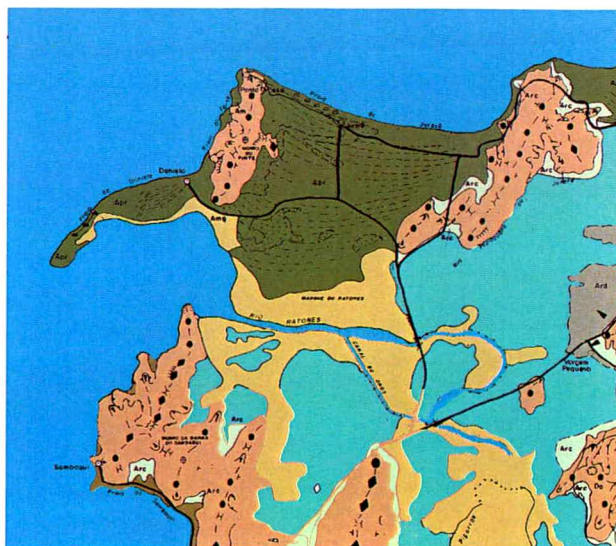


FIGURA 5 – Mapa Geomorfológico do Manguezal do Rio Ratonés  
Fonte: Adaptado de IBGE/IPUF (1990)

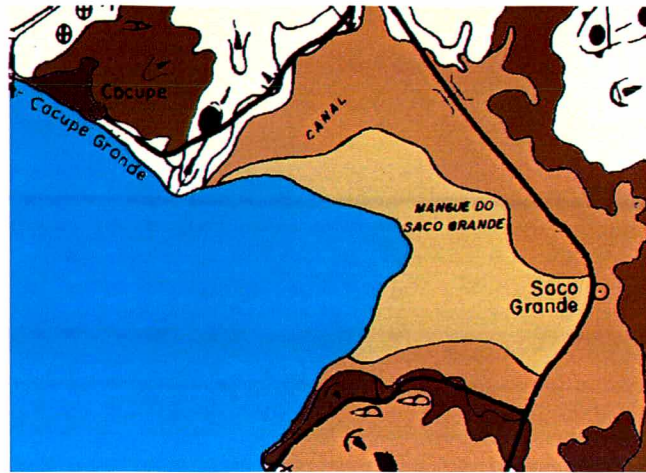


FIGURA 6 – Mapa Geomorfológico do Manguezal do Saco Grande  
Fonte: Adaptado de IRGF/IPUF (1990)

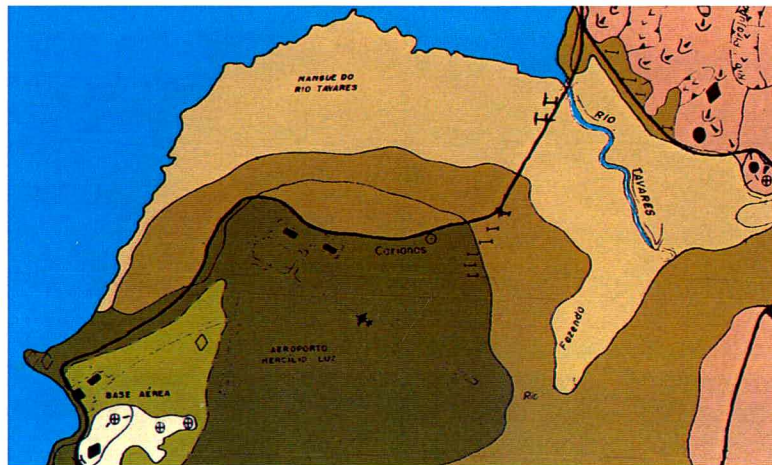


FIGURA 7 – Mapa Geomorfológico do Manguezal do Rio Tavares  
Fonte: Adaptado de IBGE/IPUF (1990)

Legenda dos Mapas Geomorfológicos dos Manguezais do Ratores, Saco Grande da Tapera e do Rio Tavares:

- Planície de Maré
- Planície de Restinga
- Em morraria (outeiro)
- Rampas Colúvio-Eluvionais
- Rampas de Dissipação
- Planície Lacustre
- Planície Marinha



#### 4.8.3 - Sedimentologia dos Manguezais

Estudos sedimentológicos dos Manguezais revelaram que existe uma variação do tamanho médio dos grãos de silte e argila, nas áreas que estão fortemente influenciadas pelas marés, cujas partículas estão em permanente estágio de aporte de deposição. Em áreas pouco influenciadas pela hidrodinâmica observa-se que a granulometria é de sedimentos de texturas relativamente grosseiras, cujas partículas estão sob influência aluvial e fluvial, onde os rios e as águas das chuvas promovem um processo erosivo, transportando os grãos finos para o interior do manguezal, deixando depositado o material grosseiro, isto é, areia muito fina e fina, geralmente em áreas de transição do manguezal do Itacorubí, (Panitz, 1986; Soriano-Sierra, 1986), e do Rio Tavares (Oliveira, 1997).

Nos manguezais pesquisados, os dados estatísticos obtidos pelas análises de sedimentos e análises dos teores de matéria orgânica, mostram que a adaptação das espécies de mangue está diretamente relacionada à estes aspectos estruturais. Em áreas com maior acumulação de matéria orgânica, sedimentos de granulometria grosseira, com predominância de areia e baixa percentagem de lama, a vegetação é de transição e eventualmente, esparsos exemplares de *Rhizophora mangle*, (Panitz, 1986; Soriano-Sierra, 1986; Silva, 1990; Panitz, 1993; Oliveira, 1997).

Para as demais áreas dos manguezais, com texturas altas de silte e argila, com pouca ou nenhuma presença de areia e com teor de matéria orgânica em média de 14%, encontram-se as espécies típicas de manguezais com *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*.

#### 4.9 – Fatores Sócio-Econômicos

Florianópolis é caracterizada como uma cidade terciária, isto é, tem uma economia que é representada por atividades agrícolas, industriais e de prestação de serviços.

A cidade de Florianópolis, como centro administrativo do governo estadual agrega as sedes dos órgãos públicos: TELESC, CELESC, FATMA, IPUF, BESC, acumulando também órgãos do governo federal: ELETROSUL, UFSC, IBAMA, IBGE. Desta forma, na função de capital, não se restringe apenas a geração de empregos diretos mas estimula também o setor secundário principalmente nas

indústrias de vestiário, microinformática, imobiliário, indústrias de alimentos (Lago, 1996).

A atividade turística, no contexto social, cultural e econômico é inegavelmente de grande importância. É geradora de incremento cultural no que tange a mescla de diversas características regionais, nacionais e internacionais, bem como é fonte de lucros e empregos, que respondem muitas vezes como base da economia das áreas litorâneas. Constata-se, portanto, que o crescimento populacional vem se fazendo de forma heterogênea nas zonas costeiras, aumentando a pressão sobre os seus recursos naturais, assim como aumenta os riscos de sua degradação.

O uso dos recursos dos manguezais está ligado aos bens e serviços que deles provêm. Assim, o uso e os valores dos manguezais é uma combinação, do ambiente e dos padrões de exploração humana. Por exemplo, uma das atividades abrangidas é a "cata do berbigão", este um importante recurso tanto para subsistência da população local como de valor comercial.

A cidade de Florianópolis por sua beleza natural, seu cenário cênico memorável, suas raízes açorianas ainda muito fortes, tem mantido um ritmo considerável da contingência turística. A enorme variedade de ambientes de alto valor paisagístico, bem como a potencialidade de seus recursos naturais estimulou o "surto" de desenvolvimento que atingiu a região a partir da década de 70. Ao mesmo tempo acarretou graves problemas relacionados principalmente ao uso do solo colocando em risco a qualidade ambiental.

Segundo Grasso (1995) as comunidades ribeirinhas mantêm relação de grande dependência com os recursos oferecidos pelos manguezais. A madeira que é extraída desse ecossistema é utilizada para construção das "palafitas", das casas e dos barcos, e também serve como lenha.

A mesma autora ressalta para a importância das proteínas na dieta dessas populações que provêm dos animais marinhos e de água doce, como os moluscos (ostras e berbigões), crustáceos (caranguejos, siris e camarões) e os peixes.

Entretanto, para que os recursos naturais dos manguezais sejam utilizados racionalmente, é preciso que o homem entenda melhor o funcionamento desse ambiente. Através dos bens de serviço, diretos e indiretos, os manguezais adquirem grande importância para o homem. Quando esses ecossistemas sofrem



algum impacto, o manguezal deixa de contribuir com muito de seus benefícios.

Em geral, os impactos são consequência de ações antrópicas com intuito da utilização do ecossistema para outros fins que não são de vocação natural. Pode-se inferir que, grande parte da produtividade de animais marinhos dos manguezais, é de peixes, caranguejos (Uçá) e camarões, capturados artesanalmente. Os peixes e camarões são pescados em alto-mar, através de frotas pesqueiras industriais. Alguns pesquisadores encontraram correlação significativa entre o rendimento comercial da pesca de camarão por hectare de manguezais e de bancos de gramíneas marinhas, com a latitude. Em latitudes entre 0° e 35° (norte e sul), o rendimento varia de 10 a 200 kg/ha/ano, enquanto que latitudes superiores a 35° não são registrados estoques de camarões de valor comercial, (Turner, 1977).

A pesca do camarão é uma das atividades econômicas mais importantes no litoral brasileiro e suas taxas de produtividade dependem diretamente da quantidade e da qualidade de seus habitats.

Segundo Schaeffer-Novelli (1995), para cada 1000kg de plantas de mangue são produzidos, em média, 100kg de tecido animal na forma de crustáceos, moluscos, peixes e aves. E, segundo Sierra de Ledo e Soriano-Sierra (1998), "um bosque de mangue produz cerca de 23.800kg/ha/ano de tecido vegetal, em uma extrapolação destes dados para a área da Estação Ecológica de Carijós com cerca de 700 hectares de manguezal, chegamos a números importantes de produção biológica anual, totalizando cerca de 16.660.000kg de tecido vegetal que teoricamente são incorporados em 1.660.000kg de tecido animal, entre crustáceos, moluscos, peixes e aves".

Estes números representam uma aproximação do que naturalmente acontece na região. Entre as espécies animais de interesse para a pesca costeira, que utilizam o ecossistema de manguezal em alguma fase de seu ciclo de vida podem ser citadas algumas espécies de camarão e várias de peixes como o "robalo" (*Centropomus undecimalis*), as "tainhas" e/ou "paratis" (*Mugil* sp), a "pescada" (*Cynoscion* sp), a "agulhinha" (*Hyporhamphus robert*), o "cherne" (*Epinephelus niveatus*), a "cororoça" (*Haenulon plumieri*), a "prejereba" (*Lobotes surinamensis*), o "pampo molhado" (*Trachinotus marginatus*), a "caranha" (*Lutjanus eyanopterus*), a "palombeta" (*Cilhoroscombrus chrysurus*), a "carapeba" (*Diapterus rhombeus*) e a "manjuba" (*Anchoviella lepidenstoshe*), entre outros.

Embora sejam os manguezais de um valor inestimável, os sistemas de valoração tentam analisar as relações funcionais existentes entre o homem e o meio ambiente através da ótica econômica. Este tipo de extrapolação de dados, quando se procura englobar o máximo de recursos existentes no local, sejam eles econômicos, ecológicos, paisagísticos e tantos outros que se possa identificar, permite quantificar, relativamente, o valor econômico de um dado ambiente.

Os manguezais, sob esta ótica, parecem ocupar uma posição de grande valor relativo entre os ecossistemas marinhos.

Em oposição à esta importância, estes ambientes constituem áreas onde a pressão antrópica é das mais intensas, considerando que mais da metade da população habita a faixa litorânea do continente.

A localização geográfica destes ecossistemas propicia uma notória degradação, devido a sua aparente "insalubridade", evidencia o desprezo de sua importância ecológica, e entre outros, sofre forte pressão da expansão urbanização através aterros clandestinos; despejo de todo tipo de lixo; assentamento de população sob os manguezais; despejo de efluentes; aberturas de canais pelo DNOS (Departamento de Estradas e Rodagens) para drenagem; retirada de recursos naturais, entre outras diversas formas de degradação.

Em Florianópolis, Ilha de Santa Catarina, 72,2% dos habitantes concentram-se neste centro urbano, onde ocorrem os manguezais nas Baías Norte e Sul, gerando um conflito de usos que levou a eliminação de grande parte destes ecossistemas (Sierra de Ledo & Soriano-Sierra, 1997).

Os recursos marinhos, que naturalmente se concentram em uma faixa litorânea relativamente estreita, são diretamente influenciados por esta pressão de urbanização, causa de importantes diminuições nos estoques pesqueiros (SPVS, 1992).

Avaliando esses fatos podemos constatar que os impactos sobre os manguezais são provocados por falta de conhecimento da importância destes ecossistemas e que resultam em prejuízos ecológicos, econômicos e sociais, direta e indiretamente. Entretanto, esses impactos poderiam ser evitados se tomadas maiores precauções contra danos ambientais e se forem respeitados os preceitos da legislação ambiental.



#### 4.10 – Os Manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares

As áreas de manguezais da Ilha de Santa Catarina inerentes a este trabalho estão situados nas planícies dos rios Tavares, Ratonés e do Saco Grande.

Os manguezais de Santa Catarina se localizam no limite austral de ocorrência desses ecossistemas na costa atlântica. As características fisiográficas, geomorfológicas, hidrológicas são bem distintas das outras regiões, o que determina a formação de florestas com características estruturais distintas. Os manguezais de Santa Catarina ocupam áreas menores do que nos outros estados. Entre os principais fatores que determinam o estabelecimento e desenvolvimento dos manguezais estão a amplitude das marés, a temperatura e o substrato.

No norte do País uma *Rhizophora* pode atingir 40 m de altura ou mais, enquanto em Santa Catarina, no seu limite austral, atinge apenas 1,0 metro de altura. Essas diferenças são devido, as diferenças de subsidios de energia, na forma de marés e de temperatura.

A temperatura média anual de Florianópolis é de 20,3°C, com uma amplitude média de 8°C, ou seja, o clima já não é tão favorável ao desenvolvimento do manguezal. A *Rhizophora mangle* (mangue vermelho) em Santa Catarina não é a espécie mais abundante, pois, a temperatura lhe é desfavorável (Panitz, 1993).

Segundo, a classificação fisiográfica dos manguezais, proposta por Lugo & Snedaker 1974, e modificado por Cintron & Schaeffer-Novelli (1981), os manguezais supracitados, são do tipo fisiográficos de “bacia” (Figura 8).

(1) “Bacia” – estão localizados em depressões em áreas mais interiores, freqüentemente menos influenciadas pela maré, é monoespecífica ou apresentam alguma mistura de mangues do tipo *Rhizophora*, *Lagunculária* ou *Avicennia* (Twilley *et al.*, 1986; Mitsch & Gosselink, 1993);

(2) “Ilhote” - pequenas ilhas que são inundadas diariamente pela maré cheia e são dominadas pela *Rhizophora mangle* (Lugo e Snedaker, 1974; Mitsch e Gosselink, 1993);

(3) “Franja” - a espécie *Rhizophora mangle* domina estas áreas que são inundadas diariamente e acontecem ao longo de vias fluviais e são protegidas contornos da costa cujas elevações são mais altas que maré cheia, e por isso nestes bosques não se formam fortes gradientes físico-químicos (Lugo e Snedaker, 1974; Mitsch e Gosselink, 1993);

(4) “Fluviais (Ribeirinho)” – as espécies de mangue *Rhizophora mangle* geralmente dominam as áreas mais atrás do manguezal. Estas áreas salgadas são limitadas e formam-se em estreitas faixas ao longo de rios inundados diariamente pelas marés (Odum *et al.*, 1982).

(5) “Anões” - esta comunidade pode incluir uma ou todas espécies onde o acúmulo de nutrientes é limitado. Estes “stands” de mangues ficam em topografias abaixo de 1,50m, mas as espécies geralmente têm mais de quarenta anos. São ambientes em condições ambientais desfavoráveis tais como águas oligotróficas, solos com pouca ou nenhuma disponibilidade de nutrientes, salinidades intersticiais elevadas, e são áreas expostas às diversas formas de poluições formando vegetação de estruturas reduzidas até árvores anãs, (Odum *et al.*, 1982).

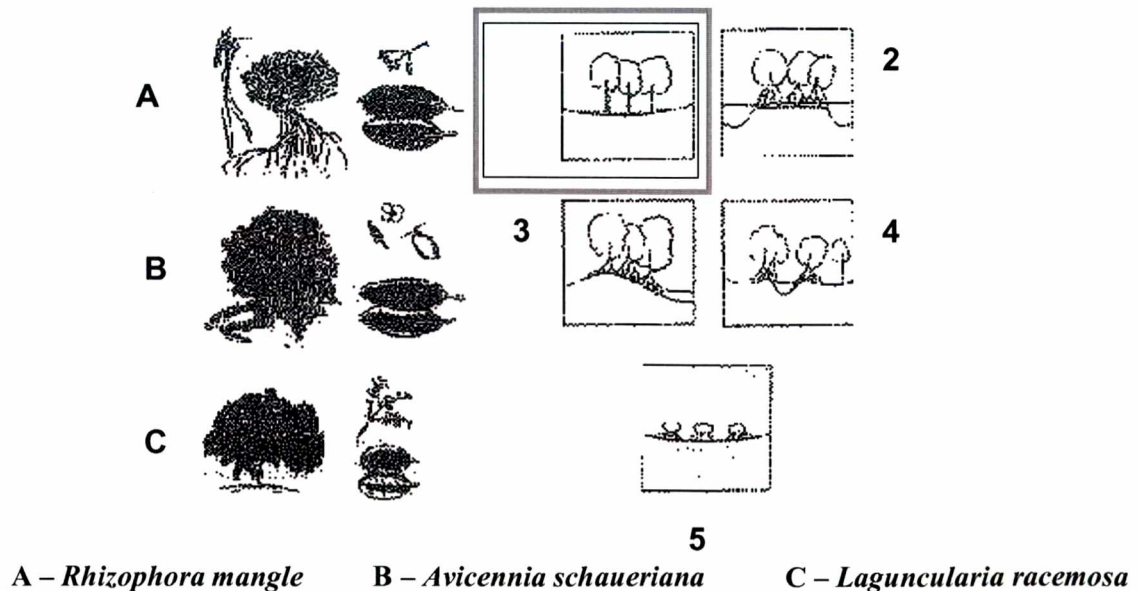


FIGURA 8 – Tipos fisiográficos dos sistemas de manguezais

Fonte: HAMSEY III *et al.* (1996)



Cintron & Schaeffer-Novelli (1983) simplificaram esta classificação para três tipos fisiográficos, com características diferenciadas; “bosques ribeirinhos”, de “franja” e de “bacia”.

De acordo com Panitz (1993) e Soriano-Sierra (1993) a vegetação dos manguezais da Ilha de Santa Catarina apresenta uma distribuição em forma de mosaicos não tendo a zanação clássica proposta por Chapman (1976); e o que é mais comumente observado é uma mistura das espécies.

No que concerne a flora, dos cinco gêneros com dez espécies de árvores típicas de mangue que ocorrem no continente americano (Tomlinsom,1994), apenas três estão presentes nos manguezais estudados neste trabalho, com a dominância da *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm (“mangue de cortume” ou “siriuba”), na forma adulta, formando o estrato arbóreo superior (FIGURA 9). O estrato médio é formado pela *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth (“mangue branco” ou “sapateiro”) (Figura 10), e o substrato jovem pela *Rizophora mangle* L. (“mangue vermelho” ou “mangue legítimo”) com raros exemplares (FIGURA 11). O estrato herbáceo é formado pela gramínea *Spartina alterniflora* (“capins praturás”) (FIGURA 12).

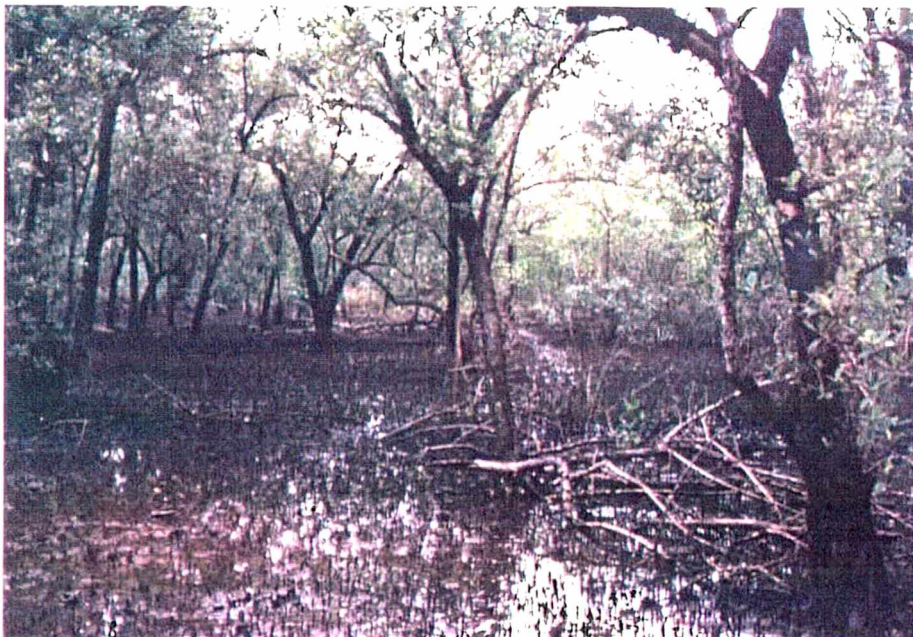


FIGURA 9 - Bosque de *Avicennia schaueriana*  
Fonte: Silva (1990)





FIGURA 10 – Canal do Rio Tavares: em primeiro plano tufo de *Spartina alterniflora* e em segundo plano *Laguncularia racemosa*.

Fonte: César Pedro (2000)

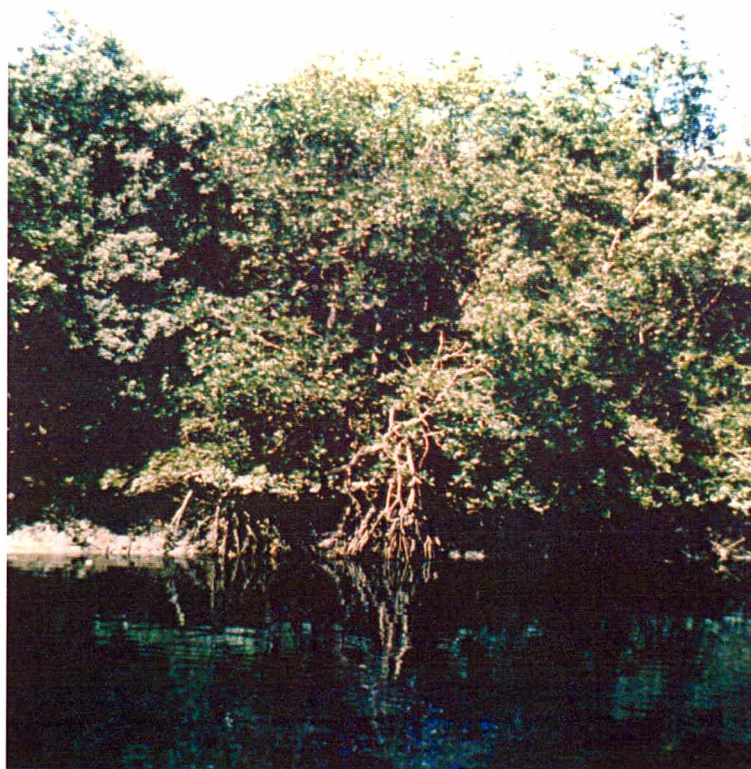


FIGURA 11- Colonização da espécie *Rhizophora mangle*.  
Fonte: Soriano-Sierra (1993)



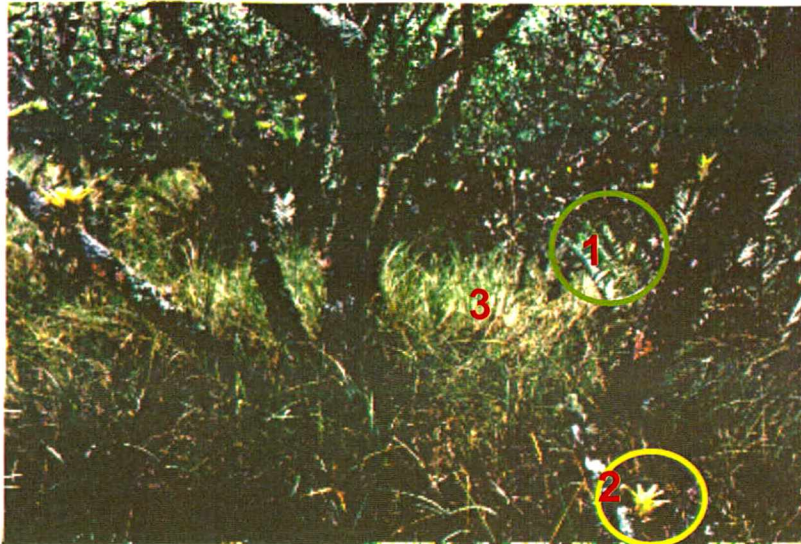


FIGURA 12- Vegetação de transição *Acrostichum danaefolium* (1) , bromélias (2) fixadas em troncos de *Laguncularia racemosa* e *Spartina alterniflora* (3).

Fonte: Silva (1990)

Segundo Schaeffer-Novelli & Cintron (1986) e Schaeffer-Novelli (1995), as características descritas das três espécies encontradas nos manguezais do Rio Ratoes, Saco Grade e do Rio Tavares, objetos deste trabalho são:

*Avicennia schaueriana* Stapf e Lecchm (AS), esta espécie é bastante tolerante às condições climáticas e edáficas, ocupando áreas onde o sedimento contém grande concentração de sal ou baixas temperaturas. É uma árvore com casca lisa castanho-claro e seu sistema radicular desenvolve-se horizontalmente a poucos centímetros abaixo da superfície do sedimento. Dessas raízes axiais, saem ramificações que crescem eretas (geotropismo negativo) sendo chamados de pneumatóforos. Estes apresentam consistência esponjosa e tem a função destacada no processo das trocas gasosas entre a planta e o meio.

Suas folhas apresentam a cor verde-amareladas na superfície superior e a face abaxial esbranquiçada devido a presença de escamas. Nelas ocorrem glândulas especiais, responsáveis pela excreção do excesso de sal. As folhas são opostas de forma espatulada, de bordos inteiros, ápice obtuso, base atenuada, peninérvias e membranáceas.

*Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth (Lr), é pouco tolerante às baixas temperaturas e ao sombreamento, instalando-se mais a montante, onde a salinidade já é menor e os solos são mais firmes. É comumente uma árvore pequena e seu sistema radicular é semelhante ao do mangue preto, porém, menos desenvolvido, tanto em número quanto em altura dos pneumatóforos. As folhas dessa espécie são

de cor verde-grisáceo com a face abaxial mais clara, opostas, coriáceas, alongadas ou elípticas, de bordos internos, com ápices retuso e base obtusa.

*Rhizophora mangle* (L.), desenvolve-se em solos bem lodosos, sob a influência direta das águas salgadas ou salobras e em áreas protegidas de ondas e correntes oceânicas fortes. A casca é lisa e clara e seu sistema radicular é formado por rizóforos que partem do tronco e dos ramos, formando arcos, com aspecto característico e, ao atingirem o solo, ramificam-se profundamente, permitindo melhor sustentação da planta num sedimento pouco consolidado. As folhas do mangue vermelho (Rm) são de cor verde-brilhante, opostas, pecioladas, coriáceas, elípticas, de bordos inteiros, peninérvias, atenuadas na base e quanto ao ápice são intermediárias entre obtusa e aguda.

Os autores assinalam também a presença de *Hibiscus tiliaceus* var. *pernambucensis* ("uvira ou algodoeiro do mangue") e *Acrostichum danaeaeifolium* ("samambaia do mangue"). Estas espécies ocorrem geralmente em áreas alteradas ou próximas a vegetação de transição.

Segundo Cintron & Schaeffer-Novelli (1981), Silva (1990), Panitz (1993) e Soriano-Sierra (1993), os parâmetros estruturais médios das espécies típicas dos manguezais da Ilha de Santa Catarina são:

A *Avicennia schaueriana* possui uma densidade de 800 ind./ha, com DAP médio de 12,86cm e com altura média de 5,15m. A *Laguncularia racemosa* é a espécie que apresenta maior número de indivíduos jovens (21%), tendo 200 ind./ha na forma adulta, com média de 4,76m, e DAP médio de 4,63cm. As plântulas medem em média 0,61cm. A *Rhizophora mangle* ocorre como arbusto, aparecendo em pequenas agregações com altura média de 2,3 a 2,9m. Em termos de plântulas apresenta uma média de 800/ha, com altura de 0,70cm.

A *Avicennia schaueriana*, ocupa estrato superior destes ambientes, seguida pela *Laguncularia racemosa*, que em geral só ocorre nos locais alcançados pela preamar, isto é ao longo dos canais internos, formando quase sempre densas associações.

Os agrupamentos, sem contudo serem abundantes, de *Rhizophora mangle* ocupam pequenas depressões caracterizadas por depósitos mais recentes de lodos (Panitz, 1986).

Nos manguezais estudados, a espécie predominante na forma adulta é a *Avicennia schaueriana*, encontrada desde a altura da baixa mar, até onde alcançam



as águas do preama, dando aspecto homogêneo aos manguezais.

Em bancos de lodo, em frente às associações arbustivas, às margens das baías e dos rios encontra-se a gramínea *Spartina alterniflora*.

Em locais onde alcançam as águas da preamar mais alta, existem agrupamentos de *Hibiscus tiliaceus*, desempenhando papel importante como elemento de transição entre o manguezal e a vegetação típica de restinga.

Trabalhos realizados nos manguezais estudados e no manguezal do Rio Itacorubí por Cintron & Schaeffer-Novelli (1981), Panitz (1986,1993) Silva (1991), e Soriano-Sierra (1993) confirmam que, esses manguezais apresentam os requisitos básicos para um bom desenvolvimento estrutural e para seu estabelecimento; isto é, possuem boa amplitude de maré, ação moderada de ondas, pouca declividade dos terrenos, boa precipitação pluviométrica anual, salinidade superficial baixa, boa disponibilidade de água doce e nutrientes.

Os manguezais abrigam também algumas espécies de aves tais como : garça pequena (**Egretta thula**), garça grande (**Egretta Alba**), socós (**Nycticorax nycticorax**), colheiros (**Ajaia ajaia**), maria fasceira (**Syrigma sibilatrix**) e alguns mamíferos, como exemplo: mão-pelada (**Procyon cancrivorus**), graxaim (**Procyon cancrivorus**), que utilizam essas áreas como habitat permanente para alimentação e crescimento.

#### 4.11 - MANGUEZAIS DO RIO RATONES e SACO GRANDE

O manguezal do Rio Ratonés está situado a 27°27'30" e 29°30'00" Latitude Sul, a 48°31'43" Longitude Oeste e o manguezal do Saco Grande localiza-se a 28°37'30" Latitude sul a 48°27'30" Longitude Oeste.

Os manguezais de Ratonés e Saco Grande pelas suas características foram transformados em uma Reserva Biológica, a Estação Ecológica de Carijós (ESEC), criada em 20 de julho de 1987 pelo Decreto n.º 94.656/87, abrange uma área de 712 ha, que tem como objetivo de proteger esses manguezais, bem como realizar pesquisas variadas para a manutenção do meio ambiente natural e para o desenvolvimento de educação ambiental.

O clima predominante na área da ESEC, é ameno. A temperatura média anual dos manguezais de Ratonés e Saco Grande é de 20°C e a precipitação média

anual é de 1.403 mm. Os ventos predominantes são o do quadrante sul no inverno e quadrante norte no verão.

Silva (1990) para estudar a estrutura da vegetação do manguezal de Ratonos, perfilou em diferentes áreas linhas de metragens variadas de acordo com a faixa de mangue. Identificou a característica taxonômica e tipos de solos encontrados nas faixas. As maiores diferenças entre as áreas observadas com relação a granulometria foram os valores baixos de areias grosseiras, estando totalmente ausentes em várias parcelas estudadas. Por outro lado, a autora observou porcentagens altas com relação às areias finas, classificando-as como areias argilosas. Estas estavam presentes em todas as amostras analisadas. Com relação a matéria orgânica, foi verificado que seu teor é maior junto às amostras com alta porcentagem de argila. A média total de MO para o manguezal foi de 22,67%.

Segundo Silva (*op cit.*), a salinidade média do manguezal do Rio Ratonos tem valores acima de 10%.

A bacia hidrográfica do Rio Ratonos, possui uma área de 77,81km<sup>2</sup> em 1938. A partir de 1949, com o projeto "Recuperação da Bacia Hidrográfica do Rio Ratonos", pelo extinto Departamento Nacional de estradas e Rodagens (DNOS), a bacia foi acrescida de 13% da área por captura das microbacias, passando a totalizar 88,32km<sup>2</sup>. E a Bacia Hidrográfica da qual o manguezal do Saco Grande está inserido, atualmente possui uma área de 1,38 Km<sup>2</sup>.

O impacto mais importante identificado no manguezal do Rio Ratonos, foi a obra das rodovias estaduais SC-401 e SC-402, pelo extinto DNOS, com o objetivo de expandir a ocupação urbana para norte da Ilha de Santa Catarina. Na década de 1959, com execução das obras de retificações (Projeto de Saneamento da Bacia do Rio Ratonos), através de instalações das comportas C1 e C2 (*By Pass*), visando conter o avanço laminar das águas de marés, com a finalidade de instalar granjas de gado leiteiro sobre áreas do manguezal, modificando o sistema de canais artificiais, degradando ainda mais o sistema de drenagem por processo de assoreamento, e A autora também observa que poucas espécies de mangue são encontradas nessas áreas drenadas.

Os manguezais ainda vêm sofrendo com as queimadas e os desmatamentos que têm sido uma constante, tanto para obtenção de lenha, como para abertura de novas áreas para criação de gado, sítios e chácaras, além dos tanques de criação de camarão às margens da rodovia SC-401, hoje abandonadas.



Estas obras ocasionaram o rebaixamento do lençol freático da bacia sedimentar, dificultando a circulação laminar das águas e impedindo o fluxo e refluxo das águas sobre o manguezal, ocorreu uma redução considerável na quantidade de pescados, prejudicando a renda familiar daqueles que dependem deste recurso para sua subsistência.

Fidélis (1998), concluiu que, para o manguezal do Rio Ratoles a resultante da captura das microbacias por retificação e abertura de novos canais e valas de drenagem, modificaram o sistema de drenagem natural, redesenhando o limite físico das microbacias, tendo como consequência a redução de suas áreas, alterando de forma significativa, todo seu sistema de drenagem e sua morfometria fluvial.

Segundo Villasboas *et al.* (1999), tanto a área do manguezal como as bacias quaternárias sofrem uma drástica redução em seus domínios, para dar lugar aos assentamentos humanos e construção da rodovia SC-401. As encostas dos morros que delimitam a bacia eram originalmente cobertas pela floresta ambrófila e hoje também padecem com a ocupação irregular dos assentamentos.

O manguezal do Saco Grande localiza-se a 28°37' L.S.; 48°27' L.W., na margem oeste adjacente à Baía Norte.

O manguezal é formado por uma planície costeira originada pela deposição de sedimentos fluvio-marinhos, representando os terrenos mais recentes na escala geológica.

Conforme Dutra (1998), a bacia hidrográfica do manguezal, possui uma área de 22,12 Km<sup>2</sup>.

De acordo com CECCA (1996), tanto a área do manguezal quanto as planícies quaternárias sofreram uma drástica redução de seus domínios, para dar lugar aos assentamentos humanos e a construção da SC-401.

Em termos de classificação fisiográfica, segundo Cintron & Schaeffer-Novelli (1981) os manguezais do Rio Ratoles e Saco Grande são predominantemente do tipo "bacia". Segundo as observações feitas para este trabalho, a vegetação típica de mangue é encontrada em depressões costeiras em direção ao seu interior, ocorrendo alta concentração de material orgânico.

A fauna é bastante rica e variada, contendo numerosas espécies de importância econômica como peixes, crustáceos e moluscos. A água doce contribui principalmente com os crustáceos e peixes.

#### 4.12 - MANGUEZAL DO RIO TAVARES

O manguezal do Rio Tavares localiza-se na porção Sudoeste da Ilha, estende-se desde 27°38'40" e 27°40'06" Latitude Sul, 48°30'17" e 48°33'39" Longitude Oeste. A temperatura média anual do manguezal do Rio Tavares é de 19°C, e a precipitação média anual é de 1500mm (EPAGRI,1999).

Às margens oeste da bacia hidrográfica adjacente à Baía Norte, encontra-se uma planície costeira originada pela deposição de sedimentos fluvio-marinhos, representando os terrenos mais recentes na escala geológica.

Tanto a área do manguezal quanto às planícies quaternárias sofreram uma drástica redução em seus domínios, para dar lugar aos assentamentos humanos e a construção da rodovia SC-401.

Em termos de classificação fisiográfica, no manguezal do Rio Tavares, encontramos as mesmas espécies vegetais dos manguezais Rio Ratonés e Saco Grande, que são: *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm ("mangue de cortume" ou "siriuba"), a *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth ("mangue branco" ou "sapateiro"), *Rizophora mangle* L. ("mangue vermelho" ou mangue legítimo"), gramínea *Spartina alterniflora* ("capins praturás").

Quanto à vegetação de transição encontramos o *Hibiscus tiliaceus* var. *pernambucensis* ("uyira ou agodoeiro do mangue") e o *Acrostichum danaeaeifolium* ("samambaia do mangue").

O rio Tavares, com extensão aproximada de 7 km, que juntamente com o ribeirão da Fazenda forma a segunda maior bacia hidrográfica em extensão da Ilha de Santa Catarina, situada entre a Costeira do Pirajubaé e o aeroporto Hercílio Luz deságuam na Baía Sul.

O manguezal encontra-se na margem esquerda do principal rio da bacia hidrográfica denominado Rio Tavares. Seus rios secundários são o Ribeirão dos Defuntos e Ribeirão da Fazenda todos desembocando na Baía Sul.

Oliveira (1997) através dos dados de amplitudes mínima, média e máxima das marés, para o porto de Florianópolis obtidos na DHN, estudando as características do Manguezal do Rio Tavares, pode observar que nos últimos seis meses do ano de 1997, as mais baixas e as mais altas amplitudes oscilaram entre 0.4m e 1.2 m respectivamente. Baseado nestas informações e de outros autores,



confirma que os manguezais da Ilha em geral, e especificamente o do Rio Tavares, se enquadram numa classificação de manguezal pouco desenvolvido, contribuído pelos regimes de micro marés, que em Florianópolis atinge 0.5 a 0.8m, em média.

O autor, efetuou análises estatísticas da granulometria, com as quais obteve os teores de areia, silte e argila. Com os dados resultantes foi desenvolvido um diagrama triangular, baseado no método SHEPARD (1954), onde foram identificadas seis fácies texturais: arenosa, areno siltico argiloso, siltica siltico argiloso, argilo arenosa e argilo siltosa representadas na FIGURA 13 a seguir:

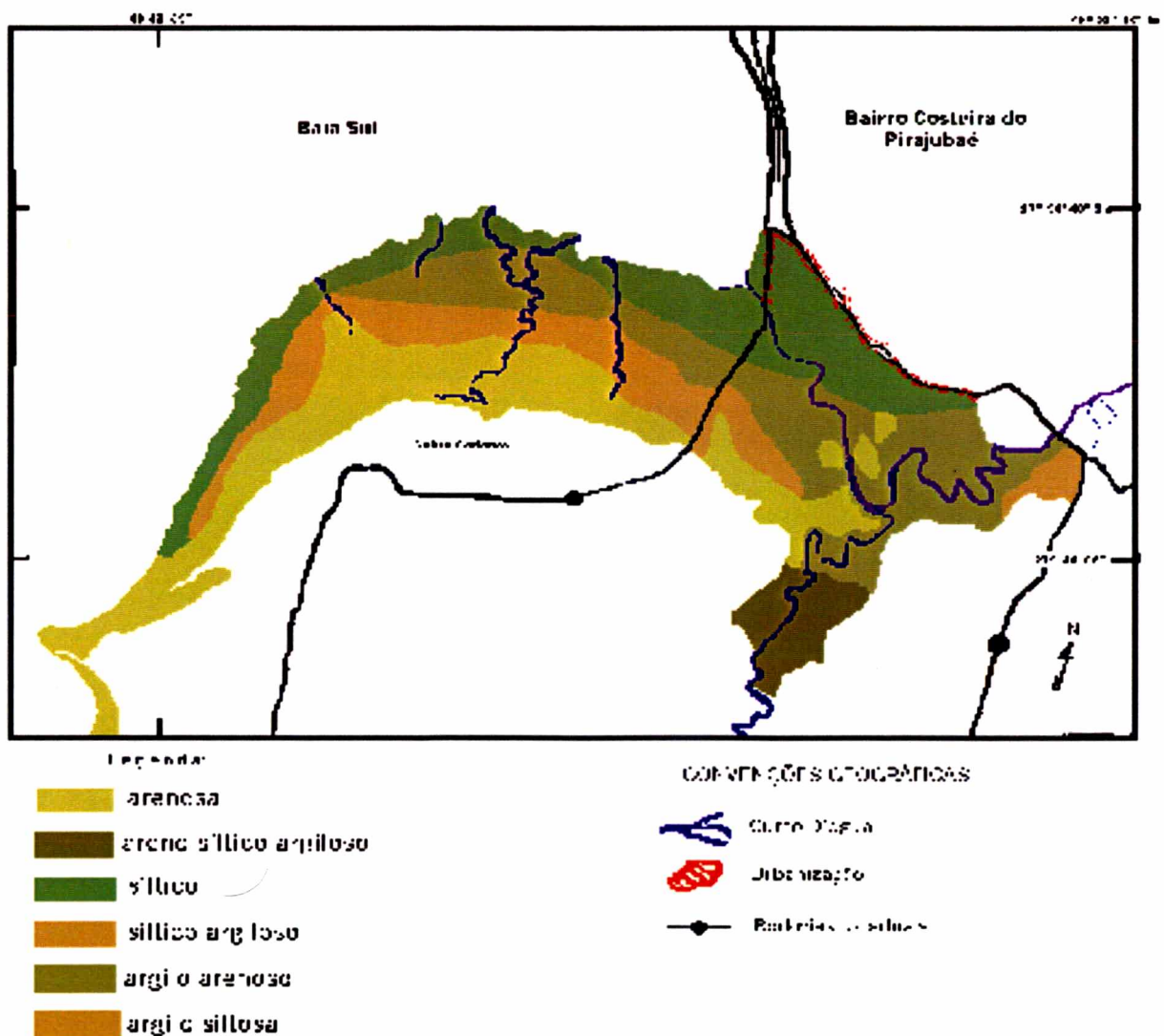


FIGURA 13: Mapa das fácies texturais do manguezal do Rio Tavares

Fonte: Oliveira (1997). Adaptado por Lúcia P. Camargo

Segundo Oliveira (1997) no estudo sedimentológico do manguezal do Rio Tavares, a estrutura sedimentar do manguezal se faz diferente quando comparado a outros trabalhos relativos aos manguezais. Este fato, pode ser constatado no principal aspecto para o desenvolvimento do manguezal, na profundidade dos substratos, que em algumas áreas chega a 15cm de espessura ocasionando em áreas desnudas de vegetação. Ainda segundo o mesmo autor, estas estruturas são comuns em locais onde houve crescimento sucessivo da linha de costa, devido ao período regressivo do nível do mar.

Na análise textural da sedimentação do manguezal do Rio Tavares, permitiu a identificação das fácies texturais sedimentares. Nas áreas de transição, situado ao extremo sul do manguezal, apresenta areia com média de 79.77%, silte 7.49% e argila 12,74%, apresentando baixo teor de matéria orgânica, cerca de 2.72%.

Ao sudeste do manguezal também área de transição, a média do percentual dos sedimentos são: areia 45%, silte 30% e argila 25%. A matéria orgânica apresenta um teor alto de 22%, mostrando assim que trata-se de um ambiente de baixa energia, propício para formações turfácea. E, se tratando de um ambiente locado em patamares acima da influência das marés, os agentes responsáveis pelo transporte e deposição dos sedimentos são as águas fluviais e os ventos.

Em uma terceira área, no limite norte do manguezal, os percentuais de matéria orgânica são de 11%, apresentando sedimentos de areia 0.0%, silte 91.0% e argila 8.0% respectivamente. Observa-se que o percentual da matéria orgânica é baixo e sem nenhuma presença de areia. Logo, trata-se de um ambiente com atuação intensa de marés, dinamizando o aporte e deposição de sedimentos, sendo uma área predominantemente constituída de silte.

A nordeste do manguezal, com vegetação característica de transição e com fortes influências sedimentológicas do próprio manguezal. A granulometria dos sedimentos desta área é predominante de silte com média de 53,5%, argila 37.58% e areia 8.88%. O teor de matéria orgânica aproxima-se de 12%. Segundo Oliveira (*op. cit.*), se trata de uma área transicional recente do ponto de vista granulométrico. Para a área de transição entre o manguezal e a planície costeira, foi observada constituição basicamente de sedimentos grosseiros. Ao percorrer uma faixa paralela,



encontrou-se sedimentos de características argilo-arenosa, com apenas 5% de teores de matéria orgânica.

Nas áreas centrais do manguezal, em um ambiente desnudo de vegetação e a uma faixa paralela à área de transição, o corpo sedimentar mostrou-se predominantemente de argila e pobre em matéria orgânica.

Segundo Wash (1974) o solo apropriado para o desenvolvimento do manguezal, deve ser constituído por partículas finas de silte e argila, com grande teor de matéria orgânica. De uma forma geral, a matéria orgânica apresenta-se distribuída de forma heterogênea e sua formação biodetrítica vegetal aparece mais ou menos decomposta.

O autor chama a atenção quanto a intervenção antrópica que juntamente com a fragilidade estrutural dos manguezais, viabilizam um avanço das áreas de transição que é considerado uma ameaça para a continuidade do ecossistema.

## V – BIOGEOGRAFIA DOS MANGUEZAIS

Manguezais são ecossistemas costeiros, representados por um grupo de árvores ou arbustos que formam uma interface com os ambientes marinhos e terrestres, sofrendo a ação contínua das marés e colonizam terrenos com altos níveis salinos, temperaturas tropicais, aportes fluviais ricos em nutrientes, sedimentos lodosos com baixos teores de oxigênio.

Os ecossistemas dos manguezais são considerados locais adequados para reprodução, proteção e alimentação de diversas espécies que vivem no habitat marinho. Animais como camarões, peixes, caranguejos e os moluscos, passam parte de seus ciclos de vida nos manguezais. Por isso, os ecossistemas de manguezais são considerados vitais para a produtividade em águas costeiras.

Os manguezais têm sido descritos com denominações diferentes como, (woodlands) “terras de bosque” e (intertidal forest) “bosques intremarés” WALSH 1974 in QUARTO (1996).

Geralmente os bosques de manguezais personificam dois diferentes conceitos. Primeiro no que se refere ao grupo ecológico de plantas sempre verdes pertencendo à várias famílias, mas possuindo marcada similaridade em suas características fisiológicas e adaptações estruturais em habitats semelhantes. Segundo o que designa a complexa comunidade de plantas em áreas costeiras protegidas.

### 5.1 - Distribuição Global dos Ecossistemas dos Manguezais

Segundo Walsh (1974) altas temperaturas, grãos finos aluvionais livres de grandes movimentos de ondas, com influência de amplo alcance das marés e salinidade, são os cinco fatores ambientais mais importantes na ocorrência e no desenvolvimento dos manguezais. Os fatores citados possibilitam as diferentes composições e zonações dos manguezais como um todo.

Spalding (1977) reportou em suas investigações que a distribuição geográfica da vegetação dos manguezais pode ser dividida em dois grandes grupos: a região do Índico-Pacífico, da África Ocidental e Américas. A região do Índico-Pacífico é formada pela costa oeste da África, o Mar Vermelho, Índia, sudoeste da

Ásia, sul do Japão, Filipinas, Austrália, Nova Zelândia, Pacífico Sul e oeste do Arquipélago de Samoa. A região africana e americana, incluem as costas atlânticas da África e das Américas, a costa tropical do Pacífico e as Ilhas Galápagos.

Segundo Spalding (1997), manguezais ocorrem em 112 países e territórios e estão confinados às regiões entre 30° Norte e 30° Sul do Equador. Extensões acima desta latitude ficam ao norte nas Ilhas em Bermudas (32°20'N) e Japão (31°22'N), e ao Sul na Austrália (38°59'S), Nova Zelândia (38°03'S) e na costa oriental da África do Sul (32°59'S).

Os padrões de distribuição dos manguezais são resultado de uma ampla variedade de fatores históricos e contemporâneos adaptados para temas geográficos. O mais acentuado padrão de distribuição corresponde aos limites latitudinais e são estabelecidos por superfície de marés baixas e particularmente por temperaturas extremas.

Outros fatores que influenciam na distribuição dos manguezais incluem regime de marés, geomorfologia, aeração e tipos dos solos, disponibilidade mineral, ventos, correntes e ações das ondas. No momento as atividades humanas é que estão afetando mais significativamente os padrões de distribuição dos manguezais em todas as escalas.

Recente revisão da distribuição global dos manguezais, reproduzido pelo World Conservation Monitoring Centre e o Institut 1<sup>a</sup> Carte Internationale Vegetation, World Mangrove Atlas, publicado em 1996 pela International Society for Mangrove Ecosystems, com apoio do Internai Tropical Timber Organization, mostra que atualmente se tem aproximadamente 181.399 Km<sup>2</sup> de áreas de manguezais a nível mundial (tabela 1), o que é pouco quando comparado com outros tipos de florestas (tabela 2).

