

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL**

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BAÍA DA BABITONGA,
SANTA CATARINA, ATRAVÉS DO USO DE INDICADORES ECOLÓGICOS
(PARÂMETROS FOLIARES E PRODUTIVIDADE DE SERAPILHEIRA)**

MARIA CRISTINA MOREIRA DA SILVA

**FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA - BRASIL
JUNHO/2001**

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BAÍA DA BABITONGA, SANTA CATARINA, ATRAVÉS DO USO DE INDICADORES ECOLÓGICOS (PARÂMETROS FOLIARES E PRODUTIVIDADE DE SERAPILHEIRA)

MARIA CRISTINA MOREIRA DA SILVA

DISSERTAÇÃO APRESENTADA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: USO E PROTEÇÃO DE ECOSISTEMAS COSTEIROS

ORIENTADOR(A): PROF^a. DRA. CLARICE MARIA NEVES PANITZ

**FLORIANÓPOLIS
SANTA CATARINA - BRASIL
JUNHO/2001**



**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BAÍA DA BABITONGA,
SANTA CATARINA, ATRAVÉS DO USO DE INDICADORES ECOLÓGICOS
(PARÂMETROS FOLIARES E PRODUTIVIDADE DE SERAPILHEIRA)**

MARIA CRISTINA MOREIRA DA SILVA

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:



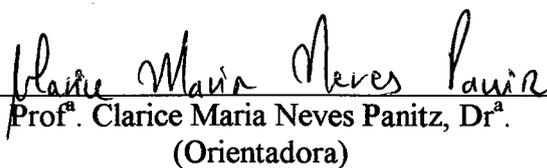
Prof. Eduardo Soriano Sierra, Dr.



Prof. Luiz Fernando Krieger Merico, Dr.



Prof. Flávio Rubens Lapolli, Dr.
(Coordenador)



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

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL
JUNHO/2001

Aos meus Pais,

Pedro Hilário da Silva

e

Maria Moreira da Silva

AGRADECIMENTOS

Primeiramente sou grata aos meus pais, Pedro e Maria, pelo apoio dado em todos os momentos de minha formação.

A orientadora e professora Clarice Maria Neves Panitz, pela orientação e responsabilidade profissional, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho.

A Fundação Municipal do Meio Ambiente – FUNDEMA. Ao Presidente Júlio Adelaido Serpa, à Diretora Técnica Sandra Regina Giesel e em especial ao Sr. Décio de Oliveira Cabral, pelo apoio e compreensão que foram necessários para a conclusão deste projeto.

Aos colegas da FUNDEMA: Fabiana Sehnem, Gilbeiro Gaia, Laércio Copanski, Gilson Kassulke Giampaolo B. Marchesini pelo auxílio prestado durante as coletas de material. Um agradecimento especial à Reginaldo A de Freitas, Adriano Stmamiglio, Lucélia Kamradt e Sérgio F. G. Diniz, pela elaboração dos mapas utilizados neste trabalho

A Simone Rabelo Cunha pelas diversas discussões técnicas que auxiliaram a elucidar algumas questões aqui desenvolvidas e a minha amiga Dalva Marques e Ana Maria Torres Rodrigues que em todos os momentos de execução deste trabalho, me entenderam e suportaram mesmo nas horas de maior angústia e mau humor.

Ao Joinville Iate Clube, na pessoa do Sr. Ivo Birckholz e Ivo Grawe, e a todos os funcionários, em especial ao marinheiro Nelson Damin, pelo apoio, dedicação e auxílio prestado para a realização das saídas de campo e coleta de material.

A todos que participaram direta ou indiretamente do meu trabalho, meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O presente estudo tem por objetivo realizar um diagnóstico da situação atual do manguezal da Baía da Babitonga, SC (26° 02' – 26°28'S e 48° 28' – 48°50'W), através da utilização dos indicadores ecológicos: área foliar, comprimento e largura das folhas e a produtividade da serapilheira das três espécies de mangue para identificar os efeitos dos principais tensores que incidem sobre este ecossistemas em diferentes condições ambientais (três estações).

A Baía da Babitonga com, aproximadamente, 7.267,7 ha é a terceira maior formação de águas marinhas interiores do litoral catarinense. É também o local de maior concentração de manguezais em Santa Catarina (85 km²). Devido às suas características físicas e cênicas, a Baía apresenta um largo potencial pesqueiro e turístico.

Estação I, no Palmital, foi escolhida como estação controle por apresentar o manguezal em bom estado de conservação, apesar da proximidade de áreas de intenso uso agrícola. Os tensores observados durante o período de março/99 à março/00: na Estação II, localizada na Ilha do Firmo Dias, Joinville, SC, foram a poluição orgânica (lixo e esgoto), assoreamento e corte de árvores; na Estação III, no Canal do Linguado, assoreamento do canal.

As espécies de mangue estudadas foram *Rhizophora mangle* Linn, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman e *Laguncularia racemosa* Gaerth. Para a quantificação da serapilheira foram utilizadas cestas coletoras (0,25 m²) distribuídas em três áreas distintas em função dos impactos diferenciados. Para a avaliação dos parâmetros foliares foram utilizadas 50 folhas de sol para cada uma das espécies de mangue coletadas em cada uma das estações.