**TABELA 1 - REGIÕES DA DISTRIBUIÇÃO DOS MANGUEZAIS À NÍVEL GLOBAL**

Região	Área de Manguezais (km <sup>2</sup> )	Porcentagem (%)
Sul e Sudoeste da Ásia	75.172	41.1
Américas	49.096	27.1
Oeste da África	27.995	15.4
Austrália/Ásia	18.788	10.4
Leste e Meio Leste da África	10.348	5.7
TOTAL	181.399	100

Fonte: SPALDING (1996)

**TABELA 2 - ÁREAS DOS DIFERENTES TIPOS DE FLORESTAS A NÍVEL GLOBAL.**

<b>Florestas</b>	<b>Área (km<sup>2</sup> em milhões)</b>
Floresta Temperada	3.9
Floresta Tropical Úmida	11.2
Floresta Temperada Mista	7.2
Floresta Tropical Chuvosa	0.8
Mangue	0.2

Fonte: SPALDING (1996)

Muitos manguezais são encontrados no sul e sudeste da região da Ásia, como na Indonésia que conta com 23% do total global das espécies. Somente quatro países como Indonésia, Brasil, Austrália e Nigéria têm 43% dos manguezais do mundo. Cada um deles detém entre 25 e 50% dos manguezais em suas respectivas regiões (Spalding, 1996).

A maioria das áreas costeiras tropicais e subtropicais contém aproximadamente 22 milhões/ha de bosques de manguezais. Entretanto, nas últimas décadas a área global de manguezais diminuiu devido a grande ocupação das regiões costeiras que atraem atividades industriais, portuárias, turísticas, habitacionais, onde o planejamento referência é o ponto de vista econômico, desconsiderando a capacidade de suporte e a fragilidade destes ecossistemas, sendo justamente por isso que o total da área global dos bosques de manguezais é de apenas 0.2%, conforme documentado por Spalding (1996).

Tomlison (1994), confirma que manguezais são essencialmente tropicais, ocupando os dois hemisférios e são mais abundantes nos trópicos do Velho Mundo que nos trópicos do Novo Mundo.

Usando como referência o trabalho proposto por Barth (1982) que elaborou uma lista de espécies associadas a manguezais, Tomlison (1994) fez adições e correções ao mesmo. Os estudos de campo realizados por Tomlison são as mais consistentes fontes de informações para compreender a biogeografia e distribuição dos manguezais.

## 5.2 - Distribuição dos Manguezais Segundo os Grupos Orientais e Ocidentais

Segundo Tomlison (1994), verifica-se a existência de dois núcleos de manguezais considerando a estrutura e os componentes da vegetação.

**Grupo Oriental ou Velho Mundo:** incluindo as costas leste da África, Índia, sudoeste da Ásia, Austrália e do Pacífico Ocidental.

**Grupo Ocidental ou Novo Mundo:** incluindo as costas do oeste da África, atlânticas da América do Sul, Caribe, Flórida, da América Central, do Pacífico Norte e costas do Pacífico na América do Sul (FIGURA 14).

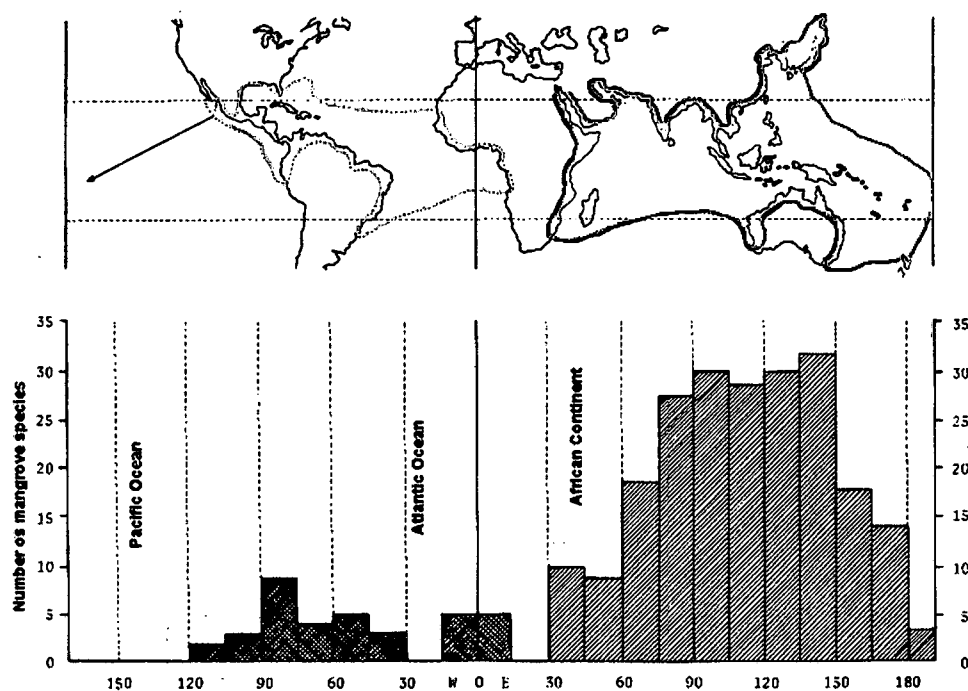


FIGURA 14: Mapa de distribuição global dos manguezais

Fonte: Tomlison (1994), modificado.

A FIGURA 14 é um diagrama que revela dados generalizados da distribuição das espécies de manguezais, que são encontrados nas regiões situadas entre os trópicos de Câncer e Capricórnio. O histograma da FIGURA 14 mostra os números aproximados das espécies de manguezais em intervalos de 15° em 15° de longitude.

Tabela 3 – GÊNERO E ESPÉCIE DA VEGETAÇÃO DOS MANGUEZAIS

Gênero	Espécie	Gênero	Espécie	
<b>Avicennia</b>	<i>alba</i> (1)	<b>Kandelia</b>	<i>candel</i> (29)	
	<i>bicolor</i> (2)			
	<i>eucalyptifolia</i> (3)			
	<i>germinans</i> (4)		<b>Laguncularia</b>	<b>racemosa (30)</b>
	<i>lanata</i> (5)		<b>Lumnizera</b>	<i>litorea</i> (31)
	<i>marina</i> (6)			<i>racemosa</i> (32)
	<i>officinalis</i> (7)			
	<i>racemosa</i> (8)		<b>Nypa</b>	<i>frutifans</i> (33)
	<b><i>schaueriana</i></b> <b>(9)</b>			
<b>Aegiceras</b>	<i>carniculata</i> (10)	<b>Osbornia</b>	<i>octodonta</i> (34)	
	<i>floridum</i> (11)			
<b>Aegialitis</b>	<i>anulata</i> (12)	<b>Pelliciera</b>	<i>rhizophora</i> (35)	
	<i>rotundefolia</i> (13)			
<b>Bruguiera</b>	<i>cylindrica</i> (14)	<b>Pemphis</b>	<i>acidula</i> (36)	
	<i>exaristata</i> (15)			
	<i>gymnorrhisa</i> 16)			
	<i>hainesii</i> (17)		<b>Rhizophora</b>	<i>apiculata</i> (37)
	<i>parviflora</i> (18)			<i>harrisonii</i> (38)
	<i>sexangula</i> (19)			<i>lamarkii</i> (39)
	<b>mangle (40)</b>			
<b>Camptostemon</b>	<i>philippusis</i> (20)		<i>mucronata</i> (41)	
	<i>schultzii</i> (21)		<i>racemosa</i> (42)	
<b>Ceriops</b>	<i>decandra</i> (22)		<i>samoensis</i> (43)	
		<b>Scyphiphoza</b>	<i>selala</i> (44)	
			<i>stylosa</i> (45)	
<b>Excoecaria</b>	<i>tagal</i> (23)	<b>Sonneratia</b>	<i>alba</i> (47)	
	<i>agallodia</i> (24)		<i>apetalata</i> (48)	
<b>Heritiera</b>	<i>fomes</i> (25)		<i>caseolaris</i> (49)	
	<i>globosa</i> (26)		<i>griffithii</i> (50)	
	<i>lainesii</i> (27)		<i>ovata</i> (51)	
	<i>litoralis</i> (28)	<b>Xylocarpus</b>	<i>granatum</i> (52)	
	<i>mekorigensis</i> (53)			

NOTA: Os números entre parênteses ( ), da lista de vegetação servem de referência na montagem das tabelas de distribuição das espécies vegetais nos grupos ocidental e oriental.

## Distribuição das Espécies do Grupo Ocidental

**Tabela 4- DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES**

<b>LONGITUDES GRUPO OCIDENTAL/ESPÉCIES (números)</b>								
15°O/15°E	15°O/30°O	30°O/45°O	45°O/60°O	60°O/75°O	75°O/90°O	90°O/105°	105°O/120°	
04	Não há ocorrências	09	04	04	02 04	04	04	
30		30	09 30	09 30	30	30	30	
38						35		
40		40	40	40	40	40	40	
42				42	42	42		
Total 05		Total 00	Total 03	Total 05	Total 06	Total 07	Total 03	Total 02

**Gêneros: *Avicenia*: 04 09;**

***Laguncularia*: 30;**

***Rhizophora*: 38, 40, 42.**





DISTRIBUIÇÃO DAS ESPÉCIES DO GRUPO ORIENTAL.

										25										
												26								
	28					28				28	28	28				28				28
				29		29				29										
					31	31				31	31	31				31				31
			32		32	32				32	32					32				
					33	33				33	33					33				
						34				34	34					34				
	36					36										36				
						37				37	37					37				37
																39				39
						41				41	41					41				41
																				43
																				44
										45	45					45				45
						46				46	46					46				
						47				47	47					47				47
										48	48									
						49				49	49					49				49
										50	50									
											51					51				
										52	52					52				52
						53				53	53					53				53
<b>TOTAL</b>	<b>00</b>	<b>08</b>	<b>08</b>	<b>19</b>	<b>28</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>31</b>	<b>31</b>	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>04</b>		

## EXAME DO MAPA DE DISTRIBUIÇÃO (FIGURA 14) E DAS TABELAS 4 E 5:

A partir do exame do mapa de distribuição e das tabelas da vegetação dos manguezais pode-se afirmar:

Os grupos ocidental e oriental apresentam grande disparidade ao considerar-se as espécies componentes;

- Os gêneros *Rhizophora* e *Avicennia* possuem o maior número de espécies encontradas nos dois grupos;
- No grupo oriental são encontradas 40 espécies mas apenas 7 abrangem todas as longitudes. São elas: *Avicennia marina*, *Brujeria gymnorrhiza*, *Ceriops tegal*, *Rhizophora apiculata e micronata*, *Someratia alba* e *Xilocarpus granatum*.
- No mesmo grupo a maior concentração vegetal se dá entre as longitudes de 75°O a 150°O .
- No grupo ocidental a espécie *Laguncularia racemosa* é encontrada em toda a sua abrangência (15° a 180°E).
- Neste grupo, nas longitudes de 45°O a 105°O, ocorrem regularmente as espécies *Avicennia germinans* e *Rhizophora mangle*.
- No grupo ocidental ocorrem apenas oito espécies vegetais.
- Embora os gêneros *Rhizophora* e *Avicennia* sejam comuns aos grupos ocidental e oriental, percebe-se que suas espécies divergem de acordo com sua distribuição.

Considerando a semelhança taxonômica entre as espécies *Rhizophora mangle* e *Rhizophora samoensis* bem como sua localização geográfica, pode-se levantar a hipótese que as mesmas possam representar o elo entre os dois grupos.

### 5.3 - Distribuição dos Ecossistemas dos Manguezais da Costa Brasileira

#### Generalidades

Na costa do Brasil, com aproximadamente 9.200 km de linha real segundo Vilwock (1994) as planícies costeiras são constituídas por sedimentos quaternários acumulados em ambientes continentais, transacionais e marinhos. Nas margens de áreas protegidas, tais como canais de marés, baías e lagunas, desenvolvem-se planícies de marés que são ocupadas por manguezais e marismas, onde se

depositam sedimentos predominantes síltico-argilosos, muitos ricos em matéria orgânica.

Praticamente fatores ecológicos e sócio-econômicos variam de lugar para lugar. O ecossistema do manguezal brasileiro faz parte do grupo ocidental, que conforme pesquisa de Tomlison (1994) está representado principalmente pelas espécies *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue branco) e *Avicennia schaueriana* (mangue preto). Mais para o interior dos manguezais, ocorre espécies como *Hibiscos tiliaceus*, *Acrostichum aureum* e a *conocarpus erectus* que representam a vegetação de transição.

O ecossistema dos manguezais, como um todo, é frágil e vulnerável à mudanças súbitas ou drásticas. Dependem de uma série de condições ambientais que potencializam ou inibem o seu desenvolvimento. Temos como exemplo, sedimentos carregados por rios e correntes marinhas que os depositam favorecendo o surgimentos dos manguezais. A instabilidade dos solos exige que essas espécies apresentem adaptações tais como as raízes adventícias, desenvolvidas pela *Rhizophora mangle*. Essas raízes, crescendo a partir do tronco até abaixo do nível da água, penetram no solo lodoso e instável. A *Avicennia schaueriana* e a *Laguncularia racemosa* desenvolvem pneumatóforos, raízes cujas extremidades atingem a superfície permitindo-lhes assim a sustentação nos solos que são pouco consistentes, e a absorção do oxigênio. Por suas raízes não serem totalmente submersas como as das *Rhizophoras*, servem de indicadores de marés altas (Whately & Sant'Ana, 1981).

### 5.3.1 – Litoral Brasileiro

Ao longo da faixa litorânea é possível identificar uma grande diversidade de paisagens como dunas, ilhas, recifes, costões rochosos, baías, estuários e falésias entre outros. Os ecossistemas característicos da costa brasileira em sua paisagem, são as lagunas, praias, restingas e manguezais com suas diferentes espécies de flora e fauna, obedecendo basicamente as suas características climáticas, geológicas, oceanográficas e relevo.

A costa brasileira está dividida em quatro grandes regiões litorâneas, cada uma com suas peculiaridades tanto paisagísticas como sua biodiversidade.

### 5.3.2 - Litoral Amazônico

O litoral amazônico que vai da Foz do Rio Oiapoque ao Rio Parnaíba, com trechos de largura até 100 km. Apresenta grandes extensões de manguezais (SCHAEFFER-NOVELLI et al, 1990), como também matas de várzeas de marés. Essa costa consiste geralmente de planícies quaternárias extensivas, onde enormes porções da costa são inundadas durante as altas marés e a estação chuvosa. Nesta área, o manguezal não apresenta a fisionomia típica encontrada no restante do litoral brasileiro. A espécie *Avicennia nítida* (siriúba) é predominante e forma uma franja vegetal.

### 5.3.3 - Litoral Nordestino

O litoral nordestino começa da foz do Rio Parnaíba e se estende até o Recôncavo Baiano. É marcado por recifes de calcários e arenitos, dunas fixas e móveis, áreas de manguezais e restingas. Este litoral está caracterizado por micro e meso regimes de marés e planícies quaternárias estreitas com afloramentos rochosos.

Os manguezais do setor nordestino são menos desenvolvidos que os que estão na costa norte. A espécie *Rhizophora mangle* é a espécie mais evidente, alcançando alturas de 10 a 20m.

### 5.3.4 - Litoral Sudeste do Recôncavo Baiano e o Estado de São Paulo.

Litoral Sudeste do Recôncavo Baiano até o Estado de São Paulo Litoral Sudeste do Recôncavo Baiano até o Estado de São Paulo É a área mais densamente povoada e industrializada do país. Seu litoral é caracterizado pelas falésias, recifes de arenitos e praias de areias monazíticas. Constituído pela Serra do Mar, sua faixa costeira é bastante recortada por várias baías e enseadas. Os ecossistemas dessa faixa são as matas de restinga e os manguezais. As espécies predominantes nos manguezais neste trecho de litoral são a *Rhizophora mangle*, que raramente ultrapassa 12m de altura. A *Avicennia schaueriana* que pode atingir

uma altura superior a 15 metros; suas folhas segregam grandes quantidades de sal marinho. A *Laguncularia racemosa* alcança de 5 a 8 metros de altura.

### 5.3.5 - Litoral Sul

O litoral Sul começa no Paraná e termina no Arroio Chuí, no Rio Grande do Sul. Os manguezais do Paraná localizam-se em áreas pantanosas e sujeitas à influência das marés. A vegetação da *Rhizophora mangle* atinge alturas de 10 a 15m. A *Laguncularia racemosa*, não ultrapassa altura de 4m, e a *Avicennia schaueriana* atinge alturas de até 12 metros.

Para o litoral do Rio Grande do Sul, Villwock (1987) assinala a possibilidade de ocorrência de antigos manguezais, cujos indícios foram localizados nas lagoas Itapera, Sombrio e Jacaré, nas imediações de Torres, aos 29°21' latitude sul. A interpretação dos principais aspectos geomorfológicos da região e dos antigos ambientes que as principais fácies sedimentares acumulados retratam, nos permite estabelecer que sua paleogeografia, no máximo da transgressão holocênica, era marcada por uma ampla laguna separada do Oceano Atlântico por um sistema de ilhas barreiras. Esta ampla paleolaguna evoluiu para uma planície lagunar no decorrer da regressão que afetou as regiões costeiras nos últimos milênios, como consequência de um abaixamento relativo do nível do mar na ordem de 4 a 5 metros. Nos sedimentos lagunares e paludais que se acumularam no decorrer deste processo regressivo aparecem as principais evidências de antigos manguezais.

### 5.3.6 – Litoral de Santa Catarina

No litoral de Santa Catarina, há áreas cobertas pela vegetação de manguezais, como se observa nas baías de São Francisco e Laguna e nos estuários dos rios Araranguá, Itajaí e Itapocu, e nos estuários da Ilha de Florianópolis. Em Laguna (28°30'L.S.), extremo sul do litoral, marca o limite latitudinal, austral da ocorrência de manguezais na costa brasileira (Schaeffer-Novelli & Cintron, 1980).

Na Ilha de Santa Catarina, no lado voltado para o continente, ainda aparecem áreas de manguezais, porém bastante degradadas por vários impactos como, aterros hidráulicos, loteamentos, turismo, construção de rodovias, drenagens e canalizações, poluição por esgotos domésticos, expansão urbana.

As espécies típicas desses manguezais são: *Avicennia schaueriana*, Stapf & Leechman, *Rhizophora mangle* (L.), *Laguncularia racemosa* (L.) Gaert.f., e a gramínea *Spartina alterniflora*. Ocorrem como espécie de transição o *hibiscus tiliaceus* e *Acrostichum aureum* (Whately, & Sant'ana, 1981).

## VI - PRINCÍPIOS DE GERENCIAMENTO COSTEIRO, PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO (PNGC) E LEIS AMBIENTAIS.

Aproximadamente dois terços da superfície terrestre é coberta por oceanos, e aproximadamente um terço dela é coberta por terra. A transição da parte terrestre e aquática é uma pequena faixa, denominada de zona costeira.

A zona costeira é formada por 8% (FIGURA 15) da superfície terrestre e é ali onde a maioria da população mundial vive e trabalha, WWF (1992), Polette (1997).



FIGURA 15 – Áreas da superfície terrestre

Fonte: WWF (1992). Adaptado por Lúcia P. Camargo, 2000

O meio ambiente pode ser entendido como um habitat global que compreende o espaço onde se desenvolvem, além das atividades humanas, a vida dos animais e vegetais direta ou indiretamente ligados a elas. No exame dentro de numa perspectiva sistêmica, observa-se relações de interdependência.

Para Marcel Jollivet e Alain Pavé 1989 (apud Vieira, 1993:2), o termo pode ser caracterizado como o conjunto de componentes físico-químicos e biológicos, e também de fatores sócio-culturais suscetíveis de afetar, direta ou indiretamente, a curto ou longo prazo, os seres vivos e as atividades humanas na ecosfera. Nesse sentido, o campo de pesquisas sobre meio ambiente abrange o conjunto de transformações da ecosfera suscetíveis de influenciar o desenvolvimento das sociedades humanas.

Ao longo da história, as zonas costeiras ofereceram vantagens aos viajantes e colonizadores. Cerca de quarenta por cento da população mundial vive num raio de 100 km das linhas de costa. Associada à ocupação destas áreas, encontram-se uma crescente necessidade de infra-estrutura industrial e de facilidades recreacionais. O efeito crescimento cumulativo, isto é, o crescimento em nome do desenvolvimento, tem acarretado aos espaços de convivência humana uma taxa cada vez maior de comprometimento e degradação ambiental.

A costa brasileira mostra a coexistência, na área de interesse de zoneamento, de unidades, fisiográficas bastante diferenciadas e numerosas, mesmo quando estabelecidas em escala macro. Se a essa variação físico-natural adicionarmos as particularidades advindas das diferentes formas de ocupação humana e das distintas funções econômicas, chegamos a um mosaico bem complexo de situações existentes na zona costeira, onde será possível obter análises distintas de uso e ocupação do solo obtendo um macro e mesozoneamento.

Conforme Frank (1997) fazer o planejamento e gerenciamento ambiental dos ecossistemas costeiros, implica em muitos conceitos pertinentes que ainda não estão sedimentados e nem totalmente equacionados.

Os termos “administração”, “gestão”, “planejamento”, “gerenciamento” e “manejo”, quando aplicados ao meio ambiente e/ou aos recursos naturais, vêm sendo usados quase como sinônimos, muitas vezes sem uma definição precisa do que efetivamente se propõe a realizar, (Almeida 1993, Viegas *et al.* 1995, Diegues 1999). Ao conceituar “gestão ambiental”, passam o entendimento de que os aspectos sociais e econômicos não deveriam ser considerados.

O gerenciamento costeiro propõe avaliar e orientar de maneira completa, os processos de ocupação e uso dos ecossistemas costeiros, e é formalmente definido como: “planejar e gerenciar de forma integrada, descentralizada e participativa as atividades sócio-econômicas”. Em vista disso, acredita-se ser interessante adotar, preferencialmente o termo Manejo Sustentado para utilização de seus recursos (Viegas *et al.* 1995).



Viegas (*op.cit.*) salienta a importância de caracterizar o gerenciamento costeiro como um “processo” e não “conjunto de atividades e procedimentos”, o que constitui o meio pelo qual realiza-se o plano de gestão.

Nas últimas décadas, nota-se claramente o progressivo interesse global pelo manejo de áreas costeiras. Em praticamente todas as regiões do mundo existem exemplos de nações desenvolvidas ou em desenvolvimento que estão avaliando, a implementação de programas de manejo costeiro. Esse interesse se deve muito provavelmente, a uma tomada de consciência e que os sistemas costeiros são bem mais dotados em recursos naturais renováveis, em comparação com os outros sistemas terrestres.

Principalmente para os países em desenvolvimento, sua maioria situada nas zonas tropical e subtropical. Por outro lado, por ser um setor onde as atividades pesqueiras, as extrativistas, os solos, os sedimentos e os bosques são mais produtivos, também estão mais concentrados nestas áreas os maiores riscos naturais. Problemas derivados de um inexistente ou incorreto programa de desenvolvimento das zonas costeiras podem determinar custos econômicos e sociais elevados demais para essas nações.

Em 1974 em Nova York, reuniu-se um grupo de especialistas em Desenvolvimento das Zonas Costeiras, onde foi discutida a necessidade de cada país criar procedimentos que considerassem o desenvolvimento costeiro no planejamento nacional, com a finalidade de priorizar a redução de impactos e buscar soluções para os conflitos que se apresentam nas zonas costeiras (Xavier, 1993).

O Brasil, com 8.698 km de costa aproximadamente contempla um conjunto de ecossistemas contíguos sobre uma área de aproximadamente 388 km<sup>2</sup>, é o segundo em extensão litorânea na América Latina. Esta faixa *stricto sensu* concentra quase um quarto da população do País, em torno de 36,5 milhões de pessoas (segundo censo de 1996) com uma densidade média de 87hab/km<sup>2</sup>. Destacando-se que as atividades econômicas costeiras são responsáveis por cerca de 70% do PIB nacional.

A faixa litorânea como faixa de contato entre a terra e o mar, abriga atividades humanas características de sua situação privilegiada, tais como, as práticas

de pesca comercial e recreativa, a maricultura, o transporte marítimo para passeios, o uso dos terminais portuários, as indústrias de pesca e turismo, entre outras. Por tudo isso, a zona costeira se caracteriza pela complexidade das atividades e pela sensibilidade de seus ecossistemas, constituindo-se numa interface física e de transição funcional entre os ambientes terrestres e marinhos.

A zona costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhe conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição brasileira como Área de Patrimônio Nacional. A intensa dinâmica de ocupação, prioriza as áreas costeiras na gestão do ordenamento das atividades sócio-econômicas, em função do alto impacto que tais atividades exercem sobre esses relevantes sistemas naturais. A ocupação da Zona Costeira processa-se em ritmo veloz, manifestada por múltiplos vetores de desenvolvimento.

A metodologia de Macrozoneamento, foi criada na Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ) onde define que segundo a qual o Gerenciamento Costeiro procura, através da análise integrada dos componentes bióticos, abióticos e ação humana, se antecipar aos processos que promovem a utilização inadequada dos recursos o que provocam a degradação ambiental e compatibilizar os diferentes usos (Xavier, 1993).

Para Clark (1997) o planejamento do gerenciamento costeiro deve ter embasamento ecológico e incluir ecossistemas completos, para a montagem da estrutura do gerenciamento. No caso de ambientes estuarinos, considerando relevante toda a área como as terras baixas atingidas pelas águas e a marés. Uma análise de cada ecossistemas seria, portanto, necessária para determinar seus valores e vulnerabilidades e de ser considerado também, os controles sobre as atividades adversas.

Segundo Garcia (1999) a zona costeira brasileira pode ser considerada uma região de contrastes, constituindo-se na maioria de áreas onde coincide intensa urbanização e atualmente relevante atuação e exploração turística. Nestes locais, define-se em geral, quadro problemático do ponto de vista da gestão ambiental,



demandando ações de caráter corretivo com a mediação dos múltiplos conflitos de uso dos espaços e dos recursos comuns, e do controle de impactos sobre os ambientes marinhos, decorrentes das atuações antrópicas. Consequentemente, é na zona costeira onde se reflete com maior nitidez a viabilidade dos diversos processos de desenvolvimento em escala nacional e local.

### 6.1 - PLANO NACIONAL DE GERENCIAMENTO COSTEIRO (PNGC)

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), (FIGURA 16), foi instituído pela Lei 7.661, de 16/05/88, cujos detalhamentos e operacionalização foram objeto da Resolução nº 01/90 da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM) de 21/11/90, (aprovada após audiência do Conselho Nacional de Meio Ambiente CONAMA) A própria Lei já previa mecanismos de atualização do PNGC, por meio do Grupo de Coordenação do Gerenciamento Costeiro (COGERCO).

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), tem sido implementado pelo GERCO, que tem como objetivo preponderante “planejar e gerenciar de forma integrada”, descentralizada e participativa, as atividades sócio-econômicas na zona costeira, de forma a garantir sua utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e ecossistemas costeiros:

- Art. 3º - O PNGC deverá prever o zoneamento de usos e atividades na Zona Costeira e dar prioridade à conservação e proteção dos seguintes bens:
  - I - Recursos naturais renováveis e não renováveis; recifes, parcéis, e bancos de algas; ilhas costeiras e oceânicas; sistemas fluviais, estuarinos e lagunares, baías e enseadas; praias; promontórios; costões; e grutas marinhas; restingas e dunas, florestas litorâneas, **manguezais** e pradarias submersas;
  
- Art. 6º - O licenciamento para parcelamento e remembramento do solo, construção, instalação, funcionamento e ampliação de atividades, com alterações das características naturais da Zona Costeira, deverá observar, além do disposto nesta

Lei, as demais normas específicas federais, estaduais e municipais, respeitando as diretrizes dos Planos de Gerenciamento Costeiro.

O PNGC coordenado pelo MMA executado pelos 17 estados litorâneos, com componentes de monitoramento costeiro em todos os estados, alguns em funcionamento, outros em fase de implementação. No âmbito da União, encontra-se concluído o macro-diagnóstico da região costeira brasileira, no qual um dos temas desenvolvidos é a Carta de Risco Ambiental, que gerou um banco de dados por município, com diversos parâmetros que podem originar um programa de monitoramento de riscos.

- Artigo 225, Inciso 4º da Constituição Federal – Patrimônio Nacional
- Artigo 20, Inciso da Constituição Federal.
- Lei 6.938 – 31/08/81 – Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências.
- Lei 7.661 – 16/05/88 – Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.
- Lei 8.617 – 04/01/93 – Dispõe sobre mar territorial; zona contínua.
- Lei 7.347 – 24/07/85 – Disciplina a Ação Civil Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente.
- Decreto 99.274 – 06/06/90 – Regulamenta a Lei 6.902 de 27 de abril de 1981 e a Lei 6.938 de 31 de agosto de 1981.
- Código de Águas – Decreto 24.643/34.
- Decreto 98.145 – 15/09/89.
- Código de Pesca – 221/67.

### ***Sistema Costeiro Brasileiro:***

- Artigo 225, Inciso 4º da Constituição Federal - Patrimônio Nacional.
- Artigo 20, Incisos da Constituição Federal.
- Lei 6.938 - 31/08/81 - Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
- Lei 7.661 - 16/05/88 - Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro
- Lei 8.617 - 04/01/93 - Dispõe sobre mar territorial; zona contínua.
- Lei 7.347 - 24/07/85 - Disciplina a Ação Civil Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente
- Decreto 99.274 - 06/06/90 - Regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de Abril de 1981, e a Lei nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981
- Código de Águas - Decreto 24.643/34
- Decreto 98.145 - 15/09/89

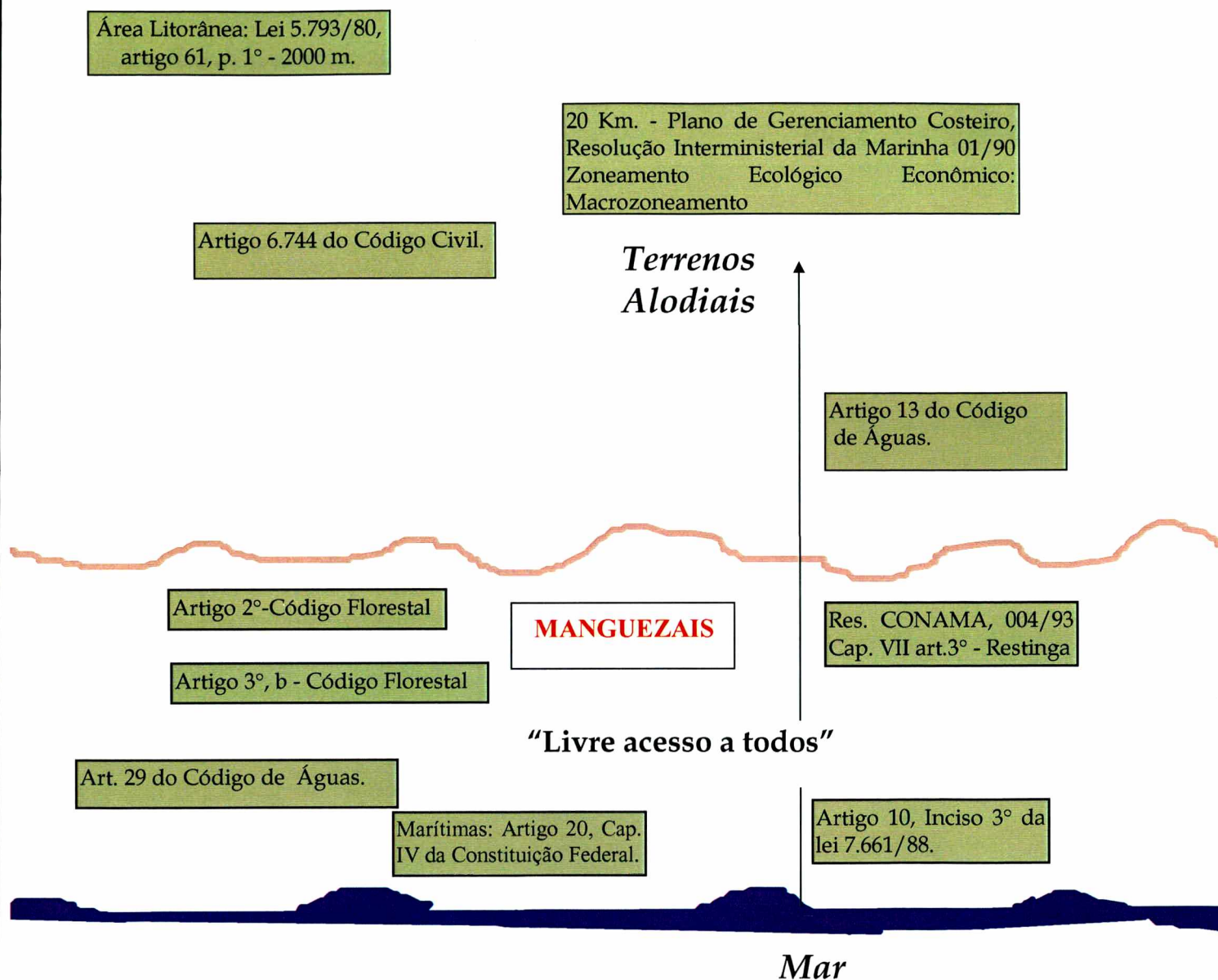


FIGURA 16 – Sistema Costeiro Brasileiro.

NOTA: Esquema retirado do material de aula da disciplina Direito Ambiental ministrada no curso de Engenharia de Produção da UFSC pela Prof<sup>A</sup> Bernadete Ferreira Farias e adaptado por Lúcia P. Camargo



Existem projetos do PNGC referentes ao litoral sul e aos **manguezais** da costa brasileira que são:

➤ **Estudos Ambientais em Áreas Oceânicas e Costeiras no Sul do País**

Caracterização física, meteorológica, sedimentar e geomorfológica das regiões de Tramandaí (RS), São Francisco do Sul (SC) e Paranaguá (PR) (coleta sistemática de dados de ondas, correntes e maré). Convênio Petrobrás/UFPR/UFSC/UFRGS/FURG.

➤ **Projeto Regional de Preservação da Biodiversidade e do Valor Socio-Econômico dos Ecossistemas de Manguezal da América Tropical**

Levantamentos a partir de estudos de manguezais ocorrentes na América Tropical, sob os aspectos de sua importância local e suas influências no contexto global. Convênio UNESCO/PNUD/MMA.

➤ **Plano Integrado de Conservação para Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil**

O diagnóstico desenvolvido forneceu elementos para se detectar aspectos conflitantes dos princípios pretendidos, tais como, a conservação dos ambientes naturais, que culmina por lhe atribuir uma conotação especial, a permanência das características peculiares que individualizam-se e a melhoria da qualidade de vida de seus habitantes. Dessa forma, os autores puderam analisar um conjunto de atividades que implicam na exploração dos recursos naturais, seus agentes de exploração indiretos sobre os processos ecológicos, cadeias tróficas, meio físico e, de forma global sobre a manutenção de sua diversidade ecológica.

Este Plano representa um instrumento técnico direcionado para auxiliar os órgãos governamentais e não-governamentais, os pesquisadores e a própria população. Convênio: The Nature Conservancy - TNC (Latin América Program), Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA-SEMAM.

No Estado de Santa Catarina, os estudos relativos à zona costeira tiveram início em 1987, na extinta Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento, a partir daí foram realizados convênios com esta secretaria e outras instituições como Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF), a fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE-SC), a Fundação de Amparo e Tecnologia e

Meio Ambiente (FATMA) e a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SEDUMA).

O **PNGC e a Política Ambiental de Santa Catarina**, definem pela Lei nº 5793, de 15/10/80 e regulamentada pelo Decreto nº 1.4250 de 05/06/81, a Coordenação Estadual de Gerenciamento Costeiro com o apoio da Coordenação Nacional, ligado ao Ministério do Meio Ambiente, e dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA) foi instituído o planejamento e a definição da gestão d zona costeira do Estado de Santa Catarina. A zona costeira de Santa Catarina, compreende 34 municípios costeiros, que mantém divisa com o mar, possuem lagoas costeiras e estuários que têm sido divididos em três setores, Norte, Centro e Sul, e também como compartimentações geomorfológicas para fins de mapeamentos da organização das paisagens costeiras, principalmente porque suas análises, a setorização e a compartimentação morfológica, constituem um dos objetivos do PNGC.

A Secretaria do Estado e Desenvolvimento Econômico e Integração ao Mercosul de Santa Catarina (SDE-SC) através de convênio com o IBGE-SC, elaboraram um **Diagnóstico Ambiental do Litoral de Santa Catarina** (SDE/SC-IBGE, 1997). Este Plano está composto de quatro programas básicos, que apontam os principais problemas do litoral Catarinense:

- Programa de proteção dos recursos naturais
- Programa de ordenamento do uso do solo
- Programa de promoção de desenvolvimento humano
- Programa de estudos costeiros

Os maiores problemas identificados pelo Plano de Gerenciamento foram:

- Poluições orgânica e inorgânica
- Descaracterização da paisagem natural
- Alteração na dinâmica costeira por ação antrópica
- Redução do estoque pesqueiro (peixes, crustáceos e moluscos)
- Redução da cobertura vegetal nativa (floresta Atlântica, mangues e restingas)
- Problemas sociais
- Ociosidade sazonal da estrutura turística.



O meio ambiente marinho - inclusive os oceanos, todos os mares, bem como as zonas costeiras adjacentes - forma um todo integrado que é um componente essencial do sistema que possibilita a existência de vida sobre a Terra, além de ser uma riqueza que oferece possibilidades para um desenvolvimento sustentável. O direito internacional, tal como este refletido nas disposições da Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar e mencionadas no **capítulo 17** da Agenda 21, estabelece os direitos e as obrigações dos Estados e oferece a base internacional sobre a qual devem apoiar-se as atividades voltadas para a proteção e o desenvolvimento sustentável do meio ambiente marinho e costeiro, bem como seus recursos.

Isso exige novas abordagens de gerenciamento e desenvolvimento marinho e costeiro nos planos nacional, sub-regional, regional e mundial.

Ainda sobre o Capítulo 17 (17.115), reconhece-se que o papel da cooperação internacional é apoiar e complementar os esforços nacionais. A implementação das estratégias e atividades das áreas de programas relativas às zonas marinhas e costeiras, bem como aos mares, exige dispositivo institucional eficaz nos planos nacional, sub-regional, regional e mundial, conforme apropriado.

Há numerosas instituições nacionais e internacionais, inclusive regionais, dentro e fora do sistema das Nações Unidas, com competência em questões marinhas; é preciso aperfeiçoar a coordenação e reforçar os vínculos entre elas. É importante ainda garantir que se adote em todos os níveis uma abordagem integrada e multissetorial das questões marinhas.

Segundo a Conferência das Nações Unidas/ECO92, em muitas áreas sujeitas à jurisdição nacional a pesca encontra problemas cada vez mais graves, entre os quais o excesso de pesca local, as incursões não autorizadas de frotas estrangeiras, a degradação dos ecossistemas, a supercapitalização e o tamanho exagerado das frotas, a subestimação da coleta, a utilização de equipamento de captura insuficientemente seletivo, bancos de dados pouco confiáveis e uma competição crescente entre a pesca artesanal e a pesca em grande escala, bem como, entre a pesca e outros tipos de atividades.

Os problemas não se limitam à pesca. Os recifes de coral e outros habitats marinhos e costeiros, como **manguezais** e estuários, estão entre os ecossistemas mais altamente diversificados, integrados e produtivos da Terra. São freqüentes eles desempenharem importantes funções ecológicas, oferecerem proteção costeira e contribuírem com recursos fundamentais para a alimentação, a energia, o turismo e o desenvolvimento econômico.

Ainda com relação aos Estados costeiros, estes devem identificar os ecossistemas marinhos que apresentem altos níveis de biodiversidade e produtividade e outros habitats especialmente importantes e prover as limitações necessárias ao uso dessas zonas, por meio, *inter alia*, do estabelecimento de áreas protegidas. Deve-se dar prioridade, conforme apropriado, a:

- Ecossistemas de recifes de coral;
- Estuários;
- Terras úmidas temperadas e tropicais, inclusive manguezais;
- Pradarias marinhas;
- Outras áreas de reprodução e criadouros.

## **6.2 - GERENCIAMENTO COSTEIRO INTEGRADO (GCI)**

Polette (1997) na pesquisa Gerenciamento Costeiro Integrado: Proposta metodológica para a Paisagem Litorânea da Microbacia de Mariscal, Município de Bombinhas (SC)-Brasil; adotou o modelo da metodologia do PGI.

Segundo o autor, esta proposta é pioneira, pois inexitem no Brasil programas de gerenciamento costeiro integrado. Essa pesquisa teve como meta reverter o processo de urbanização (o problema mais importante da microbacia) e decrescimento desordenado, a fim de possibilitar uma base segura de desenvolvimento sustentável de acordo com as necessidades da população local.

As zonas costeiras são áreas consideradas por Instituições nacionais e internacionais e pelos cientistas e ecologistas, como área de prioridade de tomadas de decisões como os planos de Gerenciamento Costeiro Integrado devido seu potencial econômico, seu imenso patrimônio cultural, turístico ecológico.

Um roteiro metodológico assegura uma sequência lógica aos estudos práticos e fundamentos básicos da análise ambiental que se pretenda executar.

De acordo com Polette (1997), é importante ressaltar que o processo de GCI, requer **planejamento, adoção, implementação e avaliação** constantes (FIGURA 17).

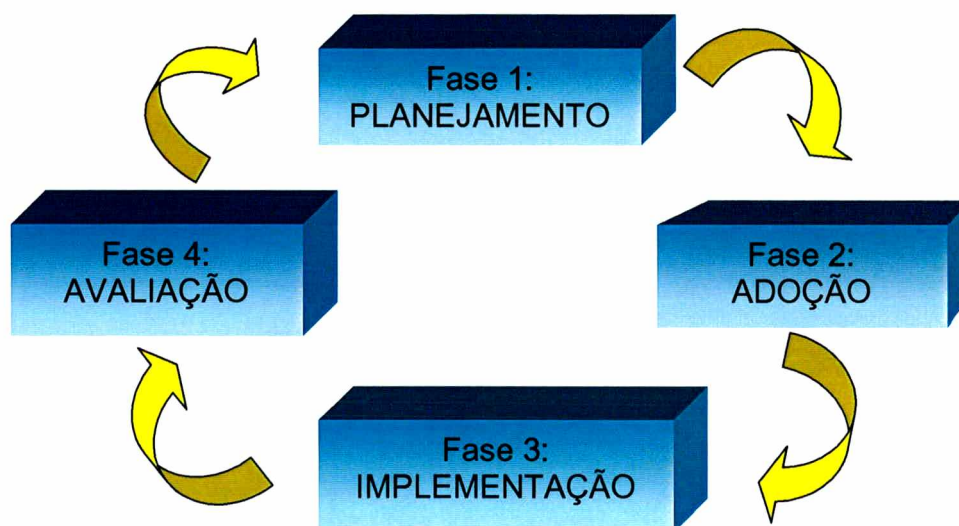


FIGURA 17 –Processo do gerenciamento Costeiro Brasileiro – fases de planejamento.

#### Fase 1: PLANEJAMENTO

- Identificação do tema e análise
- Visão geral do problema, metas e objetivos
- Seleção de políticas e implementação de ações
- Diagnóstico

#### Fase 2 : ADOÇÃO

- Aprovação formal do programa/plano
- Financiamento

#### Fase 3: IMPLEMENTAÇÃO

- Política de implementação e ações
- Regulamentações
- Monitoramento

#### Fase 4: AVALIAÇÃO

- Análise dos indicadores
- Identificação do sucesso ou falhas
- Redefinição do contexto para manejo



A meta do Gerenciamento Costeiro Integrado é encontrar formas sustentadas de atividades que o homem realiza na procura de uma utilização harmônica dos ecossistemas geral e, em particular os ambientes costeiros.

Quanto aos manguezais da Ilha de Santa Catarina, as obras urbanas, as rodovias SC-401 e 402, modificações nas bacias e microbacias hidrográficas nas planícies sedimentares, são exemplos típicos de desrespeito e desacordo com os propósitos das políticas ambientais nacionais e internacionais,..."***o meio ambiente é um bem da humanidade e, sua proteção, para as atuais e futuras gerações, é dever de todos***" (ONU/ECO92).

A despeito dos esforços nacionais, regionais e até mundiais, verifica-se que as maneiras como atualmente se aborda o Gerenciamento dos Recursos Marinhos e Costeiros nem sempre foram capazes de atingir um desenvolvimento sustentável. Os recursos costeiros, bem como o meio ambiente costeiro, vêm sofrendo um processo acelerado de degradação em muitos lugares do mundo.

O desenvolvimento sustentável das pequenas ilhas insulares em desenvolvimento, e nas ilhas que abrigam pequenas comunidades é um caso especial, tanto no que diz respeito a meio ambiente como ao desenvolvimento.

Ambos são ecologicamente frágeis e vulneráveis. Suas pequenas dimensões, seus recursos limitados, sua dispersão geográfica e o isolamento em que se encontram relativamente aos mercados, colocam-nos em desvantagem do ponto de vista econômico e impedem que obtenham economias de escala. No caso dos pequenos Estados insulares em desenvolvimento, o oceano e o meio ambiente costeiro têm importância estratégica, constituindo valioso recurso para o desenvolvimento. Estes ecossistemas são considerados extremamente vulneráveis ao aquecimento da Terra e à elevação do nível dos mares.

Os Estados costeiros têm atividades à fazer, relacionadas ao gerenciamento, tais como, estudar as características ambientais e do desenvolvimento, específicas das pequenas ilhas, produzir um perfil ambiental e inventário de seus recursos naturais, habitats marinhos mais importantes e sua biodiversidade. Preparar

planos a médio e longo prazo para o desenvolvimento sustentável que enfatizem a utilização múltipla dos recursos, e adaptar as técnicas de gerenciamento costeiro. Alguns exemplos como: planejamento para projetos de aquicultura em áreas de mangue; determinação dos locais e avaliações dos impactos ambientais, adequadas às características específicas de pequenas ilhas, levando em conta os valores socioeconômicos, tradicionais e culturais das populações nativas dos países insulares, usando Sistemas de Informação Geográfica (GIS).

### 6.3 - AGENDA 21 LOCAL

De acordo com Garcia (1999) a Agenda 21 estabelece metas concretas nos mais diversos setores para o período pós-conferência e para o século XXI.

Programa Brasileiro relacionado à Perspectivas do Meio Ambiente Mundial (Global Environment Outlook-1-United Nations Environment Programme Global State of the Environment Report 1997) - GEO é um projeto concebido pelo Programa da Nações Unidas para o Meio Ambiente - PNUMA com o propósito de atender às recomendações da "**AGENDA 21**", conforme decisão do Governing Council, realizada em maio de 1995. Este programa tem como objetivo construir uma sólida base de informação ambiental consensual sobre a problemática ambiental, estabelecendo prioridades sobre o universo das preocupações existentes, apontando sobretudo aquelas que a comunidade internacional necessita enfocar.

Este Programa vem, sistematicamente, produzindo relatórios sobre as condições Ambientais do Globo Terrestre, e vem alertando as autoridades para os problemas e riscos que envolve a deficiência de controle das atividades de diversas ordens que trazem impactos sobre o Meio Ambiente e, ao mesmo tempo, oferecendo subsídios para as decisões sobre as políticas a serem adotadas. Até o presente já foram elaborados o GEO 1, que foi publicado em 1997 e o GEO 2, publicado em 1999, IBAMA/MMA.

Atualmente estão em curso atividades visando a elaboração do GEO 3 (denominado de GEO 2000) com publicação prevista para o ano 2002. Os relatórios

serão elaborados com a colaboração de Centros de Informação ou Pesquisa de diversos países.

O IBAMA foi designado responsável pela coleta de dados e informações dos países da Região Amazônica. Juntamente com a Universidade do Chile, Universidade da Costa Rica, Fundação das Ilhas, será feita revisão dos documentos básicos até agora existentes.

Conforme o previsto, o Geo-1 confirma tanto as fortes semelhanças quanto as diferenças entre regiões no tocante a questão ambiental que deve ser considerada prioritária atualmente. O seu capítulo dois elabora prioridades em diferentes regiões com relação a florestas, biodiversidade, água, ambiente marinho, atmosfera e meio ambiente urbano e industrial. Quanto às florestas e à biodiversidade, o impacto provocado por atividades que visam o desenvolvimento e o avanço da agricultura é pontos importantes a serem considerados nas regiões em desenvolvimento. Nas décadas de 1980 até 1990 testemunhou-se um declínio de dois por cento nas florestas mundias e verificou-se uma diminuição em 8 por cento nas regiões em desenvolvimento.

Aproximadamente 60 por cento da população mundial vive em uma faixa de 100 quilômetros a partir do litoral, e mais de 3 bilhões de pessoas dependem, de uma maneira ou outra, de habitats marinhos e costeiros para alimentação, locais de construção, transporte, recreação e disposição de resíduos. Cerca de um terço das regiões costeiras mundiais estão sob alto risco de degradação, por fontes de poluição em terra e desenvolvimento inadequado da infraestrutura.

As costas européias são as mais afetadas, com cerca de 80% sob risco, seguida pela Ásia e o Pacífico, com 70% da costa em risco. Na América Latina, 50% dos mangues são afetados por atividades madeireiras e de aquacultura. Vazamentos de óleo são uma ameaça particular na Ásia Ocidental e Caribe, enquanto o desenvolvimento de infraestrutura para a indústria do turismo coloca tensões em áreas costeiras ao redor do mundo, particularmente em pequenos países insulares. Existe um alarme difundido na Ásia e Pacífico, América do Norte, Europa e Ásia Ocidental com respeito a super-exploração da pesca e o conseqüente decréscimo do estoque de

espécies comerciais de peixes. Globalmente, mais de 60% dos pesqueiros marinhos são superexplorados.

Embora a pobreza e a crescente população global sejam freqüentemente apontadas como maiores responsáveis pela degradação dos recursos no mundo, outros fatores tais como um uso ineficiente dos recursos, geração de resíduos, poluição industrial e padrões de consumo desperdiçadores, estão levando igualmente a um precipício ambiental.

Conforme as nações se desenvolvem, diferentes conjuntos de preocupações ambientais assumem prioridade. Inicialmente, proeminência é dada a assuntos associados com a diminuição da pobreza, segurança das fontes de alimento e desenvolvimento, mormente o gerenciamento dos recursos naturais para controlar a degradação da terra, proteção das florestas quanto a super-exploração e proteção das zonas costeiras quanto a degradações irreversíveis.