A produção média diária da serapilheira total obtida foi de 1,20 gPSm⁻²dia⁻¹. Os resultados indicam que a maior produção corresponde a Estação I, com valor médio de 1,79 gPSm⁻²dia⁻¹. Os menores valores foram encontrados nas Estações II e III com uma produção média de 0,81 gPSm⁻²dia⁻¹ e 1,01 gPSm⁻²dia⁻¹, respectivamente. Em todas as estações a

Laguncularia racemosa apresentou relativa dominância (70%). O padrão de queda da serapilheira mostrou uma sazonalidade bem marcante.

As folhas de sol de *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana* apresentaram médias de comprimento e largura, respectivamente, de 11,9 e 5,0, 11,5 e 4,8, 11,0 e 3,7 cm (Estação I); 10,8 e 3,9, 10,0 e 3,0 10,3 e 3,4 cm (Estação II), 11,5 e 4,5, 11,7 e 4,7, 11,5 e 3,8 cm (Estação III). As áreas foliares de *R. mangle*, *L. racemosa* e *A. schaueriana* foram, respectivamente, na Estação I 29,74, 27,38 e 20,77 cm² e na Estação III 26,05, 27,29 e 21,76 cm² sendo os valores médios similares. A Estação II os valores médios foram menores (20,98, 14,83 e 17,77 cm²), como resposta da vegetação frente aos tensores antrópicos a qual está sujeita esta área (deposição de lixo, esgoto, assoreamento e corte de árvores).

Os dados obtidos são fundamentais, para o desenvolvimento de outros projetos, principalmente aos que se referem a recuperação de áreas degradadas, proporcionando subsídios para comparar o ambiente da Baía com outros ambientes semelhantes mais intensamente degradados. Apesar de sua riqueza e importância ecológica, a Baía de Babitonga vem sendo utilizada e impactada sem estratégias definidas de manejo, e poucos trabalhos tem sido feitos para estudar este ambiente a partir de um enfoque integrado. O conhecimento sobre aspectos funcionais dos mecanismos de controle da produção biológica deste ecossistema é essencial para o seu entendimento e gerenciamento.

Nesse sentido, o diagnóstico ambiental através do uso de indicadores ecológicos como parâmetros foliares e produtividade de serapilheira apresenta-se como ferramenta de auxílio à atual metodologia empregada para o gerenciamento ambiental (Agenda 21), complementando-a de maneira quantitativa e, conseqüentemente, fortalecendo suas bases para a tomada de decisões administrativas frente às principais questões sobre o uso dos ecossistemas.

ABSTRACT

The present study aims to make an environmental diagnosis of the Babitonga Bay mangrove in Santa Catarina State, Brazil (26° 02' - 26° 28'S and 48° 28' - 48° 15'W). It is based on ecological indicators: leaf area, leaf length, leaf width and litterfall productivity of three mangrove species. Besides that, the main ecosystem impacting effects will be identified including three study stations in different environmental conditions as well.

The Babitonga Bay is about 7,262.7 ha large and it is the third biggest formation of inland marine on the coast of Santa Catarina State and it has the biggest mangrove area (85 km²). It presents physical and scenic characteristics which are responsible for its great fishing and tourist potential.

The station I, located in Palmital River, was chosen as the control station because of its conservation, in spite of being close to intensive agricultural land use. In the station II, which is located in Firmo Dias Island in Joinville City, the organic pollution (garbage and sewage), the silt and the cut of trees from April/1999 to March/2000 were observed. In the station III, which is located in Linguado Channel, the silt was observed.

Rhizophora mangle Linn, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman and *Laguncularia racemosa* Gaerth were the mangrove species studied. To measure litterfall collect baskets (0.25 m²) distributed in three different areas due to different impacts were used. In order to evaluate the leaf parameters fifty sun leaves for each one of the three collected mangrove species in the three stations were used.

The medium daily production of the whole litterfall was 1.20 gDWm⁻² day⁻¹. The results indicate the biggest production is registered in the station I, with a medium value of 1.79gDWm⁻² day⁻¹, being followed by the stations II and III (0.81 gDWm⁻² day⁻¹ and 1.01 gDWm⁻² day⁻¹, respectively). *Laguncularia racemosa* had the largest dominance (70%). The standard of the litterfall showing a very strong seasoning was seen.

In the station I the sun leaves of *R. mangle*, *L. racemosa* and *A. schaueriana* had a medium length and width of 11.9 and 5.0; 11.5 and 4.8; 11.0 and 3.7cm, respectively. In the

station II they had a medium length and width of 10.8 and 3.9; 10.0 and 3.0; 10.3 and 3.4cm, respectively. In the station III they had a medium length and width of 11.5 and 4.5; 11.7 and 4.7; 11.5 and 3.8cm, respectively. The leaf areas of *R. mangle*, *L. racemosa* and *A schaueriana* in the station I were 29.74, 27.38 and 20.77cm². In the station III these areas were very similar to the station I: 26.05, 27.29 and 21.76 cm². In the station II the medium values were smaller (20,98, 14,83 and 17,77cm²) as there is a forest resilience towards the human impacts (garbage deposition, sewage, silt and tree cuts).

The obtained data are essential mainly to recover degraded areas and compare them with other similar projects and more intensively studied. In spite of its richness and ecological importance, the bay has been impacted with no definite management strategies and very little work has been done in order to study this environment from an integrated point of view. To understand and manage this ecosystem is essential to know more about its functional aspects of the biological productivity control mechanisms.

These ecological indicators (leaf parameters and litterfall productivity) offer a quantitative support to the environmental management methodology (Agenda 21) and lead to better administrative decisions about the main questions on ecosystem use.

SUMÁRIO

ÍNDICE DE FIGURAS	i
ÍNDICE DE FOTOS	iii
ÍNDICE DE TABELAS	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	6
3. REFERENCIAL TEÓRICO	7
3.1. Considerações sobre a Costa Brasileira	7
3.2. Considerações gerais sobre os manguezais	8
3.3. Considerações sobre o uso dos manguezais	12
3.3.1. Uso Pré-Histórico	12
3.3.2. Usos atuais	15
3.4. Considerações gerais sobre os indicadores ecológicos empregados neste trabalho	16
3.4.1. Produção Primária nos manguezais - Produção de Serapilheira	16
3.4.2. Parâmetros Foliare (área foliar e comprimento e largura das folhas)	18
3.5. Principais tensores que atuam sobre os manguezais	19
3.5.1. Alguns tipos de alterações ambientais ao longo do litoral brasileiro	22
4. MATERIAIS E MÉTODOS	25
4.1. Área de Estudo	25
4.2. Descrição do manguezal da Baía da Babitonga, S.C.	36
4.3. Descrição das áreas amostradas	38

4.3.1. Estação I (Área controle)	38
4.3.2. Estação II	39
4.3.3. Estação III	42
4.4. Indicadores Ecológicos	43
4.4.1. Produção de Serapilheira	43
4.4.2. Parâmetros Foliare (comprimento e largura do limbo e área foliar)	44
4.5. Parâmetros Ambientais	46
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1. Dados Ambientais	47
5.1.1. Fatores climatológicos	47
5.2. Variação espacial e interespecifica da produção de serapilheira	51
5.2.1. Produção anual	51
5.2.2. Produção diária	53
5.2.3. Contribuição das frações para a produção	58
5.2.4. Variação da produção de serapilheira entre as estações de estudo	61
5.2.5. Variação sazonal da produção de serapilheira e relação com fatores ambientais	67
5.3. Tensores x Produtividade	74
5.4. Parâmetros foliares	79
5.4.1. Relação comprimento e largura das folhas de <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia schaueriana</i> e <i>Laguncularia racemosa</i>	79
5.4.2. Medidas da área foliar das folhas de <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia schaueriana</i> e <i>Laguncularia racemosa</i>	87
5.4.5. Tensores x Parâmetros foliares	92

CONCLUSÕES	94
<u>Produção de Serapilheira</u>	94
<u>Parâmetros Foliares</u>	95
<u>Diagnóstico Ambiental do Manguezal da Baía da Babitonga, S.C.</u>	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	Mapa de Localização Geográfica da Baía da Babitonga, S.C. (26° 02' – 26° 28' S e 48° 28' – 48° 50' W)	02
Figura 02	Tipos fisiográficos de bosques, segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983)	09
Figura 03	Mapa de distribuição espacial dos Sambaquis de Joinville, S.C.	14
Figura 04	Imagem de Satélite da área de estudo da Baía da Babitonga, S.C. (26° 02' – 26° 28' S e 48° 28' – 48° 50' W)	26
Figura 05	Mapa da Baía da Babitonga, S.C., indicando a distribuição dos manguezais na região e as bacias hidrográficas contribuintes	29
Figura 06	Mapa de localização das indústrias no município de Joinville, S.C. (mais de 10 funcionários)	31
Figura 07	Área de abrangência da rede coletora de esgoto da CASAN, Joinville, S.C	33
Figura 08	Mapa da área de estudo com localização das estações na Baía da Babitonga, S. C.	37
Figura 09	Variação do formato do limbo de três espécies arbóreas de mangue – A: <i>Avicennia schaueriana</i> ; B: <i>Rhizophora mangle</i> e C: <i>Laguncularia racemosa</i>	45
Figura 10	(A) Variação da temperatura média mensal, mínima e máxima absoluta do ar, no período de março/99 a março/00; (B) Valores mensais para precipitação pluviométrica entre março/99 e março/00 (EM – UNIVILLE) – Baía da Babitonga, SC.	47
Figura 11	(A) Média mensal da umidade relativa do ar (%) (EM-UNIVILLE); (B) Salinidade (ppm) da água medida diariamente próximo as Estações I, II e III na Baía da Babitonga, S.C. (FATMA)	48
Figura 12	(A) Evaporação total na região no período de abril/00 a março/00; Nos meses de maio/99 a agosto/99 não houve medição, Joinville, S.C.; (B) Ventos na região no período de abril/00 a março/00, – Baía da Babitonga, S.C.	49
Figura 13	Dados mensais da máxima e mínima da maré média durante o período de amostragem, Baía da Babitonga, S.C.	50