Outro exemplo da atuação conjunta de instituições mundiais em função da variabilidade e multiplicidade dos problemas de degradação dos recursos ambientais que ocorrem nas diversas regiões do mundo, é a convenção sobre zonas úmidas de importância internacional, conhecida como “Convenção de RAMSAR”.

A Convenção RAMSAR foi criada no Irã, em 02/02/71. O Brasil iniciou sua participação na convenção em 24/09/93.

Capítulos relacionados ao tema: Zonas úmidas de importância internacional no Brasil:

- Capítulo 15 - Conservação da diversidade biológica.
- Capítulo 18 - Proteção da qualidade e do abastecimento dos recursos hídricos: aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos.
- Capítulo 26 - Reconhecimento e fortalecimento do papel das populações indígenas.
- Capítulo 27 - Fortalecimento do papel das ONG's: parceiros para um desenvolvimento sustentável.

A Convenção RAMSAR foi desenvolvida a partir da preocupação de biólogos com a redução do número de aves migratórias, devido à degradação das áreas utilizadas por elas em seus deslocamentos.

O objetivo da Convenção de RAMSAR é promover a utilização racional destas zonas úmidas, especialmente, como habitat de aves aquáticas. A percepção é cada vez maior quanto a importância dessas áreas, principalmente, como fonte de água potável, determina que o objetivo focal hoje está voltado para a preservação destas áreas, de modo a evitar atividades que provoquem mudanças em seu caráter ecológico. Estes biomas prestam importante serviço à humanidade tais como: suprimento de água, saneamento, controle de enchentes e fonte de alimento.

Para a Convenção RAMSAR, as zonas úmidas, se classificam em seis tipos:

- 1) marinho, zonas úmidas de costas rochosas e recifes de coral,
- 2) estuarino, deltas, pântanos, planícies costeiras alagadas, **manguezais**,
- 3) lacustre
- 4) ribeirinho, rios e córregos
- 5) palustre, lodaçais, marismas, pântanos
- 6) artificial, represas agrícolas, reservatório e tanques para criação de peixes e camarões.

Entre as diversas Resoluções da Convenção, cujos objetivos estão diretamente relacionados ao Plano de Manejo dos Sítios, podem ser destacadas as Resoluções 5.7 e 6.13, que estabelecem instrumentos legais para o Brasil:

- Decreto nº 47.570, de 31/12/59, cria o Parque Nacional do Araguaia.
- Decreto nº 88.392, de 24/09/81, cria o Parque Nacional do Pantanal Mato-grossense
- Decreto nº 93.546, de 06/11/86, cria o Parque Nacional da Lagoa do Peixe.
- Decreto nº 11.901, de 11/06/91, cria a APA das Reentrâncias Maranhenses.

As autoridades competentes para o exercício das diretrizes de RAMSAR no Brasil são: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Implementação de Políticas e Normas Ambientais, Departamento de Mobilização e Articulação Institucional.

O Plano Estratégico para o período 1997-2002, minutado pelo Secretariado da Convenção, aprovado pelas Partes e lançado em março de 96, na 6ª Reunião da COP-Conferência das Partes, na Austrália, contém objetivos e ações para implementar a Convenção de Ramsar. Entre estas ações sugere que o planejamento de governo (em escala nacional, estadual e local) deve prever a utilização racional dos Sítios no



trato do uso do solo, gestão de águas subterrâneas, em particular o manejo de bacias e zonas costeiras, através de AIA - Avaliação de Impacto Ambiental e Plano de Manejo, de modo a evitar degradação da área a partir por exemplo: de contaminação com agroquímicos, lixo urbano e industrial e o uso inadequado do solo. Para prevenir e punir ações neste sentido, sugere examinar e refazer, se for o caso, a legislação afim.

#### 6.4 - CONAMA E POLÍTICA AMBIENTAL

O CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais, delibera no âmbito de sua competência normas critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção dos recursos ambientais compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado, que é essencial à qualidade de vida.

O CONAMA, é portanto o órgão que delibera com fundamento na Lei nº 6.938/81, Artigo 8 inciso I e II que torna obrigatório o Estudo de Impacto Ambiental (EIA):

I- Estabelecer mediante proposta do IBAMA, normas e critérios para **licenciamento de atividades** efetiva ou potencialmente poluidoras, sendo esse concedido pelos Estados e supervisionado pelo IBAMA;

II - Determinar, quando julgar necessário, a realização de estudos de alternativas possíveis devido a conseqüentes impactos ambientais advindos de projetos públicos ou privados requisitando aos órgãos federais, estaduais e municipais, bem como as entidades privadas as informações indispensáveis para apreciação dos **Estudos de Impacto Ambiental (EIA)** e respectivos **Relatórios do Meio Ambiente (RIMA)**, no caso de obras ou atividades de significativas degradações ambientais, especialmente nas áreas consideradas patrimônio nacional. Este instrumento legal é para prevenir e monitorar os danos ambientais.

As diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente serão formuladas em normas e planos, destinados a orientar a ação do Governo da União, do Distrito Federal, dos Estados, dos Territórios e dos Municípios no que se relaciona com a

preservação da qualidade ambiental e manutenção do equilíbrio ecológico, observados os princípios estabelecidos no artigo 2º da Lei 6.938.

No Estado de Santa Catarina, a Fundação do Meio Ambiente (FATMA), é o órgão encarregado de liberar as **Licenças Ambientais Prévias (LAP)** para os projetos que interfiram e/ou modifiquem o meio ambiente, e o **Relatório do Meio Ambiente (RIMA)**.

Nas regiões em desenvolvimento, a responsabilidade pelo andamento destas políticas está a cargo de instituições enfraquecidas pela quantidade insuficiente tanto de funcionários quanto de recursos, legislações ineficazes e com deficiência na capacidade de monitoramento e execução. Em outras ocasiões, instituições ambientais têm sido introduzidas com capital externo, como os provenientes de convenções internacionais, doações e programas de ajuste estrutural, e que são internalizados posteriormente pelos países.

Pequenas iniciativas já emergiram em documentos regionais que efetivam ações desde a ECO-92, de forma a implementar políticas ambientais que beneficiem os membros mais pobres da sociedade. Um grande vazio ainda resta a nível nacional entre a proteção ambiental e investimentos sociais, como educação, melhoria na saúde e nas condições de vida da população (IBAMA & UNEP, 1999).

O fortalecimento das comunidades e o crescimento de ONGs estão se intensificando em todas as regiões como um poderoso mecanismo de avanço no desenvolvimento sustentável. Contudo, a participação real e o compromisso com a causa ambiental na sociedade civil dependem claramente de ações governamentais na implementação de políticas ambientais e aplicação das leis ambientais que tutelam os direitos e deveres frente aos diversos problemas do meio ambiente. Em regiões onde políticas governamentais não são compatíveis com a conciliação do desenvolvimento das atividades socioeconômicas com a qualidade ambiental nacional, estadual e municipal, no legítimo interesse do bem comum, a participação pública é geralmente baixa, quer em decorrência da negligência, imprudência, ou por evidente violação às normas constitucionais.

## VII - TENSORES NOS MANGUEZAIS

Por tensor ("*stressor*") se define qualquer evento, condição ou situação que cause um incremento nos gastos de energia de um ecossistema. A perda da energia ocasionada pela operação do tensor se define como tensão ("*stress*") (Cintrón *et al.*, 1983).

A magnitude de qualquer tensão ou distúrbio é quantificável pelas trocas que causam nos fluxos de energia, pela eliminação dos fluxos e pelo aumento no custo energético de reparar o sistema.

Segundo Cintrón, (*op.cit.*), o custo energético de um tensor, provoca uma simplificação na estrutura e uma redução na diversidade, espécies mais suscetíveis. Em outras palavras, o tensor opera de forma que pode ocasionar uma regressão do ecossistema, e a magnitude desse tensor dita o grau da regressão.

Nos manguezais, perturbações são entendidas como modificações no fluxo ou no padrão de disponibilidade de energias subsidiárias necessárias ao desenvolvimento da vegetação típica de mangues. Entre os impactos de origem natural, estão os que se relacionam, principalmente, com a topografia, hidrografia e o clima. Quanto aos impactos induzidos pelo homem podem ser agrupados da seguinte forma, obras de canalização e capturas das bacias e seus rios através de retificações, barragens, sedimentação através de aterros, poluição térmica, derramamento de óleo, descargas de efluentes líquidos e sólidos através do depósito de lixo, poluição através de resíduos industriais, maricultura, silvicultura, salinas, mineração, UNESCO (1980); Cintron & Schaeffer-Novelli (1983).

A vegetação típica de mangue possui adaptações que permitem seu crescimento em substratos salinos, úmidos e níveis baixos de oxigênio. Os manguezais ocupam áreas sujeitas às mudanças dinâmicas, resultantes da rápida sedimentação e dos efeitos de marés, ondas correntes marinhas, ventos e clima (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1997).

Nos manguezais, distúrbios são entendidos como modificações no fluxo de padrão de disponibilidade das energias subsidiárias (marés, abundância de nutrientes), necessárias ao desenvolvimento das plantas de mangue. Entre os impactos de origem natural, estão os que se relacionam, principalmente, com a topografia, erosões eustáticas do nível do mar, erosão da costa hidrografia e o clima.

Quanto aos impactos induzidos pela ação antrópica, são: canalizações, sedimentação, poluição, derrame de óleo, disposição de resíduos líquidos e sólidos, maricultura, salinas e silvicultura (Cintrón & Schãeffer-Novelli, 1992; Schãeffer-Novelli, 1995; Panitz, 1997).

Os efeitos impostos pela própria natureza, são conhecidos por, aqueles que drenam continuamente energia do ecossistema de **forma crônica**, reduzindo o desenvolvimento estrutural dos bosques de mangues, e os de **forma aguda** que, mesmo provocando a perda estrutural, dependendo dos intervalos de decorrência podem permitir a recuperação da cobertura vegetal, devido as adaptações naturais e estratégias destes ecossistemas.

Cintrón & Schaeffer-Novelli (1992) abordam, amplamente, sobre os aspectos dos tensores naturais e os induzidos pelo homem em manguezais brasileiros.

Os manguezais possuem uma grande capacidade de se recuperar após um distúrbio, devido a sua resiliência. Essa, por sua vez, depende de subsídios de energia e de matérias disponíveis, da estabilidade do sistema. Portanto, esses ecossistemas se revelam altamente sensíveis a fatores que alteram o aporte de água das marés, o regime de salinidade e as propriedades físico-químicas do substrato, como, assoreamentos, drenagens e aterros, os quais podem levar a mortalidade dos bosques de mangues.

Esses distúrbios podem ser benéficos, quando as novas condições permitem que uma certa quantidade de energia seja convertida em biomassa e complexidade. Os distúrbios prejudiciais desviam a energia do sistema, diminuindo a biomassa (Panitz, 1997).

O evento de um tensor pode provocar uma amplificação na estrutura e diversidade, causando regressão do ecossistema.

Em termos de escala, os distúrbios podem ser de grande intensidade, quando removem ou matam todas as árvores; e de menor intensidade quando não ocorre mortandade total das espécies vegetais dos manguezais.

Os tensores podem ser classificados em cinco tipos (*Lugo et. al*, 1980a; *apud Cintron, et al.*, 1983):

- Tipo 1: aqueles que alteram a natureza da fonte de alimentação de energia;

- Tipo 2: aqueles que desviam porções da energia, antes que ela seja incorporada ao sistema;
- Tipo 3: aqueles que removem energia potencial, antes do armazenamento, mas logo após ela ser fixada;
- Tipo 4: aqueles que removem biomassa;
- Tipo 5: aqueles que aumentam a taxa de respiração.

Os manguezais são sistemas abertos que dependem dos insumos contínuos dos nutrientes para manter os altos ritmicos de produção e funcionamento.

Além da vegetação, estes ecossistemas são constituídos por uma diversidade de fauna que vêm do meio marinho, sendo encontrados, dentre outros, grande quantidade de moluscos, crustáceos e peixes. E do ambiente terrestre provém as aves, répteis, anfíbios, mamíferos e, alguns insetos. Dentre os animais que alimentam-se exclusivamente de material vegetal originado das espécies típicas de mangue, destacam-se os herbívoros. E também, a fauna composta por microcrustáceos, vermes diversos, larvas de camarões, caranguejos, de peixes, entre uma miríade de outras formas.

As alterações dos fluxos de água não somente reduzem os aportes de nutrientes como também podem provocar hipersalinidade e privam de sedimentos as áreas do manguezal, representam alterações negativas, ameaçando sua existência e repercutem na flora e fauna dos ambientes com os quais os manguezais mantêm relações ecológicas (Cintron, *et al.* 1983).

Esta flora e fauna são altamente especializadas, sobrevivendo em equilíbrio com o ambiente. Entretanto, distúrbios induzidos, por ações humanas, podem desequilibrar essas relações, levando à perda total destas populações.

Segundo Panitz (1997) os tensores 1, 2 e 3 são os que alteram o fluxo de energia ou afetam uma porção substancial do compartimento produtor são muito prejudiciais, uma vez que reduzem a própria capacidade do sistema de recuperar-se. Quando os tensores operam intensamente, reduz muito as possibilidades de minimização ou recuperação.

Os tensores do tipo 1 e 2 são mais severos, porque alteram o próprio ambiente, não havendo possibilidades de amenizar o efeito, nem de recuperação.

As **canalizações, construções de diques (cortes do manguezal por estradas)**, operam como tensores do tipo 1, ao isolar o manguezal de suas fontes



de nutrientes. As construções de estradas, as canalizações e as drenagens, tendem a represar águas dentro das áreas dos manguezais.

A construção de estradas provoca estagnação dentro das áreas dos manguezais que causam a deterioração e morte das árvores. Esses "diques" não só isolam os manguezais de seus abastecimentos de nutrientes e de marés, como também causam elevação do nível das águas que tapam as zonas de intercâmbio de gases, ocasionando a deterioração e morte da vegetação. A água salgada dentro destas zonas se evapora aumentando a salinidade a níveis intoleráveis, por exemplo, há perda do dossel quando expostos a solos de forte insolação, e o conteúdo de oxigênio se reduz drasticamente.

Porto Filho *et al.* (1999) conjuntamente com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) elaboraram uma proposta mitigatória "Operação de Resgate da Flora e Fauna da Área do Manguezal do Itacorubi", afetado pela obra do elevado do CIC na avenida Beiramar Norte. A construção do Elevado do CIC, licenciado pelos órgãos ambientais, causou impactos potenciais à área do manguezal, com redução de sua área em 12.900m<sup>2</sup> (0,89%) devido o aterramento para fins do empreendimento. Dentre outras medidas importantes devido este impacto, os técnicos da UFSC, destacaram os cuidados com o carreamento de sólidos para o manguezal, uma vez que estes poderiam vir a asfixiar as raízes respiratórias das árvores típicas do manguezal, causando indubitavelmente sua morte.

Os tensores dos tipos 3 e 4 tem um impacto menor no ecossistema, porque não afetam os aportes de energias subsidiárias que chegam ao sistema. O **desmatamento**, por exemplo, é considerado um tensor do tipo 4. O lançamento de **esgoto *in natura***, e as disposições de **lixo** são tensores do tipo 5, porque estas atividades representam destruição direta do manguezal, causando danos irreversíveis e a eliminação permanente dessas áreas.

Os tensores esgotos, canalizações e aterros, além de influenciar no tamanho das folhas das espécies de mangues, podem alterar suas formas.

O desmatamento, através do corte de vegetação em áreas de manguezal é uma prática bastante prejudicial, uma vez que remove grande quantidade da biomassa que sustenta a cadeia detritica do ecossistema. Além disso a retirada de árvores em grande escala deixa o solo exposto ao vento e aos raios solares, provocando seu ressecamento, o que facilitará o aparecimento das espécies de transição. A ausência da vegetação provoca também a fuga ou morte da fauna

associada, causando uma reação em cadeia que se inicia com a mudança das reações químicas no sedimento do mangue, com subsequente lixiviação e transporte dos nutrientes pelas águas, passando a erosão progressiva (Cintron & Schaeffer-Novelli (1992); FEEMA 1979 *apud* Panitz, 1997).

A poluição pelo lançamento por esgotos *in natura* também representa uma destruição direta do manguezal. Além de provocar a contaminação da água por bactérias e vírus. Em consequência dessas descargas, as áreas afetadas passam a sofrer oscilações no teor de oxigênio dissolvido, atingindo animais fixos nos substratos, bem como peixes, crustáceos. O lodo do esgoto é um dos maiores problemas ambientais, porque aumenta o consumo de oxigênio, aumentando a pressão parcial do oxigênio a níveis inferiores ao normal, dando origem a um ambiente anaeróbico.

De acordo com Panitz (1992, 1997) na deposição de lixo sobre os manguezais, inúmeras substâncias tóxicas podem ser levadas e transportadas pelas águas que causam modificações nas reações químicas e bioquímicas, provocando redução do conteúdo do oxigênio podendo intoxicar os organismos marinhos. Além de contaminar o ambiente, a deposição de lixo no manguezal, pode causar asfixia dos pneumatóforos, causando morte da vegetação. Pela ação das marés este material pode ser transportado para o mar e os rios, causando igualmente efeitos nocivos à vida aquática e humana.

A conversão em terrenos de mangues para a **maricultura** é um problema em vários países (Brasil, Costa Rica, Equador, Peru,). A construção indiscriminada dos tanques para maricultura e canais de abastecimento de água representa uma redução nas áreas de mangues que podem afetar a própria produtividade pesqueira da região Turner, 1977 in Cintron *et al.* (1983).

Cintron & Schaeffer-Novelli (1992) descrevem detalhadamente o impacto de alguns tensores naturais, tais como: o levantamento eustático do nível do mar; hipersalinidade; ciclones tropicais e erupções vulcânicas.

Quanto aos tensores induzidos pelo homem, os autores reportam que impactos ambientais, como por exemplo, o da construção de tanques de maricultura em solos ricos em matéria orgânica (tais como os de *Rhizophoras*), geram sérios problemas. Os tanques logo após sua construção são drenados para promover a oxidação da matéria orgânica. Com isso, o composto de enxofre contido no solo

forma ácido sulfúrico e a decomposição da argila devido à ação do ácido podendo liberar íons de ferro e alumínio em quantidades tóxicas.

As canalizações são extremamente danosas para o manguezal, porque os desvios dos rios e cursos d'água submetem o manguezal a uma tensão e provocam a degradação dos bosques de mangue menos vigorosos e desenvolvidos. As alterações dos fluxos de água não somente reduzem os aportes de nutrientes como também podem provocar hipersalinidade e privam de sedimentos as áreas dos manguezais.

Segundo Cintron (1983) ao reduzir-se os suprimentos de sedimentos, prevalece à subsidência causada pela compactação sobre o processo de aterramento e cessa o processo de expansão, dando início a um período de erosão marinha.

Os **aterros sanitários** e os **hidráulicos**, são atividades que representam destruição direta dos manguezais e das áreas adjacentes. A deposição destes materiais transportados pelas águas para o interior do manguezal tem efeito prejudicial nas trocas das águas do mar com as águas provenientes de drenagem terrestre, nutrientes e gases no sedimento do mangue, como também entre o sedimento. Quando esta troca é totalmente bloqueada, a morte dos mangues ocorre em um curto período, e interrupções parciais resultam em obstáculos para obtenção da energia necessária para o funcionamento do manguezal (Schaeffer-Novelli, 1995).

Destas áreas podem lixiviar substâncias tóxicas, especialmente de onde se vertem resíduos de origem industrial e hospitalar, que representam um risco de contaminação por patógenos, que absorvidos e assimilados por peixes, mariscos e crustáceos, atingem níveis de contaminação perigosos a saúde humana, Cintron & Schaeffer-Novelli (1992), Schaeffer-Novelli (1995).

Felipe (1998) realizou um estudo dos tensores antropogênicos nos manguezais do Rio Ratonas, em Florianópolis, e manguezal de Palhoça na grande Florianópolis, através de medições das áreas foliares descritas por Schaeffer-Novelli & Cintron (1986) como indicadores ecológicos das espécies típicas destes manguezais, ou seja, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm; *Laguncularia racemosa* (L.) Garth e *Rhizophora mangle* L.

Felipe (*op cit*), selecionou cinco áreas amostrais para os dois manguezais, considerando os tensores do tipo lançamento de esgotos, aterro, desmatamento, canalização e, rodovias.

Em relação às espécies típicas dos manguezais a autora concluiu que, para a espécie ***Rhizophora mangle***, todos os tensores reduziram sua área foliar, sendo mais evidente, o tensor corte de estrada; nenhum dos tensores alterou a forma de suas folhas.

A espécie ***Avicennia schaueriana***, em Ratonés, está melhor adaptada e resisti a tensores de diversas origens, mas, é muito sensível ao tensor aterro. Todos os tensores reduziram sua área foliar, sendo mais evidente o tensor aterro em Ratonés e canalização em Palhoça. Somente o tensor esgoto alterou a forma de suas folhas.

Em relação à vegetação de mangue ***Laguncularia racemosa***, a autora concluiu que todos os tensores reduziram sua área foliar em Ratonés, sendo mais evidente, o das canalizações. Em Palhoça, o tensor esgoto aumentou a área foliar, enquanto que os demais tensores a reduziram, principalmente, o tensor desmatamento.

Segundo Felipe (*op cit*), em relação aos tensores, os dados apontam que, o lançamento de esgotos, ricos em matéria orgânica, afeta diretamente a vegetação, causando um aumento desta, em relação à área foliar, principalmente para o mangue preto (*Avicennia schaueriana*), tanto no manguezal de Palhoça como no de Ratonés (FIGURA 18).

O aterro causa alteração do substrato e circulação de água e afeta a vegetação do mangue, causando uma resposta negativa (diminuição), em relação aos parâmetros determinados. O desmatamento afetou a vegetação do mangue, causando uma resposta negativa (diminuição), em relação à área foliar do mangue preto e mangue branco.

A canalização proporcionou às espécies vegetais uma resposta negativa, sendo mais evidente para o mangue branco em Ratonés e mangue preto em Palhoça. O tensor corte de estrada proporcionou uma redução da área foliar para todas as espécies, porém, mais evidente para o mangue vermelho no manguezal de Ratonés.

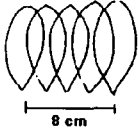
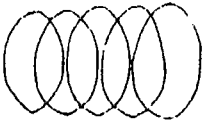
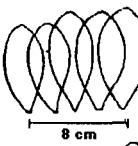
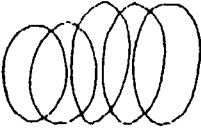
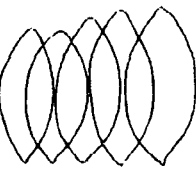
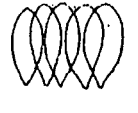
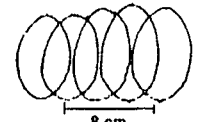
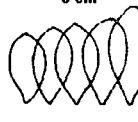
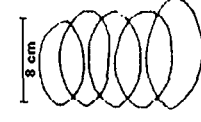
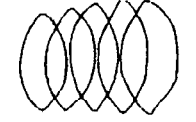
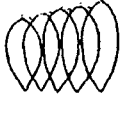
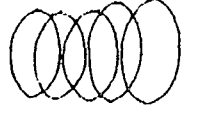
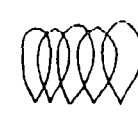


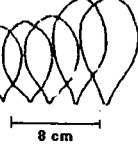
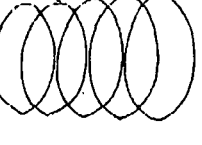
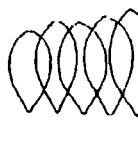
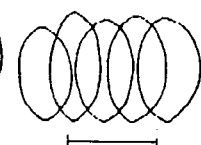
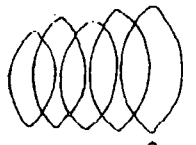
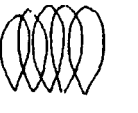
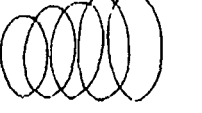



Manguezal	Palhoça		Ratones		
Espécies	<i>Avicennia schaueriana</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Avicennia schaueriana</i>	<i>Laguncularia racemosa</i>	<i>Rhizophora mangle</i>
Áreas / Tensores					
Área 1 Controle					
Área 2 T= Corte de estrada					
Área 3 T= desmatamento e aterro					
Área 4 T= aterro					
Área 5 T= Canalização					

FIGURA 18- Variação da área foliar de *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* nos manguezais de Palhoça e Rio Ratones.

Fonte: Felipe (1998)

De acordo com Cintron & Schaeffer-Novelli (1992) a grande capacidade dos manguezais de ser recuperar após um distúrbio deve-se a sua resiliência, ou seja, a sua resposta adaptativa às variações do meio. Os manguezais apresentam características de espécies pioneiras em relação a sua biologia reprodutiva e atributos de espécie clímax.

Os manguezais apresentam características "r-estrategistas" e estas mostram que os manguezais são ecossistemas auto-sustentáveis. Isto dá aos manguezais uma grande capacidade de se restabelecerem após um distúrbio. Essa capacidade depende de subsídios de energia e de matéria disponíveis e da estabilidade do sistema e das propriedades da resiliência, ou seja, da inércia e resiliência. Inércia seria a resistência às alterações e, resiliência é a forma como o sistema responde aos distúrbios e compreende a elasticidade, amplitude e maleabilidade (Panitz, 1997).



Os ecossistemas naturais possuem adaptações e estratégias que lhes permitem recuperar-se após perturbações periódicas. Devido a essa elasticidade inerente, os ecossistemas podem recuperar-se espontaneamente, uma vez que cessem as perturbações. Se um tensor para de atuar de forma crônica, e se não há efeitos residuais, o ecossistema pode reverter a um estado similar ao que tinha antes de ser pressionado. Se o tensor permanecer em quantidades residuais, ou se apresentar com maior frequência. Então o sistema somente alcançará um nível mais baixo de organização Odum, 1981 in Panitz (1997).

De um modo geral, a intervenção do homem no processo de recuperação deve ser o de remover o tensor que está causando a degradação e deixar que o sistema se recupere por si mesmo.

Segundo Panitz (1997) para que se possa atingir um resultado favorável na recuperação de um ecossistema, é preciso que os subsídios de matéria e energia disponíveis estejam disponíveis. Condições como o substrato, fluxo de água doce e salgada, e aporte de nutrientes. Todavia, os manguezais estão sujeitos a vários tipos de tensores e estes determinam a capacidade do mesmo de recuperar-se. Entretanto, tensores do tipo aterros e canalizações, não permitem a minimização do efeito, nem sua recuperação.

Dentre os impactos sobre os manguezais e suas inúmeras ocorrências, de uma forma geral, denota-se que os estressores antropogênicos, são os que representam alterações negativas nos processos de obtenção de energia, e na fisiologia dos organismos componentes destes ecossistemas, ameaçam sua existência e podem repercutir negativamente nos ambientes com os quais os manguezais mantêm relações ecológicas.

## VIII - ZONEAMENTO COSTEIRO

A zona costeira é um amplo espaço de interações entre o mar e a terra, águas epicontinentais e a atmosfera. A transição destas fases incide profundamente nas condições de dinâmica ambiental, às quais se agrega a influência do homem como agente transformador de primeira magnitude Yanes-Arancibia, 1986 In Polette (1993).

De acordo com Barragán Muñoz (1997) o espaço litoral é reconhecido, como uma franja de território na qual intervêm com processos interativos, a terra e o mar. A inter-relação estabelecida gera realidades singulares e de diversas naturezas como físicas, biológicas e sócio-econômicas.

A importância da utilização de critérios biológicos e/ou ecológicos na delimitação do espaço marítimo litoral, é devida a possibilidade de ampliar o entendimento que se tem do espaço litorâneo, transcendendo o aspecto físico, facilitando uma compreensão para com os diferentes usos (aquicultura, pesca, agricultura, infra-estrutura urbana, turismo, etc.) assim como, para o manejo e conservação de espaços naturais. Por conseguinte, é nestas áreas onde se reflete com maior nitidez a viabilidade dos diversos processos de desenvolvimento em escala local e nacional.

O meio marinho, formado por oceanos, mares e zonas costeiras adjacentes, constitui um agregado essencial para o desenvolvimento da vida. Estima-se que os oceanos abarquem mais de duas vezes a extensão das terras emersas e que a biodiversidade marinha incluía mais de 90% da vida do planeta.

As zonas costeiras estão constantemente baixo à influência do homem e é inevitável que a utilização destas áreas provoque mudanças as vezes irreversíveis (Yánez-Arancibia, 1987).

Para Marcei Jollivet e Alain Pavé In Vieira (1993:2), o meio ambiente costeiro pode ser caracterizado como o conjunto de componentes físico-químicos e biológicos, e também de fatores socioculturais suscetíveis de afetar, direta ou indiretamente, a curto ou em longo prazo, os seres vivos e as atividades humanas neste meio ambiente. Nesse sentido, o campo de pesquisas sobre ambiente costeiro abrange o conjunto de transformações da zona costeira, suscetíveis de influenciar o desenvolvimento das sociedades humanas.

O ambiente costeiro pode ser entendido como um habitat global que compreende o espaço onde se desenvolvem, além das atividades humanas, a vida dos animais e vegetais direta ou indiretamente ligados a elas. No exame dentro de uma perspectiva sistêmica, observa-se relação de interdependência.

De acordo com Polette (1997) nas zonas costeiras ocorrem os fenômenos mais relevantes, vinculáveis ao uso sustentável dos recursos marinhos, e onde se encontram os diversos conflitos de uso dos ecossistemas. Por conseguinte, é onde se reflete com maior nitidez a viabilidade dos diversos processos de desenvolvimento em escala local e nacional.

O Brasil possui uma linha de costa onde a coexistência de unidades fisiográficas é bastante diferenciada e numerosa, mesmo quando estabelecidas em escala macro. Se a essa variação físico-natural adicionarmos as particularidades advindas das diferentes formas de ocupação humana e das distintas funções econômicas, chegamos a um mosaico bem complexo de situações existentes na zona costeira, onde será possível obter análises distintas de uso e ocupação do solo em três níveis que podem ser identificados e classificados como “macro”, “meso” e “micro”, para avaliação e planejamento de zonas costeiras (Polette, 1993).

Conforme Frank (1997) fazer o planejamento e gerenciamento ambiental dos ecossistemas costeiros, implica em muitos conceitos pertinentes que ainda não estão sedimentados e nem totalmente equacionados.

Os termos “administração”, “gestão”, “planejamento”, “gerenciamento” e “manejo”, quando aplicados ao meio ambiente e/ou aos recursos naturais, vêm sendo usados quase como sinônimos, muitas vezes sem uma definição precisa do que efetivamente se propõe a realizar, (Almeida 1993, Viegas et al. 1995, Diegues 1999). Ao conceituar “gestão ambiental”, passam o entendimento de que os aspectos sociais e econômicos não deveriam ser considerados.

O gerenciamento costeiro propõe avaliar e orientar de maneira completa, os processos de ocupação e uso dos ecossistemas costeiros, e é formalmente definido como: “planejar e gerenciar de forma integrada, descentralizada e participativa as atividades sócioeconômicas”. Em vista disso, acredita-se ser interessante adotar, preferencialmente o termo Manejo Sustentado para utilização de seus recursos (Viegas et al., 1995).

O autor salienta, a importância de caracterizar o gerenciamento costeiro como um “processo” e não “conjunto de atividades e procedimentos”, o que constitui

o meio pelo qual realiza-se o plano de gestão.

Cabe ressaltar que conceitos similares vêm sendo discutidos e elaborados em outros países e por organismos internacionais.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente/Brasil (PNUMA-BRASIL), através do "Ocean and Coastal Areas Programme Activity Centre" define o manejo integrado de áreas costeiras e marinhas ("Integrated Coastal And Marine Areas Management" –ICAM), como um processo adaptativo de manejo de recursos para o desenvolvimento sustentável em áreas costeiras (PNUMA, 1993).

A "National Oceanic and Atmospheric Administration-NOAA" apresenta a proposta de manejo integrado da zona costeira (Integrated Coastal Zone Management-ICZM), quando o define como processo contínuo, interativo, adaptativo e participativo, formado por um conjunto de tarefas relacionadas, as quais devem ser desenvolvidas para atingir um conjunto de metas e objetivos estabelecidos (NOAA/U.S, 1994).

O Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, como o próprio nome sugere, é um conjunto de ações para manejo da zona costeira, de forma a viabilizar o uso equilibrado da região, respeitando os condicionantes naturais e promovendo a inserção da população local, para que usufruam desse processo, contribuindo assim para uma maior qualidade e equidade social.

A elaboração do Plano de Manejo permite equacionar, devidamente, os conflitos existentes, e realizar um empenho de forma objetiva para orientar esse processo em direção do desenvolvimento sustentável meta estabelecida nos instrumentos normativos que conformam o gerenciamento costeiro.

Na tentativa de identificar o desenvolvimento dos complexos estudos de qualidade ambiental, com objetivo de definir um diagnóstico, um zoneamento, faz-se necessária a adoção de passos bem definidos sob a pena de se perder os objetivos desejados no cipoal de informações em que subsidiam as análises dos estudos desta natureza, (Ogata, 1995).

A ordenação de programas de desenvolvimento obedece ao ordenamento do territorial que exige, como tópico indispensável, a identificação e o conhecimento dos espaços geográficos e unidades ambientais, em razão das alternativas de sustentabilidade ecológica, econômica e social.

A Constituição Federal elucida que, deve se constituir num ordenamento do território no principal instrumento para ocupação racional dos espaços,

objetivando o melhor aproveitamento ou o redirecionamento das atividades antrópicas.

O plano de manejo resulta de uma ação de identificação, constatação e avaliação da realidade do meio ambiente, na qual se determinam espaços caracterizados pelos componentes físicos, bióticos, e pelas formas de organização e ordenação resultante da ação antrópica.

Segundo Almeida *et al.* (1993) o manejo deve ser conduzido de forma constante, e analisado periodicamente para que se possibilite seu ajuste à ecodinâmica da interação do homem e natureza e seja assim, o instrumento adequado à obtenção da ordenação das zonas ambientais e territoriais, mediante uma melhor distribuição das atividades produtivas e proteção ambiental.

Para a implementação de planos de manejo, o conhecimento exato do uso dos recursos naturais é relevante para decisões relativas a zoneamentos de atividades humanas e de conservação. A partir destes levantamentos, poder-se-á direcionar ações para áreas de conflitos de uso, projetos de recuperação e manutenção de áreas degradadas, e assim, propor usos alternativos dos recursos naturais para uma forma sustentável de desenvolvimento e efetivar ações participativas de educação ambiental junto às comunidades costeiras.

O conteúdo dos parágrafos acima serviu para avaliar a existência de uma parcela do espaço litorâneo absolutamente singular. Sua originalidade fundamenta-se não só em suas condições físicas naturais. Também sua localização, limites e problemática derivada da fragilidade a que é inerente, justificam que o espaço litorâneo ocupe um lugar destacado nas ações integradas das comunidades tradicionais, na comunidade técnico/científicas e governamentais.

Os órgãos governamentais têm a responsabilidade fundamental e inapelável de velar pela existência e bem estar dos sistemas nacionais de áreas protegidas. Devem considerar estas áreas como importantes componentes das estratégias nacionais, encaminhados a conservação e ao desenvolvimento sustentável. Todavia, a responsabilidade efetiva do manejo das áreas protegidas pode seguir recaindo no governo federal, estadual ou municipal, nas organizações não-governamentais, no setor privado ou na comunidade local. De todo modo, a prova da eficácia da autoridade designada será sua capacidade para lograr os objetivos do manejo.

O Estado de Santa Catarina apresenta 32% de uma população residente



nos municípios costeiros, que corresponde a apenas 9,7% da área total do Estado (PNUMA, 1995).

A zona costeira do estado de Santa Catarina possui aproximadamente, 531 km de extensão, dos quais 94,67 km<sup>2</sup> são ocupados por manguezais. Seu limite de distribuição austral no Atlântico Sul Oriental a 27°53' S nas proximidades da praia do Sonho, para a espécie *Rhizophora mangle* e 28°30' S em Laguna, para *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* (Schaeffer-Novelli *et al.*, 1979).

Na Ilha de Santa Catarina, dentre os sistemas ecológicos mais importantes estão os manguezais do Rio Itacorubi, no litoral central da Ilha (incrustado na área urbana); o manguezal do Saco Grande, na parte central da borda oeste, o manguezal do Rio Ratoes na parte noroeste, onde seu limítrofe é na enseada do Pontal da Daniela. Na Baía Sul da Ilha, encontra-se o manguezal do Rio Tavares, mais ao Sudeste, localiza-se um remanescente manguezal, o da Tapera, (Sierra de Ledo, 1983).

Em função de suas localizações adjacente à cidade de Florianópolis os manguezais do Rio Ratoes, Saco Grande e do Rio Tavares, vêm sendo objeto de antropização devido, principalmente com a expansão urbana desordenada, embora esses ecossistemas sejam constituídos como Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reservas Biológicas, instituídas pelo Código Florestal Brasileiro Art. 2º da Lei Federal Nº 4.771/65, e protegidos pela Constituição Federal de 1988, e Plano Diretor do Município.

Entre as Unidades de Conservação Ambiental, sob jurisdição do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio ambiente e dos Recursos Naturais), situadas na área urbana de Florianópolis estão, a Estação Ecológica de Carijós, localizada a Noroeste da Ilha de Santa Catarina, destinada a preservação dos manguezais do Rio Ratoes e do Saco Grande, esta na categoria de Reservas Biológicas (ESEC, 1999).

Situada na área urbana de Florianópolis, a Sudeste da Ilha encontra-se a Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (REMAPI) abrangendo o manguezal do Rio Tavares (IBAMA/CNPT, 1994). É a primeira reserva extrativista constituída fora dos limites da Amazônia Legal, e também a primeira RESEX Marinha do Brasil. Sua principal função é o de assegurar às populações a continuidade desta atividade produtiva de forma sustentável, que tradicionalmente obtêm sua renda com base no extrativismo do berbigão (*Anomalocardia brasiliensis*).

A produção do berbigão, após a implantação da fazenda marinha de

berbigão no Baixio da Tipitinga, é de 180 toneladas/ano (REMAPI,1999).

As áreas dos manguezais e seus biótipos adjacentes figuram entre os ecossistemas mais produtivos, sendo indispensáveis como fonte de energia nas águas costeiras. Por isso, pode-se explicar a importância dos manguezais, também para os setores econômicos, como por exemplo, a pesca que se constitui na economia dessas regiões, na captura de diversas espécies de crustáceos, peixes e moluscos, com produção em torno de 2.500 t/ano (Sierra de Ledo & Soriano-Sierra, 1985).

Desde o início da colonização da Ilha de Santa Catarina, estes ecossistemas vêm sendo explorados como fonte de lenha para os engenhos, o tanino para o tingimento de redes de pesca ou usado nos curtumes de couro. Atualmente, os problemas que afetam os manguezais estão ligados a nova fase sócio-econômica de Florianópolis. Todos sofrem, além da pressão da expansão urbana, aterros ilegais, aberturas de canais pelo Departamento de Obras e Saneamento (DNOS) para drenagem de terrenos adjacentes; esgotos sanitários, assentamentos ilegais; estradas de rodagem; depósitos de lixo.

Atualmente, duas grandes obras de engenharia estão sendo executadas junto aos manguezais. No manguezal do Rio Itacorubi, foi construído o Elevado do CIC na Avenida Beira Mar Norte, onde foram aterrados 12.900m<sup>2</sup> de manguezal para comportar um complexo viário o que permitirá o fluxo de veículos aproximadamente em 30%, IPUF (1998). A Universidade Federal de Santa Catarina, como tutora legal da área, em convênio com a FLORAM, como medida mitigadora, resgataram e realocaram cerca de 2004 espécies típicas de mangue e cerca de 300 caranguejos de diferentes espécies, (Panitz, 1998).

A Segunda obra é a construção do aterro hidráulico para a implantação da Via Expressa Sul, em 1997, destruindo 2/3 do banco natural do berbigão, provocando uma queda de produção e um êxodo de catadores de berbigão (Silva,1998; REMAPI,2000).

O zoneamento de um ecossistema em setores distintos, é um meio de ordenar o gerenciamento de Unidade de Conservação e propor programas de manejo para as áreas definidas, de modo a eliminar conflitos e consolidar a implantação efetiva do plano de manejo. A designação de cada zona é baseada em seu potencial natural para atingir certos objetivos, assim como nas necessidades específicas dos recursos naturais para a proteção adequada dos ecossistemas.

Estas zonas e respectivos conceitos são baseados no “Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros”, conforme artigo 7º do Decreto Federal nº 84.017, de 21/09/79.

Os critérios utilizados para determinar as categorias de manejo (zonas prioritárias) para os manguezais objeto de estudo deste trabalho, refletem em uma variedade de categorias de manejo, que se aplicam indistintamente tanto aos considerados ecossistemas terrestres, como aos marinhos. As categorias dominantes correspondem segundo a Legislação vigente.

**Zona Intangível (ZI)** - É aquela onde a primitividade da natureza permanece intacta, não se tolerando quaisquer alterações por atividades humanas, representando o mais alto grau de preservação. Funciona como matriz de repovoamento de outras zonas onde já são permitidas atividades humanas regulamentadas. Esta zona é dedicada a proteção integral dos ecossistemas dos recursos genéticos e ao monitoramento ambiental. O objetivo básico do manejo é a preservação, garantindo a evolução natural;

**Zona Primitiva (ZP)** - É aquela onde ocorreu pequena ou mínima intervenção humana, contendo espécies da flora e da fauna ou fenômenos naturais de grande valor científico. Deve possuir as características de zona de transição entre a zona intangível e a zona de uso extensivo. O objetivo geral do manejo é a preservação do ambiente natural e ao mesmo tempo facilitar as atividades de pesquisa científica, educação ambiental e proporcionar formas primitivas de recreação;

**Zona de Uso Extensivo (ZUE)** - É aquela constituída em sua maior parte por áreas naturais, podendo apresentar algumas alterações por interferência humana. Caracteriza-se como uma zona de transição entre a zona primitiva e a zona de uso intensivo. O objetivo do manejo é a manutenção de um ambiente natural com mínimo impacto das atividades humanas, apesar de oferecer acesso e facilidades públicas para fins educativos e recreativos,

**Zona de uso Intensivo (ZUI)** - É aquela constituída por áreas naturais ou alteradas pelo homem. O ambiente é mantido o mais próximo do natural, devendo conter: centro de visitantes, museus, outras facilidades e serviços. O objetivo geral do manejo é facilitar a recreação intensiva e educação ambiental em harmonia com o meio.

**Zona Histórico-Cultural (ZHC)** - É aquela onde são encontradas

manifestações históricas e culturais ou arqueológicas, que serão preservadas, estudadas, restauradas e interpretadas para o público, servindo a pesquisa, educação ambiental e uso científico. O objetivo geral do manejo é o de proteger sítios históricos ou arqueológicos, em harmonia como meio ambiente;

**Zona de Recuperação (ZR)** - É aquela que contém áreas consideravelmente alteradas pelo homem. A zona de recuperação (provisória), uma vez restaurada, será incorporada novamente a zonas permanentes. As espécies exóticas introduzidas deverão ser removidas e a restauração deverá ser natural ou naturalmente agilizada. O objetivo geral do manejo é deter a degradação dos recursos ou restaurar a área,

**Zona de Uso Especial (ZUE)**- É aquela que contém áreas necessárias à administração, manutenção e serviços do Parque Estadual, abrangendo habitações, oficinas e outros. Estas áreas serão escolhidas e controladas de forma a não entrar em conflito com seu caráter natural e devem localizar-se, sempre que possível, na periferia do Parque Estadual. O objetivo geral do manejo é minimizar o impacto da implantação das estruturas ou os efeitos das obras no ambiente natural ou cultural dos ecossistemas.

O produto básico do Zoneamento Ambiental insere-se nas ações previstas para subsidiar a elaboração do Plano de Manejo dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares, que são enquadrados, conforme a legislação, como Unidades de Conservação.

Os resultados deste trabalho incluindo o levantamento, descrição e interpretação das potencialidades fisiográficas e biológicas existentes e a elaboração do zoneamento ambiental, irão permitir o desenvolvimento de ações voltadas a conservação e preservação ambiental e da biodiversidade, interpretação e educação ambiental, ecoturismo, observação e aproveitamento de aspectos cênicos e históricos/culturais, pesquisa ambiental, entre outras, segundo as especificidade da categoria de manejo estabelecida para os manguezais em estudo, e deve ainda apontar soluções especiais para conflitos de uso existentes.

A viabilização desta proposta de zoneamento, possibilitará, além da preservação e recuperação das áreas dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares, irá incentivar o ecoturismo, as pesquisas e a educação ambiental, que serão fundamentais para a legitimação dos Parques e assim, solucionar os problemas de conflitos de uso tanto das áreas dos manguezais como

de seus recursos naturais.

É válido lembrar que a proposta de zoneamento só será de interesse se houver meios para executá-la de forma sistêmica e integrada.

As prioridades deverão incidir sobre o aproveitamento e redirecionamento dos órgãos existentes. O engajamento de órgãos governamentais e não governamentais se faz indispensável para que se alcance os objetivos previstos na proposta de zoneamento.

Para implementar uma proposta viável de zoneamento deverá ser realizado um estudo demonstrativo das bases técnico-científica e um diagnóstico sócio-econômico junto às comunidades envolvidas.

É imprescindível a associação das escolas e das comunidades se fazerem presentes durante o planejamento e na execução da gestão ambiental, através de discussões de temas, programação de eventos e realização de atividades direcionadas ao meio ambiente.

Esta concepção tem sofrido uma notória mudança, pois o valor ambiental, por excelência, implica necessariamente no atrelamento com o desenvolvimento econômico, uma vez que a Constituição Federal através de seu artigo 225, traz claramente a noção de valor relacionado à problemática ambiental, evidenciando a importância da relação da sociedade com a natureza.



## **IX - SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA (SIGs)**

### **9.1 - Aplicações de Imagens e Técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas De Informação Geográfica (SIGs) em Estudos dos Ecossistemas dos Manguezais.**

Paralelamente ao grande desenvolvimento científico e tecnológico adquirido através de satélites voltados para o estudo de recursos naturais, a humanidade enfrenta problemas decorrentes da devastação ambiental de áreas de elevado potencial produtivo, como os manguezais, que necessitam de estudos meticolosos para obtenção de informações qualitativas e quantitativas sobre suas transformações antrópicas.

Os métodos de avaliação de dados de Sensoriamento Remoto apresentam-se como instrumentos efetivos e capazes de fornecer informações detalhadas sobre estes ambientes, o que permite seu reconhecimento e monitoramento de forma sinótica e sistemática.

As técnicas de Sensoriamento Remoto a nível orbital e SIGs são essenciais para o estudo dos manguezais, à medida que permitem superar algumas das suas dificuldades específicas como, possibilitando o mapeamento e o monitoramento da dinâmica destas florestas e fornecendo informações para uma maior compreensão do funcionamento deste ecossistema.

Existem centenas de SIG's em funcionamento em universidades e principalmente em centros de pesquisa. Tais sistemas variam de aplicações acadêmicas às profissionais, sendo que muitos são restritos a pequenos grupos de usuários. Inclusive no Brasil, diversos esforços vêm sendo feitos para o desenvolvimento de SIG para uso próprio ou comercialização.

Os SIGs têm sido usados principalmente como suporte para o gerenciamento de recursos ambientais, muitas vezes, com base em algum tipo de sistema de decisão. Os sistemas ambientais são sistemas dinâmicos não lineares e variantes no tempo, portanto, de extrema complexidade. Sujeitos, ainda, à ação humana, o qual constitui um problema repleto de incertezas e que envolve elevados riscos na tomada de decisões. A análise dos dados acumulados é, portanto, uma fase essencial deste processo (Barczak, 1998).

O SIG no IDRISI, foi lançado em 1987 foi desenvolvido pela *Clark University*, Massachussets, baseado na forma "raster" de representação de dados. Um aspecto importante é a possibilidade do usuário escrever programas específicos que possam ampliar as suas gama de aplicações. Utiliza banco de dados externos, com interface para LOTUS, QUATRO, etc. Outro aspecto interessante do IDRISI é o fato de permitir migração direta de dados, tanto para o ERDAS como para o ARC-INFO. É um sistema que se adequa às atividades de pesquisa e ensino devido ao seu custo relativamente baixo e a sua estrutura modular, o que permite o desenvolvimento de novos módulos com o conhecimento mínimo da estrutura interna de funcionamento.

Os módulos IDRISI *for Windows*, utilizados neste trabalho podem ser desenvolvidos em qualquer linguagem. Por outro lado, o sistema já oferece um número razoável de possibilidades em relação às operações sobre os dados como medidas de distância, medidas de área, zonas de influência, operações aritméticas em mapas, funções trigonométricas, tratamento de imagens orbitais, transformação de coordenadas, traços de redes, tratamentos de dados altimétricos e operações com polígonos.

Segundo Christofletti *et.al.* (1992) há duas fontes de dados de estruturas de representação dos SIGs. Estes dados podem ser originados de diversas fontes, que podem ser classificadas genericamente em: primárias (que implicam em levantamentos diretos de campo ou sobre imagens de Sensoriamento Remoto) e, em secundárias, envolvendo mapas e estatísticas, que são derivados das fontes primárias.

De forma geral, um SIG pode ser visto então como um sistema composto por um banco de dados, por um conjunto de software dedicado à execução de operações sobre os dados (análise espacial) e pelo hardware.

## **9.2 - Sensores Orbitais**

Os sensores dos satélites utilizados para estudos dos recursos terrestres são, na sua maioria, operantes em bandas na faixa do visível (0.4 a 0.77 $\mu$ m) e infravermelho (0.71 a 14.7  $\mu$ m) e também subdivididos nas bandas do infravermelho em próximo, médio e termal.

Freden e Gordon (1983) descrevem, detalhadamente, as características do sistema do satélite Landsat/TM,(Tabela 6).

**TABELA 6 - CARACTERÍSTICAS DO SATÉLITE LANDSAT – 5**

<p><b>BANDA 1</b>- Apresenta grandes penetrações em corpos d'água, com elevada transparência. Apresenta sensibilidade a fumaça oriundas das queimadas ou atividade industrial. Pode apresentar atenuação pela atmosfera.</p>
<p><b>BANDA 2</b> – Sensibilidade à presença de materiais em suspensão, possibilitando a análise em termos de quantidade e qualidade. Boa penetração em corpos d'água.</p>
<p><b>BANDA 3</b> – Apresenta absorção em vegetação, ficando escura e permite bom contraste entre as áreas ocupadas ou não por vegetação(ex: solo exposto, estradas e áreas urbanas). Apresenta bom contraste entre diferentes tipos de cobertura vegetal (ex: mangue e restinga).Permite o mapeamento de drenagem através da visualização da mata galeria. Melhor banda para visualizar área urbana.</p>
<p><b>BANDA 4</b> – Alta absorção de energia pela água, permitindo mapear rede de drenagem. A vegetação reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens. Serve para mapear áreas ocupadas com vegetação que foram queimadas.</p>
<p><b>BANDA 5</b>- Quando ocorre excesso de chuva antes da obtenção da cena, esta banda perde um pouco de suas características. Apresenta sensibilidade ao teor de umidade das plantas.</p>
<p><b>BANDA 6</b>- Apresenta sensibilidade aos fenômenos relativo aos contrastes térmicos, servindo para detectar prioridades termais de rochas, solos, vegetação e água.</p>
<p><b>BANDA 7</b> – Apresenta sensibilidade à morfologia do terreno, permitindo obter informações sobre Geologia, Solos e Geomorfologia.</p>

Fonte: Tabela adaptada de ATUS/INPE

A Tabela 7 a seguir, apresenta algumas características dos sensores mais utilizados, como o TM, do satélite 5 da série Landsat e o sensor HRV, do satélite SPOT que serão utilizadas neste trabalho.

**TABELA 7 – CARACTERÍSTICAS DOS SENSORES ÓPTICOS ORBITAIS TM-5 E HVR**

SATÉLITE	ALTITUDE	SENSORES	BANDAS ( $\mu\text{m}$ )	RESPOSTA ESPECTRAL	RESOLUÇÃO ESPACIAL
<b>LANDSAT- 5</b>	<b>688 km</b>	<b>TM</b>	<b>1:</b> 0.45-0.52	Blue-Green	<b>30 m</b>
			<b>2:</b> 0.52-0.60	Green	“
			<b>3:</b> 0.63-0.69	Red	“
			<b>4:</b> 0.76-0.90	Near IR	“
			<b>5:</b> 1.55-1.75	Mid - IR	“
			<b>6:</b> 10.4-12.5	Thermal	<b>120 m</b>
			<b>7:</b> 2.08-2.35	Mid - IR	<b>30 m</b>
<b>SPOT 2</b>	<b>822 km</b>	<b>HRV</b>	<b>P:</b> 0.51-0.73		<b>10 m</b>

Os sistemas imageadores óticos, medem no visível e infravermelho próximo (0.7 a 0.97  $\mu\text{m}$ ), a quantidade de energia eletromagnética solar refletida pelos alvos.

No infravermelho médio e termal, mede-se a emissão de energia pelos corpos na superfície terrestre (Smith, 1983). Na interpretação de dados de sensoriamento remoto nessa faixa do espectro eletromagnético, se faz necessário um conhecimento prévio do comportamento espectral dos alvos observados.

Segundo Kuplich (1994) a curva de reflectância dos alvos em relação aos diferentes comprimentos de onda expressa este comportamento, isto é, pelo conhecimento *à priori* dos alvos de interesse, sendo este o principal meio através do qual escolhe-se as bandas a serem analisadas e resolvem-se os aspectos de identificação e separação de alvos na superfície terrestres.

Os radiômetros, sensores que fornecem dados de reflectância em intervalos espectrais definidos, são geralmente os instrumentos através dos quais obtém-se este tipo de medida em terra.

Para comparação dos valores obtidos vistos através de radiômetros orbitais ou aerotransportados, é preciso considerar a influência da atmosfera e seus principais componentes (partículas gasosas, vapor d'água), assim como as condições de iluminação.

### 9.3 - Respostas Espectrais das Plantas

Segundo Ponzoni *et al.* (1995) a extração de informações e a otimização da utilização de dados coletados através de sensores remotos só são plenamente atingidos através do conhecimento do comportamento espectral dos objetos existentes na superfície terrestre, e dos fatores que interferem nesse comportamento.

Nesse contexto, ao se estudar a interação das plantas com as radiações eletromagnéticas (REM) em cada comprimento de onda, convém ressaltar que estão intrínsecos os conceitos de reflectância, transmitância e absorvância espectrais.

Um dos aspectos a ser considerado quanto ao comportamento radiométrico, é a sua relação com as variáveis ambientais. Herz (1991) cita como exemplo a estrutura das plantas e os fatores ambientais associados, que condicionam a morfologia da copa das árvores como superfície refletora dos fluxos da radiação solar.

Ponzoni *et al.* (1995) ao estudar os aspectos principais relacionados à natureza da REM com a vegetação, ressalva que o termo “vegetação” associado ao comportamento espectral é utilizado para representar as propriedades espectrais de partes de uma planta, assim como folhas, galhos, frutos e flores.

O comportamento espectral de uma folha está em função de sua composição, morfologia e estrutura interna. Uma pequena quantidade de luz é refletida das células da camada superficial, a maior parte é transmitida para o mesófilo esponjoso, onde os raios incidem frequentemente nas paredes celulares, sendo refletidos. Dado o grande número de paredes celulares, alguns raios são refletidos de volta para a fonte de luz ou energia. A transmitância, por sua vez, é maior para as folhas finas, e vice-versa para as folhas mais grossas.

Novo (1988), através da FIGURA 19, apresenta a curva espectral média da vegetação fotossinteticamente ativa.

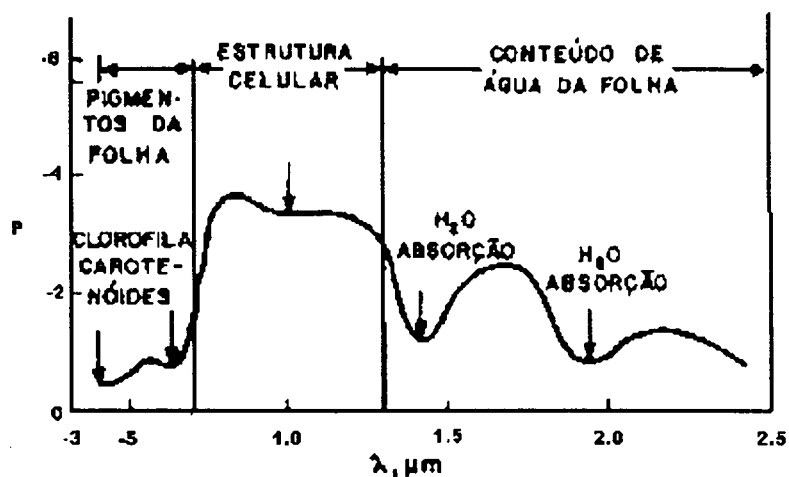


FIGURA 19 – Curva espectral média da vegetação fotossinteticamente ativa

Fonte: Novo (1992)

De acordo com Novo (*op cit.*), a resposta espectral da vegetação pode ser analisada em três regiões espectrais em função dos fatores que condicionam seu comportamento:

- até  $0,7\mu\text{m}$ , a reflectância é baixa, dominando a absorção da radiação incidente pelos pigmentos carotenóides em  $0,48\mu\text{m}$  e em  $0,62\mu\text{m}$  pela clorofila. É a reflectância responsável pela percepção da cor verde da vegetação; a porcentagem da reflectância é um pouco mais baixa na faixa do verde.
- e  $0,7\mu\text{m}$  a  $1,3\mu\text{m}$ , temos a região influenciada pela alta reflectância da vegetação, devido à interferência da estrutura celular;
- entre  $1,3\mu\text{m}$  e  $2,5\mu\text{m}$ , a reflectância da vegetação é relacionada ao conteúdo de água das folhas. Nessa faixa encontramos dois máximos de absorção pela água: em  $1,4\mu\text{m}$  e  $1,95\mu\text{m}$  que correspondem também às bandas de absorção atmosférica.

Herz (1991) esclarece que a maturidade da folha de uma planta, é fator de importância na avaliação da influência da salinidade sobre as propriedades espectrais da vegetação.

Muitos estudos documentam a salinidade como fator responsável pela alteração de estruturas internas da folha. Adaptações morfológicas da planta desenvolvida em ambientes salinos repercutem em folhas grossas de parenquima



mais desenvolvido, menor teor de clorofila, espaços intracelulares menores, menor número de estômatos e de cloroplastos (Myers, 1983).

Segundo Panitz (1993) a salinidade influencia as propriedades espectrais da vegetação, pois causa alterações nas estruturas internas das folhas.

As folhas verdes absorvem em média 80% das radiações do comprimento de onda característico do azul (450nm) e do vermelho (680nm), utilizando essa energia na fotossíntese.

De um modo geral a vegetação é caracterizada por parâmetros ópticos (reflectância e transmitância), parâmetros estruturais (formas geométricas e posições) dos elementos da vegetação (folhas, galhos, ramos, etc.) e também por parâmetros ambientais tais como a temperatura, umidade relativa, ventos e precipitação. Todos estes parâmetros têm variação espectral, temporal e espacial.

Segundo Herz (1991) além das considerações intrínsecas dos vegetais, é preciso considerar a forma de obtenção das informações espectrais, levando em conta circunstâncias as condições temporo-espaciais.

A visada do sensor sobre as copas das árvores define aspectos espaciais cuja geometria qualifica uma conjuntura que efetivamente dirigirá a eficiência da medida a um grau desejável de precisão. A própria cobertura vegetal atribui ao espaço certas características que estabelecem uma textura própria a cada ambiente pesquisado; quando se considera o arranjo de uma espécimen e sua copa ou uma associação de muitos deles, as propriedades físicas da interação das radiações eletromagnéticas passam a ser influenciadas por sua geometria, incluindo-se interferência, incluindo-se a interposição da superfície do solo através aberturas derivadas do padrão de densidade das copas e/ou distribuição das árvores por sua dispersão ou concentração.

Com relação à vegetação típica dos manguezais, há uma mencionada diferenciação da radiância por espécies. A *Avicennia schaueriana* possui reflectância mais intensa que a *Rizophora mangle* e a *Laguncularia racemosa*. Uma explicação plausível para isso está na própria descrição das espécies.

De acordo com Panitz (*op cit.*) é importante considerar as diferenças morfológicas entre as três espécies, por apresentarem uma distribuição diferenciada da área foliar exposta à radiação solar. A abertura entre galhos e folhas pode causar desvios da luz incidente, como por exemplo, a *Laguncularia* tem troncos e galhos

mais espaçados, ocorrendo uma transposição da exposição do substrato, conseqüentemente interferindo no resultado das respostas espectrais.

Outro elemento importante citado na literatura, atuante na radiação detectada e sobre ela influente, é o solo que possui uma série de propriedades físico-químicas e parâmetros, sendo os seguintes os mais importantes: porosidade, matéria orgânica, granulometria, umidade, óxido de ferro e mineralogia de argila, cor e material de origem.

Silva & Herz (1987) chamam atenção quanto o reconhecimento de topografias com um aspecto quase plano, superfícies equivalentes as dos manguezais, são revestidas por altos teores de matéria orgânica, e principalmente pela sua decomposição ocorre uma alta absorção de energia resultando semelhante a um corpo negro natural.

Vários estudos a nível de laboratório, mediram a reflectância do solo na tentativa de quantificar a matéria orgânica.

Matews *et al.* (1973) estudaram a MO num "silt clay" com 12% de MO. Os autores observaram que a reflectância aumentou bastante entre 0,4 e 1,3  $\mu\text{m}$ , enquanto a reflectância diminuiu entre 1,5 e 2,4  $\mu\text{m}$ . Segundo os mesmos autores, a reflectância entre 0,60 e 1,10  $\mu\text{m}$  tem as melhores correlações com os constituintes de MO.

O grau de detalhamento é maior no visível e no infravermelho próximo, mostrando assim que estes intervalos são os melhores para separar níveis de MO dos solos.

Henderson *et al.* (1992) demonstram o potencial de dados de reflectância nas faixas do visível, infravermelho próximo, e do infravermelho médio, sobre o conteúdo de matéria orgânica presente nos solos. A reflectância da MO na faixa do visível (425nm a 695 nm) teve um alto índice de correlação ( $r = 0.991$ ).

A baixa reflectância do lodo predominante faz com que a vegetação se caracterize de modo nítido principalmente nos comprimentos de onda mais longos no intervalo do infravermelho próximo, sendo a contribuição do substrato em termos aditivo, muito baixa (Herz 1991).

A *Avicennia ssp.*, sob o lodo, possui reflectância mais intensa em seu potencial relativo do que a *Rhizophora ssp.* e a *Laguncularia ssp.*

Como observa-se nos gráficos experimentais das três espécies de mangue, a curva característica de sobre o lodo é a mais baixa quando relacionada à curva característica da folha com reflectância relativa de 80% aproximadamente (FIGURAS 20, 21 e 22).

Quando Herz (op cit.) compara seus dados à curva padrão, o resultado é marcante. O arranjo das folhas das espécies citadas apresenta respostas mais características do que a folha individualizada, eliminando-se de certa forma as contribuições baseadas nas medidas por folha. Desse modo, os resultados encontrados pelo autor, foram representativos para os estudos nos ecossistemas de manguezais.

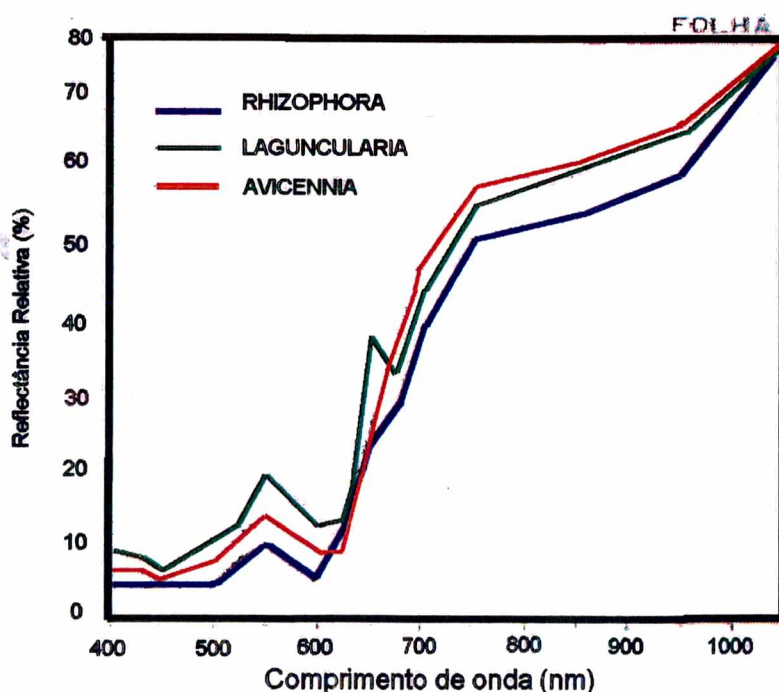


FIGURA 20 – Gráfico de reflectância das espécies *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia*.

Fonte : Adaptado De HERZ (1991)

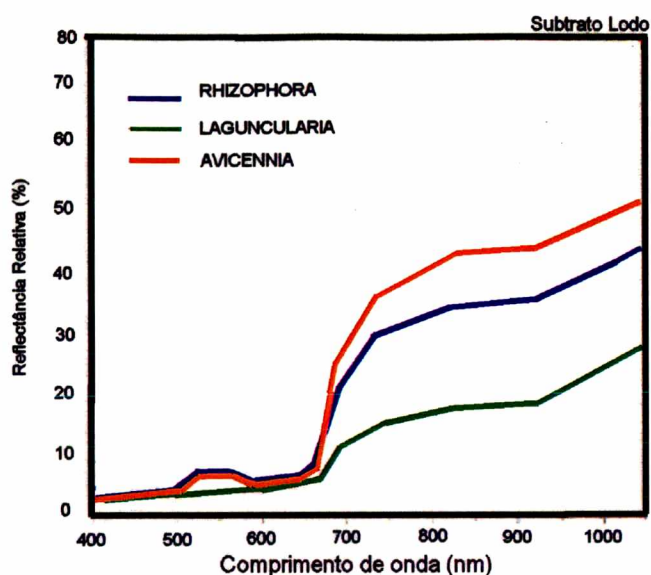


FIGURA 21 - Gráfico de reflectância das espécies *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia* sobre o substrato lodoso.

Fonte : Adaptado De HERZ (1991)

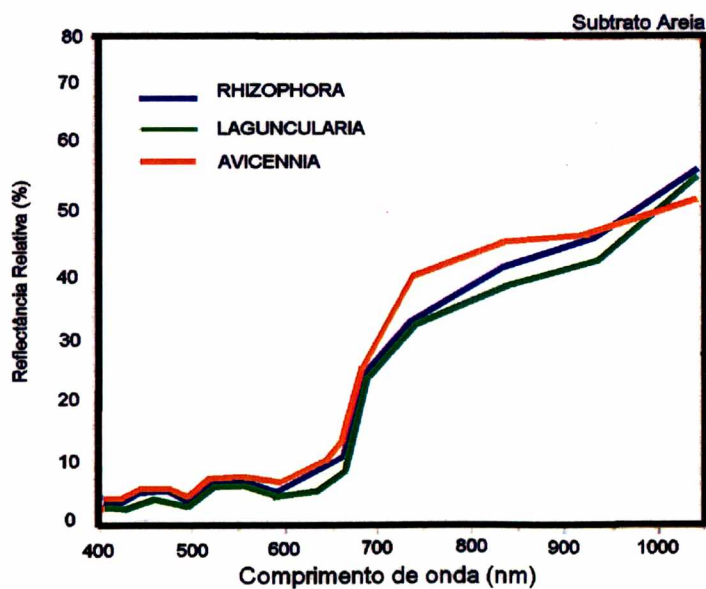


FIGURA 22 - Gráfico de reflectância das espécies *Rhizophora*, *Laguncularia* e *Avicennia* sobre o substrato areia.

Fonte : Adaptado De HERZ (1991)

Nas áreas em que os mangues desenvolvem-se sobre os substratos orgânicos, a tonalidade cinza é característica de cada elemento de imagem.

Correspondendo a uma resposta relativamente proporcional a sequência revelada pelos dados identificados nas imagens, ou seja, os componentes registrados nos canais TM4 e TM5.

Esse mesmo efeito ocorre sobre o substrato mais arenoso, observando-se em alguns pontos a sobreposição, mesmo no intervalo próximo, pois a *Avicennia* que apresenta alguma elevação da curva junto ao limite superior do espectro, mostra uma inversão com a *Rhizophora mangle*, incluindo a *Laguncularia racemosa*.

#### 9.4 – Estudos e Pesquisas Precedentes

Nos últimos anos vêm sendo desenvolvidas diversas metodologias de aplicações de dados de sensoriamento remoto, nas formas analógicas e digitalizadas, permitindo a obtenção de informações temáticas sobre áreas de manguezais. O uso do sensoriamento remoto e SIG, permite ao pesquisador uma visão de conjunto da área em estudo. Estes aspectos são relevantes, dado o comportamento dinâmico dos ambientes dos manguezais que são mutáveis num certo espaço de tempo.

Vários autores em suas pesquisas demonstram a viabilidade da utilização desses recursos e técnicas para o estudo de áreas de manguezais dentre as quais se destacam: Espíndola (1986), Abdon *et al.*(1986), Klemas *et al.*(1977), Herz (1992), Panitz (1993), Green *et al.* (1997), Froidefond *et al.*(1997), Aschbacher *et al.* (1998).

De acordo com Espíndola (1986) a utilização das imagens orbitais TM/Landsat é particularmente importante para o estudo dos manguezais, principalmente porque os bosques típicos de mangues apresentam características de ambiente constantemente úmidos, capazes de absorver a radiação na faixa do infravermelho próximo, o que fornece uma resposta espectral bem definida e contrastada.

Herz (1985) através de uma proposta efetivada pelo Instituto Oceanográfico, o Projeto SERMA (Sensoriamento Remoto dos Manguezais), desenvolveu metodologia específica de levantamento das áreas de domínio das espécies de mangue.

Abdon *et al.*(1986) em parceria com INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) estimou através de técnicas de sensoriamento remoto, as

áreas ocupadas por manguezal no sistema estuarino do Rio Piauí-SE. Foram interpretadas fotografias aéreas pancromáticas, datadas de 20/12/84. Para a análise digital multitemporal foram utilizados dados dos sensores MSS/Landsat de 26/03/79 e TM/Landsat de 19/07/84. A comparação dos dados multitemporais possibilitou verificar que os desmatamentos ocorridos no período de 1979 a 1984 não ocorreram em áreas de manguezais.

Klemas et al.(1977) em "*REMOTE SENSING OF COASTAL WETLAND VEGETATION AND ESTUARINE WATER PROPERTIES*", analisou as vantagens e limitações de técnicas do sensoriamento remoto sobre o litoral e em áreas estuarinas, com ênfase na necessidade de um equilíbrio formal entre dados de sensoriamento remoto e "verdade terrestre."

Aplicações específicas incluem, traçar os aspectos da vegetação de "wetland" e uso da terra; a erosão litorânea, monitorar as mudanças na zona litoral, bem como, a circulação das correntes marinhas atuais, inclusive o movimento e dispersão de contaminantes de água conhecidos e, determinar o tipo e concentração do material em suspensão em águas litorâneas.

Herz (1992) estimou as áreas de manguezais no Brasil baseado na interpretação de imagens de satélites comparando estudos do Projeto RADAMBRASIL de 1983. Na busca da avaliação espacial dos manguezais para o desenvolvimento de uma política ambiental adequada, o autor complementou o seguimento das diretrizes do projeto SERMA de 1985. Através do método de análise automática de padrões espectrais, representados por uma variedade de padrões vegetais, seu estado fenológico e conseqüente exposição do solo, derivado do índice foliar e morfometria botânica das espécies de mangue.

Panitz (1993) avaliou através das técnicas de sensoriamento remoto e SIG, a área total do manguezal do Itacorubi-SC, identificando as espécies típicas de mangue, assim como as de transição com a finalidade de elaborar um mapa através de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). A metodologia foi empregada pelo então Laboratório Associado de Sensoriamento Remoto-LARS/SC da Secretaria de Ciências e Tecnologia. A imagem utilizada foi do Spot-HRV nas bandas 1, 2 e 3 e onde foram aplicadas análises automáticas na imagem. Os resultados obtidos, segundo autora, constituem-se em subsídios fundamentais e indispensáveis na análise ambiental e na caracterização da estrutura das comunidades vegetais.



Espíndola (1995) aplicou dados de sensoriamento remoto para detectar o uso do solo e as modificações causadas por “estressores” nos manguezais do Rio Mundaú/CE. Através dos processamentos digitais da imagem TM/Landsat no sistema SITIM-200(INPE), utilizou o algoritmo MAXVER, nas bandas 3,4 e 5. O resultado obtido foi a discriminação de sete classes de uso e uma de “estressor”. A autora sugere a viabilidade de se utilizar imagens TM/Landsat a um nível melhor de detalhe considerando o principal elemento “estressor”, o que possibilitará avaliar com precisão o grau de conservação e preservação destes ecossistemas.

O programa “Manejo Costeiro da Ilha de Santa Catarina”, durante o período de 1994 a 1997 foi uma cooperação pluridisciplinar organizada entre as Universidades de Bordeaux 1 (Talence, França) e Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, Brasil). Dentre as pesquisas desempenhadas, Froidefond et al.(1997), efetuaram o trabalho “Méthode de Télédétection des Mangroves de L’île de Santa Catarina a partir de Données Spot”. Este estudo teve por objetivo a adequação de um método de sensoriamento remoto para o mapeamento do manguezal do Rio Ratoes. As técnicas utilizadas foram: correção dos efeitos atmosféricos, identificação dos valores numéricos da vegetação através do índice de vegetação e análise dos componentes principais. Os resultados permitiram a obtenção de uma cartografia quantitativa da área de estudo, comprovando o acompanhamento do processo evolutivo deste ambiente a partir de imagens Spot.

Green et al. (1997) no projeto “A Comparative Assesment of Remote SENSING of Mangroves”, entre as Universidades de Newcastle e Sheffield (Reino Unido) buscaram avaliar a aplicação de vários satélites tais como: Spot XS- 20m, Landsat TM-30m e o sistema CASI, (Compact Airbone Spectrographic Imager-3m) com objetivo de avaliar suas capacidades para o manejo dos manguezais, nas Ilhas de Turcos e de Caicos, na costa Ocidental Britânica.

As técnicas utilizadas foram, interpretação visual, classificação não-supervisionada, classificação supervisionada e componentes principais. Segundo os autores, os resultados demonstraram que:

a) houve uma alta precisão de dados para Landsat TM e CASI (88% e 95% respectivamente);

b) o uso do sensoriamento remoto é uma ferramenta importante para discriminar espécies de manguezais, e

c) os dados ecológicos também corroboraram para o estudo de manejo destes ecossistemas.

Aschbacher et al. (1998) no estudo "An Integrated Comparative Approach to Mangrove Vegetation Mapping Advanced Remote Sensing and GIS Technologies: preliminary results", avaliaram vários dados de sensoriamento remoto para mapear vegetação de manguezais na Baía de Phangnga, Tailândia. Baseados nas imagens dos sensores do Spot Xs, MOS-1 (*National Space of Japan*), e ERS1 (European Remote Sensing) X Spot. Baseados nos resultados os autores concluíram que a metodologia integrada, serviu como *guideline* na aplicação das técnicas de sensoriamento remoto para avaliar ecossistemas de manguezais. Para aplicação das análises através do SIG's (*Geographic Information Systems*), foi necessário um refinamento dos resultados, levando em conta outros dados como a topografia e o nível de inundação relativo a marés.

## **X - MATERIAIS E MÉTODOS**

Os materiais e métodos utilizados neste trabalho são descritos a seguir, agrupados nas diferentes categorias a que pertencem.

### **10.1- MATERIAIS**

#### **10.1.1 - Fotografias Aéreas Pancromáticas**

As fotografias aéreas pancromáticas de setembro/1998 na escala de 1:15.000, foram obtidas e cedidas pelas Centrais Elétricas de Santa Catarina (CELESC), onde foram selecionadas as faixas que cobriam os Manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, respectivamente.

A interpretação destas fotos aéreas foi feita com auxílio de estereoscópio e visou delimitar áreas homogêneas com diferentes usos e cobertura do solo, com ênfase para as áreas cobertas por espécies típicas de mangue.

#### **10.1.2 – Base Cartográfica**

Foi utilizada a base cartográfica do Cadastro Técnico Ambiental elaborado por Fidelis (1998), por serem seus dados geometricamente confiáveis reinterpretando as fotografias aéreas, registrando e corrigindo os mapas de 1979 na escala 1:10.000, referentes às áreas de estudo desse trabalho, disponíveis no Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis (IPUF).

#### **10.1.3 - Imagens Digitais dos Satélites Spot PAN e Landsat-5(TM)**

Spot PAN, órbita 714-405, em formato digital, com passagem em 07/11/1995, e 10m de resolução espacial. Registrada às 10:35h (hora local), ângulo de incidência 16°. No momento da aquisição da imagem o nível da maré estava a + 0,80m acima do nível médio de referência 0,63m (DHN, 1995).

Landsat Thematic Mapper (TM), canais 1 a 5 e 7, no formato digital, órbita 220-078, referente à passagem em 15/07/93, e 30m de resolução espacial. Registrada com nível de maré a +0,20 m, (DHN,1995), indicando inundação à montante da planície de Ratonés.

## 10.2- METODOLOGIA

A metodologia para a identificação das unidades vegetais dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e Rio Tavares baseou-se principalmente nas escalas padrões de tonalidade e textura segundo Herz (1988), e utilizadas pelos autores Ponzoni *et al.* (1995), Panitz (1997), e Froidefond *et al.* (1997).

Conforme Novo (1993), inicia-se o levantamento bibliográfico sobre as áreas de interesse, onde este levantamento permitirá, em função dos objetivos e dos objetos de interesse, dimensionar nas imagens, a ocorrência dos alvos.

Com referência à abordagem metodológica, o presente trabalho foi conduzido conforme as seguintes etapas:

Após um exame preliminar das imagens Landsat e Spot sobre as áreas de interesse, efetivou-se a aquisição de dados de verdade terrestre e dados orbitais através das técnicas de fotointerpretação e de processamento digital.

Com objetivo de auxiliar no processo de identificação dos manguezais, foram feitas interpretações de fotografias aéreas pancromáticas, através de técnicas fotointerpretação convencional, que permitiram estabelecer uma legenda para o mapeamento dos diversos tipos de ambientes dos manguezais. A aquisição de informações sobre verdade terrestre foi de grande importância para a interpretação das imagens multiespectrais de forma a elucidar dados e informações que não haviam se mostrado relevantes no exame preliminar das imagens Landsat/TM e Spot/PAN.

Procedeu-se a avaliação das imagens Landsat/TM-15/07/1993, bandas 1 a 7(0,45 a 2,35 $\mu$ m)30m, e a banda 6 com 120m e Landsat/TM-18/05/1995 bandas 1, 2 e 3(RGB) resolução 30m, e as imagens Spot/Pan (0,51-0,73 $\mu$ m) 07/11/1995 e Spot/XS-06/07/1993 bandas 1R-(0,50-0,59 $\mu$ m), 2G-(0,61,0,68 $\mu$ m) e 3B-(0,79-0,89 $\mu$ m) resolução 20m.

Primeiramente, fez-se correção dos três canais da imagem Spot/XS (1,2,3), com saturação linear 1.5.

Após, foram integradas as imagens Spot/Pan com Spot/XS usando os três canais pelo processo de transformação dos componentes vermelho, verde e azul (RGB) nos componentes intensidade, matiz e saturação, para produzir uma imagem com melhor utilização do espaço de cores e melhor combinação entre as duas diferentes imagens.

Os dados dos satélites foram processados e analisados com software IDRISI for Windows (Versão.2). A determinação das diferentes classes de vegetação dos manguezais foi adaptada segundo a terminologia proposta por Herz (1991), Panitz (1997) e Froidefond et al (1997), descrita a seguir:

**Mangue alto:** A espécie dominante é a *Avicennia schaueriana* (mangue preto), com dossel mais alto, manchas isoladas, solo exposto.

Tonalidade/cor: cinza muito escuro (pancromático), grená à azul escuro, textura grosseira.

**Mangue baixo:** Constituído por mistura de *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, com alturas menores, sem zonação, ocupando margens de canais, áreas centrais do manguezal.

Tonalidade/cor: cinza-(escuro pancromático), vermelho escuro, textura grosseira, forma irregular.

**Marismas:** Constituído por estandes monoespecíficos de *Spartina alterniflora*, ocupando a zona frontal do manguezal, e as margens dos rios e canais.

Tonalidade/cor: cinza-escuro e preto (pancromático), preto azulado.

**Mangue de transição:** Constituído por uma mistura das espécies típicas de manguezal e por espécies invasoras (de restinga) naturais ou induzidas pelo homem, mas que estão sujeitas à ação das marés.

Tonalidade./cor:cinza-médio (pancromático),vermelho-rosado, textura média a grosseira. Ocupa zona externa do manguezal, margens de canais artificiais, e beira de rodovias.

**Água 1 (Rios)** : Tonalidade/cor: cinza-escuro a preto. Representa as águas dos rios dos manguezais em estudo, que apresentam um teor menor de material em suspensão, e áreas alagadas.

**Água 2 - (Rios e Canais):** Tonalidade/cor: cinza-médio a preto. Representa as águas dos rios secundários dos manguezais com grande teor de material em suspensão, e planícies alagadas.

### **10.3 - PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS**

Nas últimas três décadas, as técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), evoluíram bastante e as pesquisas desenvolvidas nesta área têm auxiliado na identificação e mapeamento dos recursos naturais da terra.

Com a evolução da tecnologia de geoprocessamento e de softwares gráficos vários termos surgiram para as várias especialidades. O nome Sistemas de Informação Geográfica (ou Geographic Information Systems – SIG's) é muito utilizado e em muitos casos é confundido com geoprocessamento. O geoprocessamento é o conceito mais abrangente e representa qualquer tipo de processamento de dados georeferenciados, enquanto um SIG processa dados gráficos e não gráficos (alfanuméricos) com ênfase a análises espaciais e modelagens de superfícies (DPI/INPE,2000).

Os produtos obtidos do sensoriamento remoto podem ser encontrados nos formatos fotográficos ou digitais.

#### **10.3.1- Definição**

O processamento digital de imagens é o conjunto de procedimentos relativos à manipulação e análise de imagens com sistemas computacionais orientados para o



processamento de imagens digitais. De acordo com Novo (1992), as técnicas computacionais não se limitaram apenas à operação de sensores, mas também a análise de dados de imagens digitais.

As técnicas de processamento de imagens digitais estão divididas em três conjuntos: a técnica de pré-processamento (preparação das imagens através da transformação dos dados brutos em dados corrigidos radiométricamente e geométricamente), as técnicas de realce, que visam melhorar a qualidade visual das imagens; e as técnicas de classificação onde essas visam o reconhecimento automático de objetos da cena a partir da análise quantitativa dos níveis de cinza, em diferentes categorias de acordo com critério de decisão objetivo (Berlin *et al.* 1985; Jensen, 1986; Chuvieco, 1990; Novo, 1992; Kiefer *et al.*, 1994).

Kiefer *et al.* (1994) explana que a idéia central do processamento de uma imagem digital é até bem simples, pelo fato que a imagem digital é inserida em um computador um pixel por vez. O computador é programado para introduzir estes dados em uma equação, ou, uma série de equações, e então, armazena os resultados por cada pixel. Esses resultados formam uma nova imagem digital que pode ser manipulada por procedimentos adicionais.

As técnicas de processamento digital das imagens utilizadas neste trabalho seguiram as metodologias clássicas e são apresentadas no apêndice 2, página 193.

## XI - RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 11.1 - BIOGEOGRAFIA DOS MANGUEZAIS

As observações resultantes do levantamento de dados sobre a biogeografia dos manguezais segundo estudos de Tomlinson (1994), estabeleceram para os ecossistemas dos manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, em estudo, a existência dos gêneros *Avicennia*, *Laguncularia*, *Rhizophora* e a marisma *Spartina alterniflora*, como vegetações típicas desses habitats.

Verificou-se, no entanto, que apenas uma espécie ocorre para cada gênero identificado. Nas pesquisas de Tomlinson (1994), verifica-se que os gêneros *Avicennia* e *Rhizophora* possuem o maior número de espécies. Nos manguezais, objeto deste trabalho, para cada gênero encontra apenas uma espécie, como segue: *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*. No gênero *Laguncularia* é monotípico e a espécie é a *racemosa*.

### 11.2 - SENSORIAMENTO REMOTO E SIG

#### 11.2.1- Fotointerpretação

Através da fotointerpretação, de modo clássico, das fotos aéreas pancromáticas em escala de 1:15. 000, datadas de setembro/1998, conseguiu-se identificar e separar feições de mangue e não mangue. Entretanto, houve maior dificuldade na discriminação como entre *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* onde o manguezal apresentava aspecto mais homogêneo. Característica esta observada principalmente no manguezal do Rio Tavares.

Verificou-se a presença de áreas de Apicum e áreas de gramíneas do gênero *Spartina alterniflora*. Além de áreas de vegetação típica de manguezais, foram identificadas também áreas urbanas; pastagens; rodovias; e canais artificiais de drenagem.

As fotointerpretações produziram bons resultados e possibilitaram a verificação em campo de áreas que suscitaram dúvidas após as primeiras classificações não supervisionadas.

Espíndola (1986) e Abdon et al.(1991), obtiveram idênticos resultados, usando fotografias pancromáticas como parte das informações sobre verdades terrestres.

### **11.2.2- Saída de campo**

Após a interpretação visual das fotografias aéreas, foram realizadas visitas as áreas de estudo, onde foi possível confirmar as evidências e definir algumas dúvidas ou erros incorridos na fotointerpretação, principalmente para as classes de vegetação típicas dos manguezais e mata de restinga.

Através dessas inspeções, foi possível estabelecer melhor as classes definidas na fotointerpretação de acordo agora com os padrões espectrais desses alvos nas imagens digitais.

## **11.3 - PROCESSAMENTO DIGITAL E SIG**

### **11.3.1 - Poligonização (SIG) e Registro das Imagens Landsat/TM e Spot/Pan**

Com a metodologia utilizada neste trabalho, ou seja, a rasterização do polígono de 5 metros de altitude, feita para estabelecer o limite das áreas cartografadas, resultou em imagens de dois níveis de cinza: nível 1 e 0. Nível cinza no valor 1 (em verde) para as classes que corresponde à planície costeira de formação Pleistoceno/Holoceno, constatou-se a presença de água, vegetação típicas de mangue e diferentes coberturas vegetais, áreas alagadas, estradas, rios e canais. O nível de cinza de valor 0, corresponde essencialmente, aos morros dos embasamentos graníticos e ao mar, (FIGURA 23).

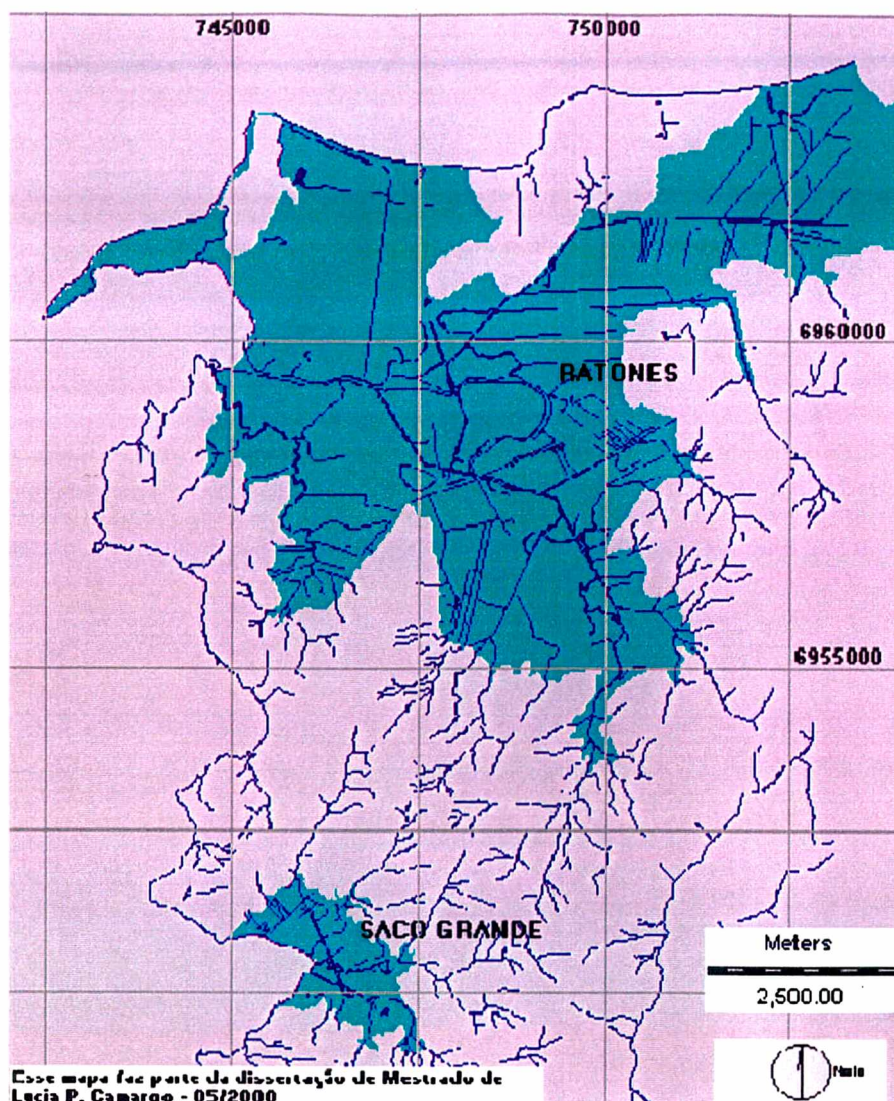


FIGURA 23 - Máscara 5 metros das áreas de estudo (em verde) dos manguezais do Rio Ratonés e Saco Grande.

Fidélis (1998), elaborou mapas cartográficos digitalizados, delimitando a área do manguezal do Rio Ratonés, a qual aparece na FIGURA 24, demarcada por limites, correspondentes à linha vermelha abrangente. Ao comparar o resultado deste trabalho com os mapas do autor acima citado, observou-se que, o uso da cota de 5 metros, possibilitou um aumento para os limites do manguezal em estudo, incluindo a área marítima da enseada de Ratonés.



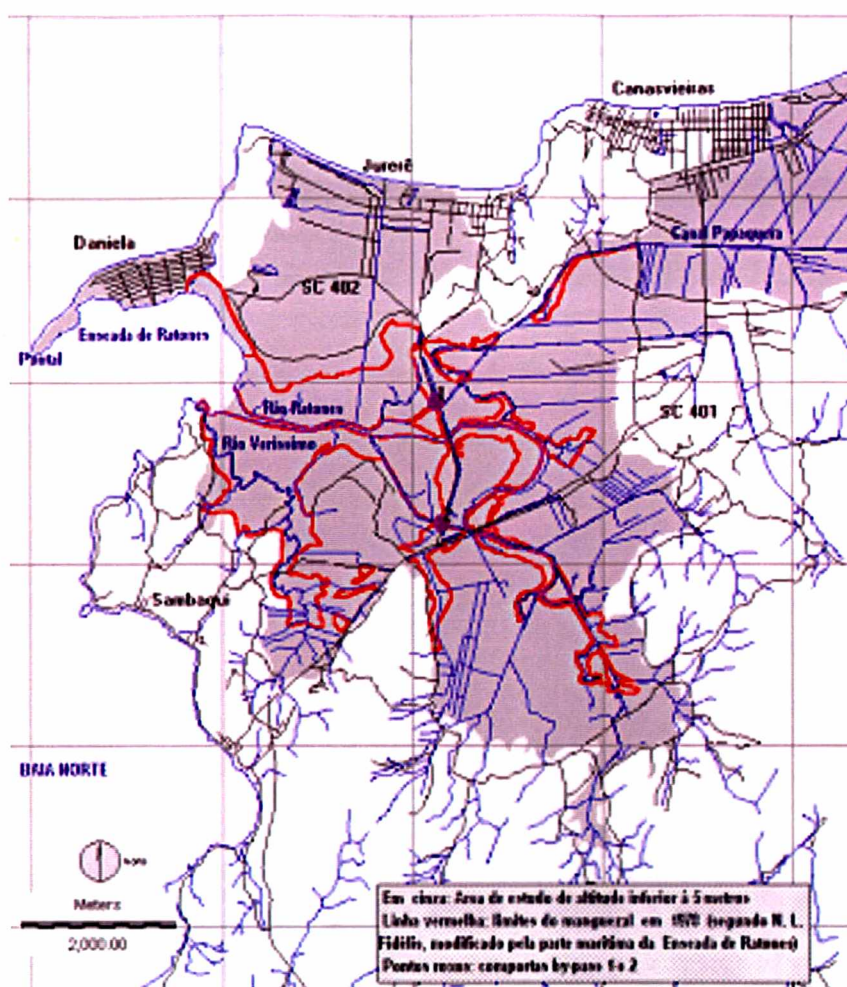


FIGURA 24 – Utilização da cota de 5 metros. Em cinza, área de estudo (cota inferior a 5 metros). Contorno em vermelho limite do manguezal do Rio Ratoeira, segundo Fidélis (1998)

Long e Skewes (1994), através da fotointerpretação, encontraram dificuldades no mapeamento do manguezal do rio MacArthur no golfo de Carpentária na Áustria. O problema também foi resolvido pelos pesquisadores usando a cota de 5 metros, e uma máscara nos valores zero (0) para água e um (1) para terra.

Os resultados do presente trabalho confirmam que, o uso da máscara interface água/terra, isto é, valor zero para água, e valor um para terra, amplia e melhora a precisão dos limites mapeados em manguezais.

O resultado do registro entre as imagens Landsat/TM e Spot/Pan, forneceu uma imagem com espaçamentos entre “pixels” de 10 metros de resolução geométrica com resolução espectral do Landsat/TM (FIGURA 25).

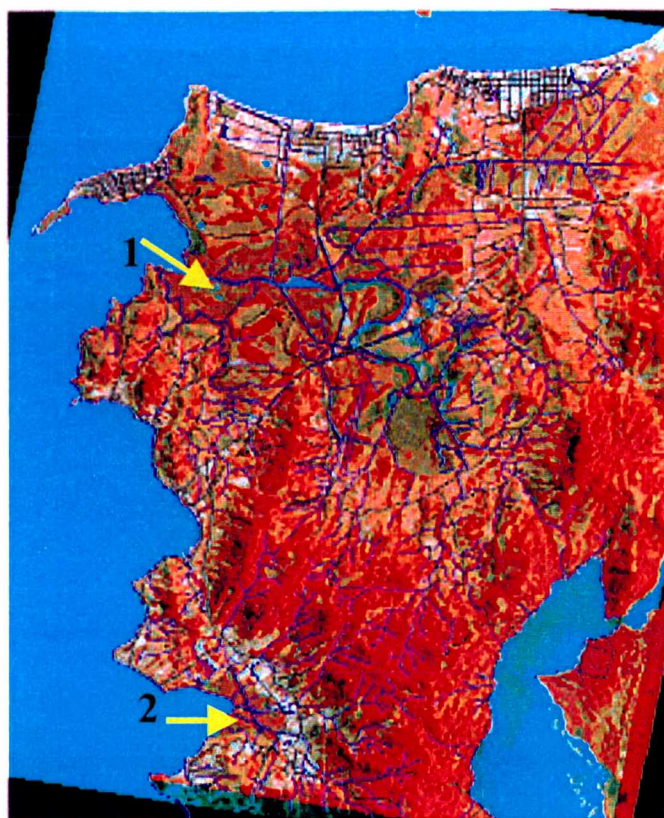


FIGURA 25 – Imagem corrigida e reamostrada com pixels de 10 metros para os manguezais do Rio Ratonés (1) e Saco Grande (2), usando as bases de delimitação dos pixels de treinamento das classificações.

### 11.3.2 -Técnicas de Realce e Contraste

No presente trabalho, após o pré-processamento, as imagens foram submetidas a tratamento de realçamento de bandas, adotando-se a opção ampliação linear de contraste. Este tipo de realçamento implicou na alteração da distribuição dos valores de níveis de cinza das bandas originais, a partir da modificação dos limites inferior e superior dos histogramas de distribuição. Os histogramas possibilitaram a verificação das variações em valores de frequência dos



níveis de cinza em cada canal, eles também, tornam possíveis estabelecer os limites dos níveis de cinza de todos os agrupamentos homogêneos das classes da imagem.

O resultado é uma nova imagem com melhoria de contraste e melhoria nos aspectos da imagem, por conseguinte, melhoria na análise visual.

### **11.3.3- Registro**

A atualização das redes viária e de drenagem foi feita a partir da imagem Spot/Pan, realçada através da equalização do histograma, que resultou na redução do contraste em áreas muito escuras da imagem. O dados extraídos foram integrados após a digitalização dos mapas do IPUF com escala 1:100.000 por serem desatualizados porque a cobertura aérea utilizada na confecção dos mesmos é de 1978.

No decorrer da metodologia empregada para combinar os canais espectrais (1,2,3,4,5 e 7) da imagem Landsat/TM, observou-se que, a composição que melhor representou as superfícies dos manguezais foi CC\_354. Nessa composição foram atribuídas as cores azul (B), verde (G) e vermelha (R) estabelecendo uma imagem de falsa-cor.

A banda 3 (B) caracterizada por radiações no visível possibilitou distinguir as atividades antrópicas tais como: estradas, canais de drenagem, solo exposto ou desmatamentos, dentro das áreas dos manguezais.

As bandas 4 e 5, nas radiações do infravermelho próximo e médio, por serem os canais onde há alta reflectância da vegetação, possibilitaram a diferenciação dos tipos de vegetais, bem como, as zonas que apresentam umidade no solo e na vegetação.

A composição colorida permitiu comparar, de maneira imediata, as feições identificadas nas imagens com a fotointerpretação e com os dados de campo.

As composições utilizando a banda 5 apresentavam melhor desempenho nas classificações, destas. A composição CC\_3b5g4r foi a que apresentou maior discriminação e menor confusão na classificação dos temas de interesse, produzindo o maior índice de separabilidade entre as áreas de mangue alto e mangue baixo,(FIGURA 26).

Com resultados significativos para separação das classes de cobertura vegetal fez-se então a análise do histograma de equalização.

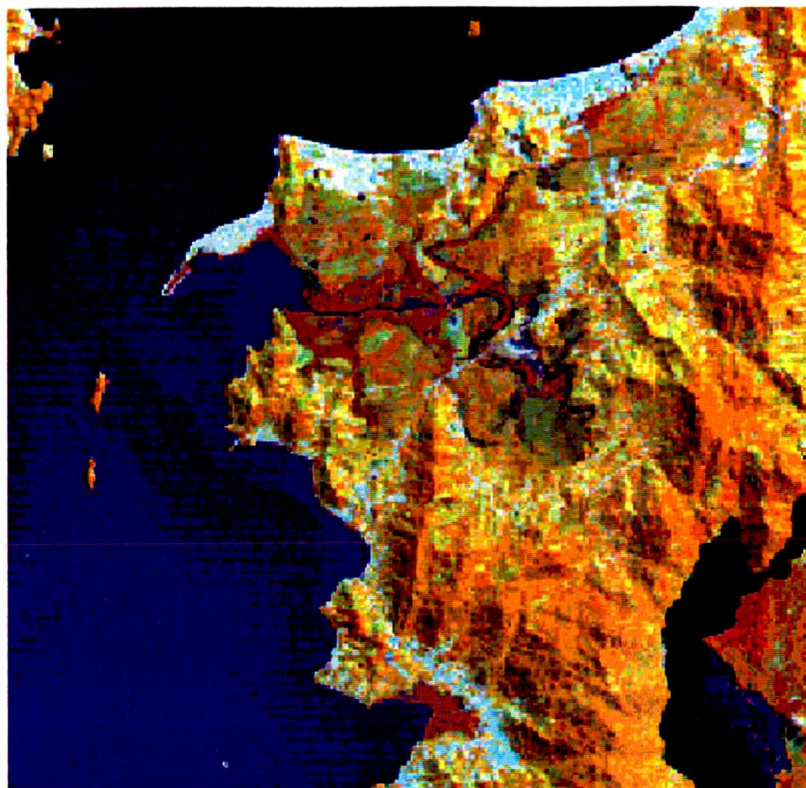


FIGURA 26 – Composição Colorida 3R,5G4B (10m).