Figura 14	Produção anual de serapilheira ($\text{gPSm}^{-2}\text{ano}^{-1}$) para cada espécie e produção total no manguezal da Baía da Babitonga, S.C; <i>As</i> = <i>Avicennia schaueriana</i> ; <i>Lr</i> = <i>Laguncularia racemosa</i> ; <i>Rm</i> = <i>Rhizophora mangle</i> .	52
Figura 15	Produção diária de serapilheira para cada espécie e total ($\text{gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) por linha e média para a estação, Baía da Babitonga, S.C.	65
Figura 16	Distribuição da produção de serapilheira por espécie e total com relação aos valores precipitação pluviométrica mensal para a região da Baía da Babitonga, S.C. no período de março de 1999 a março de 2000 (EM-UNIVILLE)	68
Figura 17	Precipitação pluviométrica entre março de 1999 e março de 2000 (EM-UNIVILLE) e evapotranspiração potencial calculada para dados do período pelo método de Thornthwaite & Mather (1957)	73
Figura 18	Relação entre a precipitação pluviométrica (mm) e a salinidade obtida nas estações I, II e III durante o período de março de 1999 à março de 2000 (EM-UNIVILLE/FATMA)	74
Figura 19	Mapa com a indicação das áreas de estudo e principais tensores na Baía da Babitonga, S. C.	75
Figura 20	Relação comprimento/largura de <i>Rhizophora mangle</i> . (A) Estação I; (B) Estação II; (C) Estação III, Baía da Babitonga, S.C.	82
Figura 21	Relação comprimento/largura de <i>Laguncularia racemosa</i> (A) Estação I, (B) Estação II, (C) Estação III, Baía da Babitonga, S.C.	83
Figura 22	Relação comprimento/largura de <i>Avicennia schaueriana</i> (A) Estação I, (B) Estação II, (C) Estação III., Baía da Babitonga, S.C.	84
Figura 23	Variação média para a área foliar de três espécies arbóreas típicas de manguezal nas áreas estudadas e seus respectivos tensores do manguezal da Baía da Babitonga, S.C.	89
Figura 24	Variação da área foliar de <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> e <i>Avicennia schaueriana</i> nas áreas estudadas do manguezal da Baía da Babitonga, S.C.	91
Figura 25	Proposta de zoneamento para o manguezal nas áreas de estudo na Baía da Babitonga, S. C.	102

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 01	Vista da Lagoa de Saguacu e Baía da Babitonga, Joinville, SC. A esquerda da Lagoa a área ocupada pela Fundação Tupy	30
Foto 02	Aspecto da vegetação na Estação I (área controle), no Rio Palmital – Baía da Babitonga, S.C.	38
Foto 03	Foto aérea (FUNDEMA, 1998) do Rio Palmital, Baía da Babitonga, SC, indicando a Estação I.	39
Foto 04	Aspecto da vegetação na Estação II no Canal do Linguado – Baía da Babitonga, S.C.	40
Foto 05	Bairro Espinheiros, Joinville, SC: Tubulação da rede pluvial, que serve também para a saída do esgoto <i>in natura</i> , que é lançado diretamente no canal Varador, chegando na Lagoa Varador, Baía da Babitonga, S.C.	41
Foto 06	Estação II – Lagoa do Varador, Baía da Babitonga, SC – Vista da margem com grande número de <i>Avicennia schaueriana</i> morta na Ilha do Firmo Días, S.C.	41
Foto 07	Aspecto da vegetação na Estação III no Canal do Linguado - Baía da Babitonga, S.C.	42
Foto 08	Cesta coletora de serapilheira	43
Foto 09	Bosque de mangue com franja de <i>Spartina alterniflora</i> – Estação II, Baía da Babitonga, SC	76
Foto 10	Vista do trecho de jusante do aterro Rodo-Ferrovário sobre o Canal do Linguado ligando o continente à Ilha de São Francisco do Sul, SC (Fonte ENGEVIX)	78
Foto11	Idem Foto 11: Vista para montante, notar o assoreamento próximo ao aterro ocasionado pelo barramento do canal (Fonte ENGEVIX)	79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 01	Laminas de água e áreas das bacias hidrográficas, Joinville, Santa Catarina	28
Tabela 02	Relação das principais indústrias contribuintes para a carga orgânica da bacia do Rio Cachoeira, Joinville (SC).	35
Tabela 03	Produção anual de serapilheira em diferentes manguezais no mundo (gPSm ⁻² ano ⁻¹)	53
Tabela 04	Produção de serapilheira (gPSm ⁻² dia ⁻¹) dos manguezais de U.S.A (Flórida), Porto Rico, Colômbia e Brasil (segundo Adaime, 1985)	55
Tabela 05	Produção média diária de serapilheira (gm ⁻² dia ⁻¹) por fração e total na Baía da Babitonga (SC). Lg = <i>Laguncularia racemosa</i> ; As = <i>Avicennia schaueriana</i> ; Rm = <i>Rhizophora mangle</i>	59
Tabela 06	Comparação da produção de serapilheira (Fração folha - peso seco) de vários manguezais. Lg = <i>Laguncularia racemosa</i> ; As = <i>Avicennia schaueriana</i> ; Ag = <i>Avicennia germinansi</i> ; Am = <i>Avicennia marina</i> ; Rm = <i>Rhizophora mangle</i>	60
Tabela 07	Produção de serapilheira diária de cada espécie (gPSm ⁻² dia ⁻¹) e porcentagem em cada estação e por linha na Baía da Babitonga (SC); As = <i>Avicennia schaueriana</i> ; Lr = <i>Laguncularia racemosa</i> ; Rm = <i>Rhizophora mangle</i>	62
Tabela 08	Produção média diária (total e frações) da serapilheira (gPSm ⁻² dia ⁻¹) nas estações de coleta na Baía da Babitonga (SC). Lg = <i>Laguncularia Racemosa</i> ; As = <i>Avicennia schaueriana</i> ; Rm = <i>Rhizophora mangle</i>	63
Tabela 09	Coefficiente de correlação (r ²) e probabilidade de correlação de serapilheira total para o manguezal da Baía da Babitonga, SC e fatores abióticos para o período de abril de 1999 a março de 2000	69
Tabela 10	Coefficiente de correlação (r ²) e probabilidade de correlação de serapilheira total de cada espécie nas Estações na Baía da Babitonga (SC) com os fatores abióticos para o período de março de 1999 a março de 2000.	70
Tabela 11	Valores máximos, mínimos e médias do comprimento (C) e largura (L) do limbo e desvio padrão das três espécies típicas do manguezal da Baía da Babitonga, SC	80

Tabela 12	Coeficiente de Correlação (r^2) para folhas das três espécies de mangue, em diferentes manguezais. Lr = <i>Laguncularia racemosa</i> ; As = <i>Avicennia schaueriana</i> ; Rm = <i>Rhizophora mangle</i>	86
Tabela 13	Valores comparativos médios da área foliar (cm^2) de <i>Rhizophora mangle</i> , <i>Avicennia schaueriana</i> e <i>Laguncularia racemosa</i> nos manguezais de Itacorubi (Panitz, 1993), Ratoles e de Palhoça (Sessegolo, 1997) e Baía da Babitonga (presente estudo)	88
Tabela 14	Valores comparativos médios da área foliar (cm^2) de <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Avicennia schaueriana</i> e <i>Rhizophora mangle</i> , nas Estações I, II e III no manguezal da Baía da Babitonga, SC	88
Tabela 15	Coeficiente de correlação (r^2) e probabilidade de correlação da área foliar das espécies de mangue nas Estações I, II e III na Baía da Babitonga, SC	89
Tabela 16	Ponto de ataque dos tensores nas Estações de Estudo II e III no manguezais da Baía da Babitonga (SC)	92

1. INTRODUÇÃO

As florestas de manguezais se distribuem ao longo dos 6.800 km da costa brasileira, ou seja, em 92% de seu comprimento total, alcançando do Oiapoque, Amapá, na latitude norte N 4°30' até a praia do Sonho, Laguna, S.C., latitude sul S. 28°53' (Schäeffler-Novelli, 1989). Há muitas estimativas para a área de cobertura dos manguezais no Brasil; a mais recente e mais acurada é dada por Lacerda *et al.* (1994), com uma estimativa de 1.38 milhões de hectares. O estado de Santa Catarina apresenta uma faixa litorânea de aproximadamente, 531 km de extensão, dos quais 94,67 km² (17,38%) são ocupados por manguezais (Panitz, 1993).

O limite latitudinal para espécies vegetais típicas de manguezal ocorre no litoral de Santa Catarina, aos 27°30'S para *Rhizophora mangle* Linn e aos 28°30'S para *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman e *Laguncularia racemosa* Gaerth. No Estado de Santa Catarina calcula-se que os manguezais ocupam, 21,73% da costa, estando situados entre as cidades de São Francisco do Sul e Laguna (Sierra de Ledo & Soriano-Sierra, 1985). Em latitudes superiores as baixas temperatura no inverno e grande amplitude térmica inibem o crescimento de espécies típicas de manguezais, privilegiando as marismas (Schäeffler-Novelli *et al.*, 1990).

O complexo estuarino da Baía da Babitonga (26° 02' – 26°28'S e 48° 28' – 48°50'W, Figura 1) situado no litoral norte de Santa Catarina, representa o maior estuário do Estado, banhando os municípios de Araquari, Barra do Sul, São Francisco do Sul, Garuva e Joinville. Com o fechamento do canal Linguado (1936) a Baía da Babitonga foi dividida em dois estuários: a porção sul, possui menor dimensão hidrodinâmica; a porção norte é bem maior, tendo seu corpo de água principal, cerca de 167 km² e apresentando em torno de 83 ilhas (UNIVALI -FACIMAR, 1994).