#### 11.4- FUSÃO

A técnica de fusão das imagens Landsat/TM com Spot/Pan, por rotação de cores  $RGB \leftrightarrow IHS$ , demonstrou nos resultados deste trabalho, alta precisão geométrica e melhoramento das resoluções espectrais com resolução espacial de 10 metros.

O resultado deste trabalho obtido através da técnica expressa acima, ratifica a pesquisa de Green *et al.* (1998) que usando a mesma técnica dobra o índice de precisão da classificação global.

Green (*op cit.*), enfatizaram que com o Landsat/TM os manguezais podem, apenas, ser distinguidos quanto a sua vegetação em mangue e não mangue;

provavelmente, isto se deve à resolução espacial desse sensor ser apenas de 30 metros. Nossos resultados confirmaram esses resultados.

Ao ser intercalada com dados do Spot/Pan, com 10 metros de resolução espacial, a imagem é amplificada, possibilitando as separações das diferentes composições das espécies típicas de mangue.

### **11.5 – CLASSIFICAÇÕES SUPERVISIONADA**

Os resultados das classificações supervisionadas finais para os manguezais deste trabalho foram elaborados em duas etapas:

1º. - O uso da técnica classificação supervisionada, através do classificador máxima verossimilhança (*MAXLIKE*) usando os canais brutos 1,3,4,5 e 7 do TM reamostrados a 10 metros, do canal b(azul) extraído da transformação IHS e do canal P do Spot realçado (cruzamento das imagens Landsat TM 220-079 de 15/07/93 e Spot Pan 714-405 de 07/11/95), permitiu realizar uma primeira classificação supervisionada onde se observou mistura das formações arbóreas do mangue alto com a mata de restinga, necessitando a utilização de novos dados (FIGURA 27) a seguir:



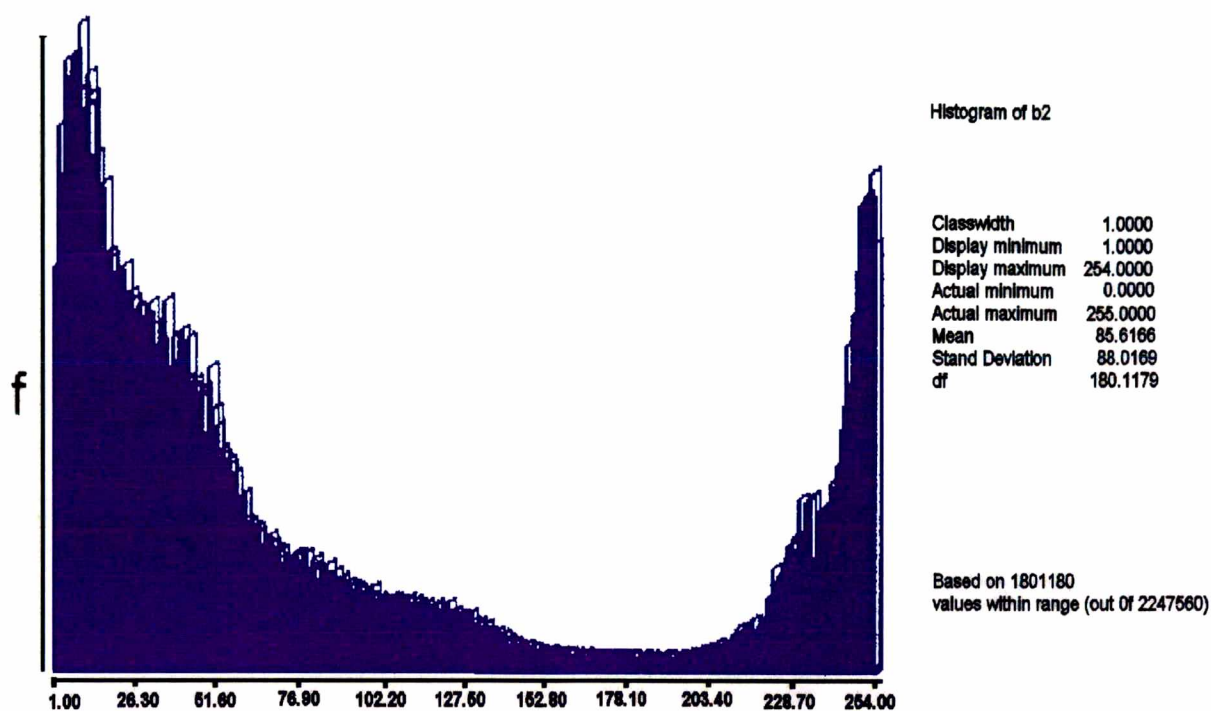


FIGURA 27 – Histograma do canal b2, pixels da mata de restinga misturados com os de mangue alto.

2º. - Para separar mangue alto da mata de restinga utilizou-se o canal 5 uma segunda vez devido suas propriedades espectrais, ou seja, sensível à umidade. (cc Isatspo 3X93\_5, lin. Sat. 5.0) através do módulo CLUSTER do IDRISI, onde o canal 5 está associado ao canal pancromático do Spot no qual os valores de cinza originais mostram boa separação entre o manguezal e a mata de restinga, (FIGURA 28) a seguir:

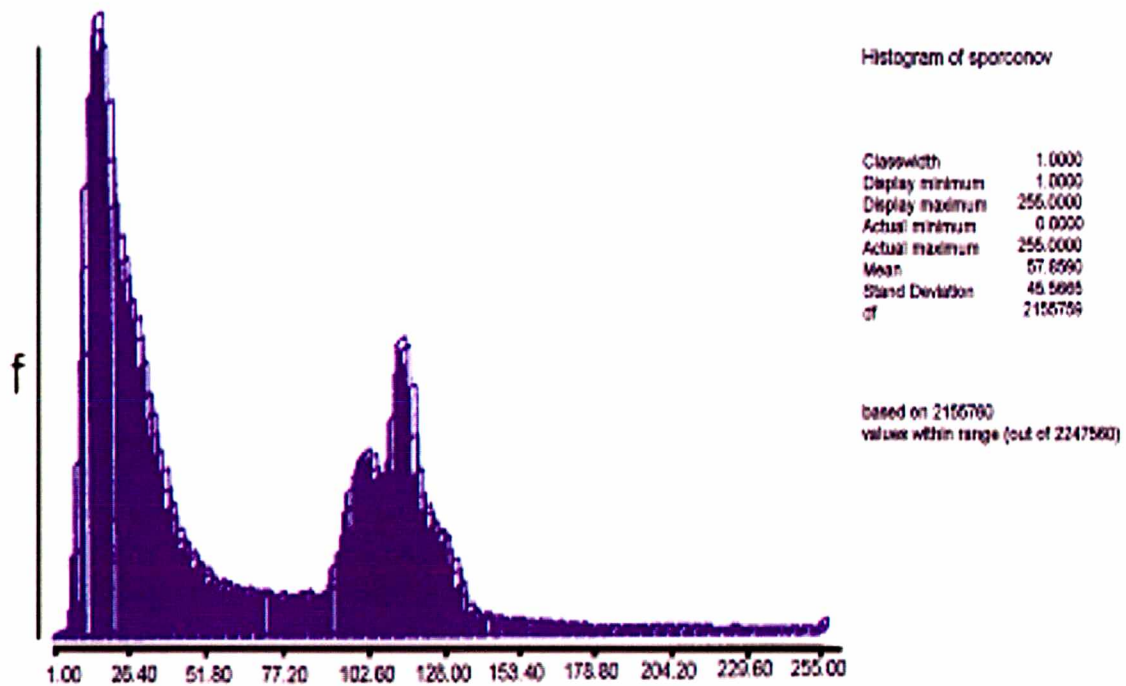


FIGURA 28: Histograma resultante da associação do canal 5 com dados do canal P do Spot. Valor de cinzas original mostra boa separação entre mangue alto e mata de restinga.

Os resultados alcançados nas etapas descritas acima possibilitaram a elaboração de mapas temáticos com 15 classes para o manguezal do Rio Ratonés, 12 classes para o manguezal do Saco Grande, e 10 classes para o manguezal do Rio Tavares estão representados nas FIGURAS 29, 30 e 31, páginas 122, 123 e 124, respectivamente.

A aplicação da resolução espacial de 10 metros é irrefutável, porém, pode haver uma influência da resolução espectral da banda pancromática larga, devido esta banda acrescenta alguns elementos de discriminação nas imagens, tais como, diferenças de uma mesma espécie, (vide comentário APÊNDICE 1, página 177).

### 11.6 - Manguezal do Rio Ratonés

Os resultados deste trabalho, de acordo com os cálculos para as classes do mapa temático (FIGURA 29) e representados na TABELA 8, demonstram que o total da área de estudo para o manguezal do Rio Ratonés ocupa uma área de 4576.7 ha.

A classificação temática mostra que a vegetação típica de mangue cobre uma área de 18,4% da área total. A vegetação arbórea das espécies de transição encontrada soma 2,1% da área deste manguezal. As marismas, por sua vez, são constituídas por *Spartina alterniflora* e ciperáceas e correspondem a 1,4% da área total. Nossos resultados evidenciaram que, 0,4% da área do manguezal do Rio Ratonos é ocupada por Apicum, e a área antropizada é de 10,3%, e áreas de Apicuns cobrem 0,4%.

Foi evidenciado que, 0,2% corresponde às classes de água e zonas inundadas. Resultados relativos à vegetação típica de mangue, mostram que o mangue alto corresponde a 6,3%, sendo a espécie predominante a *Avicennia schaueriana*, TABELA 9.

Pela mesma TABELA, observa-se que para o mangue baixo a ocorrência é de 8,9%, sendo as espécies mais representativas a *Laguncularia racemosa* e a *Rhizophora mangle*, a vegetação arbórea de transição e as marismas somam 2,1%. A vegetação de restinga, sobre depósitos Pleistocênicos/Holocênicos, em altitude um pouco mais elevada que o manguezal, corresponde a 16,2% da área total classificada.

De acordo com os dados da classificação supervisionada pode-se afirmar que sua área à montante foi totalmente descaracterizada por ações antrópicas. E que a soma dos índices das classes que caracterizam este tipo de intervenção, somam 61% com relação à área total estudada.

### **11.7 - Manguezal do Saco Grande**

O manguezal do Saco Grande ocupa uma área de 490.9 ha.

A classificação temática encontrada para este manguezal, está representada de forma quantitativa na FIGURA 30 e nas TABELAS 10 e 11, evidencia que a vegetação típica de mangue representa 39,7% de sua área total.

As espécies de transição que ocorrem neste manguezal representam 6,8% da superfície do mesmo, as marismas representadas pela *spartina alterniflora* ocupam 0,9% da área do manguezal do Saco Grande.



O mangue alto representado por *Avicennia schaueriana* espécie predominante, é encontrada numa área de 18,4% da superfície total. O mangue baixo, formado por *Laguncularia racemosa* e por *Rhizophora mangle* contribui com 13,4%, e as áreas impactadas, sobretudo, por atividades antrópicas ao nível de cobertura vegetal, correspondem a 27,7% da área total do manguezal. As classes como capoeirinha, mata de restinga, pastagens úmidas e banhados somam 37,5% no total da área desse manguezal.

### 11.8 - Manguezal do Rio Tavares

A área estudada, o manguezal do Rio Tavares é de 1332.9 ha, ou 13,3 km<sup>2</sup>, e através da tabela da vegetação típica de mangue, observa-se que 53,4% corresponde à vegetação de mangue alto, mangue baixo, *Spartina* e mangue de transição.

Foram separadas na classificação duas classes para a espécie *Avicennia Shaueriana*, (ver FIGURA 31, TABELAS 12 e 13).

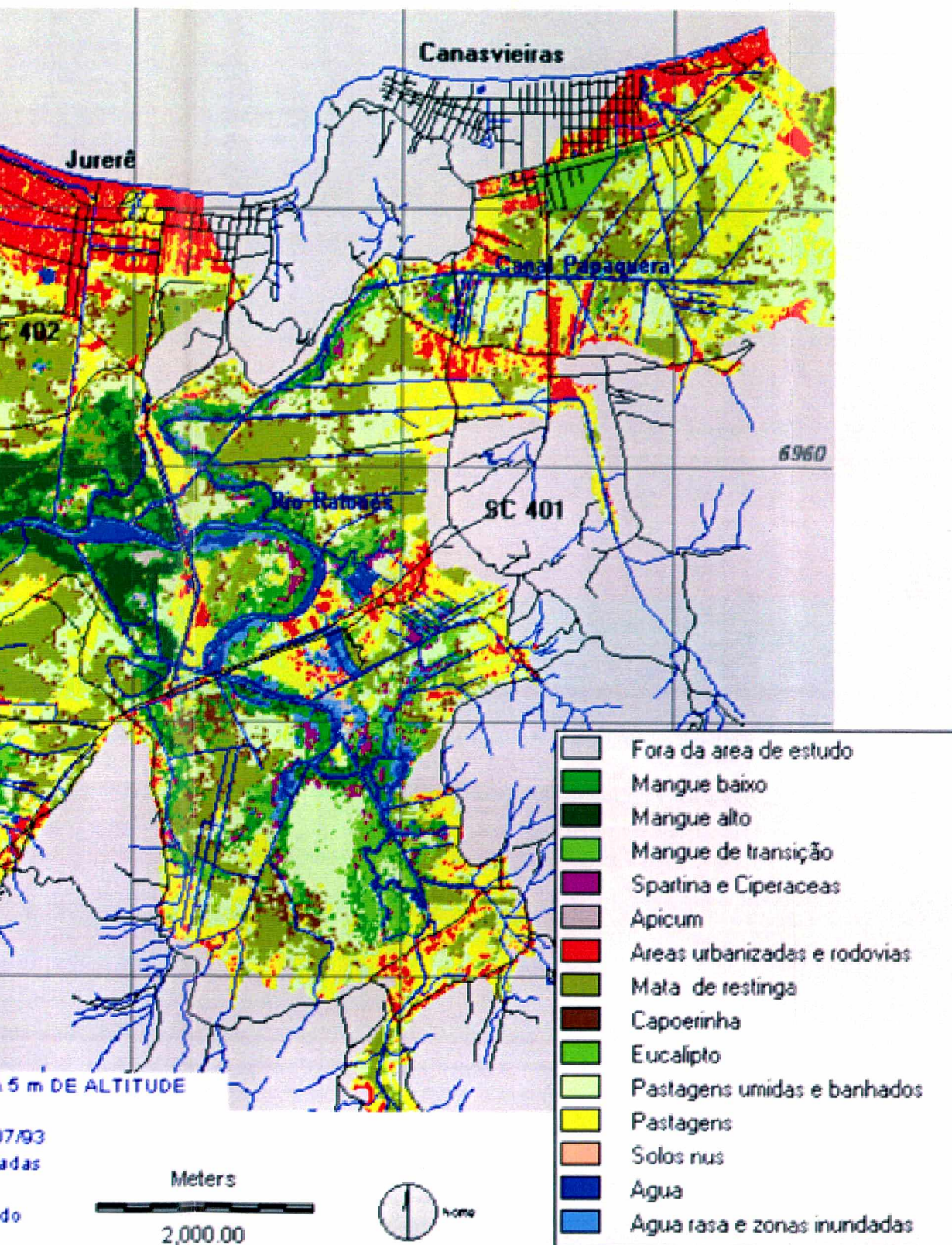
De acordo com Silva (1990), o denominado mangue alto 1, corresponde a espécie *Avicennia* na forma adulta com altura aproximada de 9,5 metros, e de acordo com os resultados deste trabalho ocupa uma área de 27,9%. O mangue alto 2 representa a mesma espécie com altura aproximada de 6,7 metros e cobre 18,0 % da superfície total deste manguezal.

Nossos resultados demonstraram que, também no manguezal do Rio Tavares a espécie predominante é a *Avicennia schaueriana* apresentando um aspecto fisionômico muito homogêneo provavelmente em virtude da predominância quase que absoluta da espécie. Tais características também foram observadas nos manguezais do Rio Itacorubí por Cintron (1981), Panitz (1993) e Soriano-Sierra (1993).

A classe representada por *Spartina alterniflora* e ciperáceas equivalem a uma área de 6,2%, e o mangue de transição formado pelas espécies *Hibiscus tiliaceus* (algodoeiro-da-praia) e *Acrostichum aureum* (samambaia-do-mangue) a área de 7,4% em espaços de solo exposto. As classes representadas por capoeiras contribuem com 1,1% da área periférica do manguezal do Rio Tavares.



# Ratones - Classificação supervisionada



## TABELA DE CLASSE MANGUE

### Classes

Apicum  
Spartinas e Ciperáceas  
Mangue de transição  
Mangue alto  
Mangue baixo  
Áreas antropizadas  
Mata de restinga  
Capoeirinha  
Eucalipto  
Pastagens úmidas e banhados  
Pastagens  
Solo exposto  
Água  
Água rasa e zonas inundadas

### TOTAL

## TABELA DA VEGETAÇÃO DO RIO

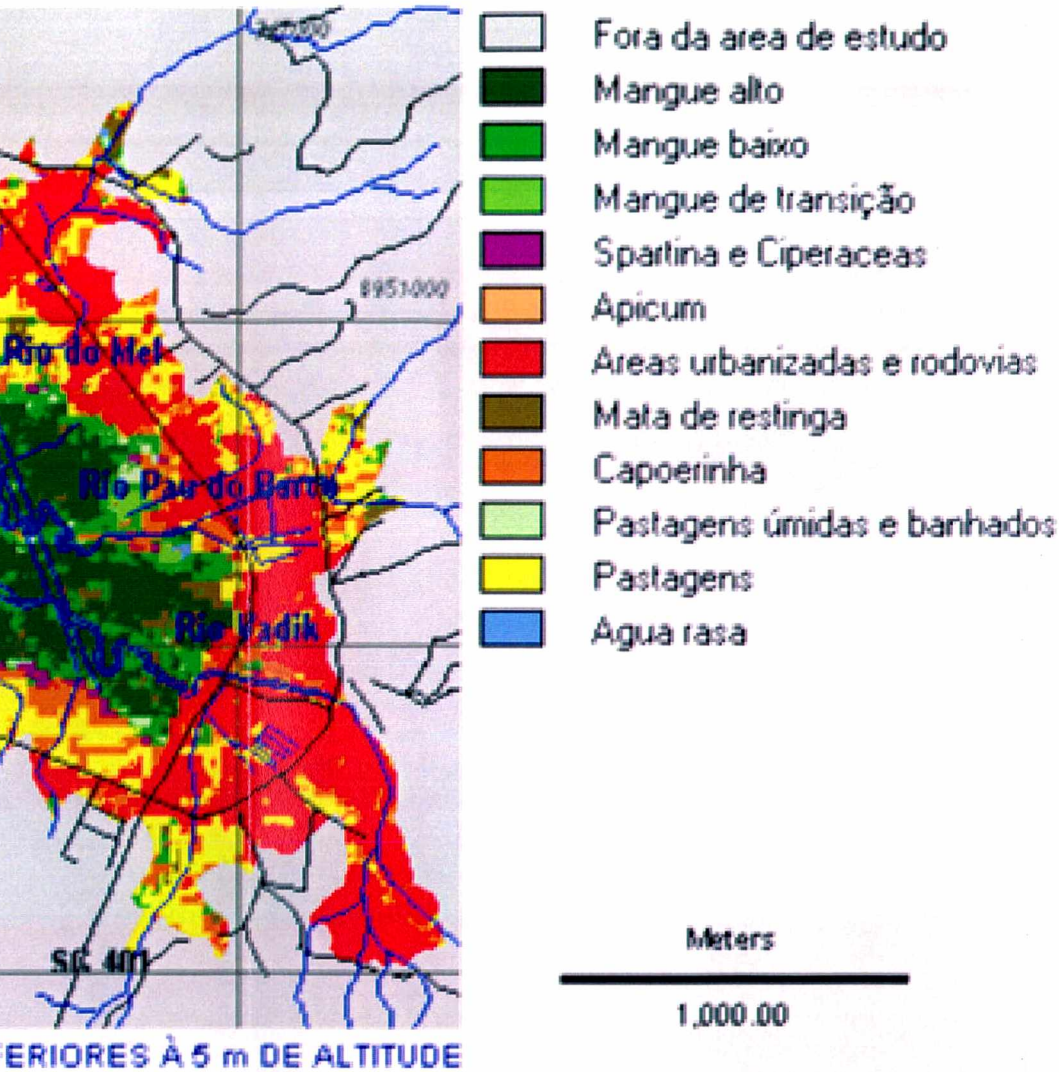
### Classes

Mangue alto  
Mangue baixo  
Mangue de transição  
Spartinas e Ciperáceas  
Apicum

### TOTAL



## Mapa - Classificação supervisionada



1-079 de 15/07/93  
 7/11/95 cruzadas  
 ação de mestrado

### TABELA DE CLASSIFICAÇÃO DO MANGUEZAL

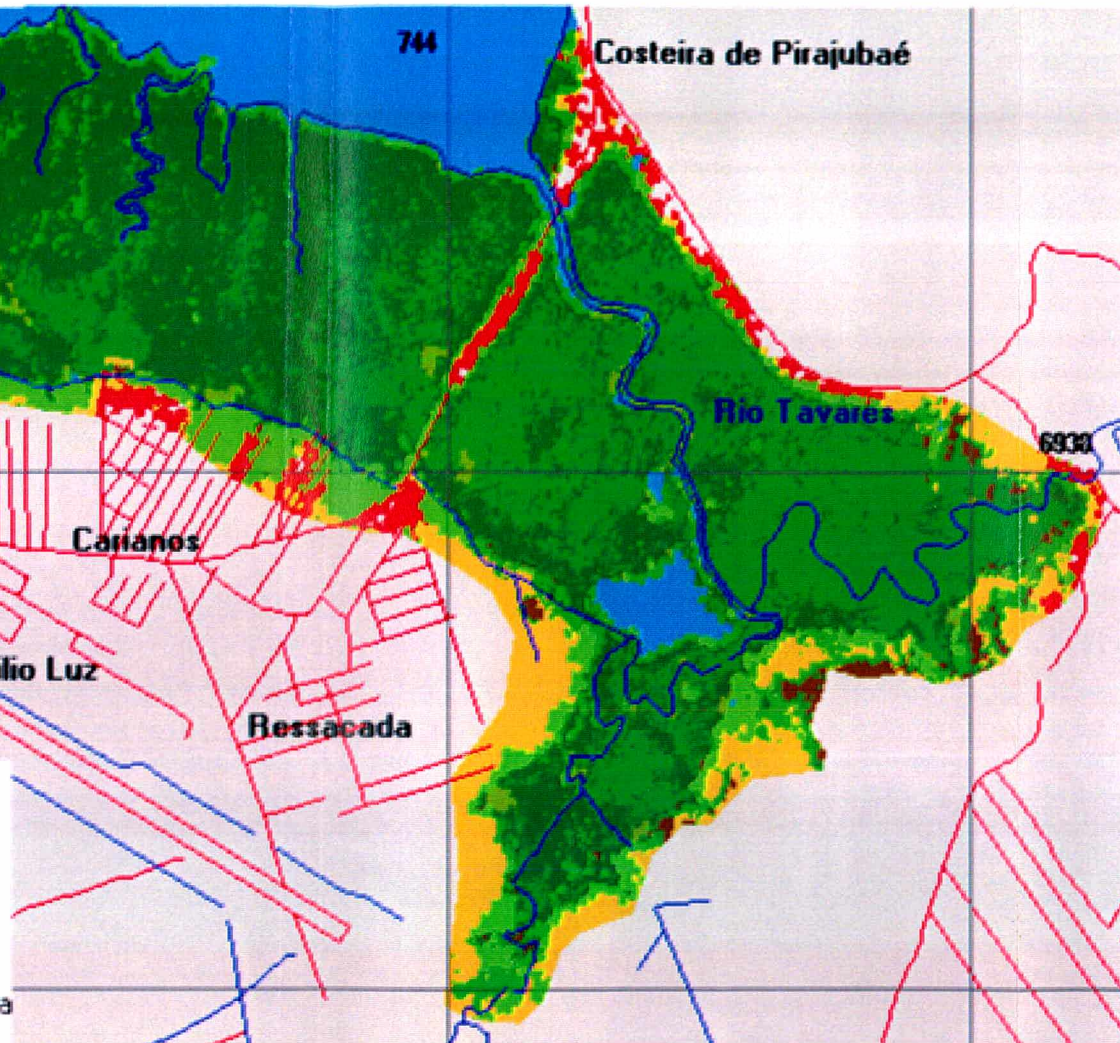
Classes
Mangue alto
Mangue baixo
Mangue de transição
Spartinas e Ciperáceas
Apicum
Áreas antropizadas
Mata de restinga
Capoeirinha
Pastagens úmidas e banhadas
Pastagens
Água rasa e Zonas intertidais
<b>TOTAL</b>

### TABELA DA VEGETAÇÃO DO SACO GRANDE

Classes
Mangue alto
Mangue baixo
Mangue de transição
Spartinas e Ciperáceas
Apicum
<b>TOTAL</b>

Classificação MAXLIKE do Manguezal do Saco Grande

## Rio Tavares - Classificação supervisionada



Fontes: Imagens Landsat TM 220-079 de 15/07/93 (6 canais) e Spot P 714-405 de 07/11/95 cruzadas

Esse mapa faz parte da dissertação de mestrado de Lucia P. Camargo - 05/2000

### TABELA DA CLASSIFICAÇÃO MANGUEZAL DO RIO TAVARES

#### Classes

- Mangue alto 1
- Mangue alto 2
- Mangue baixo
- Mangue de transição
- Spartinas e Ciperáceas
- Áreas antropizadas
- Mata de restinga
- Capoeirinha

**TOTAL**

### TABELA DA VEGETAÇÃO DO RIO TAVARES

#### Classes

- Mangue alto 1
- Mangue alto 2
- Mangue baixo
- Mangue de transição
- Spartinas e Ciperáceas

**TOTAL**



Numa análise conjunta dos resultados dos manguezais em estudo, nos foi possível estabelecer algumas relações entre eles.

As pesquisas feitas por diversos autores em manguezais, relacionando a área total com percentagens relativas às espécies típicas, permitem afirmar que a degradação é tanto maior quanto maiores forem os percentuais obtidos para a vegetação típica desses ecossistemas.

A partir desses estudos, e considerando os resultados encontrados neste trabalho, pode-se confirmar que, os manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e Rio Tavares, corroboram com estas pesquisas. O manguezal mais impactado é o do Rio Ratonés, com tensores, que atuam sobre os fluxos energéticos primários e secundários, alterando consideravelmente os *input-outputs* de energia, o substrato, a biomassa, a biodiversidade, as condições da água e sedimentos e, principalmente, os recursos vivos, (Panitz, 1993). Nos manguezais do Saco Grande e do Rio Tavares, também foram observados os mesmos tensores, porém, com uma ocupação de superfície menor.

A classe de vegetação típica predominante nos manguezais deste estudo, é a *Avicennia schaueriana* que perfaz um total de 6,6% para o manguezal do Rio Ratonés, 18,4% no manguezal do Saco Grande, e 46% no manguezal do Rio Tavares. A *Avicennia schaueriana* na forma adulta, determina o estrato arbóreo superior, e apresenta um entrelaçamento e sobreposição de galhos e folhas, formando uma copa mais verticalizada, ficando mais exposta à radiação, possuindo reflectância mais intensa do que a *Rhizophora* e a *Laguncularia*. Deve-se considerar também, que nas áreas que os mangues desenvolvem-se sobre os substratos predominantemente orgânicos, a vegetação típica se caracteriza de modo nítido devido a baixa reflectância do lodo, condição essa, muito favorável para a espécie *Avicennia schaueriana* nos manguezais estudados neste trabalho. Esta condicionante, foi observada no manguezal do Itacorubí pelos autores Panitz (1993) e Soriano-Sierra (1993, 1997).

Panitz (1993) encontrou no manguezal do Rio Itacorubí 45,82% para as classes mangue alto (*Avicennia schaueriana*) e mangue baixo (*Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*). Segundo a autora, o índice indica que ainda há uma razoável cobertura de espécies arbóreas típicas no manguezal do Rio Itacorubí, apesar do grau crescente de urbanização, com uma área total de 1,55 km<sup>2</sup>.

Os resultados relativos aos índices de ocorrência de mangue alto e mangue baixo encontrado para o manguezal do Rio Tavares são 46%. Este índice está muito próximo dos valores relativos ao manguezal do Rio Itacorubi. A coincidência do índice atesta boa cobertura das espécies típicas arbóreas neste manguezal. Os valores obtidos para o manguezal do Saco Grande, 31%, e para o manguezal do Rio Ratonés, 15,3%, estão muito abaixo dos encontrados para o manguezal do Rio Itacorubí, o que permite afirmar que a vegetação típica destes ecossistemas está bastante comprometida principalmente pela urbanização, com índices de 10,3e 27,3%, respectivamente. Este tipo de intervenção do homem acarreta diferentes tipos de tensores. O aterro é um desses tensores, e é um dos mais severos, pois se verifica redução significativa na composição das espécies, e nas áreas sem edificação, porém aterradas, verifica-se a presença de espécies invasoras, sendo consideradas espécies facultativas de áreas de transição. Este fato foi verificado nos manguezais de Ratonés e Itacorubí, por Silva (1990) e Panitz (1993).

Cabe ressaltar que, no manguezal do Rio Tavares, o algoritmo de máxima verossimilhança, classificou a espécie *Avicennia schaueriana*, como mangue alto 1 e 2. Isto ocorre porque a *Avicennia* é uma das espécies de mangue que excreta sal através das glândulas de suas folhas, sendo este um dos fatores que confirma a alta reflectância, principalmente, nas bandas 4 do infravermelho próximo e banda 5 do infravermelho médio. As diferentes alturas, igualmente, contribuem na resposta espectral da vegetação.

Além do motivo acima descrito, a quantidade de matéria orgânica (MO) no substrato, com baixa reflectância, particularmente, nos intervalos entre 0,9 e 2,7  $\mu\text{m}$  (microns) também permite visualizar a diferença de altura da espécie *Avicennia schaueriana*. A reflectância dos solos com saturação de MO suas estruturas e texturas, foi observada entre os mesmos intervalos de comprimento de ondas por Bryant (1999), confirmando os resultados encontrados neste trabalho.

### 11.9 - Gráfico das Curvas de Reflectâncias Espectrais

O gráfico das respostas espectrais para as classes mangue alto, mangue baixo, mangue de transição e *Spartina*, possibilitou uma análise comparativa das



respostas espectrais das diferentes classes, e pode-se assim, verificar que nas faixas espectrais “hatspo” e “b2” usados na classificação supervisionada onde ocorreu uma melhor separação dos alvos de interesse. As respostas espectrais do gráfico foram medidas nos intervalos e bandas 1(0.45-0.52 $\mu\text{m}$ ), 3(0.63-0.69 $\mu\text{m}$ ), 4(0.76-0.90 $\mu\text{m}$ ), 5(1.55-1.75 $\mu\text{m}$ ) e, 7(2.08-2.35 $\mu\text{m}$ ), canal spot P realçado, denominado “landspot”, e no canal “b2” que é o canal azul (Blue) da transformação IHS $\leftrightarrow$ RGB, FIGURA 32.

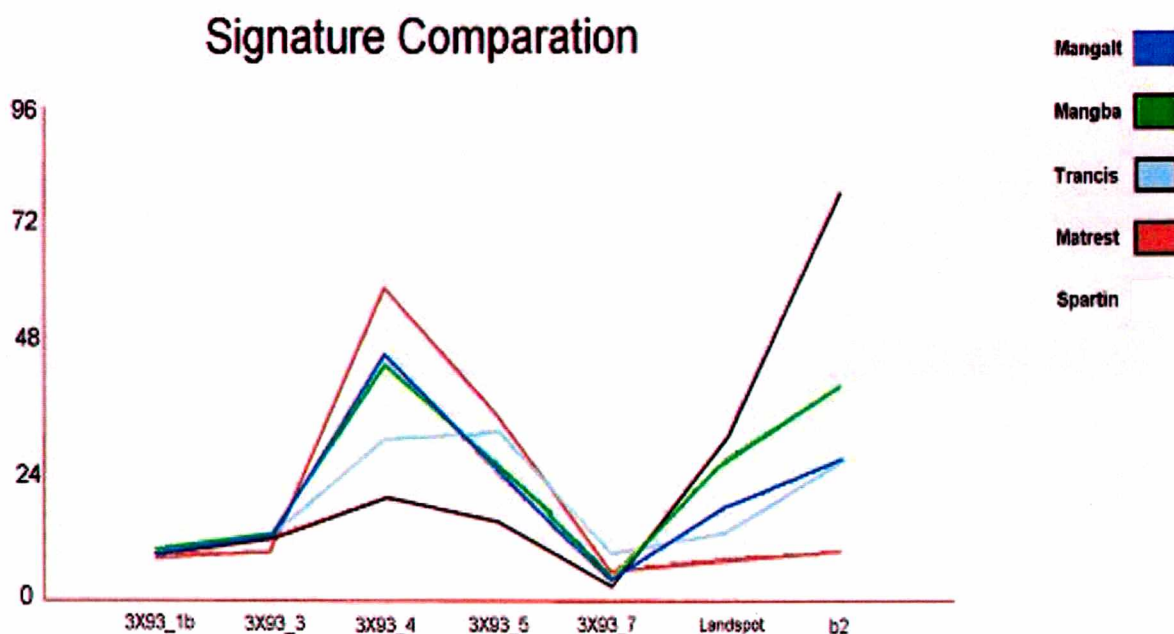


FIGURA 32 - Gráfico de assinatura espectral do mangue alto, mangue baixo, mata de restinga e *Spartina*.

Do gráfico das curvas de reflectâncias espectrais, observa-se que não é possível discriminar as espécies de mangues existentes nas bandas do visível. Os componentes fotossintéticos e químicos das folhas dessas espécies, provavelmente, são os responsáveis pelo baixo brilho (reflectância), observa-se também, que na faixa do visível ocorreu certa confusão entre as classes de mangues, provavelmente porque esta faixa espectral não é sensível às variações de umidade e a absorção se dá através dos pigmentos da clorofila.

Segundo Bryan (1999), os coeficientes de atenuação na banda do visível interagem com a estrutura celular interna das folhas e com a absorção da clorofila, o que pode ser uma explicação para os resultados encontrados no gráfico das respostas espectrais deste trabalho.

Para os canais 4,5 e 7, observa-se uma separação nítida entre a *Spartina* e a vegetação de transição. O mangue alto e o mangue baixo aparecem com respostas espectrais similares. Essa similaridade, provavelmente é pelo fato de que o Landsat-TM tem resolução espacial de 30 metros, não permitindo assim, uma discriminação das espécies, fazendo com que suas respostas espectrais sejam relativamente idênticas. Estes mesmos resultados foram encontrados por Espíndola (1986) na pesquisa dos manguezais de Cananéia-Iguape/São Paulo e, Abdon *et al.* (1988) pesquisando a degradação na vegetação dos manguezais no Piauí (SE). No comportamento geral das curvas de reflectância das espécies vegetais de mangues alto, mangue baixo, fica evidente o nível de confusão, neste caso, a radiância para as duas espécies mencionadas, será registrado na combinação dos canais CC\_3B5G4R sendo o primeiro caracterizado por radiações do visível e os dois últimos por radiações do infravermelho próximo, onde há maior reflectância da vegetação. E, no canal b2, melhorando acentuadamente sua discriminação, porque o valor da elevada reflectividade nestes canais será amenizado pela absorção dos corpos úmidos do ambiente, sendo este o principal fator de discriminação do mangue em relação às outras classes.

Para o canal b2, todas as espécies apresentaram distinção apreciável, pois sua resolução espacial também é de 10 metros, o que é de particular interesse para os estudos dos manguezais. A vegetação típica de mangue, neste canal, apresentou comportamento espectral antagônico, ou seja, a assinatura espectral da vegetação apresentou um maior contraste entre os padrões estruturais.

O alto nível de reflectividade das espécies de mangues é principalmente, pela presença de conteúdo sal nas folhas das espécies, pelo múltiplo posicionamento das folhas e pelo substrato. De acordo com Espíndola (1986), estas características fazem com que aumente a constante dielétrica, a qual é responsável pela elevação da reflectividade, resultados estes, que confirmam nossos dados.

Ainda, através do gráfico de respostas espectrais, podemos comprovar que a associação dos sensores Spot/PAN e Landsat/TM são muito mais eficazes para



identificar e classificar as espécies de mangues, porque apresenta alta resolução espacial de 10 metros, e pelas composições das bandas (3, 5 e 4), produzindo o melhor índice de separabilidade dos temas de interesse.

#### 11.10 - COEFICIENTES KAPPA PARA O CLASSIFICADOR MÁXIMA VEROSSIMILHANÇA

Após a classificação supervisionada, obteve-se a Matriz de Confusão (“*root mean square*” - RMS) para avaliar, através de um enfoque probabilístico, a relação dos alvos classificados com a compatibilidade da distribuição física dos mesmos (ver TABELA 14, p. 131).

Da análise da Matriz, podem ser observados os índices de associação entre as classes obtidas na classificação supervisionada, utilizando os atributos espectrais da composição colorida CC\_3R5G4B.

Para a classe 1, mangue baixo (predominância da *Laguncularia* sobre as *Rhizophoras*), obteve-se um índice de 93,95% de correspondência, havendo 3,6% de confusão entre as classes de mangue alto e mangue baixo. A classe 2, mangue alto (*Avicennia schaueriana*), obteve um índice de acerto de 84,25% que foram classificados como pixels puros. A menor resposta espectral da *Avicennia* ssp. com relação ao mangue baixo, deve-se principalmente a um maior sombreamento de dossel. Na classe 3, mangue de transição, ocorreu um índice de acerto de 96,1%.

A classe *Spartina* e ciperaceas obteve 95,57% de pixels identificados de acordo com a classificação supervisionada deste trabalho, enquanto, que a classe Apicum obteve um índice de 99,94% de precisão. A classe 6, áreas antropizadas (canais, áreas urbanizadas, rodovias, e outros), foi bem discriminada, com índice de 98,48%, havendo apenas 0,05% de confusão entre pixels da classe mata de restinga. A classe mata de restinga, por sua vez, teve um índice de 91,09% e, a classe capoeirinha, obteve 96,3% de pixels correspondentes. A classe Eucalipto, obteve 83,22% de pixels classificados. Nesta mesma classe houve mistura com as classes de mangue baixo, com índice muito baixo de 0,03% pertencentes a classe mangue de transição e, 1,45% de pixels foram relativos a classe de pastagem úmidas e banhados. A classe de pastagens úmidas e banhados foi identificada com índice de 96,80% do total de pixels pertencentes a essa classe.

**Matriz de Confusão (RMS) da Classificação "MAXLIKE" ( canais 1,2,3,4,5, e 7 do Landsat TM e Spot Pan)**

CLASSES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	TOTAL (Pixels)	Erro Com
lague Baixo	2520	67	0	0	0	0	0	20	0	0	0	5	0	2612	0.03
lague Alto	97	642	4	7	0	0	18	111	49	47	0	20	0	995	0.36
lague de Transição	0	5	582	0	0	0	1	0	2	2	0	25	0	617	0.03
rtinas e Ciperaceas	0	3	0	259	0	0	0	0	0	0	0	0	0	262	0.07
um	0	0	0	0	5055	0	0	0	0	0	0	0	0	5055	0.00
s Antropizadas	0	0	0	0	3	12841	0	0	0	0	0	0	0	12814	0.00
a de restinga	0	10	0	5	0	185	225	0	0	0	0	0	0	425	0.47
oeirinha	20	10	0	0	0	0	0	5179	0	0	0	1	0	5210	0.00
alipto	0	3	0	0	0	0	0	25	4963	0	324	0	501	5870	0.15
stagens umid e Banhados	0	0	10	0	0	0	0	0	87	4246	8	3	0	4354	0.02
stagens	0	0	0	0	0	12	0	0	232	0	3449	0	179	3872	0.10
o Exposto	45	22	9	0	0	0	0	29	0	37	0	589	0	731	1.00
uas rasas e Zonas inundadas	0	0	0	0	0	0	3	13	630	0	249	0	2382	3277	100
L (Pixels)	2682	762	271	271	5058	13038	247	5377	5963	4386	4030	643	3062	46120	
proporcional	0.060	0.157	0.038	0.044	0.000	0.015	0.089	0.036	0.167	0.031	0.144	0.046	0.138		0.13

Além da Matriz de Confusão, o módulo *Errmat* do IDRISI, calculou os valores globais das categorias (classes) através do índice de Kappa (*Kappa Index Agreement-KIA*), TABELA 15.

Como sugerem Gong e Howarth (1990) *in* Brites *et al.*(1998), um dos procedimentos que vem sendo usado para mensurar as classificações temáticas é o índice Kappa (*K*). Ele vem sendo recomendado como uma medida apropriada da exatidão por representar inteiramente a Matriz de Confusão.

TABELA 15 - Kappa (*Kappa Index Agreement-KIA*)

CLASMANG	
Categoria	KIA
-----	-----
1	0.84
2	0.93
3	0.96
4	0.95
5	0.99
6	0.97
7	0.91
8	0.95
9	0.80
10	0.96
11	0.84
12	0.85
13	0.10
<b>Total Kappa</b>	<b>0.93</b>

A somatória da estimativa de erros dos valores omitidos mais os valores classificados somam 0.93, isto é, menor que 1.



De acordo com a fórmula de Kappa, equivale dizer que, os resultados alcançados através da classificação supervisionada (MAXLIKE), obtiveram um bom desempenho na classificação. Transformados em percentuais, obteve-se um índice de 93% de eficiência na classificação.

Espíndola (1986), calculando as áreas dos manguezais de Cananéia, São Paulo, encontrou resultados com coeficientes de correlação de 0.99, significando que a classificação realizada por "máxima verossimilhança" foi satisfatória. Com relação ao índice de estimativa de erros e/ou misturas de pixels obtidos por Espíndola (*op cit.*), comparados aos nossos resultados, podemos afirmar que os mesmos ficaram dentro dos limites aceitos na análise estatística da classificação supervisionada.

Abdon *et al.*(1988), avaliaram a degradação e extensão dos manguezais do Estado de Sergipe, que foram estimados através das técnicas de sensoriamento remoto com os dados dos satélites Landsat/Mss e TM de 1979 e 1984, respectivamente. As oito classes obtidas pela classificação supervisionada apresentaram um desempenho médio de 98,5%, indicando que a maioria dos pixels foi associada com suas classes espectrais correspondentes.

Panitz (1993), através do classificador MAXVER do sistema SITIM-150(INPE), obteve uma imagem temática com sete classes para o manguezal do Rio Itacorubi com a imagem do satélite Spot/HRV, nas bandas 1,2 e 3 (RGB) de 1990, com uma eficiência de 97,26%, devido a metodologia aplicada e o conhecimento do manguezal pela autora.

O índice de 97,26%, significa que quase todos os pontos amostrais foram associados às classes de interesse. Através da Matriz de Confusão, o nível de mistura de "pixels" obtidos foi 0,0%, havendo, uma abstração média de 2,7%. Através desses índices, pode-se afirmar que, a classificação para o manguezal do Rio Itacorubi foi considerada muito satisfatória.

Froidefond e Soriano-Sierra (1997), com objetivo de adequar as técnicas atuais de sensoriamento remoto para cartografar às formações vegetais de manguezais da área reduzidas, utilizaram as imagens Spot/XS (20m) de 1987 e dados de campo, elaborando uma série cartográfica para o manguezal do Rio Ratonés, com 11 classes de vegetação. Os resultados permitem a obtenção de uma cartografia quantitativa sobre a área de estudo, e a metodologia utilizada permitirá o

acompanhamento do processo evolutivo acelerado desses ambientes a partir de imagens do Spot.

Os dados obtidos neste trabalho mostraram que os manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares, apesar de serem considerados como "Áreas de Preservação Permanente", continuam ao longo dos anos sofrendo diminuição de suas superfícies, devida, principalmente, a ocupação desordenada das mais variadas formas.

Os resultados obtidos apontam para o relacionamento incorreto entre o homem e o meio ambiente, destacando que os impactos nos manguezais são de diversas categorias, a poluição destes estuários entre outras se dá principalmente pela deposição de esgotos domésticos, especulação imobiliária, degradação pela invasão dos mangues por assentamentos humanos e pelos projetos de engenharia em obras de rodovias e vias expressas e outros.

Os impactos antropogênicos que atuam nestes manguezais alteram e/ou bloqueiam as fontes de energia, onde os bosques de mangue respondem com diminuição de sua biomassa e com descaracterização de sua estrutura.

A relevância destes ecossistemas, descrita pelas Ciências e fixada em Leis, não evitou a ocupação do homem, via projetos inadequados de exploração econômica, que, de maneira intensiva não observaram o mínimo desejável em termos de preservação, foram implementados dentro do inadmissível, inclusive reduzindo significativamente (54%), as áreas dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares nos últimos sessenta anos.

Constatou-se ainda, a omissão do poder público, que permitiu por vários meios o assentamento humano e todas suas consequências, e com práticas inadequadas do uso do solo, causando desequilíbrio ecológico nestas regiões insulares e impróprias para os usos a que foram destinadas.

Através dos resultados encontrados, fica evidente a necessidade, urgente, da aplicação de planificação urbana na cidade de Florianópolis e, melhor planejamento, manejo e gerenciamento de forma integrada, de seus ecossistemas.

A planificação e gestão integradas devem ser visto como um caminho para solucionar problemas derivados da dialética conservação-desenvolvimento.



Diante dos prejuízos causados aos manguezais deste estudo, podemos concluir que a relativa proteção que a legislação ambiental destina a eles é, na maioria das vezes, insuficiente e ineficaz.

As canalizações ou desvios de água, são extremamente prejudiciais, devido ao fato de que os manguezais são sistemas abertos que dependem de insumos contínuos de nutrientes para manter seus índices de produção. Como consequência, observa-se uma degradação da vegetação e o estabelecimento de bosques menos vigorosos. Essas alterações também podem provocar a hipersalinidade, que podem causar mortalidade da vegetação (FIGURA 33).

Ao reduzir-se o aporte de sedimentos, prevalece à subsidência causada pela compactação sobre o processo de aterro e cessa o processo de expansão, dando início ao processo de erosão.



FIGURA 33 - Canal DNOS (artificial), revelando processo de erosão às margens do canal retificado.

Fonte: Oliveira (1997)

O depósito de sedimentos retirados do solo atua como barreiras para a circulação laminar das águas sobre o substrato, o que, associado com uma

sedimentação disponível de materiais finos, oriundos dos depósitos de sedimentos, provoca a descaracterização do manguezal, e pode também, causar a morte da vegetação de mangue.

Froidefond *et. al.* (1997), estudando a vegetação do manguezal do Rio Ratonés a partir de sensoriamento remoto, observou que as canalizações, e a construção de diques (rodovias) não só seccionaram o manguezal, como também, provocaram a interrupção das águas, que são, responsáveis pela circulação de oxigênio e nutrientes desse ecossistema.

Em nosso estudo, os tensores do tipo 1,2 e 3, tais como, canalizações, construções de diques e aterros foram confirmados no manguezal do Rio Ratonés, e também nos manguezais do Saco Grande e do Rio Tavares.

O manguezal do Rio Ratonés, além de já ter sido muito afetado pelos problemas de desmatamento, certamente, foi o mais atingido pelas obras de drenagem, tensor do tipo 1 e 2, são os tipos mais severos, pelo fato de que esses tensores alteram o próprio ambiente, reduzindo sua capacidade de regeneração.

Os canais artificiais, construídos pelo extinto DNOS, têm larguras médias de 4,5m ou 6,0, e profundidades máximas de 2,5m em relação à sub-superfície do manguezal (Caruso, 1990; Panitz, 1993; CECA/FNMA, 1996; Soriano-Sierra, 1998; Fidélis, 1998).

No presente trabalho, foram feitos cálculos do comprimento em quilômetros dos canais e valas do DNOS para nos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e Rio Tavares, utilizando-se o equipamento "curvímetro", na escala 1:10000 e as cartas topográficas do IPUF, que cobrem as regiões estudadas, datadas de 1979 que correspondem ao levantamento aerofotogramétrico do aglomerado urbano de Florianópolis, executado pelo Aerofoto Cruzeiro do Sul, em 1979.

De acordo com esses cálculos, as obras de retificação de canais e valas do DNOS no manguezal do Rio Ratonés somam aproximadamente 103,500 km de extensão.

O mesmo procedimento foi adotado para o cálculo dos canais do DNOS nos manguezais do Saco Grande e do Rio Tavares, no que resultou em 4,050 km e 19,480 km, respectivamente.

Fidélis (1998), considerando o comprimento dos canais artificiais, para a Bacia do Rio Ratonés, adotou métodos de análises morfométricas de drenagem,



englobando vários índices e parâmetros de análise areal, linear e altitudinal, utilizando-se do software "MaxiCad".

Conforme os resultados do autor acima citado, a área total das retificações dos rios e abertura de valas e canais pelo extinto DNOS, para o levantamento do ano de 1978, apresenta aproximadamente 116,893 km. A diferença das medidas de comprimentos das obras do DNOS do manguezal do Rio Ratoões para o trabalho de Fidélis (*op cit*) e este, provavelmente deve-se as diferentes técnicas empregadas.

Soriano-Sierra (1993), ao estudar a estrutura ambiental do manguezal do Rio Itacorubi, observou que dentre os biótopos inundados circadianamente, nos canais artificiais a coloração dos sedimentos contém uma camada fina de sedimentos exógenos ao manguezal (lama vermelha), oriunda da erosão dos aterros em áreas próximas do manguezal. Outro fator que chama atenção é o teor da salinidade, que em geral é nulo, exceto em áreas com maior influência da água marinha. E, em condições de maré baixa associada a períodos sem chuvas, foram observadas condições de anoxia nas águas que escoam por esses canais, onde o teor de oxigênio dissolvido só é encontrado na desembocadura dos canais, isto é, lugares onde há circulação das águas do mar.

Panitz (1993), observou que no manguezal do Rio Caveiras, na grande Florianópolis, em locais onde retificaram e canalizaram os rios, houve alteração na dinâmica do fluxo das águas, o que veio a comprometer, todo o sistema do manguezal.

Segundo a autora, deve-se considerar que estes tensores alteraram a dispersão e distribuição dos propágulos pelas marés, o que pode comprometer a colonização e o estabelecimento de mangue no local e na região costeira vizinha.

A estabilidade do substrato é um fator fundamental para o desenvolvimento dos manguezais. Alterações no substrato podem levar à respostas diferenciadas da vegetação, inclusive a sua extinção.

O desmatamento é outro tipo de tensor (tipo4), pois remove a biomassa, porém é considerado menos severo por não afetar os aportes de energias secundárias (Figura 34). Porém, isso só é válido para desmatamentos em pequenas escalas, Panitz (*op cit*).





FIGURA 34- Desmatamento em área de manguezal, flagrado pela fiscalização da FLORAN no ano de 2000

Fonte: FLORAN (2000)

No caso dos manguezais do Rio Ratoes, Saco Grande e do Rio Tavares, os desmatamentos foram associados à classe “áreas antropizadas”, devido à semelhança dos valores espectrais. Entretanto, sabe-se que áreas com alteração no substrato, as espécies arbóreas típicas de mangue vão sendo, gradativamente, substituídas por espécies típicas de transição (invasoras) onde predominam, geralmente, espécies arbustivas como o algodoeiro-da-praia (*hibiscus tiliaceus*), a samambaia-do-mangue (*Acrostichum aureum*), Dalbergia, taboa (*thypha domingensis*), Aroeira (*Schinus terebintfolius*), (FIGURA 35).



FIGURA 35 -Alteração do substrato mostrando instalação de vegetação atípica (transição).

Fonte: Oliveira (1997)

Além dos desmatamentos, observa-se nos manguezais estudados, a prática de queimadas e aterros para ocupações para os mais diversos usos e fins, e aterros hidráulicos. O aterro hidráulico para a implantação da Via Expressa Sul, constitui um fator de degradação ambiental de consequências severas, tanto para o manguezal e sua área de extrativismo do molusco berbigão (*Anomalocardia brasiliensis*), como também para toda comunidade local (FIGURA 36). Ainda não se conhece a proporção desse impacto, porém, é sabido que foram retirados cerca de 2/3 de material do banco de criação de berbigão, no Baixo das Tipitingas, comprometendo até mesmo a Reserva Extrativista do Pirajubaé (FIGURA 37).



FIGURA 36 - Aterro hidráulico para implantação da Expressa-Sul, *Spartina alterniflora* e *Avicennia schaueriana*, Manguezal do Rio Tavares.

Fonte: DNER/SC (2000)





FIGURA 37 - Dragagem de sedimentos do banco de berbigão no baixo das Tipitingas, manguezal do Rio Tavares

Fonte: DNER/SC (2000)

Silva (1990) estudando os fatores socioeconômicos dos catadores de berbigão, da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX), concluiu que o aterro hidráulico dificultou o acesso ao mar, impossibilitando o escoamento da população local e dos extrativistas. Causou represamento do escoamento das vertentes de água dos morros, junto com o esgoto produzido pelo bairro, potencializando a ocorrência de doenças relacionadas com este tipo de tensor (tipo4). O autor (*op cit.*), observou que o lodo liberado pela draga matou parte dos berbigões da região, e a inexistência do camarão nestas áreas atingidas pela obra.

Os resultados alcançados na pesquisa de Silva (1998), foram confirmados na identificação dos estressores adquiridos neste trabalho.

No manguezal de Ratoles observa-se principalmente, nas áreas drenadas, chácaras, sítios, e tanques para criação de camarão (atualmente abandonados), (FIGURA 38):



FIGURA 38 – Áreas de pastagem (herbivoria), solo exposto e vegetação de transição.

Fonte: Fidélis (1998)

A compartimentação paisagística natural e os diferentes níveis de antropização do manguezal de Ratoles, por exemplo, determinam a diversidade de usos como pode ser testemunhado na FIGURA39, a seguir:



FIGURA 39- Vista aérea do manguezal destacando ao fundo (em vermelho) loteamento Daniela, desmatamento, estradas vicinais e rodovias, vegetação típica de mangue e restinga.

Fonte: LIEAAM (1999)

A construção de estradas (FIGURA 40), pode represar áreas de manguezais, havendo corte de nutrientes, aumento do nível das águas com interferência nas trocas gasosas, podendo ocorrer aumento da salinidade, levando a uma degradação e morte da vegetação (Panitz, 1993).





FIGURA 40 - Obra do trevo Canasvieiras - Ingleses e da rodovia SC - 402 sobre o manguezal do Rio Ratoes.

Fonte: ESEC (1998)



FIGURA 41 - Processo de urbanização, abertura de estrada, solo exposto e desmatamento. Manguezal do Rio Ratoes.

Fonte: Felipe, (1998)





FIGURA 42 - Entre a vegetação de mangue observa-se presença de esgoto a céu-aberto, deposição de lixo e presença de posseiros.

Fonte: AREMAP, (2000)

Como consequência da ocupação humana nas áreas dos manguezais estudados neste trabalho, observa-se que esta problemática é diferenciada à renda *per capita* de seus habitantes, isto é, em áreas onde a população é de classe média as condições sanitárias são um pouco melhores do que as pessoas da classe baixa. Essa disparidade sócio-econômica pode ser notada num mesmo manguezal, como por exemplo, no manguezal do Rio Tavares.

De acordo com o levantamento de dados do Censo Regional/1994, elaborado pelo IBGE/SC, a situação do saneamento básica dos manguezais em estudo é:

#### ▪ Manguezal do Rio Ratonés

Este manguezal possui uma população de 2.936 habitantes distribuídos em 785 domicílios, dos quais mais de 90%, ou seja, 493 deles apresentam como instalação sanitária fossas sépticas. 37% destas deságuam na rede pluvial, enquanto que 63% restantes não possuem escoadouros. Os 10% remanescentes representados por 292 domicílios apresentam fossas "rudimentares", isto é, valas que escoam em céu-aberto.

A coleta de lixo nos bairros de Canasvieiras, Daniela e Jurere Internacional é diária, correspondendo apenas 10% do total da região.

A queima de detritos ou a sua colocação em terrenos baldios equivale aos 90% restantes.

#### ▪ **Manguezal do Saco Grande**

O manguezal do Saco Grande contém 1.583 domicílios acomodando 6.488 habitantes.

Fossas sépticas ligadas à rede pluvial, correspondem a 7% das instalações sanitárias. Fossas sépticas sem escoadouro representam 93% do total das instalações sanitárias da região.

Quanto ao lixo, em 85% dos domicílios a coleta é diária, os restantes 15% são alvo de queima ou depositados em terrenos baldios.

#### ▪ **Manguezal do Rio Tavares**

Nas áreas contíguas ao manguezal do Rio Tavares existe em seis bairros. O total de habitantes desses bairros soma 25.000 com uma média de cinco pessoas nos 59.984 domicílios. Quanto as instalações sanitárias apenas 247 residências têm ligação na rede geral de esgotos, as restantes possuem fossas sépticas sem escoadouros. A coleta de lixo diária corresponde em 60%, os 40% restantes são queimados ou jogados em terrenos baldios.

### **11.11 - Tensores e Histórico da Redução dos Manguezais do Rio Ratonos, Saco Grande e Rio Tavares**

Com base nos dados obtidos através da metodologia aplicada neste trabalho, foi possível identificar os tensores que afetam os manguezais do Rio Ratonos, Saco Grande e Rio Tavares.

As canalizações, construções de diques e aterros são tensores do tipo 1 e 2, considerados os mais severos, porque alteram o ambiente dos manguezais, reduzindo sua capacidade de regeneração (Figuras 43, 44, 45, 46 e 47).

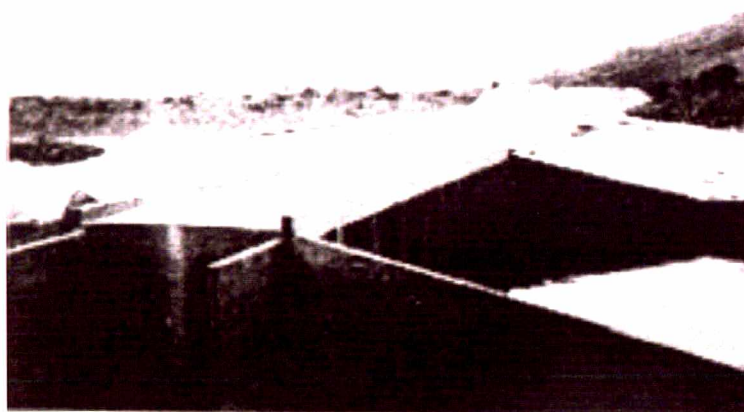


FIGURA 43 - Canal Ratonés. Dique de terra para construção da SC-402.

Fonte: Fidélis (1998)

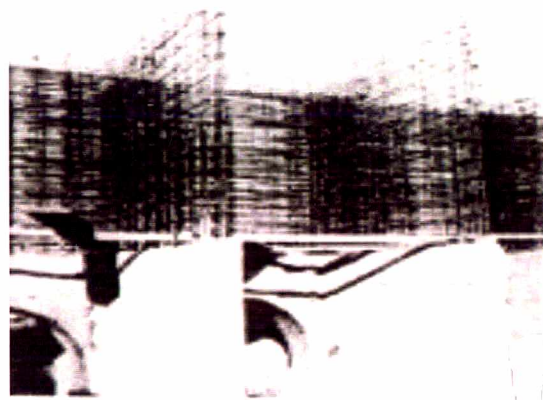
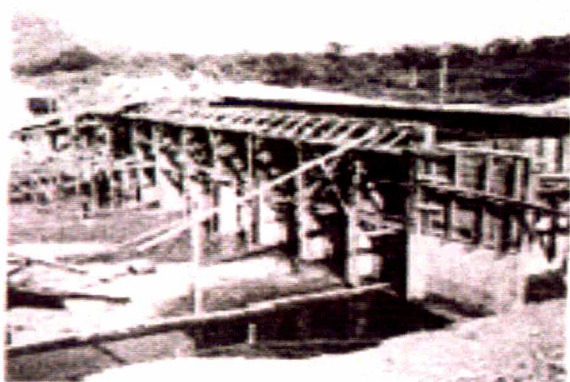


FIGURA 44 - Construção das comportas C1 e C2 ("bay pass") no manguezal do Rio Ratonés.

Fonte: Fidélis (1998).





FIGURA 45 - Vista parcial da bacia. Ratores/Ponta grossa.  
Cruzamento da vala DNOS com o Canal Papaquara.

Fonte: Fidélis (1998).

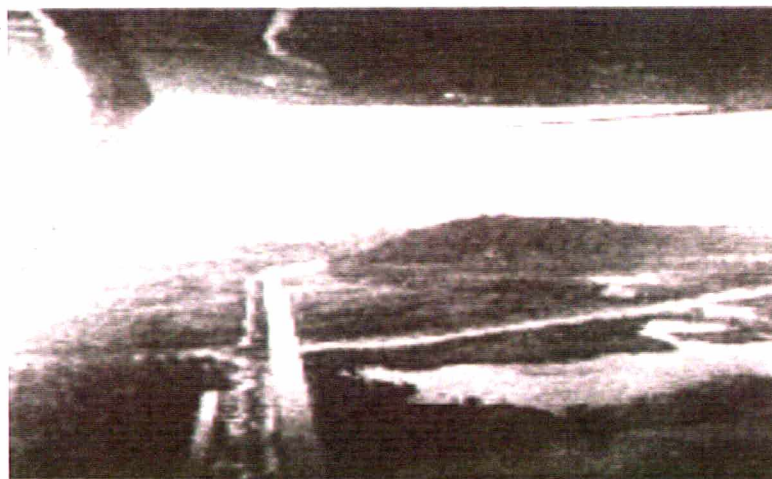


FIGURA 46 - Construção do Canal Papaquara junto à comporta  
"By Pass" C1

FONTE: Fidélis, 1998

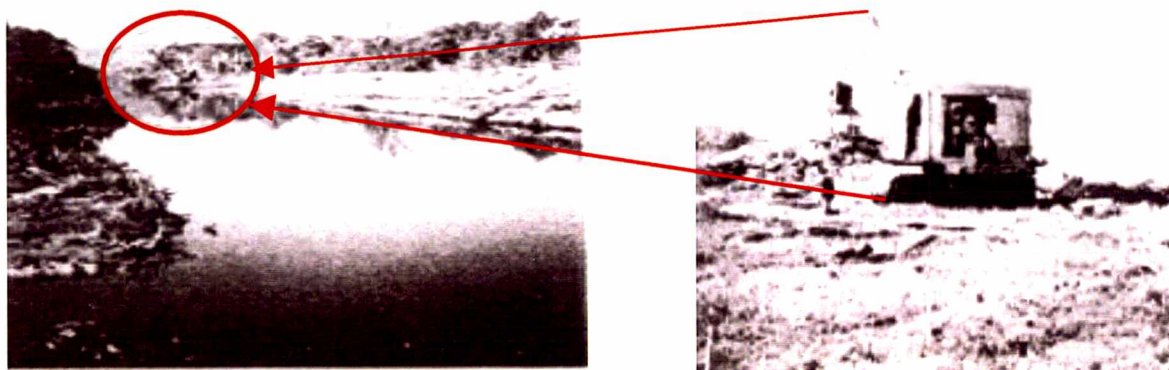


FIGURA 47 - Abertura de canal Tajuba. Detalhe: Drag-line 6-B-100

Fonte: Fidélis (1998)

Segundo Nascimento (1988), na tabela 16, observa-se o histórico da redução das áreas (km<sup>2</sup>) dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares. Os valores de áreas para os manguezais acima citados, referentes ao ano 2000, são resultados deste trabalho e foram acrescentados à tabela de Nascimento (1998).

TABELA 16 - HISTÓRICO DA REDUÇÃO DAS ÁREAS DOS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E DO RIO TAVARES EM KM<sup>2</sup> NO PERÍODO DE 1938 A 2000.

Manguezais	1938	1956	1966	1978	1981	2000
Ratonés	16,57	13,52	12,10	10,40	6,25	8,70
Saco Grande	1,38	1,21	1,10	1,00	0,95	1,02
Rio Tavares	15,32	14,22	12,18	11,47	8,22	8,42
<b>TOTAL (km<sup>2</sup>)</b>	<b>33,27</b>	<b>28,95</b>	<b>25,38</b>	<b>22,87</b>	<b>15,42</b>	<b>18,14</b>

Fonte: Adaptado de Nascimento (1988).

Esses resultados confirmam o histórico da redução destes ecossistemas. Os valores das áreas em km<sup>2</sup> encontrados para o ano 2000, relativos aos manguezais



estudados, confirmam o histórico da redução destes ecossistemas. De acordo com os cálculos da tabela 16, desde 1938 até o ano 2000 houve uma redução de 54,5% da área total dos manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares.

Conforme pode ser observado na tabela 16, suas áreas em 1938 eram de 33,27 km<sup>2</sup>. Em 1949, o DNOS iniciou obras de drenagem, através de canalizações de cursos de água e construção de comportas para evitar a entrada de água do mar, com objetivo de recuperar 6 mil hectares de terras para a agricultura na parte oriental da planície, (PNMA,1996; Fidélis,1998; Camargo *et alli*,2000), somada a ocupação desordenada, aterros ilegais de balneários, loteamentos de alta e baixa renda, desmatamentos, e a construção da rodovia SC-401 e SC-402, houve uma drástica redução de 86% do manguezal do Rio Ratoles. O manguezal do Saco Grande vem sofrendo com aterros ilegais ao longo da rodovia SC-401 que com sua duplicação houve uma perda do manguezal de aproximadamente 0,3 ha (0,3%), e principalmente com instalação de estabelecimentos de prestação de serviço e aterros para assentamentos humanos, durante o período de 1938 a 2000 sua área foi reduzida em 21,7%. O manguezal do Rio Tavares é atualmente o maior manguezal da Ilha. Porém, também houve redução de sua área no decorrer dos últimos 60 anos. De acordo com a tabela do histórico da redução, o manguezal do Rio Tavares até os anos 81 sofreu uma drástica redução de 35% de sua área. O principal fator que desencadeou nesta redução foi principalmente, a implantação da Base Aérea de Florianópolis e do Aeroporto Hercílio Luz, através de aterros e drenagens artificiais. A rodovia de acesso ao aeroporto, que atravessa o manguezal, foi duplicada diminuindo mais ainda sua área, e formou um dique de represamento das águas da maré, que em virtude disto adentram ao manguezal apenas pelo canal principal, o rio Tavares. Um terceiro fator, e não menos importante, foi à implantação do bairro de Carianos, é uma das áreas que foram vastamente aterradas para construção de residências de baixa renda e comércio. Na porção leste e sul o mangue teve sua área reduzida através de desmatamento e drenagem para dar lugar a agricultura e pastagens. Atualmente seu maior agravamento quanto a sua conservação é as ocupações de baixa renda, desprovida de saneamento básico, com esgotos a céu-aberto. A obra da Baía Sul na Costeira do Pirajubaé, através de seu aterro hidráulico destruiu em 2/3 o banco natural criadoro de berbigão, comprometendo sua continuidade como reserva extrativista.

Oliveira (1997), apresenta para o manguezal do Rio Tavares uma área de 6,6 km<sup>2</sup>. Froidefond e Soriano-Sierra (1997), encontraram para o mesmo manguezal 8,9 km<sup>2</sup>, e Teixeira (1998) obteve 10 km<sup>2</sup> de superfície. Os valores da tabela 16 para o ano 2000 mostram 8,7 km<sup>2</sup>.

Silva (1990), determinou a área do manguezal do Rio Ratoões em 6,25 km<sup>2</sup>. O mesmo manguezal medido por Froidefond e Soriano-Sierra (1997), alcançou a superfície de 23,15 km<sup>2</sup> enquanto que para o manguezal do Saco Grande, os autores encontraram uma área de 5,7 km<sup>2</sup>. Os resultados do presente trabalho indicam para o manguezal do Saco Grande uma área de 3,04 km<sup>2</sup> e, para o manguezal do Rio Ratoões 45,7 km<sup>2</sup>.

## **XII - PROPOSTAS DE ZONEAMENTO AMBIENTAL PARA OS MANGUEZAIS DO RIO RATONES, SACO GRANDE E DO RIO TAVARES.**

Neste capítulo, a partir dos resultados obtidos através dos mapas temáticos, pretende-se elaborar duas propostas de zoneamento para os manguezais em estudo. A proposta I, de acordo com a legislação ambiental vigente para a categoria de parques (Decreto nº 84.017, 21/07/1979) e a específica para manguezais, proposta II, referida por Björn Kjerfve & L.D.Lacerda (1994), visando subsidiar um futuro Plano de Manejo dos manguezais do Rio Ratonés, Saco Grande e do Rio Tavares, com vistas a proteção da biodiversidade local; manutenção da qualidade do "habitat", designando a compatibilização destas medidas com as atividades sócio-econômicas presentes nestes ecossistemas.

O uso e a distinção das áreas dos manguezais, através das propostas de zoneamento, tem como objetivo principal à preservação desses ecossistemas contra qualquer alteração de seus recursos naturais, e mais especificamente através da:

- Proteção às áreas remanescentes de manguezal da pressão causada pela crescente expansão urbana;
- Preservação a biodiversidade local, visando a manutenção do equilíbrio ambiental e a qualidade de vida dos habitantes do entorno;
- Desenvolvimento e implantação de projetos de monitoramento ambiental, para o acompanhamento da evolução dos processos ecológicos, envolvendo participação comunitária;
- Efetivação do micro-zoneamento definindo áreas de uso, de forma a não comprometer a conservação do meio físico e seus recursos (utilizar dados de pesquisa e de debates comunitários — gestão participativa);
- Implantação do cadastro controle-usuário/tipo de recurso natural explorado/mercado consumidor/renda obtida na atividade;



- Promoção da conscientização pública em articulação permanente com a comunidade envolvida, através da implementação de programas educacionais, de comunicação social e assistência técnica;
- Implementação de medidas objetivando contribuir com a compatibilização entre a conservação da área e o desenvolvimento sócio-econômico;
- Recuperação das áreas degradadas através de programas de reflorestamento utilizando no processo mão-de-obra local;
- Orientação para construção de viveiros para cultivo de mudas de espécies nativas;
- Implantação de programas sistemáticos de educação ambientais comunitários, junto aos visitantes e habitantes da área do entorno;
- Implantação de atividades de desenvolvimento (ex: apicultura, piscicultura), em área estabelecida pelo zoneamento, como alternativa suplementar de renda as comunidades do entorno;
- Promover treinamento para capacitação de membros da comunidade para atuarem como guias turísticos para acompanhamento de visitantes, explorando-se os aspectos históricos e culturais da região,
- Capacitação e credenciamento dos membros da comunidade para atuarem como fiscais colaboradores no intuito de envolver o cidadão em co-responsabilidade no processo de conservação do ambiente natural;

### **12.1- PROPOSTA I**

A proposta I de zoneamento para os manguezais, supracitados, estabelece zonas distintas para gerenciar as referida áreas de Unidades de Conservação, visando eliminar conflitos de uso, consolidar o equilíbrio ambiental e, como finalidade precípua, evitar a extinção destes ecossistemas (FIGURAS 48, 49, 50; págs. 154, 155 e 156).

A delimitação das zonas desta proposta foi realizada de modo que, o gerenciamento possa levar em consideração a vocação natural dos manguezais, bem como, os fatores econômicos, sociais, culturais, tecnológicos e políticos;

assegurando uma gestão inteligente baseado nos princípios desenvolvimento sustentável.

Para as áreas limítrofes dos manguezais, propõe-se a **Zona de Recuperação (ZR)**, sendo que esta se constitui das porções mais suscetíveis a degradação. A proposta para essas regiões é formar uma espécie de cinturão que impedirá o avanço da ocupação (ilegal) devido à pressão urbana.

A proposta de zoneamento prevê para as áreas internas, onde ainda persistem as características naturais, a manutenção do sistema pelo estabelecimento de **Zonas Intangíveis (ZI)**, onde deverá ocorrer fiscalização rigorosa para impedir qualquer atividade humana.

Na faixa intermediária de ligação entre estas zonas de proteção máxima, onde o meio ambiente está ainda bem preservado, propõe-se criteriosa previsão de usos e rigor na fiscalização. Nesta categoria está previsto, também, a demarcação de uma área medindo 50m em toda a extensão dos rios de acordo com o Código Florestal, **Zona Primitiva (ZP)**.

As **Zonas de Uso Extensivo (ZUE)** são aquelas periféricas aos limites dos manguezais e onde é possível se observar o sistema ainda bem caracterizado, porém, evidenciam antropização em progresso. Nesses locais são encontradas áreas de pastagens para gado de corte e agricultura de subsistência.

O objetivo do plano de manejo para estas áreas, deve ser manter o ambiente natural existente, sem o aumento do impacto humano, devendo, no entanto, oferecer acesso e facilidade para fins educativos e recreativos.

Demarcou-se para cada um dos manguezais, objetos desta proposta, a **Zona de Uso Especial (ZUE)**, sendo esta área, de preferência em local de fácil acesso e designada para a implantação de uma Sede para fins administrativos, didáticos, científicos e culturais e que permita aos usuários e visitantes, compreender a importância das relações homem-meio ambiente.



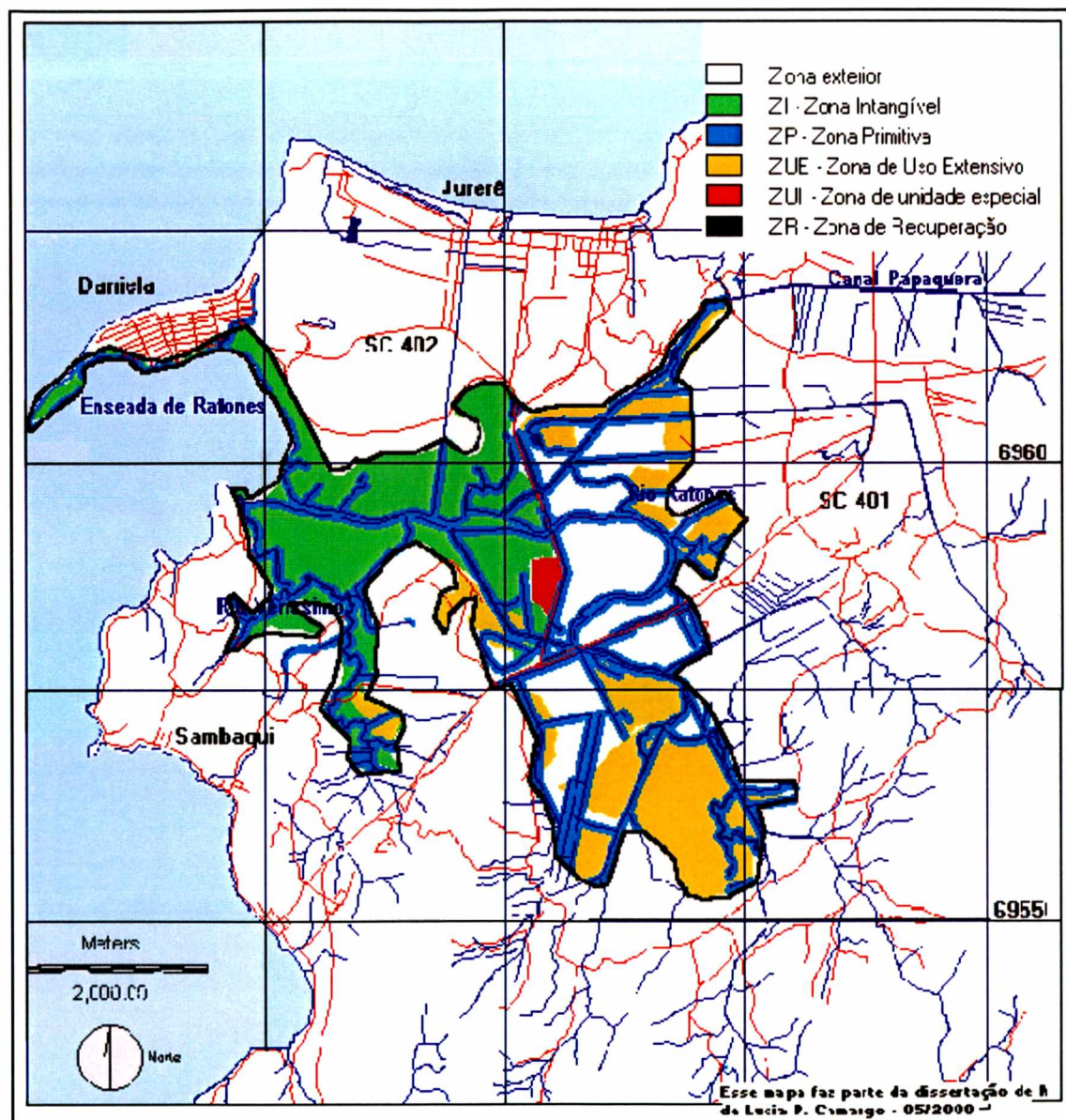


FIGURA 48 - Mapa de zoneamento ambiental para o manguezal do Rio Ratoles

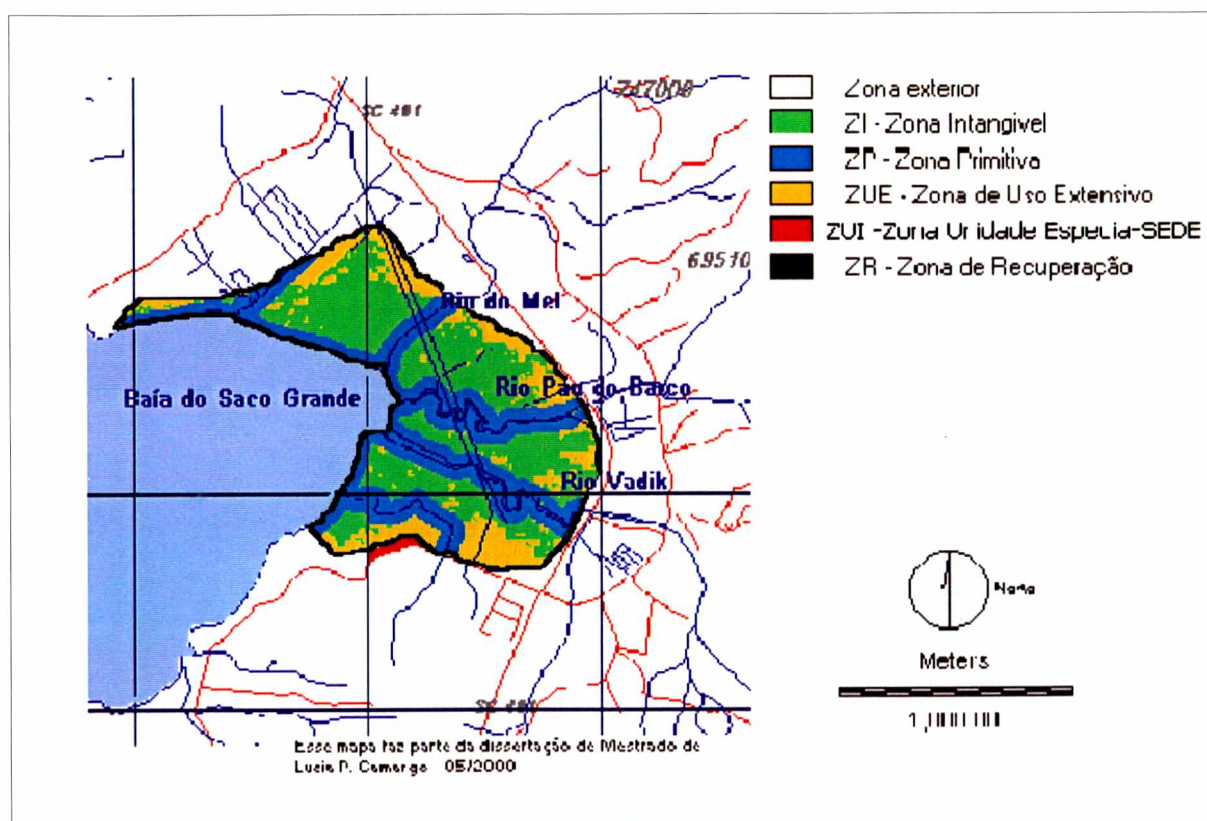


FIGURA 49 - Mapa de zoneamento ambiental para o manguezal do Saco Grande

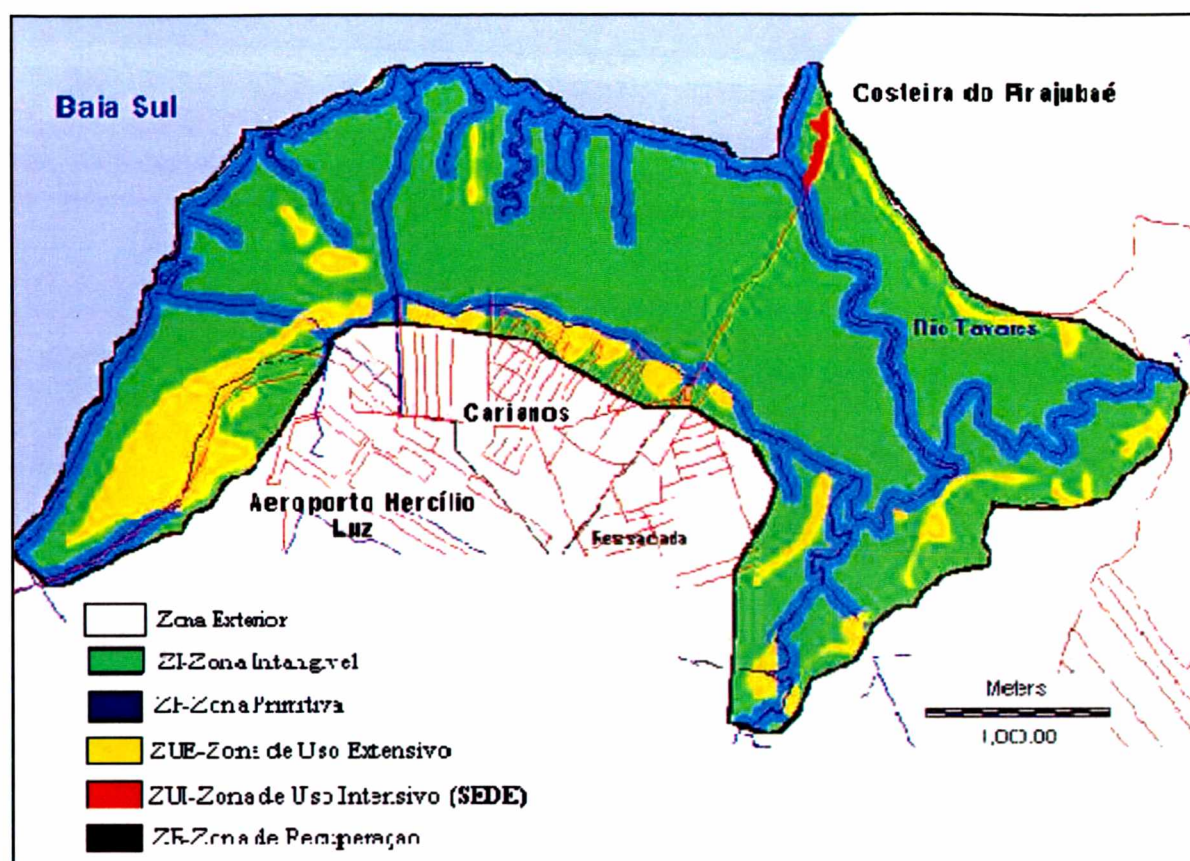


FIGURA 50 – Mapa de zoneamento para o manguezal do Rio Tavares

## 12.2 - PROPOSTA II

A proposta II é específica para áreas de manguezais, segundo Björn *et al.*, 1994. Os autores considerando diretrizes para um manejo racional, sugerem as seguintes categorias:

- A) Reservas de conservação
- B) Reservas de florestas de manguezais
- C) Áreas de manguezais para a pesca
- D) Áreas degradadas de manguezais

De acordo com estes autores, o manguezal do rio Ratores e do Saco Grande seriam enquadrados como “Reserva de Conservação”, uma vez que constituem-se numa Estação Ecológica, onde é previsto o máximo de preservação, ou seja, maior área intacta ou pela proposta I, Área Intangível e permitido, apenas, estudos científicos e visitação restrita e supervisionada.

O manguezal do rio Tavares se enquadra como “Área para pesca”, pois, faz parte da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX) onde é previsto a exploração dos recursos naturais existentes. Ele poderia também ser enquadrado na categoria de “Reservas Florestais”, porém, a altura e diâmetro (DAP) das espécies típicas não o permitem.

A proposta para o zoneamento deve-se a necessidade da recuperação desses manguezais, Área de Preservação Permanente (APP) que se encontram consideravelmente alterados por atividades antrópicas, contemplando o objetivo geral do manejo que é o de proteger e deter a degradação dos recursos naturais dessas áreas.

O zoneamento deverá subsidiar a implantação de um Plano de Manejo Ambiental a fim de possibilitar a manutenção da biodiversidade e o atendimento às demandas sociais.

A viabilização desta proposta de zoneamento possibilitará, além da preservação e recuperação das áreas dos manguezais do Rio Ratores, Saco Grande e do Rio Tavares, irá incentivar o eco-turismo, as pesquisas e a educação ambiental, que



serão fundamentais para a legitimação da unidade de conservação e assim, solucionar os problemas de conflitos de uso tanto das áreas dos manguezais como de seus recursos naturais.

É válido lembrar que a proposta de zoneamento só será de interesse se houver meios para executá-la de forma sistêmica e integrada.

As prioridades deverão incidir sobre o aproveitamento e re-direcionamento dos órgãos existentes. O engajamento de órgãos governamentais e não governamentais se faz indispensável para que se alcancem os objetivos previstos nas propostas de zoneamento.

É recomendável a associação das escolas e das comunidades se fazerem presentes durante o planejamento e na execução da gestão ambiental, através de discussões de temas, programação de eventos e realização de atividades direcionadas ao meio ambiente.

Para implementar uma proposta viável de zoneamento ambiental para os ecossistemas dos manguezais entende-se que deve ser realizado um estudo demonstrativo das bases técnico-científicas e um diagnóstico sócio-econômico junto às comunidades envolvidas.



- Os principais impactos ambientais induzidos pelo homem, registrados nos manguezais deste estudo, assemelham-se aos observados em outros manguezais brasileiros e em diferentes países.
- Dentre os manguezais estudados, o manguezal do Rio Ratonés é o mais degradado. O fato é devido principalmente a alteração do sistema hidrológico com retificação no leito dos seus rios, bem como, ao controle do fluxo das marés através das comportas C1 e C2 do tipo "by pass".
- Outro fator que contribuiu para a degradação do manguezal do Rio Ratonés, foi à ocupação desordenada, e as obras das rodovias estaduais SC-401 e SC-402, repercutindo diretamente sob o ecossistema dificultando a circulação laminar natural das águas e demais constituintes com um agravante, abertura de valas de drenagem paralela ao eixo da SC-402.
- A degradação do manguezal do Saco Grande é devida a ocupação para fins comerciais e residenciais.
- O manguezal do Rio Tavares é mais conservado em relação aos outros aqui estudados, ainda assim, seu equilíbrio ecológico é prejudicado pela presença do Aeroporto Hercílio Luz, Base Aérea, comércio e residências.
- A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX) incluindo o manguezal do Rio Tavares apresenta sérios danos ambientais, que vêm degradando este ecossistema de forma irreversível, como é o caso da retirada de 2/3 de areia do Baixio das Tipitingas, criadouro natural de berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*), para as obras do aterro hidráulico da Baía Sul.
- A utilização do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) demonstrou que os mesmos, são importantes suportes na tomada de decisões para manejo, zoneamento ambiental.

- Faz-se necessário, e urgente para as áreas dos manguezais, Planos de Manejo, Monitoramento e Programas de Educação Ambiental;
- O zoneamento ambiental dos manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, é uma necessidade premente, devido à variedade e multiplicidade dos problemas de degradação dos seus recursos ambientais.

## XIV - RECOMENDAÇÕES

- Recomenda-se estabelecer programas de educação ambiental específico para áreas de manguezais, dando especial atenção à exploração comercial dos seus recursos naturais, para as populações tradicionais que vivem e dependem desses ecossistemas.
- Aplicação rigorosa da legislação vigente a crimes ambientais e fiscalização mais efetiva, por parte do Poder Público, assegurando a conservação adequada dos ecossistemas dos manguezais.
- Como já referido, um problema ainda existente nos manguezais em estudo, apesar da gama de Leis que visa sua integridade na condição de APPs e de Órgãos governamentais de proteção ambiental, é a obra de engenharia para rodovias, a exemplo da obra de Aterro da Via Expressa SC-Sul iniciada em Outubro de 1996 com abrangência no ecossistema do Manguezal do Rio Tavares e da dragagem no Baixio Das Tipitingas da Reserva Extrativista Marinha Do Pirajubaé.
- Possíveis impactos na dinâmica hídrica e sua consequência pela remobilização dos sedimentos gerados pela construção do aterro hidráulico nas espécies típicas do manguezal e nas áreas de Apicum.
- Recomenda-se um estudo sedimentológico para caracterizar as possíveis variações no padrão de estrutura e distribuição <sup>dos sedimentos</sup> das litofácies com ênfase à foz do rio Tavares para avaliação da influência dos processos de dragagem, construção e estabilização do aterro hidráulico decorrentes de obras nesta região costeira.
- Recomenda-se a utilização do Sensoriamento Remoto e dos Sistemas de Informação Geográfica para estudos dos ecossistemas de manguezais, por possibilitarem a obtenção de dados qualitativos e quantitativos, com grau satisfatório de confiabilidade, precisão e pelo importante aspecto de a varredura dos mesmos lugares ser de forma periódica e repetitiva.

- O algoritmo do sistema de classificação por máxima verossimilhança (MAXLIKE), é especialmente aplicável para classificação de áreas de manguezais, onde existam imprecisões na identificação de classes derivadas de processos cognitivos, percepção e julgamento humano.
  
- A fusão dos sensores Landsat/TM com o Spot/Pan, é recomendável para avaliação de áreas de manguezais impactados, por resultar em uma imagem com as características espectrais do Landsat/TM e maior resolução espacial com considerável nível de detalhes.
  
- A partir dos resultados obtidos para o manguezal do Rio Tavares e comparados visualmente com a imagem digital do LANDSAT 7 com as cenas imageadas pelo sensor ETM+ observou-se um incremento dos processos deposicionais na área litoral do manguezal. Recomenda-se portanto para pesquisas futuras.
  
- As aplicações apresentadas não esgotam o assunto da utilização das técnicas de Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas para estudos de áreas de manguezais, podendo ser aprimoradas com o desenvolvimento de novos satélites, equipados com imageadores multiespectrais de alta resolução e com novas tecnologias.
  
- Em virtude do que se verificou neste trabalho em termos de ordenação e uso dos recursos naturais dos ecossistemas dos manguezais do Rio Ratones, Saco Grande e Rio Tavares, recomenda-se à utilização da Proposta de Zoneamento Ambiental a exemplo das aqui apresentadas como subsídio ao Programa de Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina, na elaboração de um plano de manejo definitivo para estas Unidades de Conservação.

- Os principais impactos ambientais induzidos pelo homem, registrados nos manguezais deste estudo, assemelham-se aos observados em outros manguezais brasileiros e em diferentes países;
- Dentre os manguezais estudados, o manguezal do Rio Ratonés é o mais degradado. O fato é devido principalmente a alteração do sistema hidrológico com retificação no leito dos seus rios, bem como, ao controle do fluxo das marés através das comportas C1 e C2 do tipo “by pass”;
- Outro fator que contribuiu para a degradação do manguezal do Rio Ratonés, foi a ocupação desordenada, e as obras das rodovias estaduais SC-401 e SC-402, repercutindo diretamente sob o ecossistema dificultando a circulação laminar natural das águas e demais constituintes com um agravante, abertura de valas de drenagem paralela ao eixo da SC-402.
- A degradação do manguezal do Saco Grande é devida a ocupação para fins comerciais e residenciais;
- O manguezal do Rio Tavares é mais conservado em relação aos outros aqui estudados, ainda assim, seu equilíbrio ecológico é prejudicado pela presença do Aeroporto Hercílio Luz, Base Aérea, comércio e residências;
- A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (RESEX) incluindo o manguezal do Rio Tavares apresenta sérios danos ambientais, que vêm degradando este ecossistema de forma irreversível, como é o caso da retirada de 2/3 de areia do Baixio das Tipitingas, criadouro natural de berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*), para as obras do aterro hidráulico da Baía Sul;
- A utilização do Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIGs) demonstrou que os mesmos, são importantes suportes na tomada de decisões para manejo, zoneamento ambiental;



- Faz-se necessário, e urgente para as áreas dos manguezais, Planos de Manejo, Monitoramento e Programas de Educação Ambiental;
- O zoneamento ambiental dos manguezais do Rio Ratoles, Saco Grande e do Rio Tavares, é uma necessidade premente, devido à variedade e multiplicidade dos problemas de degradação dos seus recursos ambientais.

## XVI - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDON, M.M. et al. Evaluation of The Extension and Degradation of Mangrove Areas in Sergipe State with Remote Sensing. Instituto de Pesquisas Espaciais-INPE-4522-PRE/1274. **Anais do 16 Th Congress Of International Society For Photogrammetry And Remote Sensing**, 1988, Japan, 29p.

\_\_\_\_\_. Avaliação das Áreas de Manguezal do Rio Piauí (SE) através de sensoriamento remoto. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE-4909-PRE/1510. São José dos Campos, SP. 07p. In: **Simpósio Latino-Americano De Sensoriamento Remoto**. Gramado-RS, 10-15 de agosto de 1986. INPE/SELP/ SBC. 1989.

\_\_\_\_\_. Processamento de Dados Digitais de Satélite para Estudos de Manguezais. In: **III Workshop Ecolab - Laboratório De Estudos De Sistemas Costeiros**. Pará, 1995.

ALLEN, T. F.H. et al. The Ecosystem Approach: Theory and Ecosystem Integrity. **International Joint Commission United States And Canada**. Canada, 1997.

ALMEIDA, E. S. et al. Observações Geomorfológicas na Praia do Forte – Ilha de Santa Catarina – SC. **Geosul**, Florianópolis, nº11: p. 38-54, 1991.

ASCHBACHER, J. et al. An Integrated Comparative Approach to Mangrove Vegetation Mapping Using Advanced Remote Sensing and GIS Technologies: preliminary results. **Hydrobiologia** 295: 285-294, 1995.

BARRAGÁN, J.M. Medio Ambiente y Desarrollo en las Áreas Litorales. **Oikos-tau, S.L.** Barcelona, España, p 160, 1997.

BELIN et al. Characterization by Fluorescence of the Dissolved Organic Matter in Water Natural. **Environment Technology**, 14, p.1131-1144, 1993.

BOCKING S. Visions of Nature and Society: a History of the Ecosystem Concept. Waterloo: **Alternatives**, v.20, Nº 3, 1994.

BONETTI, J. **Sensoriamento Remoto Aplicado a Análise de Ambientes Costeiros Impactados. Avaliação Metodológica na Baixada Santista**. São Paulo, 1996, 260f. Tese (Doutorado em Geografia)- Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.

BORN, S.M., SONZOGNI, W.C. Integrated Environmental Management: Strengthening the Conceptualization. New York: **Environmental Management**, v.19, Nº.20, 1995.

BREWER, K.J., LEMIEUX, A. **Canada's Global Position in Mining**. Toronto, 1997.

BRITES, R. C.; SOARES, V.P.; RIBEIRO, C.A A S. **Comparação de Desempenho entre Três Índices de Exatidão Aplicados a Classificações de Imagens Orbitais**. Universidade Federal de Viçosa/ Departamento de Engenharia Florestal, 1998. Texto recebido via e-mail : [Vicente}@brufv.bitnet.br](mailto:Vicente}@brufv.bitnet.br)

BRYANT, N. A. et al. An Analysis of Landsat TM P-Product Internal Geometry and Conformity to Earth Surface Geometry. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, 51 (9): 1435-1447, 1985.

CAMARGO, L. P. Mapeamento Integrado da Região de Tubarão/ Santa Catarina através de Imagens TM Landsat-5. **IX Curso Internacional de Sensoriamento Remoto, INPE.** São José dos Campos, p.39, 1995.

CAMARGO, L. P.; PANITZ, C.M.N.; PELÉRIN, J. Caracterização e Classificação do Manguezal do Rio Ratoões, através das Técnicas de Sensoriamento Remoto e do Sistema Geográfico de Informações (SIG). Ilha de Santa Catarina, Brasil. In: **Anais International Conference Sustainable Use Of Estuaries And Mangroves: Challenges And Prospects/Sustentabilidade De Estuários E Manguezais: Desafios E Perspectivas**, Recife, 2000, 1 CD-ROM.

CAMPBELL, J. B. **Introduction to Remote Sensing**. London, p.551, 1997.

CARUSO, M.M.L. **O Desmatamento da Ilha de Santa Catarina de 1500 aos Dias Atuais**. Ed. UFSC, Florianópolis, 158p, 1983.

CARUSO JR., F. **Geologia e Recursos Minerais da Região Costeira do Sudeste de Santa Catarina com Ênfase no Cenozóico**. Porto Alegre, 179p. 1995. Tese (Doutorado em Geologia)-Departamento de Geologia, Universidade federal do Rio Grande do Sul.

LISBOA, A. DE M. Uma Cidade Numa Ilha: Relatório sobre os Problemas Sócio-Ambientais da Ilha de Santa Catarina. **Centro de Estudos Cultura e Cidadania - CECA** Ed. Insular Ltda. Florianópolis-Santa Catarina, 247p. 1996.

CERVO, A. L., BERVIAN, P.A. **Metodologia Científica**. 3. ed., São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1983.

CHAPMAN, V. J. Mangrove Vegetation. **Tropical Ecology** 2 (1), p. 1-19, 1976.

CHUVIECO, E. **Fundamentos de Teledetección Espacial**. Ediciones rialfs, S.A. Madri, 1990.

CINTRON, G. & SCHAEFFER-NÓVELLI, Y. **Introducción a la Ecología dei Manglar**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo/SP. 147p. 1980.

\_\_\_\_\_. Mangrove Forest: Ecology and Response to Natural and Man Induced Stressors. **Marine Science**, UNESCO, Nº 23, appendix 1, p. 87 – 110, 1983 b.

CLARK, C. D. et al. Mapping and Measurement of Tropical Coast Environments with Hyperspectral and High Spatial Resolution Data. **International Journal of Remote Sensing**, 18 (2): p. 237-242, 1997.

CLARK, J. **Coastal Zone Management Handbook**. CRC Press Inc., Flórida, 1996.

COLLET, C. **Système d'information Géographique en Mode Image.. Presses Polytechniques et Universitaires Romandes**. Première édition, Suisse, 1992.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Agenda 21**. RJ, Centro de Informações das Nações Unidas, 1992.

CROSTA, A. P. **Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto**. IG/UNICAMP, Campinas, p.170, 1992.

CRUZ, O. A. **Ilha de Santa Catarina e o Continente Próximo. Um Estudo de Geomorfologia Costeira**. Ed. da UFSC. 1998.