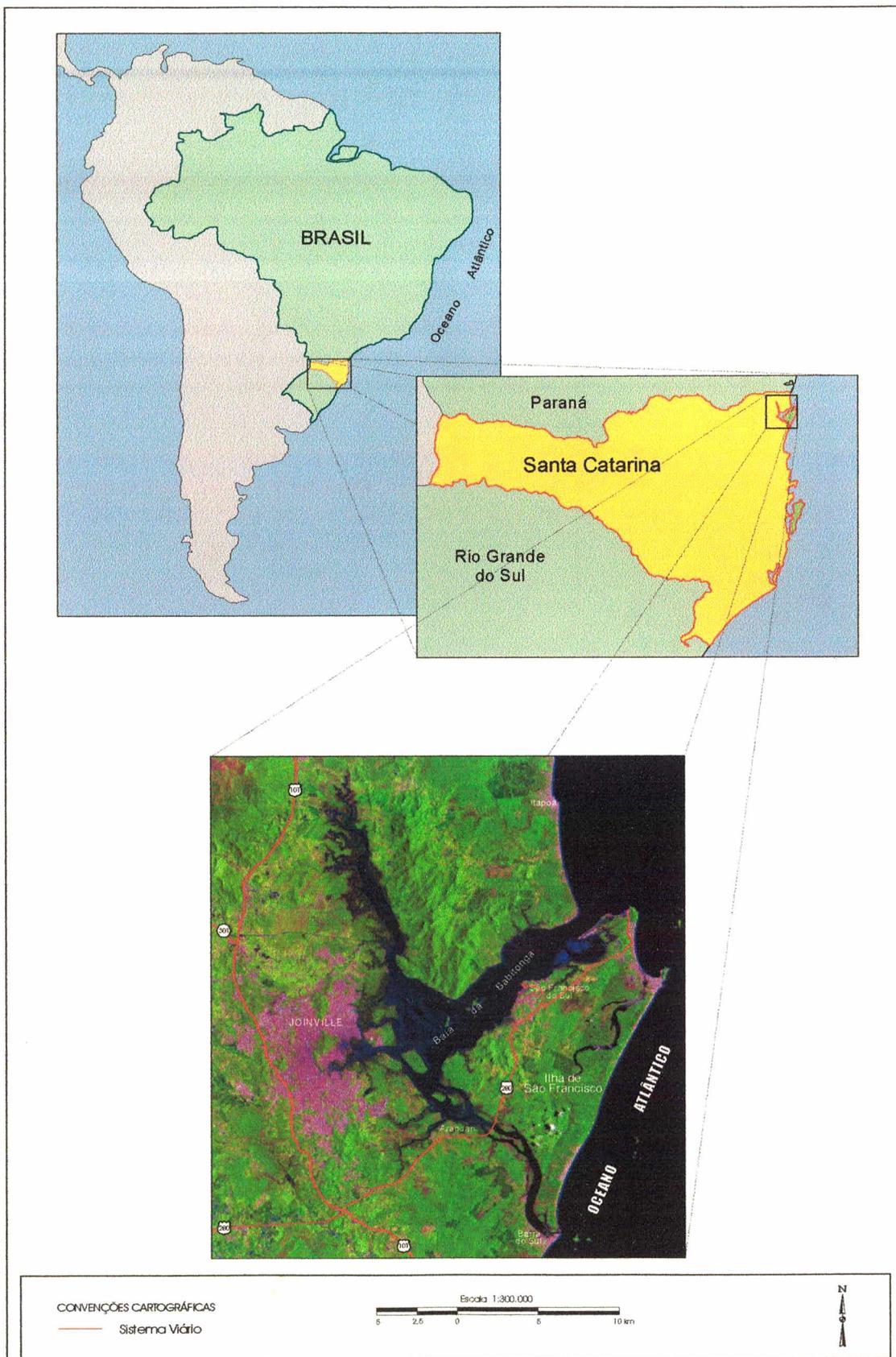


Figura 1: Mapa de localização geográfica da Baía da Babitonga, Santa Catarina ($26^{\circ} 02' 26^{\circ}28'S$ e $48^{\circ} 28' 48^{\circ}50'W$)

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Sec. da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville, com base no Mapa de Localização do Atlas Ambiental da Região de Joinville, SC - Complexo Hídrico da Baía da Babitonga.

A Baía da Babitonga e rios que nela deságuam, pelo seu “porte” e importância para o desenvolvimento urbano e industrial, necessita de um plano de gerenciamento que permita fazer previsões, tanto de dispersão hidráulica, quanto no que diz respeito as condições de dispersão de poluentes e de transporte de material por suspensão e arraste devido a erosões. O Plano de Gerenciamento poderá ser utilizado: primeiramente para subsidiar decisões que revertam as condições de degradação da Baía e, posteriormente, para definir condições de instalação de complexos urbanos e industriais (Fundação Municipal do Meio Ambiente/Joinville, SC - FUNDEMA/UNITERMO Nº 75, 1991).

As principais atividades desenvolvidas na Baía da Babitonga são: atividades portuárias, pesca (artesanal e industrial) e atividades recreativas (esportes náuticos); o que confere a este sistema uma importância sócio-econômica significativa. Seu corpo hídrico é o principal receptor dos rios que banham um grande pólo industrial e urbano, representado pela cidade de Joinville, e importantes áreas agrícolas. Segundo levantamentos realizados pela Assessoria Especial do Litoral da Fundação do Meio Ambiente - FATMA (1990), estes rios recebem efluentes industriais e urbanos não tratados, comprometendo a qualidade das águas da Baía e, conseqüentemente, algumas das atividades nela desenvolvidas. Além disso, a contaminação das águas pode prejudicar o funcionamento do ecossistema em questão.

A Agenda 21 Municipal constitui-se no principal instrumento para a implantação de uma política de desenvolvimento sustentável para o Município de Joinville, onde estão sendo sugeridos programas que buscam recuperar danos ambientais, além de aproveitar as potencialidades encontradas na região. A Baía da Babitonga tem condições de transformar-se em uma grande produtora de mexilhões. Com a utilização de apenas 10% da área da Baía para maricultura, abririam-se 700 campos de cultivo, proporcionando 3.500 postos de trabalho diretos, com uma produção estimada de 21.000 ton/anos (EPAGRI, Agenda 21, 1997).

A pesca na Baía da Babitonga, S.C. e seu entorno é a principal fonte de renda para 1.400 famílias da região registrados nas colônias de pescadores (EPAGRI, Agenda 21, 1997). Porém, apesar de sua riqueza e importância ecológica, a Baía, vem sendo utilizada e impactada sem estratégias definidas de manejo e, poucos trabalhos tem sido feitos para

estudar este ambiente a partir de um enfoque integrado. O conhecimento sobre aspectos funcionais dos mecanismos de controle da produção biológica deste ecossistema é essencial para o seu entendimento e gerenciamento (Agenda 21/Joinville, 1998).