CSI – Environment and Evelopment in Coastal Regions and in Small Islands. Ensuring Wise Practices In Coastal Management: Role of Remote Sensing. **UNESCO**. Disponível em : <http://www.unesco.org/csi/wise>

DEADEN, P., MITCHELL, B. The Ecosystem Approach. In: **Environmental Change And Challenge: The Canadian Perspective**. Toronto: Oxford University Press, 1998.

DIEGUES, A. C. Planejamento e Gerenciamento Costeiro: Alguns Aspectos Metodológicos. In: **Anais 2º Encontro Nacional de Estudos Sobre o Meio Ambiente**, UFSC, 3: 112-150, Florianópolis, 1989.

DUTRA, L. V. et al. **Análise Automática de Imagens Multiespectrais**. São José dos Campos, INPE, p.33, 1998.

DUTRIEX, E.; DENIS, J.; POPULUS, J. Application of SPOT Data to a Base-Line Ecological Study of the Mahakam Delta Mangroves (East Kalimantan, Indonesia). **Journal of Coastal Research** 12.1. 54- 62, 1996.

EASTMAN, J.R. **IDRISI : Exercícios Tutoriais**. Editor da versão em português, Heinrich. Porto Alegre, UFRGS – Centro de Ecologia, p109.: 1 figura + 7 tabelas, 1994.

ESA. Fusion des donnés Spot et Landsat TM pour améliorer la représentation des détails de surface. **Earth Surface Quartely. Netherlands**, №. 23/24, p.8-9,1988.

ESPÍNDOLA, C.R.S. Aplicação de Dados de sensoriamento Remoto para Detectar o Uso do Solo e as Modificações Causadas por “Estressores” nos Manguezais do Rio Mundaú (CE). **III WORKSHOP ECOLAB - Laboratório De Estudos De Sistemas Costeiros**. Belém (Pará), 1995.

\_\_\_\_\_. **Avaliação de Dados MSS/Landsat para Identificação e Delimitação de Manguezais na Área de Cananéia-Iguape (Estado de São Paulo)**. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE-3988-TDL/237. São José dos Campos, SP, 73p. 1986.

EVERITT, J.H. et al. Interpretation os Remote Sensing and Spacial Information Technologies for Mapping Black Mangrove on the Texas Gulf Coast. **Journal of Coastal Research** 12.1. 64- 69, 1996.

FAO. **Mangroves Forest Management Guidelines**. Roma. P.319, 1994.

FIDÉLIS FILHO, N. L. **Uma Abordagem Sobre as Profundas Modificações na Morfologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Rio Ratoes – Florianópolis/SC, Num Período de Quarenta Anos, e Suas Conseqüências**. Florianópolis, 1998. 272 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

FIELD, C. A Mangrove Paradox. **International Society Mangrove Ecosystems**, Okinawa, Japan. P. 2-3, 1992.

\_\_\_\_\_. **Journey Amongst Mangroves**. **International Society Mangrove Ecosystems**, Okinawa, Japan. P. 140, 1995.

FONSECA, G. A.B. **Eco-92, Decepção e Esquecimento. Mas Há Indícios de Retomada**

da **Duestão no Brasil**. São Paulo: Ciência Hoje, №. 120, v.20, 1997.

FROIDEFOND, J. M.; SORIANO-SIERRA, E. J. Sensoriamento Remoto sobre Ecossistemas de Manguezais da Ilha de Santa Catarina, Brasil: Adequação da Técnica. In: **Anais VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, 1996.

GANG,P.O.; AGATISIVA, J.L. The Current SMatus of mangroves Along the Kenyan Coast: a Case Study of Mida Creek Mangroves Based on Remote Sensing. **Hidrobiologia** 247: 29-36, 1992.

GARCIA, G. J. **Sensoriamento Remoto: Princípios e Interpretação de Imagens**. São Paulo, 230 p,1982.

\_\_\_\_\_. **Aplication of Remote Sensing to Determine the Status of Mangrove Forest Aalong Kenyan Coast**. São Paulo, 30 p 1997.

GOMES, O.; MEDINA,E. The Vegetation Distribution Patterns from a Landsat-4 TM Image Along the San Juan River (Montanas State),Venezuela. **International Journal Remote Sensing**, vol.19, №.6, 1017-1020,1998.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA - Fundação de Amparo à Tecnologia e ao Meio Ambiente. **Diagnóstico Ambiental de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 1991 (mimeo).

GRASSO, D. N. Applications of the IHS Color Transformation for 1:24.000 –Scale Geologic Mapping: a Low Cost Spot Alternative. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, 59 (1): p. 73-90, 1993.

GREEN,E.P. et al. A Review of Remote Sensing for the Assessment and Management of Tropical Coastal Resources. **Coastal Management**, 24:1-40,1996.

\_\_\_\_\_. **A comparative Assessment of Remote Sensing for Mangroves**. Center for Tropical Coastal Management Studies, Department of Marine Sciences And Coastal Management, University of Newcastle, NE1 7RU, UK. P.3, 1997.

\_\_\_\_\_. The Assessment of Mangrove Areas Using High Resolution Multiespectral Airbone Imagery. **Journal of Coastal Research**, 14(2),pp. 432-443. 1998.

HARRIS, J. & MURRAY. HIS Transformation for the Integration of Radar Imagery with Geophysical Data. In: **7 Th. Thematic Conf. Of Remote Sensing For Exploration Geology**. Canadá, Oct. 2-6/ 1989.

HELDS, A ;JUPP, D. L. P. Forest Monitoring with Spectral/Spatial Remote Sensing Tools: Case Studies. **CSIRO**, Division of water Resources, p.1-7,1997.

HERZ, R., **Manguezais do Brasil**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo (USP), 227 p. (+ apêndices). 1991.

IAQUINTA, J. FOUILLOUX, A. 1998. Influence of the Heterogeneity and Topography of Vegetated Land Surfaces for Remote Sensing Applications. **International Journal of Remote Sensing** , 19, 1711 – 1723.

IBAMA/CNPT. Plano de Utilização da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé. **Programa Piloto Para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil**. p 32, 1997.



IBGE. **Projeto Gerenciamento Costeiro. Diagnóstico Ambiental do Litoral de Santa Catarina. Relatório Final (Integração dos Domínios Natureza e Sociedade).** 1997.

\_\_\_\_\_. **Projeto Gerenciamento Costeiro. Diagnóstico Ambiental do Litoral de Santa Catarina. Relatório Final (Domínio da Sociedade: Problemas Socioeconômicos).** 1997.

IBDF. **Decreto-lei Nº. 84.071, de 21 de setembro de 1979. Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros. DECRETO federal Nº 84017, de 21 de setembro de 1979, Aprova o Regulamento dos Parques Nacionais Brasileiros.**

[Http://www.ambiente.sp.gov.br/leis\\_internet/uso\\_solo/unidades\\_conserv/dec\\_fed8401779.htm](http://www.ambiente.sp.gov.br/leis_internet/uso_solo/unidades_conserv/dec_fed8401779.htm)

ISME. Conservation and Sustentabilidade Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions: Part 1 – Latin America. **Mangrove Ecosystems Technical Reports.** Vol2 , Okinawa, Japón, p 272, 1993a.

\_\_\_\_\_. Conservation and Sustentabilidade Utilization of Mangrove Forests in Latin America and Africa Regions: Part 2 – Africa. **Mangrove Ecosystems Technical Reports.** Vol.3, Okinawa, Japón, p 262, 1993b.

JANSSEN, L. L. F.; WELL, J. M. Van der. Accuracy Assessment of Satellite Derived Land-Cover Data: A Review. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, vol 60, nº 4, p. 19-426, 1994.

JENSEN, J.R. et. al. Remote Sensing of Mangrove Wetlands: Relating Canopy Spectra to Site-Specific Data. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, vol.62,no 8, p.939-948, 1996.

KJERSVE, B. & LACERDA, L.D. Conservation And Sustainable Utilization Of Mangrove Forests In Latin America And Africa Regions. **International Tropical Timber Organization/International Society for Mangrove Ecosystems(ITTO/ ISME project PD114/90. Part I – Latin America, vol2. P272. 1993.**

KLEMAS, V. Remote Sensing of Coastal Wetland Vegetation and Estuarine Water Properties: Estuarine process. **Remote Sensing of Environment: 3: p.381-403, 1977.**

KUENZLER, V. Mangrove swamp systems. Coastal Ecological Systems of the United States. **Institute of Marine Sciences, N. C., p.363-383, 1969.**

KUPLICH, T. M. **Estudo da Complementaridade de Imagens Orbitais (LANDSAT/TM) e de RADAR (ERS-1/SAR) na Discriminação Temática de Uso da Terra.** São José dos Campos, 1994. (INPE-5608-TDI/554), 125 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) INPE.

LAPOLLI, E.M. **Processamento de Imagens Digitais: Uma Abordagem Utilizando Conjuntos Difusos.** Florianópolis, 1994. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina.

LEONARDI, M.L.A. A Sociedade Global e a Questão Ambiental. In: **CLOVIS, C. (org.), Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável.** São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1995.

LILLESAND, T.; KIERFER, R.W. **Remote Sensing and Image Interpretation.** Third

Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc, 1994.

LONG, B.G.; SKEWS, T.D. GIS and Remote Sensing Improves Mangrove Mapping. **CSIRO**, Cleveland,Australia, p. 544-550,1994.

\_\_\_\_\_. A Technique for Mapping Mangroves with Landsat TM Satellite Data and Geographic Information System. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, № 43, CSIRO, Cleveland,Australia, p.373-381, 1996.

LUGO, A E. Mangrove Forest: A Tough System To Invade. **USDA Forest Service** .International Institute of Tropical Forestry. Gainesville, Florida, 1999. Disponível em : <http://www.webriver.com/tn-eppc/symposium/lugo.html>

\_\_\_\_\_. & SNEDAKER, S. C. The Ecology of Mangroves. **Ann. Rev. Ecol. System.**, 5:39-64. 1974.

**Mangroves and Their Adaptations**. Disponível em: <http://www.tip.net.au/~sef/amanda/ngtrees.html>.

**Mangroves and Their Characteristics**. Disponível em : <http://www.lookup.com/homepages/4468/mangrove.html>.

MMA. **Ecosistemas Costeiros**. Brasília, p 1-20 + 2 anexos, 1998.

MMA. **Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro – GERCO.**, 1998.

MEDINA, E. Mangrove Physiology: The Challenge of Salt, Heat, and Light Stress Under Recurrent Flooding. In:**Anais IV Simpósio de Ecosistemas Brasileiros**. Caracas-Venezuela, 1998.

MOCHEL, F.R.; PONZONI, F. J. Spectral Characterization of Mangrove Leaves in the Brazilian Amazonian Coast: Turiçu Bay, Maranhão State. **International Journal of Remote Sensing**. April 5,1999.

MOIK, J.G. Digital Processing of Remotely Sensed Images. Washington, DC, **NASA Scientific and Technical Information Branch**,. 330p. 1980.

MYERS, V. I. Remote Sensing. Coell, R. N. (ed). **Manual of Remote Sensing**. Falls Church. **A.S.P.**, vol 2, cap.19, 2122-2222, 1983.

NASCIMENTO, M.V. Os Manguezais da Ilha de Santa Catarina. In: **Anais do 2º Encontro Nac. Est. Sobre Meio ambiente**. 1: 287-294, Florianópolis, SC, (1989).

NOVO, E.M.L.M. **Sensoriamento Remoto. Princípios e Aplicações**, 2ª edição. Editora Edgar Blücher Ltda. São Paulo-SP, 307 p. 1992.

NIMER, E. Clima. Brasil. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. Rio de Janeiro. **Geografia do Brasil – Região Sul.**, 5 (1): p. 35-79, 1977.

ODUM, E.P. **Ecologia**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1983.

OLIVEIRA, J.S. **Estudo do Manguezal do Rio Tavares: Uma Contribuição à Análise Sedimentológica do Ecossistema**. Florianópolis,1997, 57 p. Monografia (Geografia Física) Curso de Geociências– Universidade Federal de Santa Catarina.

ORSOLON, A. Planejamento Ambiental. Caminho para Participação Popular e Gestão Ambiental para Nosso Futuro Comum: Uma Necessidade, Um Desafio. Rio de Janeiro: THEX, ed. Biblioteca Estácio de Sá, 176 p. 1993.

PANNIER, F.; PANNIER, R. F. Interpretacion Fisiocologica de la Distribucion de Manglares en las Costas del Continente Suramericano. *Interciencias* 2, p. 153-162, 1977.

PANITZ, C. M. N. **Produção e Decomposição de Serapilheira no Manguezal do Rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil (27° 35" S - 48° 31" W)**, São Paulo, 1986. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais), Universidade Federal de São Carlos.

\_\_\_\_\_. **Manguezais de Santa Catarina (Limite Austral): Estrutura, Função e Manejo**. Concurso Público, Prof. Titular (Depto. De Biologia), Florianópolis, p 1993, 173 + 2 apêndices. Universidade Federal de Santa Catarina

\_\_\_\_\_. Ecological Aspects of a Saltmarsh Ecosystems in Santa Catarina Island, Brasil. **Coastal Plant Communities Of Latin America And Africa**. U. Seeliger (ed) Academic Press, New York, 1992 p. 213-230.

\_\_\_\_\_. Ecological Description of the Itacorubi Mangroves, Ilha de Santa Catarina, Brasil. In: **Mangroves ecosystems Studies in Latin América and África**. ISME, Paris. p.204-223. 1997.

→ \_\_\_\_\_ Principais Tensores no Manguezal do Itacorubi, Florianópolis, SC, Brasil. In: **Anais do Congresso Brasileiro de Limnologia**. 1997.

\_\_\_\_\_; PORTO FILHO, E. O Sistema Viário como Tensor Ambiental em Unidades de Conservação como Os Manguezais na Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, SC. Brasil. In: **Ásia-Pacific Conference on Science and Management of Coastal Environment**, Hong Kong, China, 1996.

PENTEADO, A.N. **Plano de Manejo para Bacia Hidrográfica do Itacorubi, Florianópolis, Santa Catarina**. Trabalho realizado como parte das atividades da disciplina Manejo Ambiental - Pós-Graduação, Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. 35 p (+ Anexos). 1998.

POHL, C.; VAN GENDEREN, J.L. Multisensor Image Fusion, in Remote Sensing: Concepts, Methods and Applications. **International Journal Remote Sensing**, vol.18, No.5, 823-854, 1998.

POLETTE, M. **Planície de Perequê / Ilha de São Sebastião-SP. Diagnóstico e Planejamento Ambiental Costeiro**. São Carlos, 1993, 198 p. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais) Centro de Ciências Biológicas e da Saúde.

PONZONI, F.J.; DISPERATI, A. A. **Comportamento Espectral da Vegetação**. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE-5619-PUD/065. São José dos Campos, SP., 37p. 1995.

PORTO FILHO, E.; PANITZ, C.M.N. **Operação Resgate Da Flora e Fauna da Área do Manguezal do Itacorubi, Afetada pela Obra do Elevado do CIC, Florianópolis, SC, Brasil**. Depto de Geociências (CFH) Depto de Ecologia e Zoologia (CCB)/ Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). 2000.

QUARTO, A. The Mangrove Forest. Background paper, **Mangrove Action Project**. Disponível em : [http://www.iucn.org/ransar/about\\_mangroves\\_2html](http://www.iucn.org/ransar/about_mangroves_2html)

QUALMAN, A., BOLGER, J. Capacity Development: a Holistic Approach to Sustainable Development. Canada: **Internacional Development Information Centre-IDIC**, Nº.08, 1996. Disponível em : <http://www.acdi-ida.gc.ca/express/dex9608.html>

QUINTANILHA, J. B. **Processamento de Imagens Digitais**. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT, p. 37- 53, 1995.

RAMSEY III, E. W.; JENSEN, J. R. Remote Sensing of Mangrove Wetlands: Relating Canopy Spectra to Site-Specific Data. **Photogrammetric Engineering & remote sensing**, vol. 62, Nº 8, p. 939-948, 1996.

SHEPARD, F. D. Nomenclature Based on Sand-Silt-Clay Ratios. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.24, p 51-80, 1954. In: Oliveira, J. S. de, **Estudo do manguezal do Rio Tavares: Uma contribuição à análise sedimentológica do ecossistema**, 1997.

SILVA, A D. **Estudo Geo-Estrutural do Manguezal do Rio Ratoes na Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 1990. 126f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geociências, Universidade federal de Santa Catarina.

SIMONASI et al. Variação Temporal das Concentrações de Matéria Orgânica e Inorgânica Circulantes entre o Manguezal do Rio Ratoes e a Baía Norte, Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Colóquio Franco-Brasileiro**, UFSC, p. 229-234, 1997.

SMITH, T. R. Knowledge-Based Approaches to Spatial Data Handling Systems-Background Materials to **III Workshop International Geographical Union**, In:International Simposium on Spatial Data Handling. Zurich, 1984.

ESTREPO, D.J. et al. **Procesamiento e Interpretacion de Datos Spot para Estudios de Vegetacion: Delta del Rio San Juan, Litoral Pacifico de Colombia**. Universidad EAFIT- Departamento de Geología del Mar. Medellín, Colombia.

SANT'ANNA, E.D.; WHATELY, M.H. Distribuição dos Manguezais do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, Nº43 (1): 47-63, jan. /mar. 1981.

SANTOS, J.R. et al. **Metodologia de interpretação de Dados de Sensoriamento Remoto e Aplicações em Vegetação**. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE-2215-MD/010. São José dos Campos, SP., 59p. 1981.

SANTOS, M. M.; SCHAEFFER NOVELLI, Y. Levantamento da Flora e Caracterização dos Bosques de Mangues do Estado de Sergipe. **ADEMA**, São Paulo, p.325-333, 1983.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRON, G. Guia para Estudo de Areas de Manguezal – Estrutura, Função e Flora. São Paulo, **Caribbean Ecological Research**, p 150, 1986.

\_\_\_\_\_. **Manguezais Brasileiros: Uma Bibliografia (1614 – 1986)**. São Paulo, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo/ Superintendência do Desenvolvimento do Litoral Paulista, p. 59, 1986.

\_\_\_\_\_; CINTRON, G. ADAIME, R. R. & CAMARGO, T. M. de. Variability of the Mangrove Ecosystem Along the Brazilian Coast. **Estuaries**, 13 (2): 204-219, 1990.

\_\_\_\_\_. Manguezal. Ecossistema entre a Terra e o Mar. São Paulo, **Caribbean Ecological Research**. 64p. 1995.

SHEFFIELD, C. Seleting Band Combinations from Multispectral Data. **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, vol.51, Nº6, p.1067-1074,1985.

SHIMABUKURO, Y.E. et.al. Prediting Landsat MSS Endmember Signatures from Corresponding Higer Resolutim TM Fraction Images. In: **VII Congresso da Sociedade Brasileira de Sensoriamento Remoto**, São José dos Campos, SP, 1993, p.117-125.

SIERRA L., B. & SORIANO-SIERRA, E.J. Mangrove Swamps and Coastal Lagoons: Use and Stressors. In: **Proc. 4th. Symp. on Coastal and Ocean. Management, ASCE/Baltimore**, 1:1 170-1178, 1985.

SILVA, A.D. **Estudo Geo-estrutural do Manguezal de Ratoes na Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis,1990, p.126. Dissertação (Mestrado em Geografia)Universidade Federal de Santa Catarina.

SILVA, J. F. Ensaio Sobre o Balanço de Radiação no Ambiente Costeiro: Sistema Estuarino-Lagunar Cananéia-Iguape. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Síntese dos Conhecimentos**. Cananéia. P. 127-131, 1987.

\_\_\_\_\_ & HERZ, R. Estudo de Microclimas em Ambiente de Manguezais na Região do Complexo Estuarino-Lagunar Cananéia-Iguape. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Síntese dos Conhecimentos**. Cananéia. p. 139- 251, 1987.

SILVA, R. B. A. da. **Um Perfil Sócio-Ambiental dos Catadores de Berbigão (*Anomalocardia brasiliana*) (Gmelin,1791), da Reserva extrativista Marinha do Pirajubaé. Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Florianópolis, 1998. 71 f. Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.

SPVS – Sociedade de Pesquisa em Vida selvagem e Educação Ambiental. **Plano Integrado de Conservação para a Região de Guaraqueçaba, Paraná, Brasil**, 1992. Vol. I, 128 p.

SORIANO-SIERRA, E.J & SIERRA L., B. **Caracterização Ecológica dos Biótopos e sua Ocupação pelas Comunidades Vegetais no Manguezal do Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Departamento de Biologia/UFSC, Florianópolis. 1993.

\_\_\_\_\_. **Ecologia e Gerenciamento do Manguezal do Itacorubi**. 1998.

SOUZA,M.L.D.R et al. Vegetação do Pontal da Daniela, Florianópolis, SC, Brasil. I e II. Levantamento Florístico e Mapa Fitogeográfico. **Insula** (21): 87-117. 1992/1993.

SPALDING, M. de. **The Global Distribution and Status of Mangrove of Ecosystems**. Disponível em : <http://www.crc.gso.uri.edu/comm/ic/lcmangspalding.html>

STRAHLER, A. H. Measuring and Modeling the Bidirectional Reflectance of Plant Canopies. In: **6th International Symposium on Physical Measurements and Signatures in Remote Sensing**, Val d'Isere, France, January 17-24, 1994.

STRAHLER, A. H. Vegetation Canopy Reflectance Modeling – Recent Developments and Remote Sensing Perspectives. **CNES**. France, p. 593-600, 1994

SUGUIO, K. & MARTIN, L. Classificação de Costas e Evolução Geológica das Costa e Planícies Litorâneas Quaternárias do Sudeste e Sul do Brasil. In: **Simpósio sobre Ecossistema da Costa Sul E Sudeste Brasileira, 1987**. São Paulo, 128p. 1987.



TANNER, E. R. Intertidal Vegetation and Commercial Yields of Penaeid Shrimp. **Caribbean Ecological Research**. 106 (5): 411-416, 1977.

TEIXERA, A. L. A. de; MORETTI, E.; CHRISTOFOLETTI, A. **Introdução aos Sistemas de Informação Geográfica**. ED.do Autor. Rio Claro. 1992.

TEIXEIRA, F. **Intervenções Urbanas Em Áreas de Preservação Permanente – Repercussões Sócio-Ambientais. O Caso dos Manguezais do Rio Itacorubí e Rio Tavares -Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis, 1998.134 p + 5 anexos. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina.

THOEMKE, K. W. Managements Strategies for a Mangrove Estuary. **Coastal zone**. p. 1898-1909, Florida,. 1985.

TOMLINSON, P.B. The Botany of Mangroves, 1995, p.433 **Cambridge Tropical Biology Series**, Ed. CU Press. University of Cambridge, Cambridge CB2 1TN London,UK.

TROOST, D.; SUDARSHANA, R. **Ensuring Wise Practices in Coastal Management: Role of Remote Sensing**.

Disponível em : <http://www.unesco.org/csi> & <http://mirror-us.unesco.org/csi>

TWILLEY, R. R. Distribution of Mangrove Communities in the State of Florida by Landsat Multispectral Scanner. **Environment Protection Agency**. Las Vegas, 1982.

TWILLEY, R. R; LUGO, A. E.; PATTERSON-ZUCCA, C. Litter Production and Turnover in Basin Mangrove Forest in Southwest Florida. **Ecology**: 67 (3), p.670-683, 1986.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Sistema de Bibliotecas: **Normas para Apresentação de Documentos Científicos**. Curitiba, 2000. vols: 1-10.

VALERIANO, D. M. **Interações da Radiação Solar com a Vegetação**. INPE, São José dos Campos, (INPE- 4697-MD/038), p. 36, 1988.

VIEIRA, P.F. Meio Ambiente: Desenvolvimento e Planejamento. In: **Meio ambiente, desenvolvimento e cidadania: desafio para as ciências sociais**. São Paulo, 1995.

VILLASBÔAS, P. P. et al. **Plano de Gerenciamento Costeiro Integrado para a Bacia Hidrográfica do Saco Grande, Florianópolis, Santa Catarina**. UFSC- Curso de Pós-Graduação em Eng. Ambiental, p. 22,1999.

VILWOCK, J.A. Os Paleoambientes das Províncias Costeiras do Rio Grande do Sul e a Possível Ocorrência de Antigos Manguezais na Costa Sul. In: **Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Síntese de Conhecimentos**. Cananéia, ACIESP, São Paulo. Nº 3:54-111. 1987.

Disponível em : <http://www.esri.com/base/common/proc96/to250/pap231/p231.html>

WELCH, R.; EHLERS, M. Merging Multiresolution Spot and Landsat TM Data. **Photogrammetric Engineering Remote Sensing**, 53 (3): p. 301-303, 1987.

WEST, R. C. Tidal Saltmarsh and Mangal Formation of Middle and South America: In: **Ecosystems of the World**, vol.1, Elsevier Amsterdam, p. 193-231, 1977.

WWF. **Ecossistemas, Zona Costeira**. <http://www.wwf.org.br/wwfec06.htm>

ZANINI, L. F.P. et al. **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil:** Florianópolis SG-22-Z-D-V e Lagoa SG-22-Z-D-VI. Brasília, CPRM, 1997.

YAÑES-ARANCIBIA, A. **Ecología de la Zona Costera – Análises de Siete Tópicos.** A.G.T.(ed.). México, p.189, 1987.

YOCKY, D.A. Multiresolution Wavelet Decomposition Image Merger of Landsat Thematic Mapper and Spot Panchromatic Data. In: **Photogrammetric Engineering & Remote Sensing**, vol.62, №9, p.1067-1074, 1996.

YOSCHAK, V. **What Really Destroys Mangroves?**

Disponível em: <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/suscoasts/vyosack.html>

## **APÊNDICES**

**APÊNDICE 1 – MANGUEZAIS COMO ÁREAS DE PRESERVAÇÃO ..... 175**

**APÊNDICE 2 – PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS ..... 193**

**APÊNDICE 1- MANGUEZAIS COMO UNIDADES  
DE CONSERVAÇÃO**

## **APÊNDICE 1 - MANGUEZAIS COMO UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

O Brasil está entre os três países de maior diversidade biológica do mundo. Para a proteção desse inestimável patrimônio natural vêm sendo estabelecidas áreas protegidas, com papéis distintos e complementares, conhecidas como Unidades de Conservação. Estas áreas protegidas somam aproximadamente 4% do território brasileiro e estão distribuídas em diferentes biomas, (IBAMA, 1999).

Os ecossistemas costeiros geralmente estão associados à Mata Atlântica devido a sua proximidade. Nos solos arenosos dos cordões litorâneos e dunas, desenvolvem-se as restingas, que pode ocorrer desde a forma rastejante até a forma arbórea. Os manguezais e os campos salinos de origem fluvio-marinha desenvolvem-se sobre solos salinos. No terreno plano arenoso ou lamacento da Plataforma Continental desenvolvem-se os ecossistemas bênticos. Na zona das marés destacam-se as praias e os rochedos, estes colonizados por algas. As ilhas e os recifes constituem-se acidentes geográficos marcantes da paisagem superficial.

A biodiversidade dos ambientes costeiros-marinhos inclui um dos ecossistemas mais produtivos que se conhece, os manguezais. Estes ecossistemas têm uma representatividade muito variada nos componentes marinhos, através de diferentes espécies na flora e fauna. Os manguezais se encontram ao longo de toda costa brasileira desde a desembocadura do rio Amazonas ao norte do país, até o município de Laguna, ao sul, considerado pelos especialistas como limite austral das espécies de mangues.

Nos ecossistemas dos manguezais, as principais causas da perda da biodiversidade são a destruição do habitat, a sobre-exploração das espécies, incluindo a pesca não controlada, a contaminação, o turismo desordenado e a expansão urbana.



Atualmente a conservação da natureza no Brasil tem sido feita apenas através de áreas intocadas de ambientes naturais, como Parques Nacionais e outras **Unidades de Conservação** públicas e privadas, desempenhando papel vital na preservação da diversidade biológica da Amazônia e Mata Atlântica. No entanto, cientistas do ramo da biologia de conservação indicam que, para a sobrevivência dos ecossistemas em larga escala, ainda é necessária a criação de novas UCs com áreas muito maiores do que as hoje existentes.

Unidades de Conservação, são porções do território nacional, incluindo as águas territoriais, com características naturais de relevante valor, de domínio público ou propriedade privada, legalmente instituída pelo Poder Público com objetivos e limites definidos, e sob regimes especiais de administração, às quais aplicam-se garantias adequadas de proteção.

Os principais objetivos das Unidades de Conservação são:

- Preservar a biodiversidade;
- Proteger as espécies raras, endêmicas, vulneráveis ou em perigo de extinção;
- Preservar e restaurar a diversidade de ecossistemas naturais;
- Incentivar o uso sustentável dos recursos naturais;
- Manejar os recursos de fauna e flora;
- Proteger paisagens naturais ou pouco alteradas, de beleza cênica notável;
- Proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos;
- Incentivar atividades de pesquisa científica, estudos e monitoramento de natureza ambiental;
- Favorecer condições para educação ambiental e recreação em contato com a natureza.

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais (IBAMA) é coordenador do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) é o conjunto organizado de Áreas Naturais Protegidas (Unidades de Conservação federais, estaduais e municipais).

Enquanto o SNUC aguarda sua votação no Congresso Nacional, as normas vigentes classificam as Unidades de Conservação da seguinte

maneira: unidades de conservação de uso indireto, destinadas à conservação da biodiversidade, à pesquisa científica, à educação ambiental e à recreação, (IBAMA/SC). Estas Unidades estão totalmente vedadas à exploração dos recursos naturais, admitindo-se apenas o aproveitamento indireto dos seus benefícios.

O Brasil, ao longo de sua história, mostra a evolução de leis que visam respeito aos ambientes das zonas costeiras, especialmente os ecossistemas dos manguezais, Polette (1995).

Os manguezais são ecossistemas importantes nas zonas costeiras, sendo considerados como “Área de Preservação Permanente” (APP), estando incluídos em vários dispositivos legais, constitucionais, e portanto salvaguardados por tais instrumentos legais que impõem uma série de restrições de uso e/ou de ações, Panitz (1993).

Dispositivos Legais e Regulamentares que de alguma forma incidem nos ecossistemas dos manguezais:

- Capítulo 1º do Regimento de 24 de julho de 1704: não permitia a adoção de terras aluviais (mangues), porque pertenciam à Coroa. Só era permitido o uso por concessão real e apenas para os terrenos de marinha.
- Alvará de 10 de julho de 1760- Del Rey D. José: determina a proteção das árvores de mangue no Brasil. Tal Alvará fazia ilegal a derrubada de mangues para queima sem utilização prévia de sua casca. A derrubada de árvores apenas para queima, causou um aumento no preço das cascas utilizadas para obtenção de tanino. De acordo com o edital, havia um sentimento de que em poucos anos as cascas das árvores usadas estariam totalmente escassas. O edital impôs uma pena de 50.000 réis e cadeia de três meses, para a derrubada de árvores que não tivessem sido previamente descascadas.
- Lei nº14.536, de 31 de dezembro de 1920: determina o não aforamento dos mangues, mas permite o arrendamento para corte, dentro das normas de preservação, não sendo permitido seu aterro ou apossamento.
- 1º Congresso Nacional de Pesca, 1934-1936: regulamenta a utilização do manguezal, associando seu valor às atividades pesqueiras.

- Decreto Lei nº 2.490, de 16 de agosto de 1940: Estabelece novas normas para aforamento de terras de marinha e dá outras providências. Nesses terrenos estão incluídas áreas de manguezal.
- Decreto Lei nº 9.760, de 05 de setembro de 1946: Inclui, entre bens móveis da União, os terrenos de marinha e seus acrescidos. A) os situados no continente, na costa marítima e nas margens dos rios e lagoas, até onde se faça sentir a influência das marés; B) os que contornam as ilhas situadas em zonas onde se faça sentir a influência da maré.
- Os terrenos **acrescidos** de marinha, são os que foram formados naturais ou artificialmente para o lado do mar ou dos rios e lagoas, em seguimento aos terrenos de marinha.
- Decreto Legislativo nº3, de 13 de fevereiro de 1948: Aprova a Convenção para Proteção da Flora e da Fauna e Bens Cênicos Naturais das Paisagens da América.
- *Código Florestal* – Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965;
- Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989:

Art.1º - As florestas existentes no Território Nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do País.

Art.2º - Considera-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural:

§7 – nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangue.

Parágrafo único - No caso de áreas urbanas, assim entendidas as compreendidas nos perímetros urbanos definidos por lei municipal, e nas regiões metropolitanas e aglomerações urbanas, em todo o território abrangido, observar-se-á o disposto nos respectivos Planos Diretores e leis de uso do solo, respeitado os princípios e limites a que se refere este artigo.

- Lei nº 5.357, de 17 de novembro de 1967: estabelece penalidades para embarcações e terminais marítimos ou fluviais que lançarem detritos de óleo em águas brasileiras.

- Decreto nº 73.030, de 30 de outubro de 1973: criava, no âmbito do Ministério do Interior, a extinta Secretaria Especial do Meio Ambiente – SEMA.
- Lei nº 6.803, de 2 de julho de 1980: dispõe sobre as diretrizes básicas para zoneamento industrial em áreas críticas de poluição.
- Lei nº 6.901, de 27 de abril de 1981: dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental.
- Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981: estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, tratando, inclusive das responsabilidades e das punições aos poluidores do meio ambiente.
- Decreto nº 88.351, de 1 de junho de 1983: regulamenta a Lei nº 6.902, de 27 de abril de 1981 e a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe, respectivamente, sobre a Política Nacional do meio Ambiente e sobre a criação das Estações Ecológicas. Este Decreto instituiu, inclusive, o Relatório de Impacto Ambiental.-RIMA.
- Lei nº 7.347, de 24 de junho de 1985(Lei dos Interesses Difusos): disciplina a Ação Civil Pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente. Esta Lei é aplicada sempre que o valor comum de uma comunidade for afrontado. A Ação Principal e Cautelar poderão ser propostas pelo Ministério Público, pela União, pelos Estados e Municípios, inclusive pelas Autarquias, Empresa Pública, Fundação, Sociedade de Economia Mista, na forma da Lei.
- Resolução CONAMA nº 4, de 18 de setembro de 1985: considera como Reservas Ecológicas as formações florísticas e as áreas de florestas de Preservação Permanentes, incluindo os manguezais.
- Resolução CONAMA nº 20, de 18 de junho de 1986: estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.
- Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988: institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro.
- Decreto Nº 750, de 10 de fevereiro de 1993: Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio Mata Atlântica, e dá outras providências.

- Art. 1º - Ficam proibidos o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária ou no estágio avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica
- Art 3º- Para os efeitos deste Decreto, considera-se Mata Atlântica, com as respectivas delimitações estabelecidas pelo Mapa de Vegetação do Brasil, IBGE 1988: Floresta Ombrófila Densa Atlântica, Floresta Ombrófila Mista, Floresta Ombrófila Aberta, Floresta Estacionai Semidecidual, Floresta Estacionai Decidual, **manguezais**, restingas, campos de altitude, brejos interioranos e encaves florestais no Nordeste.

Segundo Polette (1995), a conferência sobre o Ambiente Humano, realizada em junho de 1972, em Estocolmo, demonstrou amplo caráter universal no sentido de formular critérios e princípios para preservação e manutenção do ambiente humano.

Dentre alguns dos princípios de preservação e conservação, reitera a importância dos ecossistemas, como exemplo o Princípio 2 que diz que “os recursos naturais do globo, compreendem o ar, a água, a terra, a flora e a fauna e, especialmente os exemplares representativos dos ecossistemas naturais que devem ser salvaguardados em benefício das gerações presentes e futuras, mediante cuidadosa planificação ou regulamentação, segundo seja mais conveniente”.

A salvaguarda dos ecossistemas naturais, está aliada às pressões da sociedade organizada e à conscientização crescente em torno da preservação ambiental, e das leis que regulamentam as ações modificadoras do meio ambiente, têm a força de gradativamente mudar a realidade frente aos diversos problemas ambientais como o eminente conflito de utilização.

Panitz (1993), faz uma observação bastante pertinente de que, desde a época da Coroa Portuguesa no Brasil em 1704 até hoje, inúmeras Leis, Decretos, tanto a nível Federal, Estadual e Municipal, instituem os manguezais como sendo “áreas de uso restrito e racional”. Ainda segundo autora, o que mais se observa é a contínua e crescente destruição destas áreas e, das várias ações antrópicas, a maioria tem origem em atos do próprio governo.



## **Manguezais como Áreas de Preservação Permanente**

Áreas de Preservação Permanentes são áreas de florestas e demais formas de vegetação natural, (IBAMA,1999).

Áreas de Proteção Ambiental são áreas em geral extensas, constituídas por áreas públicas e/ou privadas, tem como objetivo disciplinar o processo de ocupação das terras e promover a proteção dos recursos abióticos e bióticos dentro de seus limites, de modo a assegurar o bem-estar das populações humanas que aí vivem, resguardar e conciliar ações humanas com a preservação da vida silvestre, proteção dos recursos naturais e melhoria da qualidade de vida da população. Nas Áreas de Proteção Ambiental, a atividade humana pode e deve existir, desde que orientada e regulada de forma a evitar a degradação ambiental e permitir o uso racional e sustentado do patrimônio natural, (IBAMA,1999).

Conforme a Legislação Ambiental Do Estado De Santa Catarina:

▪ Capítulo III-Das Áreas de Proteção Especial e das Zonas de Reserva Ambiental (Seção I-Das Áreas de Proteção Especial):

Art. 42 - São consideradas áreas de proteção especial:

I- Os locais adjacentes:

- a) parques estaduais;
- b) estações ecológicas ou reservas biológicas;
- c) rodovias cênicas; e
- d) bens tombados pelo Governo do Estado e pela Secretaria do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional;

II- Os promontórios, as ilhas fluviais, e as ilhas costeiras e oceânicas, estas quando cedidas pelo Governo Federal;

**III- As áreas de formações vegetais defensivas à erosão de encostas e de ambientes de grande circulação biológica, especialmente os mangues.**

## **RESERVA EXTRATIVISTA - RESEX**

Reservas Extrativistas – (RESEX), são áreas naturais ou pouco alteradas, ocupadas por grupos sociais que tenham como fonte de sobrevivência a coleta de produtos da flora nativa, e que a realizem segundo formas tradicionais de atividade econômica puramente extrativista e de acordo com planos de manejo predeterminado. O principal objetivo é proporcionar, através de uso sustentável, a manutenção de populações que vivem do extrativismo, compatibilizando-as com a conservação de extensas áreas naturais. É permitida a visitação pública, (IBAMA/SC).

### **Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé - (RESEX Pirajubaé)**

A Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (REMAPI) com área aproximada de 1.444 ha (Hum mil quatrocentos e quarenta e quatro hectares) (FIGURA 51), foi criada em 20 de maio de 1992 pelo Decreto nº 533 de 20 de maio de 1992, que passa a integrar a estrutura do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, autarquia vinculada a Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República; compreendida dentro do perímetro urbano da cidade de Florianópolis.

Seu objetivo é a conservação do Estuário do Rio Tavares e o desenvolvimento social da população que tradicionalmente explorava os recursos naturais da região. Sua principal função é a regulamentação da exploração sustentada das espécies de interesse econômico, aliando conhecimentos tradicionais aos científicos.



FIGURA 51 – Área da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé e o Baixio das Tipitingas.

Fonte: AREMAPI (1995)

A Associação de Moradores da RESEX apresentou ao IBAMA um Plano de Utilização da referida reserva, elaborado de acordo com a Portaria nº 51-N, de 11 de maio de 1994. Considerando que a Comissão das Populações Tradicionais, na sua 14ª reunião, no dia 03 de setembro de 1996, aprovou o Plano de Utilização da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé.

Este Plano objetiva a exploração auto-sustentável da RESEX de Pirajubaé mediante a regulamentação da utilização dos recursos naturais e dos comportamentos a serem seguidos pela população extrativista no que diz respeito às condições técnicas e legais para exploração racional da fauna marinha. Está aqui contida a relação das condutas não predatórias incorporadas à cultura dos extrativistas, bem como as demais condutas que devem ser seguidas para cumprir a Legislação Brasileira sobre o meio ambiente.

Objetiva ainda manifestar ao IBAMA, o compromisso dos extrativistas de respeitar a Legislação Ambiental e o Plano de Utilização e ao mesmo tempo oferecer ao referido Instituto um instrumento de verificação do cumprimento das normas aceitas por todos.

Para finalizar, o presente Plano tem como finalidade servir de guia para que os extrativistas realizem suas atividades dentro de critérios de sustentabilidade econômica, ecológica e social.

Quanto às intervenções, não será permitida a caça e pesca nos rios, canais e no manguezal da RESEX. E os extrativistas que residem na área que abrange a reserva, poderão praticar a captura de peixes, camarões, siri, berbigão, e outras espécies marinhas somente no estuário da Reserva, ou seja, na área marinha adjacente ao manguezal, devendo manter uma distância de 30 metros da desembocadura do Rio Tavares e das margens do manguezal.

Fica permitida a implantação de cultivos marinhos no estuário mediante a elaboração e apresentação de Projeto ao IBAMA, para análise e aprovação.

A principal atividade exercida na RESEX Pirajubaé é a extração do berbigão (*Anomalocardia brasiliiana*), que sempre foi retirado desordenadamente, comprometendo a sua reprodução.

Segundo o biólogo Ernesto Tremel (comunicação pessoal), o plano de manejo da RESEX Pirajubaé está sendo elaborado junto à Associação dos Pescadores da Reserva Extrativista Marinha do Pirajubaé (AREMAPI) e Centro Nacional de Desenvolvimento Sustentado das Populações Tradicionais (CNPT), conforme o Plano de Utilização, Anexo 10, artigo 12, capítulo Intervenções Extrativistas: “os extrativistas têm o direito de pescar (mariscar) no estuário para seu consumo e comercialização, mediante plano de manejo que determine a capacidade de produção sustentável. E ninguém pode explorar seus recursos naturais sem o plano de manejo”.

Segundo Salles (1996), a AREMAPI como Unidade de Conservação de uso direto, criada a partir da existência de uma comunidade organizada em torno de uma atividade produtiva, demonstra uma evolução nos aspectos organizacionais desta coletividade, e pelo fato de a atividade econômica ter sido apreendida com base em conceitos de equilíbrio ambiental, e fundamentalmente, a consciência dos extrativistas de que são eles os atores do processo de consolidação da Reserva.

Conforme Salles (*op. cit.*), atualmente, a exploração é feita de forma escalonada, ou seja, com rotação de modo a permitir a manutenção dos



estoques, e a extração é apenas dos indivíduos com tamanho comercial, isto é, maiores que 20 mm.

Porém, a AREMAPI, se encontra no dever de informar à população da RESEX da Costeira do Pirajubaé, sua contrariedade à retirada de areia do baixo da Reserva, ficando prejudicada a produção do berbigão e de outras espécies marinhas importantes da região, o que agrava ainda mais a situação em que se encontram os extrativistas e pescadores artesanais.

Dentre as dificuldades na atividade da RESEX de Pirajubaé, como a pressão urbana, atualmente, é a construção do aterro hidráulico (FIGURA 52) para a implantação da Via-Expressa Sul, é o impacto mais importante.

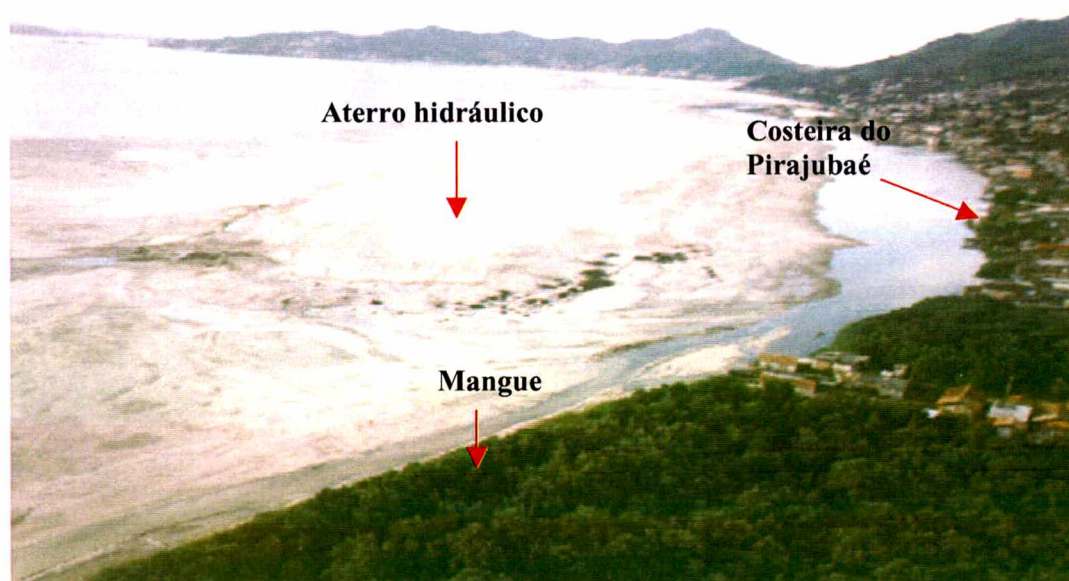


FIGURA 52 – Aterro Hidráulico para implantação da obra da Via-expressa sul, 1999.

Fonte: DNER/SC, 2000

Segundo Salles (1996), Silva (1998), entre todos os problemas causadores da referida construção, os extrativistas apontam como principais: dificuldades de acesso ao mar, impossibilitando o escoamento da produção; retirada de aproximadamente 2/3 de areia do baixo adjacente ao manguezal, onde pescadores artesanais retiram o molusco garantindo sua fonte de renda e como modo de subsistência; o lodo levantado pela dragagem hidráulica está cobrindo outras partes do baixo, enterrando animais vivos e impedindo que o



extrativista prossegue seu trabalho em uma área rica em peixes, camarões e berbigões. A produção anterior à obra era de 160t/ano, e atualmente está reduzida para 17t/ano, conseqüentemente, o número de catadores de berbigão decaiu de 15 para 06.



FIGURA 53 - Dragagem hidráulica no Baixo das Tipitingas, manguezal do Rio Tavares, 1996

Fonte: DNER,2000

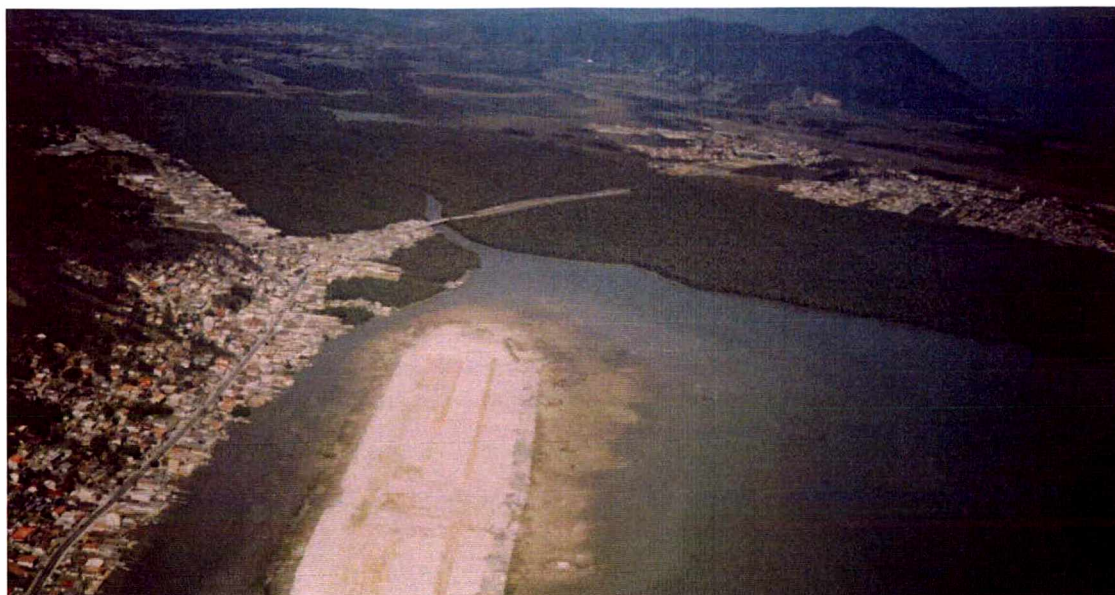


FIGURA 54- Sobrevôo sob as obras da Expressa Sul em 2000.  
No centro da figura aterro para rodovia da Expressa-Sul;ao fundo,manguezal do Rio Tavares.

Fonte:DNER,2000

O mais importante curso fluvial na área é o rio Tavares que, juntamente com os ribeirões Defuntos e Fazendas, desembocam na baía sul.

Estão sendo desenvolvidas pesquisas científicas sobre o ciclo reprodutivo do berbigão e projetos de educação ambiental no seu entorno, a exemplo das atividades exercidas pelo Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar (CTTMar) da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) através do programa “MONITORAMENTO AMBIENTAL DAS ATIVIDADES DE CONSTRUÇÃO DO ATERRO DA VIA EXPRESSA SUL-SC, FLORIANÓPOLIS”, conveniado à Superintendência de Obras da Via Expressa-Sul da Secretaria de Estado dos Transportes e Obras (DER/SC).

### **ESTAÇÕES ECOLÓGICAS – ESECs**

Estações Ecológicas (ESECs), são áreas representativas de ecossistemas naturais, destinadas à realização de pesquisas básicas ou



aplicadas, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento de educação ambiental. Não é permitida a visitação pública, (IBAMA/SC).

### **Estação Ecológica De Carijós - (ESEC Carijós)**

A Estação Ecológica de Carijós foi criada em 20 de julho de 1987 pelo Decreto nº 94.656/87, abrangendo uma área de 712 ha na Ilha de Santa Catarina, junto à Baía Norte. Seu objetivo é a proteção do ecossistema manguezal, destinando-se à realização de pesquisas básicas ou aplicadas, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento de educação ambiental. Não é permitida a visitação pública.

O manguezal do Rio Ratonos ocupa uma área de aproximadamente 6,25 km<sup>2</sup>, e seus principais rios são Veríssimo, Papaquaras e Ratonos, (Figura 55). O rio Ratonos é o principal formador do manguezal, desaguando num pequeno estuário, a Enseada de Ratonos (Silva, 1990).