Dentre os objetivos fundamentais do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), que possibilita atingir as metas propostas, destaca-se o desenvolvimento sistemático do diagnóstico da qualidade ambiental da zona costeira identificando suas potencialidades, vulnerabilidades e tendências predominantes (MMA-GERCO, <http://www.mma.gov.br>).

O manguezal responde aos diferentes tensores com alterações nas suas características estruturais e funcionais e, através de um diagnóstico ambiental da área, é possível medir o desenvolvimento e a relação dos processos produtivos com o meio ambiente. Isto pode ser realizado através do uso de indicadores ecológicos como a produção de serapilheira¹, características estruturais e fitossociológicas, parâmetros foliares, grau de herbívora que são empregados para se avaliar as condições no período considerado (Panitz, 1993). Cintrón (1987) relata que 10% da serrapilheira é transformada em proteína animal. Sendo a pesca do camarão uma das atividades econômicas mais importantes no litoral brasileiro. Alguns pesquisadores mostram correlação significativa entre o rendimento comercial da pesca desse crustáceo, por hectare de manguezal, com a latitude.

O diagnóstico ambiental, de acordo com Tauk *et al.* (1991) tem por objetivo a identificação do quadro físico, biótico e antrópico de uma dada região, através de seus fatores ambientais constituintes, definidos como indicadores. Os indicadores ecológicos são utilizados para se obter uma visão da qualidade ambiental e dos recursos naturais, as tendências de desenvolvimento e as respostas e progressos em direção a um desenvolvimento sustentável (Merico, 1995).

O desenvolvimento sustentável é o resultado de muitas ações interligadas e complementares, como por exemplo, medidas que limitam a pesca na época da desova para

¹ Serapilheira consiste, por definição, no material vegetal (estruturas reprodutivas e vegetativas) que cai das árvores devido a senescência ou estresse, ou por fatores mecânicos, como vento e chuva, ou ainda por uma combinação destes fatores (Brown, 19884)

garantir a preservação das espécies e a renovação deste recurso, trabalhando a conscientização da população residente, além de estudos de alternativas viáveis econômicas e ecologicamente, trazendo melhorias nas condições de vida da comunidade.

A necessidade emergencial de ações administrativas neste ecossistema mostra o quanto é importante seu estudo sob um enfoque funcional e integrado. Neste sentido, o diagnóstico ambiental, realizado através dos referidos indicadores apresenta-se como uma ferramenta de auxílio ao gerenciamento ambiental, complementando-o de maneira quantitativa, fortalecendo suas bases para a tomada de decisões administrativas frente às principais questões sobre o uso dos ecossistemas.

Cada vez mais o homem se sente forçado a adaptar a zona costeira as suas necessidades gerando conflitos de uso. Uma vez que esta região é a fronteira que separa o oceano e o continente, qualquer intervenção nesse ecossistema deve ser efetuado com técnica e conhecimento. O Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental tem como um dos seus objetivos capacitar profissionais que buscam alternativas para o desenvolvimento sustentável. Uma das áreas de concentração é o uso e proteção de ecossistemas costeiros e que neste estudo propõe realizar um diagnóstico ambiental através do uso de indicadores ecológicos no manguezal da Baía da Babitonga que é um ecossistema costeiro

O diagnóstico oferece subsídios que permitirão elaborar planos de gerenciamento, com o intuito de conservar e recuperar as condições ambientais do ecossistema estuarino da Baía da Babitonga, objetivando seu manejo sustentável, levando em consideração os aspectos históricos, culturais, econômicos, sociais e ecológicos.

2. OBJETIVO GERAL

- ⇒ Realizar um diagnóstico ambiental do ecossistema do manguezal da Baía da Babitonga, Santa Catarina, através de indicadores ecológicos, obtendo informações básicas para a compreensão do funcionamento dos seus processos ecológicos, a fim de subsidiar ações para recuperação, manejo, manutenção, gerenciamento e planejamento ambiental da região.

2.1. Objetivos específicos

- ⇒ Avaliar a produção primária dos manguezais da Baía da Babitonga através da quantificação da serapilheira, em três diferentes áreas;
- ⇒ Acompanhar a dinâmica sazonal da serapilheira em três diferentes áreas da Baía, em função das variáveis ambientais (maré, hidrodinâmica, salinidade, temperatura do ar, pluviosidade, umidade relativa do ar);
- ⇒ Avaliar a produtividade primária dos manguezais da Baía através da produção da serapilheira em condições distintas em relação aos diferentes tensores;
- ⇒ Identificar as respostas das ações dos tensores, previamente definidos (hidrodinâmica e poluição), induzidos sobre os manguezais, através da utilização dos seguintes indicadores ecológicos: área foliar, comprimento e largura da folha e produção de serapilheira.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Considerações sobre a Costa Brasileira

No Brasil, as características complexas da Zona Costeira são acentuadas pela sua imensa extensão, de cerca de 500 km ao longo de sua linha de litoral. Numa estreita faixa terrestre da zona costeira se concentre aproximadamente um quarto da população brasileira resultando numa densidade demográfica de cerca de 87 hab./km², índice cinco vezes superior à média do território nacional (MMA-GERCO, <http://www.mma.gov.br>).