FIGURA 55 – Manguezal do Rio Ratonos. No perfil A-B observa-se: coroa do Bicudo (cota zero), *Spartina* sp., *Avicennia schaueriana*, *Laguncularia racemosa*, *Rhizophora mangle* e canal.

Fonte: Adaptado de Silva (1990)

O clima predominante na área dos manguezais do Rio Ratoes e Saco Grande é ameno. A temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual é de 1.403 mm. Os ventos predominantes são do quadrante Sul, no inverno, e quadrante Norte, no verão.

A flora é constituída de espécies arbustivas e pequenas árvores tais como (*Avicennia schaueriana*) - mangue preto ou siriúba, (*Laguncularia racemosa*) mangue branco ou sapateiro, (*Rhizophora mangle*) mangue vermelho ou mangue charuto e os capins praturás (*Spartina densiflora* e *Spartina alterniflora*). Nas áreas de transição ocorre a presença de uvira ou algodoeiro do mangue (*Hibiscus tiliaceus*) e samambaia do mangue (*Acrostichum danaeaeifolium*).

A fauna é rica e diversificada, contendo numerosas espécies de importância econômica (peixes e crustáceos), sendo que muitas destas são migrantes, utilizando o manguezal como área de alimentação e refúgio. O manguezal abriga também moluscos, algumas espécies de aves tais como : garça pequena (*Egretta thula*), garça grande (*Egretta Alba*), socós (*Nycticorax nycticorax*), colheiros (*Ajaia ajaia*), maria fasceira (*Syrigma sibilatrix*) e alguns mamíferos, como exemplo: mão-pelada (*Procyon cancrivorus*), graxaim (*Procyon cancrivorus*), que utilizam a área como habitat permanente para alimentação, desova e crescimento.

A Estação Ecológica de Carijós (ESEC-CARIJÓS), desde antes de sua criação, é campo de pesquisas científicas realizadas pela Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Mesmo assim, esta reserva não possui Planos de Manejo.

Princípios básicos da Estação Ecológica de Carijós:

- Conservação & Desenvolvimento
- ESEC Carijós: vetor de qualidade de vida
- Proteção.
- Fiscalização.
- Monitoramento.

- Licenciamento.
- Desenvolvimento.
- Pesquisa (saber/conhecimento popular + científico).
- Educação Ambiental (fortalecimento da cidadania).
- Perspectivas para Educação Ambiental.
- Diagnóstico sócio-ambiental das comunidades do entorno.
- Capacitação e formação de agentes ambientais.
- Democratização do acesso e alternativas para o uso dos recursos naturais.
- Socialização das informações ambientais sobre a Unidade e o seu entorno.
- Integração comunitária.
- Desenvolvimento de experiência de co-gestão.

Atualmente encontra-se em execução o projeto “CONHECIMENTO E GERENCIAMENTO DA BACIA DO RIO RATONES E SEU MANGUEZAL”, coordenado pelo Núcleo de Estudos do Mar (NEMAR) da Universidade Federal de Santa Catarina e financiado pelo Fundo Nacional de Meio Ambiente. Seu objetivo principal é a implementação de um programa participativo de educação para o desenvolvimento sustentável para as comunidades que integram a Bacia do Rio Ratones.



## **APÊNDICE 2 - PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS**

## APENDICE 2 -PROCESSAMENTO DIGITAL DAS IMAGENS

### 1- Eliminação de Ruído

Os sensores remotos utilizam-se de detectores para converter a radiância de um nível de cinza. Muitas vezes, um dos detectores pode falhar durante o imageamento e isso resulta em uma linha ou parte de uma linha com nível de cinza igual ou próximo a zero para todos os pixels. Esse fenômeno é chamado de ruído.

Imagens que apresentam ruído devem ser submetidas a um processo de correção radiométrica, para melhorar a sua qualidade. Segundo Novo (1988), qualquer que seja a técnica de correção geométrica sempre acarretará em alteração dos dados originais. Muitas vezes, a aplicação descuidada de técnicas de correção radiométrica pode levar a uma total degradação dos dados originais. Por esse motivo, a natureza dos dados deve ser conhecida, para que os procedimentos mais adequados possam ser selecionados.

Um dos métodos mais empregados para a eliminação do ruído é estimar o nível de cinza do pixel através da média dos níveis de cinza dos pixels na posição correspondente na anterior e na posterior à que apresenta o ruído. Dessa forma, se  $NC(i, j)$  é o nível de cinza do pixel com ruído na linha  $i$  e coluna  $j$ , o nível de cinza estimado para esse pixel ( $NC_{est}$ ) será dado por:

$$NC_{est}(i,j)=INT[NC(i-1,j)+(i+1,j)/2] \quad (1)$$

Onde:  $NC(i-1,j)$  = nível de cinza do pixel na linha anterior

$NC(i+1,j)$  = nível de cinza do pixel na linha posterior

Segundo Jensen (1986), o resultado da aplicação desse método é uma imagem consistindo de dados interpolados. Esses são visualmente sistematicamente através da imagem.

## 2- Correção Atmosférica

A radiação solar não é atingida quando propaga no vácuo. Entretanto, o contato com a atmosfera pode ocasionar um espalhamento ou absorção, resultando em distorções radiométricas nos dados de sensoriamento remoto. O espalhamento atmosférico causa um aumento no valor do brilho e afeta principalmente a região do visível, entre 0,4 e 0,7 $\mu\text{m}$ , enquanto a absorção atmosférica pelo vapor de água e outros gases diminui o valor do brilho e afeta a radiação dos comprimentos de onda maiores que 0,8 $\mu\text{m}$ .

Os dados tangíveis pelos efeitos atmosféricos, muitas vezes têm que ser corrigidos, devido as distorções ocasionadas no processo de análise.

Ao longo de um processo de imageamento, distorções e ruídos de diversas ordens, são introduzidos nos dados das imagens digitais. Estas anomalias são provocadas por variações na iluminação, nas condições atmosféricas, no ângulo solar, no ângulo de visado do sensor, na transmissão de dados, sendo também provocadas pelos erros sistemáticos instrumentais. Estes efeitos devem ser eliminados se não, pelo menos, minimizados; do contrário, poderão ter um impacto significativo na precisão dos resultados de análises posteriores realizada sobre as imagens (Jensen, 1986).

A técnica mais comumente utilizada para correção atmosférica é aditiva, sendo, portanto, consequência do espalhamento. Considera-se ainda que o efeito do espalhamento diminui à medida que aumenta o comprimento de onda. Como teoricamente a radiância de uma região de sombra ou de um lago, deve ser nula, essa área é utilizada para determinar a magnitude do sinal que é adicionado à imagem. Se

apresentarem valor acima de zero, esse valor deverá ser subtraído de todos os pixels da área escolhida, em cada uma banda do visível. Os valores de brilho de uma banda do visível são então plotados em relação aos valores correspondentes a uma banda do infravermelho, por exemplo. Usando o método dos mínimos quadrados, é feito o espalhamento atmosférico, a reta ajustada deve passar pela origem. Entretanto, isso raramente acontece, e o valor do intercepto representa o montante de desvio causado pelo espalhamento e deve ser substituído da banda original para toda a cena.

Outra maneira de realizar a correção atmosférica é analisar o histograma dos níveis de cinza em cada banda e considerar o valor mínimo de nível de cinza encontrado como o efeito do espalhamento atmosférico. Esse valor é então substituído de toda a cena.

### **3 - Registro de Imagens**

O registro de imagens é o processo de alinhamento por rotação e translação. Esse processo faz com que duas imagens, de geometria similar e os mesmos conjuntos e objetos sejam posicionados de forma coincidente, uma em relação à outra, de modo que os correspondentes da mesma área do solo apareçam no mesmo local nas imagens registradas (Jensen, 1986). O registro é, todavia, a superposição de imagens, de modo que exista coincidência espacial entre os pontos que correspondam aos mesmos objetos. Na literatura especializada, essa coincidência espacial é conhecida por “pontos de controle”, entre imagem orbital e um mapa, e, entre imagens orbitais. Esses pontos de controle são utilizados para ajuste de polinômios, que mapeiam as coordenadas da imagem a ser ajustada em função das coordenadas da imagem de referência.

O número mínimo de ponto de controle para realizar o ajuste polinomial, depende do grau dos polinômios escolhidos, que são: polinômio de primeiro grau, segundo grau e terceiro grau. Normalmente, os polinômios mais usados são os de primeiro e segundo grau.

Geralmente, usa-se para o polinômio de primeiro grau um mínimo de 3, e para polinômio de segundo grau um mínimo de 6 pontos de controle. Considerando que  $X_1$  e  $Y_1$  são as coordenadas da imagem de referência e  $X_2$  e  $Y_2$  são as coordenadas da imagem a ser ajustada.

Polinômios de Primeiro Grau:

$$X_2 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 y_1 \quad (2)$$

$$Y_2 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 y_1$$

De Segundo Grau:

$$X_2 = a_0 + a_1 x_1 + a_2 y_1 + a_3 x_1^2 + a_4 y_1^2 + a_5 x_1 y_1 \quad (3)$$

$$Y_2 = b_0 + b_1 x_1 + b_2 y_1 + b_3 x_1^2 + b_4 y_1^2 + b_5 x_1 y_1$$

Crosta (1992), afirma que, idealmente seria quão antes de ser aplicada a transformação, comparar os erros obtidos nos ajustes entre os pontos de controles e os seus equivalentes na imagem e, caso algum deles apresente individualmente um erro considerado alto, descartá-lo. A margem de erro recomendável é  $\pm 1$  pixel. Após tal procedimento, aplica-se a transformação na imagem original, produzindo-se uma nova imagem, corrigida, segundo a projeção cartográfica do mapa ou da imagem a partir do qual foram obtidos os pontos de controle.

O processo de reamostragem por interpolação é necessário para que se possa obter essa nova imagem. Os métodos mais comuns a realizar a interpolação são:

Vizinho mais próximo (polinômio de segundo grau) onde, seleciona o nível de cinza do pixel mais próximo e o atribui ao pixel da imagem de saída. Esse método de reamostragem tem a vantagem de ser computacionalmente mais eficiente e de preservar o valor do pixel;

Interpolação bilinear, utiliza os valores de nível de cinza dos quatro vizinhos do pixel (ponderados pela distância de cada vizinho) para calcular seu valor de saída.



Convolução cúbica baseia-se no ajuste de uma superfície polinomial de terceiro grau (bidimensional) à região circundando o pixel em questão. Neste caso, os dezesseis vizinhos mais próximos seriam usados para determinar o valor do pixel. Esta técnica é mais complicada que as duas anteriores, embora tende a produzir imagens visualmente bem mais “naturais”, há perda de feições de alta frequência, uma vez que qualquer interpolador é na verdade um filtro passa baixa.

A operação de registro, é, portanto, realizada para corrigir problemas decorrentes de imprecisão cartográfica nas imagens orbitais, transformando uma imagem bruta para um sistema conhecido de escala e projeção cartográfica.

Mascarenhas & Velascos (1989), afirmam que o registro de imagens é importante quando, têm-se imagens obtidas por diferentes sensores e se deseja saber a resposta do mesmo ponto aos diversos sensores; imagens obtidas em diferentes épocas ou mesmo diferentes instantes de tempo; quando imagens tomadas de posições diferentes e se pretende obter informação tridimensional da cena; e finalmente quando se deseja registrar uma imagem obtida por sensores com um mapa.

#### **4 - Técnicas de Realce**

De acordo com Crosta (1992), a aplicação da técnica do aumento de contraste é usada para a extração de informações de uma imagem de sensoriamento remoto. Sua aplicação mais comum é na preparação de composições coloridas usando três bandas de um sensor.

As técnicas de realce mais utilizadas são:

##### **4.1- Manipulação de Contraste**

Esta técnica tem como objetivo melhorar a discriminação visual das imagens, ou cena de uma imagem de características com baixo

contraste. Deve-se analisar os histogramas com a frequência dos níveis de cinza (NC) de cada canal espectral da imagem.

Os histogramas das imagens descrevem a distribuição estatística dos NC de uma cena em termos de ocorrência de “pixels” para cada valor digital entre 0 e 255, de acordo com a resolução radiométrica.

A manipulação de contraste consiste na transferência radiométrica entre cada “pixel” (Picture Element), com objetivo de aumentar a discriminação visual, portanto, a análise visual entre os objetos presentes na imagem.

Segundo Novo (1992), a manipulação de contraste é a análise dos histogramas com a frequência dos níveis de cinza de cada canal espectral. Os histogramas descrevem a distribuição estatística dos níveis de cinza em uma cena em termos da frequência de ocorrência de “pixels” para cada valor digital (NC) entre o intervalo de 0 e 255.

A manipulação de contraste consiste na modificação do histograma, ampliando ao contraste da imagem. O nível de cinza da imagem original é transformado num valor de cinza de tal modo que o contraste seja aumentado.

O especialista deve sempre ter em mente que, as técnicas de realce são utilizadas para melhorar o aspecto visual das imagens, e que altera substancialmente os níveis de cinza existentes nas imagens, por isso, o realce não deve ser aplicado nos dados digitais se o objetivo for conhecer as respostas espectrais e/ou a radiância dos alvos. Neste caso, o correto é utilizar os dados digitais com o mínimo de pré-processamento.

Para a visualização, a imagem Landsat foi submetida ao tratamento de realçamento de contraste com saturação linear de 2.5% (“*percent saturated*”), adotando-se a opção aumento linear de contraste (“*linear stretch enhancement*”), através da manipulação do histograma, com a finalidade de corrigir a distorção dos intervalos dos níveis de cinza, isto é, as barras verticais que formam o histograma da imagem de saída serão espaçadas igualmente nos espaços dos níveis de cinza (NC) de 0 a 255.

Nesse processo o histograma final será idêntico em formato do histograma original, exceto que ele terá um valor médio e um espalhamento diferente.

As técnicas de realce de imagem constituem-se em transformações sobre os níveis de cinza da imagem, visando melhorar a sua qualidade. Essa imagem pode integrar um conjunto de canais, formando uma composição colorida para ser utilizada em um processo de classificação.

Para a sua implementação é usada a seguinte fórmula:

$$(4)$$

$$NC_{\text{ novo }}(i, j) = \frac{NC(i, j) - NC_{\text{ min }}}{NC_{\text{ max }} - NC_{\text{ min }}} (NC_{\text{ Rmax }} - NC_{\text{ Rmin }}) + NC_{\text{ Rmin }}$$

Onde:  $NC_{\text{ novo }}(i, j)$  = Nível de cinza da nova banda  
 $NC(i, j)$  = Nível de cinza da banda original  
 $NC_{\text{ min }}$  = Nível de cinza mínimo da banda original  
 $NC_{\text{ max }}$  = Nível de cinza máximo da banda original  
 $NC_{\text{ Rmin }}$  = Nível de cinza mínimo da nova banda  
 $NC_{\text{ Rmax }}$  = Nível de cinza máximo da nova banda

Quando o histograma da imagem não se apresenta simétrico, usa-se a transformação linear por partes, reduzindo a assimetria, o que melhora consideravelmente o contraste.

Novo (1988), comenta que em geral, os histogramas tendem a apresentar uma forma que se aproxima à forma de uma distribuição gaussiana (sino), com um maior alongamento da curva em direção aos níveis de radiância mais elevados. Uma cena de baixa radiância, o histograma aproxima-se do eixo y (NC próximo do valor zero), ocorrendo o inverso com cenas de alta radiância (NC próximo do valor 255).

No caso de cenas de baixo contraste, o histograma apresenta uma forma mais estreita na distribuição dos níveis de cinza, ocorrendo o contrário com cenas com alto contraste.

## 4.2-Filtragem Espacial

Na filtragem espacial, a transformação leva em consideração os valores dos níveis de cinza de cada pixel.

Uma das características das imagens que deve ser considerada, nesse tipo de transformação, é o parâmetro frequência espacial, que é definido como o número de mudanças dos valores de níveis de cinza por unidade de distância de uma parte particular de uma imagem (Jensen, 1986).

Se, em uma determinada área, existem poucas mudanças dos valores de níveis de cinza, é dito, se tratar de uma área de “baixa frequência”, enquanto que, se existem muitas mudanças, são referidas como uma área de “alta frequência”.

Para diminuir as componentes de baixas frequências espaciais e ressaltar as de altas frequências, devem ser usados filtros de alta frequência, também chamados filtro passa alta. Na utilização desses filtros, obtém-se um realçamento das linhas e contornos. Isso apresenta o inconveniente de realçar, também, os ruídos existentes na imagem.

Para diminuir os componentes de altas frequências espaciais e realçar as baixas frequências, devem ser usados filtros de baixa frequência ou filtros passa-baixas. Quando esses filtros são aplicados, obtém-se um realçamento dos padrões representantes das estruturas das imagens, dessa forma, suavizando as variações mais bruscas e atenuando a influência de ruídos presentes na imagem.

Para implementação e aplicação destes filtros, utiliza-se uma matriz quadrada ( $m \times m$ ), com  $m$  podendo assumir valor maior ou igual a três, sendo essa matriz centrada e cada um dos pixels da imagem e envolvendo os seus vizinhos. Dessa forma, resulta em um novo valor para cada pixel, que é a média ponderada dos valores dos seus vizinhos. A matriz percorre, então, toda a imagem. Os novos valores dos níveis de cinza dos pixels são calculados através da expressão seguinte:

$$NC_{\text{novo}}(i,j) = \frac{\sum_{K=1}^m \sum_{I=1}^m NC(K,I) \cdot P(K,I)}{\sum_{K=1}^m \sum_{I=1}^m p(K,I)} \quad (5)$$

Onde:  $NC_{\text{novo}}(i,j)$  = novo valor do nível de cinza do pixel da posição  $i, j$

$NC(K,I)$  = valor do nível de cinza na banda original do pixel da posição  $(K,I)$  da máscara.

A filtragem espacial é uma transformação local e espacial.

Entre os tipos de filtros utilizados em sensoriamento remoto, existe um filtro especial de passa-alta, que possuem a característica de realçar as bordas em direções pré-determinadas. Eles são, na verdade, uma combinação de filtragem passa altas e limiarização de níveis de cinza. Os filtros direcionais podem ter apenas uma dimensão (horizontal em linha, ou vertical em coluna). Crosta (1992), argumenta que o problema da utilização desse tipo de filtro é que muitas vezes eles produzem bordas artificiais, também chamadas de artefatos, que podem confundir o intérprete, fazendo-o pensar que se trata de uma feição verdadeira.

### 4.3 - Operações Aritméticas

Várias operações aritméticas simples são utilizadas em processamento digital de imagens de sensoriamento remoto, no sentido de analisar imagens multiespectrais (diferentes bandas espectrais de uma mesma cena) e/ou multi-temporais (bandas individuais adquiridas sobre uma mesma área em diferentes datas), Crosta (1992).



São normalmente utilizadas duas ou mais imagens sobre uma mesma área geográfica, previamente co-registradas. O *input* de uma operação desse tipo é representado por duas ou mais imagens, e o *output* são uma única imagem representando o resultado da combinação das imagens originais de acordo com alguma regra matemática, realizada pixel-a-pixel.

Comumente, utiliza-se a operação de adição, subtração e multiplicação para realçar similaridades entre bandas ou diferentes imagens.

Entre as opções cima citadas, a razão de imagem também conhecida por (*band ratio*) é importante para realçar as diferenças espectrais de um par de bandas. Frequentemente os canais da faixa visível do Landsat/TM são alterados por absorção e difusão atmosférica.

Esta técnica de realce consiste efetuar a divisão dos valores dos níveis de cinza de cada pixel de uma determinada banda pelo respectivo valor do nível de cinza de outra banda, gerando uma nova banda.

A técnica de divisão de bandas, é uma técnica de realce e que consiste em efetuar-se a divisão dos valores de níveis de cinza de cada pixel de uma determinada banda pelo respectivo valor do nível de cinza de outra banda, gerando uma nova banda, Lapolli (1994).

Estas operações permitem a compressão de dados, diminuindo o número de bandas, ocasionando, contudo perda da informação original. Os resultados das operações podem ultrapassar o intervalo de 0-255, sendo estes resultados automaticamente normalizados, saturando os valores abaixo de 0, e acima de 255 respectivamente.

$$NC_{\text{ novo }} = \frac{NC1}{NC2} \quad (6)$$

Onde:  $NC_{\text{ novo }}$  = valor do nível de cinza da nova banda

$NC1+ NC2$  = valor dos NCs das bandas utilizadas

De acordo com Quintanilha (1990), as principais vantagens da técnica de divisão entre canais são:

- a atenuação dos efeitos atmosféricos e topográficos, pois se supõe que ambos influenciam igualmente os dois canais;
- a diferenciação de alvos dentro das cenas com valores de níveis de cinza não proporcionais;
- e a redução da dimensionalidade dos dados, uma vez que as informações mais importantes de dois canais estarão representadas em uma mesma imagem.

Para o mesmo autor, as desvantagens encontradas são a perda de informação sobre os efeitos do relevo e a não distinção dos alvos contidos nas cenas com níveis de cinzas proporcionais ou muito próximos.

O IDRISI for Windows, como a maioria dos sistemas “raster” de análise geográficos, provê um jogo de ferramentas matemáticas que podem dispor de meios para álgebra de mapas.

O módulo OVERLAY executa operações matemáticas entre pares de imagens, resultam em uma nova imagem de saída. As opções são:

- 1) adição: (Imagem 1 + Imagem 2);
- 2) subtração: (Imagem 1 - Imagem 2);
- 3) multiplicação: (Imagem 1 x Imagem 2);
- 4) razão: (Imagem 1 ÷ Imagem 2);
- 5) razão normalizada: (Imagem 1 + Imagem 2) ÷ (Imagem 1 - Imagem 2);
- 6) razão exponencial: (Cada pixel de Imagem 1, elevado ao quadrado na Imagem 2).

#### 4.4- A Cor em Imagens Digitais

De acordo com Vieira (1995), a partir das cores primárias: vermelho (R), verde(G) e azul(B), pelo processo aditivo pode-se representar qualquer cor em um sistema cartesiano tridimensional. Neste sistema, denominado RGB, uma determinada cor é representada vetorialmente por:

$$C=r.R+g.G+b.B \quad (7)$$

Onde:

**C** = uma cor qualquer

**R, G e B** = vetores unitários correspondentes às cores primárias

**r, g e b** = coeficientes relativos a cada cor primária, geralmente limitados no intervalo  $0 \leq r, g, b \leq 1$ .

O sistema aditivo é o usado em monitores de vídeo e imagens fotográficas multiespectrais.

#### 4.5 - Transformação Intensidade-Matiz-Saturação (IHS)

Outro sistema de representação é o IHS. Esses atributos, independentes entre si, isto é, podem ser analisados e manipulados individualmente, Crosta (1992), ao contrário do sistema RGB.

A transformação de cor IHS, efetivamente separa a informação espacial (I) e espectral (H,S) de uma imagem standard RGB. Isto relata as informações perceptíveis pelo olho humano. O contexto matemático é expresso pela equação (8) (a-c). O I relata a intensidade, enquanto que “ $V_1$ ” e “ $V_2$ ” representam variáveis intermediárias onde necessitam ser transformadas, (Harrison and Jupp 1990).

$$\begin{pmatrix} I \\ v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{3}} \\ \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & -\frac{2}{\sqrt{6}} \\ \frac{1}{\sqrt{2}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (a) \quad (8)$$

$$H = \tan^{-1} \left( \frac{v_2}{v_1} \right) \quad (b) \quad S = \sqrt{v_1^2 + v_2^2} \quad (c)$$

O reverso da transformação de IHS para RGB é apresentado na equação (9) convertendo os dados no espaço da imagem original para obter a imagem integrada (fusão), (Hinse et al., 1995b).

$$\begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & \frac{1}{\sqrt{6}} & -\frac{1}{\sqrt{2}} \\ \frac{1}{\sqrt{3}} & -\frac{2}{\sqrt{6}} & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} I \\ v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} \quad (9)$$

As técnicas de IHS com procedimentos standard para análises das imagens. Isto serve para realçar a cor de dados altamente correlatados, e na fusão de dados diferentes, estes serem colocados em determinadas posições.

Os usos do IHS na fusão de imagens são diversos, mas baseados num princípio: a substituição de um dos três componentes (I, H ou S) de uma dada posição deve ser de uma outra imagem, não da imagem

original,(Chaves *et al.*,1991). A intensidade (**I**) expressa a medida da energia total envolvida, sendo responsável pela sensação de brilho. O matiz (**H**) é a medida do comprimento de onda dominante que se observa em uma composição colorida. A saturação(**S**) expressa o grau de pureza da cor ou distância do eixo acromático.

Para descrever as propriedades de cor de um objeto, em uma imagem, normalmente o olho humano não distingue a proporção de azul, verde e vermelho presentes e sim, avalia a intensidade (**I**), a cor ou matiz(**H**) e a saturação (**S**),(Novo, 1993).

O espaço IHS pode graficamente ser representado por um cone. A relação espacial entre o espaço RGB e IHS é mostrada na figura 49.

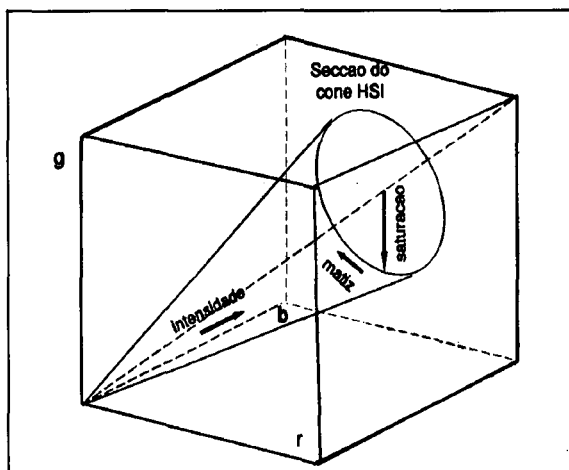


FIGURA 56 - Diagrama esquemático da relação entre os espaços IHS e RGB.

Fonte: Crosta (1992)

A transformação IHS permite passagem das cores em coordenadas esféricas onde curvas são codificadas em matiz (cor = comprimento de onda definida), saturação (pureza da cor) e intensidade (energia total envolvida em todos os comprimentos de onda). A transformação IHS e RGB é usada para integrar dados de multisensores.

A integração de dados multiespectrais de um mesmo satélite, resulta em composições coloridas com correlação interbanda reduzida.



Exemplo, a combinação do satélite Spot pancromático (10m) com o Spot multiespectral de 20m de resolução.

Segundo Lapolli (1994), para o realçamento das imagens, através das transformações dos canais originais RGB nos canais IHS, e vice-versa aplica-se os seguintes cálculos:

- Calcular a Intensidade (I)

$$I = R+G+B$$

(10)

Onde I = intensidade

- Verificar qual o canal que apresenta menor intensidade (I):

Se Intensidade (I) no azul for menor:

$$H = \frac{(G-B)}{(I-3B)} \quad (11)$$

$$S = \frac{(I-3B)}{I} \quad (12)$$

Se a intensidade (I) no vermelho for menor:

$$H = 1 + \frac{(B-R)}{(I-3B)} \quad (13)$$

$$S = \frac{(I-3B)}{I} \quad (14)$$

Se a Intensidade (I) no verde for menor:

$$H = 2 + \frac{(R-G)}{(I-3B)} \quad (15)$$

$$S = \frac{I - 3B}{I} \quad (16)$$

A seguir, deve-se criar três bandas, R, G e B, cujos valores irão depender do valor de H(HUE), da seguinte forma:

Se  $0 \leq H \leq 1$ :

$$R = \frac{1}{3}(1 + 2S + SH) \quad (17)$$

$$G = B + IHS \quad (18)$$

$$B = \frac{1}{3}(1 - S) \quad (19)$$

Se  $1 < H \leq 2$ :

$$R = \frac{1}{3}(1 - S) \quad (20)$$

$$G = \frac{1}{3}[1 + 2S - 3S(H - 1)] \quad (21)$$

$$B = \frac{1}{3}[1 - S + 3S(H - 1)] \quad (22)$$

Se  $2 < H \leq 3$ :

$$R = \frac{1}{3}[1 - S + 3S(H - 2)] \quad (23)$$

$$G = \frac{1}{3}(1 - S) \quad (24)$$

$$B = \frac{1}{3}[1 + 2S - 3S(H - 2)] \quad (25)$$

#### 4.6 - Fusão das Imagens Landsat/TM e Spot/Pan

O processo de fusão das imagens Spot-Pan e Landsat-TM, para este trabalho foram feitos de maneira clássica (Welch & Ehlers, 1987) e (Crosta, 1992), por rotação de cores  $RGB \Leftrightarrow IHS$ , e vice-versa, através do módulo colspace do IDRISI.

Após a transformação **IHS**, aplica-se ampliação linear de contraste somente nas bandas **I** e **H**, e o resultado será uma composição colorida de forte impacto visual.

Outra integração de dados normalmente utilizada, é com diferentes satélites ou dados de diferentes origens. A integração por **IHS** é feita pela substituição do canal intensidade para dados de outra origem, por exemplo, **I** calculada de 3 canais do satélite Spot/XS com dados do satélite RADAR, e Spot/XS com Spot/Pan.

Segundo Crosta (1992), o uso dessa técnica em sensoriamento remoto é para produzir composições coloridas com reduzida correlação interbandas, conseqüentemente com melhor utilização do espaço de cores, e para combinar diferentes tipos de imagens, ou mesmo imagens de natureza diferentes.

No caso do cruzamento das imagens Spot/Pan e Landsat/TM, o procedimento envolve calcular os componentes H, S e I a partir das três bandas selecionadas do TM. Aplica-se o aumento de contraste nos componentes H, S e na imagem Spot/Pan, substitui-se o componente I pela imagem Spot e aplica-se a transformação inversa **HSI**  $\Leftrightarrow$  **RGB**. Desse modo, obtém-se uma composição colorida com a resolução espectral correspondente às três bandas TM e a resolução espacial da imagem Spot/Pan (que é de 10m), (*op cit.*)

Subseqüentemente, os dados podem ser integrados usando uma das técnicas de fusão, como a rotação de cores (cromaticidade), e também através da técnica de seleção de bandas, especialmente se as imagens forem muito diferentes quanto a resolução espacial. O “*resampling*” de dados de pixels de baixa resolução espacial para uma imagem de alta resolução pode causar um grande bloqueio na aparência dos dados.

Um passo importante que terá influência sobre as etapas subseqüentes e pesará na qualidade do mapa temático final, é a seleção adequada das três bandas que serão associadas aos canais RGB (vermelho, verde e azul) para formar a composição colorida, Figura 57 a seguir:

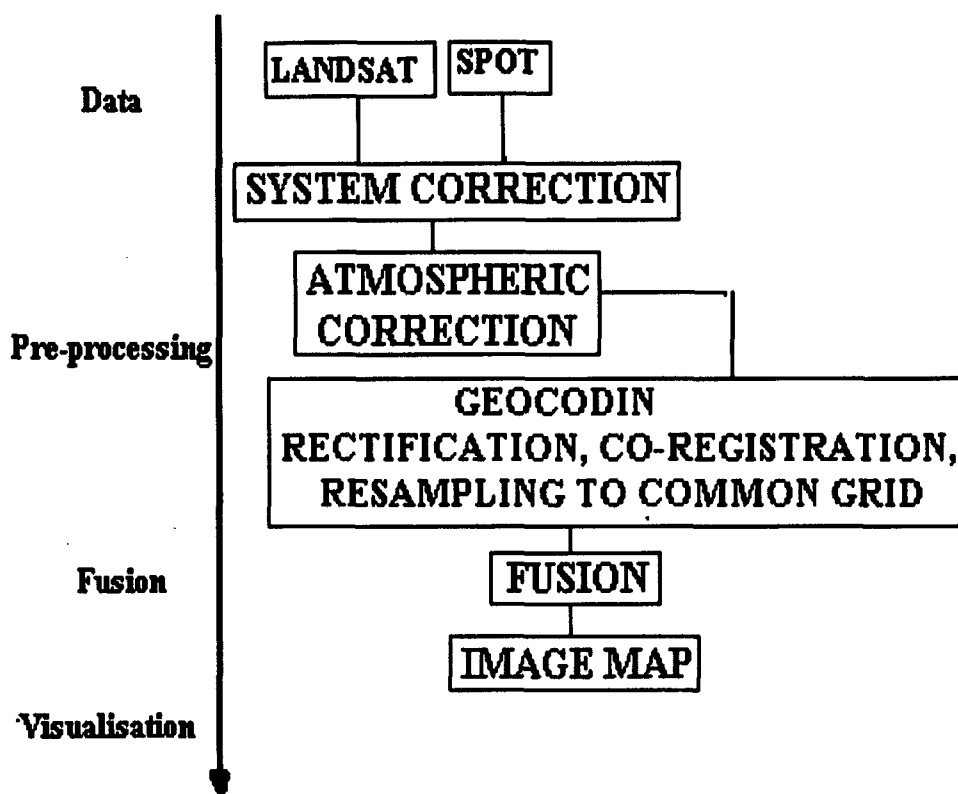


FIGURA 57: Esquema do processamento de pixels baseado na fusão das imagens Landsat/TM e Spot Pan.

Fonte: Welch & Ehlers,(1987). Adaptado por Lúcia P. Camargo.

Em várias aplicações de sensoriamento remoto é mais importante realçar certas informações espectrais da cena do que manter a fidelidade das cores dos objetos. Neste caso, pode-se escolher qualquer combinação de três bandas que melhor destaque as propriedades de interesse, não importando se as cores manterão similaridade com os padrões verdadeiros. É o caso por exemplo da clássica composição infravermelha falsa cor dos canais TM2, TM3 e TM4 (RGB) , onde a vegetação aparece na cor magenta.

#### 4.7 - Classificações Multiespectrais

A técnica de classificação de imagens é uma das mais utilizadas em sensoriamento remoto, auxiliada por computador.

O processo de classificação multiespectral consiste em atribuir cada pixel de uma imagem a um grupo e classes. Essa atribuição é feita com base em observações no pixel em si, e na sua vizinhança.

Embora, alguns procedimentos permitam incorporar informações acerca de características das imagens, como textura e contexto, a maior parte da classificação de imagens baseia-se exclusivamente na detecção de assinaturas espectrais, isto é, padrões de resposta espectral de classes de cobertura do solo.

Nesse método, as imagens de uma área são coletadas em diversas regiões do espectro eletromagnético e seus pixels apresentam-se coincidentes, (Figura 58) a seguir:

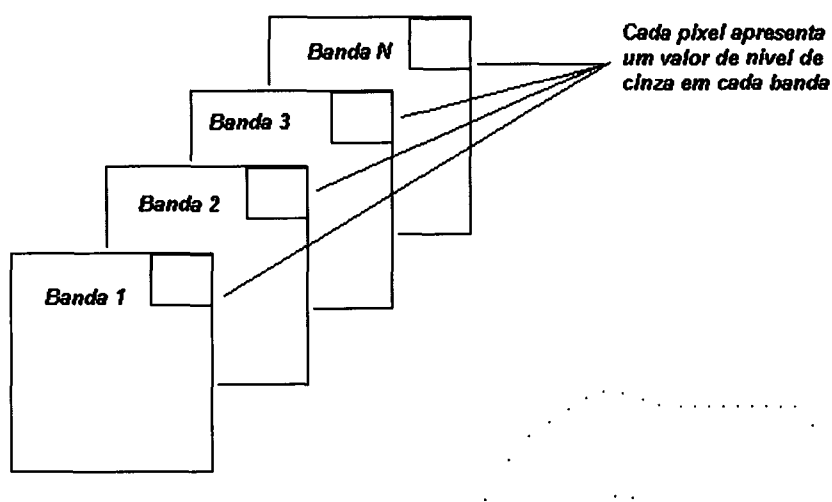


FIGURA 58: Conjunto de Bandas de uma Imagem obtida através de Sensoriamento Remoto.

Fonte: Lapolli, 1994

Podem ser distinguidas três fases sucessivas no processo de classificação digital. Na primeira fase, são geradas as estatísticas usadas para identificar as diversas classes. A segunda fase envolve a atribuição de pixels a uma das classes. A última fase apresenta os resultados.



A fase de atribuição tem ocupado o centro de atenção dos especialistas. Estratégias diferentes foram desenvolvidas para melhorar o desempenho dos classificadores, pela introdução de novos algoritmos ou pela incorporação de informações adicionais (Chuvieco e Congalton, 1988).

A classificação de imagem multiespectral consiste em atribuir cada pixel da imagem a uma das possíveis classes, através de uma regra de decisão, sendo cada um dos pixels representado por um vetor, cujos elementos correspondem aos valores dos níveis de cinza de cada banda.

Os métodos de classificação mais comuns na análise de imagens de sensoriamento remoto são: paralelepípedo, distância mínima e máxima verossimilhança, Crosta (1989).

Os métodos de classificação utilizados neste trabalho foram os de Classificação Supervisionada (maxlike do IDRISI), após explorar os dados obtidos através da Classificação Não Supervisionada.

#### **4.8- Métodos de Classificação Supervisionada**

A classificação de imagens pode ser dividida em supervisionada e não supervisionada, de acordo com a forma da classificação conduzida.

No processo de classificação, as maiores deficiências estão associadas à resolução do sensor e ao estabelecimento da regra de decisão adotada para designar os pixels à classe.

Segundo WALESKA (1998 -bibliografia SBSR/98), o primeiro conjunto de deficiências está diretamente relacionado com a aquisição dos dados. O segundo conjunto é afetado pela estrutura, premissas e hipóteses utilizadas no desenvolvimento do método de classificação a ser

empregado e diversos trabalhos tem sido produzidos com o intuito de sanar essas deficiências.

Após a integração dos dados Landsat e Spot, foram feitas as classificações não supervisionadas e supervisionada, através do módulo análise de agrupamento ou algoritmo de agrupamento, que determinam o agrupamento “natural” dos dados, considerando sua distribuição num espaço de atributos de N dimensões (canais). Portanto, cada grupo formado é, considerado como representativo da distribuição de probabilidade para uma classe “*cluster*”, do IDRISI.

No caso da classificação supervisionada, a tarefa consiste em detectar tipos específicos de cobertura do solo já conhecidos, enquanto que na classificação não supervisionada o analista busca definir todas as categorias de cobertura do solo existentes na imagem em certos níveis de generalizações.

O objetivo da classificação é particionar a imagem em classes definidas pelo usuário. Diversos métodos de classificação supervisionados têm sido adotados, como por exemplo, Máxima Verossimilhança (MAXVER) e Paralelepípedo. Cada um deles emprega uma lógica diferente para atribuir “pixels” a classe. Nesta classificação supervisionada são definidas áreas que serão usadas para treinamento do classificador, com base em imagens de grande contraste, a partir das quais se procura extrair assinaturas que caracterizem as classes. Um procedimento de classificação pode ser escolhido e aplicado à imagem (Eastman 1997). Entretanto, os procedimentos de classificação podem

não reconhecer o fato de que existe variação de refletância, isto é, não se inclui o fato de que algumas classes têm maior variação que outras. A normalização pode ser um modo de contornar tal problema.

As classificações usando o algoritmo de máxima verossimilhança são baseadas em probabilidades mas depende da qualidade e homogeneidade dos locais (pixels) usados como padrões para treinamento do sistema. Esse algoritmo parte do pressuposto que os níveis de cinza de cada classe seguem uma distribuição normal multivariada, (Barczak, 1998).

Supondo que as classes espectrais para uma imagem são representadas por  $c_j$ ,  $i=1,2,\dots,n$ , onde  $n$  é o número total de classes,  $p(c_j \div x)$  representa a probabilidade que o pixel pertença à classe  $c_j$ , dado o valor observado  $x$ . A classificação é realizada, atribuindo  $x$  à classe  $c_j$ , se:

$$p(c_j \div x) > p(c_i \div x) \text{ para todo } i \neq j \quad (26)$$

Considerando a definição de probabilidade condicional:

$$p(c_j \div x) = \frac{p(x, c_j)}{p(x)} = \frac{p(x \div c_j)p(c_j)}{p(x)} \quad (27)$$

Onde:  $p(c_j \div x)$  = probabilidade de encontrar o pixel  $x$ , dado que se encontra na classe  $c_j$

$p(c_j)$  = probabilidade que a classe  $c_j$  ocorra na imagem (definida como probabilidade à priori)

$p_x$  = probabilidade de encontrar um pixel de qualquer classe na posição  $x$

A regra de decisão torna-se:

$$x \in c_j \text{ se } \frac{p(x \div c_j) p(c_j)}{p(x)} > \frac{p(x \div c_i) p(c_i)}{p(x)} \text{ para todo } i \neq j \quad (28)$$

Os valores de  $p(x \div c_j)$  podem ser conhecidos através dos dados de treinamento e admite-se que  $p(c_j)$  seja também conhecido ou possa ser estimado a partir do conhecimento do analista.

Assumindo que as classes seguem o modelo normal multivariado, e considerando que estão sendo utilizadas  $N$  bandas, o valor de função de probabilidade  $p(x \div c_j)$  será dado por:

$$p(x/c_j) = (2\pi)^{-N/2} [\Sigma_j]^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - n_j)^t \Sigma_j^{-1} (x - n_j) \right\} \quad (29)$$

Onde  $n_j$  = vetor de médias dos dados da classe  $c_j$

$\Sigma_j$  = matriz de covariâncias dos dados da classe  $c_j$

$|\Sigma_j|$  = determinante da matriz de covariância  $\Sigma_j$

A função discriminante para o classificador de máxima verossimilhança será então:

$$f_j(x) = \ln \left\{ (2\pi)^{-N/2} |\Sigma_j|^{-1/2} \exp \left\{ -\frac{1}{2} (x - n_j)^t \Sigma_j^{-1} (x - n_j) \right\} \right\} + \ln p(c_j)$$

$$f_j(x) = \ln \left\{ (2\pi)^{-N/2} |\Sigma_j|^{-1/2} (x - n_j)^t \Sigma_j^{-1} (x - n_j) \right\} + \ln p(c_j) \quad (30)$$

Como o termo  $-N/2 \ln(2\pi)$  é constante para todas as classes tem-se:

$$f_j(x) = -\frac{1}{2} \ln |\Sigma_j| - \frac{1}{2} (x - n_j)^t \Sigma_j^{-1} (x - n_j) + \ln p(c_j) \quad (31)$$

#### 11.4.2- Métodos de Classificação Não Supervisionada

Em contraste com a classificação supervisionada, onde é informado ao sistema o caráter das assinaturas das classes de informações pelas quais estamos analisando, a Classificação Não Supervisionada não requer qualquer informação prévia sobre as classes de interesse.

A classificação não supervisionada, examina os dados e os divide nos agrupamentos espectrais naturais predominantes presentes na imagem. O especialista então identifica esses agrupamentos como classe de cobertura de solo, através de uma combinação de sua familiaridade com a região estudada e/ou através de levantamentos de verdade de campo. A lógica com a qual a classificação não supervisionada trabalha é conhecida no software IDRISI for Windows por “CLUSTER”, conforme já mencionado anteriormente.

É importante salientar, que os agrupamentos que a classificação não supervisionada produz, não são classes de informação, mas sim categorias espectrais, isto é, a classificação agrupa feições (pixels) com padrões de refletância similares.

Segundo Eastman (1997), a classificação não supervisionada está se tornando popular na manutenção de bases de dados de longo período para SIG. Dessa forma, os analistas de SIG com pouca familiaridade com o sensoriamento remoto podem através dos procedimentos desses sistemas de informações geográficas, executar classificações que satisfazem os padrões de exatidão típicos de mapas. Com procedimentos adequados esta ferramenta pode representar uma maneira rápida e eficaz de produzir dados confiáveis de cobertura de solo de forma contínua.

Lapolli, (1994) concluiu que, as imagens derivadas de sensoriamento remoto apresentam uma melhoria na sua precisão, quando técnicas supervisionadas e não supervisionadas são agrupadas, sendo



então denominadas de classificação híbrida. Neste método, a classificação não supervisionada é utilizada como base para a seleção de amostras de treinamento para realizar uma classificação supervisionada.

Nos métodos dessa classificação, a seleção do classificador ou da regra de decisão depende da natureza dos dados de entrada e das de saídas que se deseje. Entre os algoritmos de classificação não supervisionada mais utilizado, destaca-se o algoritmo de K-médias.

O algoritmo de K-médias, baseia-se no valor da distância euclidiana entre os pixels. Inicialmente, é feita uma partição, com os pixels sendo distribuídos em K grupos, e é calculada a distância entre cada pixel e a média de cada grupo.

Em seguida, é computado o erro, ou seja, o somatório dos quadrados das distâncias entre cada elemento e a média de seu grupo. Procura-se, então, minimizar o erro, mudando os pixels de grupo e computando as novas médias de grupo com as respectivas distâncias. A busca termina quando não se pode mais diminuir o erro pela movimentação dos pixels entre os grupos, (Crosta,1989).

Um primeiro mapa de utilização do solo em 13 classes, foi realizado pelo classificador por probabilidade máxima, isto é, máxima verossimilhança (maximum likelihood), módulo maxlike, usando os canais Landsat TM1, TM3, TM4, TM5 e TM7 reamostrados a 10 metros, e o canal Pan extraídos da imagem Spot.

Em seguida foi feita a classificação não supervisionada, realizada a em três etapas de acordo com o software IDRISI.

Ambigüidades podem originar-se de diferentes fontes. Embora exista uma variação entre os pixels, que poderão ter graus de refletância desde 0,0 (mínimo número de pixel) até 1,0 (máximo número de pixel) não há nenhuma ambigüidade quanto ao fato de que se trata da mesma planta. É uma única classe de vegetal, o problema é classificar distintos tipos de pixels do mesmo tipo de objeto.

As imagens obtidas por sensoriamento remoto fornecem informações sobre a refletância dos objetos da superfície terrestre, em

diversos comprimentos de onda da energia refletida por esses objetos. Um pixel que tenha a mesma refletância de certa classe, em todas as faixas de frequência, será classificado como pertencendo a essa classe, Barcsak (*op cit*).

Entretanto nada garante que se trate do mesmo tipo de objeto; pode tratar-se de distintos objetos com a mesma refletância em todas as frequências pesquisadas.

Partindo do fato de que os métodos de classificação mais comumente empregados baseiam-se unicamente na informação espectral, foram inseridas informações a priori, fundamentais da interpretação, derivadas dos aspectos da interpretação, como forma, textura, posição relativa e tamanho dos objetos na imagem, onde foi possível tornar as imagens temáticas resultantes mais apropriadas para análise de acordo com os objetivos deste trabalho.

#### **4.9 - Medidas de Índices de Precisão**

Ao término do processo de classificação de uma imagem digital obtida por sensoriamento remoto, é necessário ter-se uma medida de precisão dos resultados alcançados.

Tais medidas de precisão, são um procedimento vital no processo de classificação das imagens finais produzidas. Isto envolve a identificação de um conjunto de locais, denominados de amostras, que são checados no campo. As classes de cobertura e uso do solo identificadas no campo são então comparadas às que foram mapeadas na imagem para os mesmos locais. As avaliações estatísticas de exatidão poderão ser derivadas para a área de estudo inteira, assim como para as classes individuais.

A Matriz de Confusão, também denominada de Matriz de Erro, contém uma tabulação do número de pontos de amostragens encontrada em cada possível combinação de categoria (classes) classificada através

do classificador de máxima verossimilhança, efetuada a partir do módulo de ERRMAT do IDRISI.

Os números ao longo da diagonal de uma matriz de erros, representam índices, onde a categoria classificada coincide com o valor verdadeiro. Em outras palavras, os índices na diagonal da Matriz, representam a percentagem de “*pixels*” pertencentes à classe proposta, advindos da classificação supervisionada.

Os índices fora da diagonal quantificam os “*pixels*” identificados em classes diferentes, indicando, portanto, uma certa confusão entre as classes.

São chamados erros proporcionais e/ou erros de omissão, enquanto esses ao longo da extremidade da direita são chamados erros de comissão.

A análise destes dados não só permite conhecer as probabilidades de ocorrências dos “*pixels*” nas áreas amostrais, mas também, em quais classes eles ocorreram.

Os erros de omissão servem como base para julgar a eficiência ou não da classificação, e os erros de comissão, como meios para determinar como melhorar a classificação e assim, aumentar sua precisão, quando necessário, (Eastman, 1997).

A verificação quantitativa da Matriz de Confusão é geralmente necessária após a realização de uma inspeção geral das classificações para se detectar a natureza genérica dos erros presentes.

Como sugerem Gong e Howarth (1990) *in* Brites et al. (1998), um dos procedimentos que vem sendo usado para mensurar as classificações temáticas é o índice Kappa (K). Ele vem sendo recomendado como uma medida apropriada da exatidão por representar inteiramente a Matriz de Confusão

$$K = (p_o - p_c) \div (1 - p_c) \quad (32)$$

Onde: **p<sub>o</sub>** = proporção de unidades que concordam  
**p<sub>c</sub>** = proporção de unidades que concordam por casualidade  
**1** = probabilidade de concordância

De acordo com CAMPBELL (1987), a estimativa de Kappa (K) é a proporção de concordância do valor global para a percentagem correta (observado), ou seja, o somatório dos elementos presentes na diagonal da matriz dividido pelo total de elementos. Por esperado entende-se o valores calculados usando-se o total de cada linha e de cada coluna da matriz, designado pelo autor como marginais. Os produtos dos marginais de linhas pelos das colunas estimam o número de elementos de (pixels) assinalados para cada célula da matriz, dado que esses pixels sejam assinalados por chance a cada categoria:

$$K = (\text{observado} - \text{esperado}) \div (1 - \text{esperado}) \quad (33)$$

Com o objetivo de se mensurar a exatidão das classificações dos manguezais estudados neste trabalho, aplicou-se a metodologia descrita acima, o que tornou possível gerar a matriz de erro que possibilitando o cálculo dos índices de exatidão (Kappa).

O índice de Kappa vem sendo recomendado como uma medida apropriada da exatidão por representar inteiramente a Matriz de Confusão, permitindo o cálculo da exatidão global das classificações das imagens digitais.