O Plano de Gerenciamento Costeiro (PNGC) é uma exigência da Constituição Estadual de 1989, com o objetivo de orientar a utilização racional dos recursos naturais na Zona Costeira, de forma a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico e cultural (Sostisso, 1996).

A dinâmica econômica, social e ambiental presentes na zona costeira geram conflitos de interesses e necessidades entre os diferentes segmentos da sociedade, cuja compreensão e avaliação subsidia as devidas ações de planejamento. A zona costeira catarinense, de acordo com informações fornecidas pelo GERCO/SC, abrange 34 municípios litorâneos, ou que fazem parte de complexos lagunares, agrupados nos setores sul (São João do Sul, Passo de Torres, Sombrio, Santa Rosa do Sul, Araranguá, Içara, Jaguaruna, Laguna, Imaruí, Imbituba, Garopaba e Paulo Lopes), Centro (Palhoça, Florianópolis, São José, Biguaçu, Governador Celso Ramos, Tijuca, Porto Belo e Bombinhas) e Norte (Itapema, Camboriú, Balneário Camboriú, Itajaí, Navegantes, Penha, Piçarras, Barra Velha, Araquari, Balneário Barra do Sul, Joinville, São Francisco do Sul, Itapoá e Garuva), totalizando 1.544.803 habitantes em 9.250 Km² de área (Rocha & Lopes, 1996).

Confirmando a tendência mundial de uma maior densidade populacional na zona costeira, o estado de Santa Catarina apresenta 32,5% de sua população residente nos

municípios costeiros que corresponde à apenas 9,7% da área total do estado (PNUMA, 1995).

3.3. Considerações gerais sobre os manguezais

O manguezal é um sistema ecológico costeiro tropical, dominado por espécies vegetais típicas, às quais se associam outros componentes da flora e da fauna, microscópicos e macroscópicos, adaptados a um substrato periodicamente inundado pelas marés, com grandes variações de salinidade. Os limites verticais do manguezal no médio litoral, são estabelecidos pelo nível médio das preamares de quadratura e pelo nível das preamares de sizígia (Maciel, 1991).

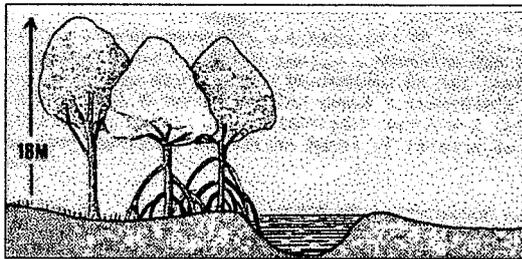
Os ecossistemas de manguezal, geralmente, estão associados às margens de baías, enseadas, barras, desembocaduras de rios, lagunas e reentrâncias costeiras, onde haja encontro de águas de rios com a do mar, ou diretamente expostos à linha da costa. São sistemas funcionalmente complexos, altamente resilientes e resistentes e, portanto, estáveis. A cobertura vegetal, ao contrário do que acontece nas praias arenosas e nas dunas, se instala em substratos de vasa de formação recente, de pequena declividade, sob a ação diária das marés de água salgada ou, pelo menos, salobra sizígia (Maciel, *op cit.* 1991).

O manguezal pode ser tratado como um recurso renovável, porém finito, quando se considera a produção natural de mel, ostras, caranguejos, camarões, siris e mariscos, além das oportunidades recreacionais, científicas e educacionais. Por outro lado, o manguezal também pode ser considerado como um recurso não-renovável, quando o espaço que ele ocupa é substituído por prédios, atracadouros, residências, portos, marinas, aeroportos, rodovias, salinas, aquícultura, etc. Há ainda, entre estas duas categorias outras, que condenam os manguezais a receptáculos de despejos de efluentes líquidos, disposição de resíduos sólidos ou ao extrativismo de produtos florestais (Schäeffler-Novelli, 1995).

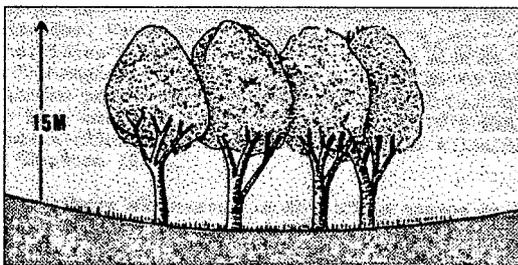
Os manguezais têm um papel na economia das regiões tropicais, pois, fornecem bens e serviços para as populações humanas. Estes incluem proteção e estabilização da linha de costa, berçário para uma variedade de moluscos, crustáceos e peixes, economicamente importantes e fonte de produtos importantes para as populações costeiras.

na forma de madeira, produtos químicos e medicinais, transporte, enriquecimento das águas costeiras por nutrientes e um meio para as várias atividades de aquacultura (Panitz, 1986; Pereira, 1993; Schaeffer-Novelli, 1995).

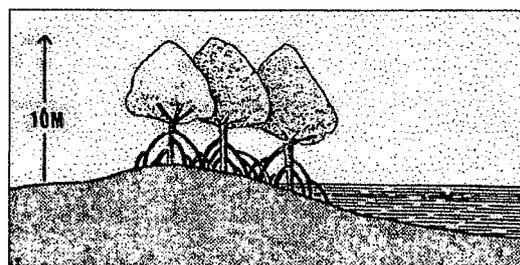
De acordo com as suas características estruturais e funcionais, os manguezais foram classificados, segundo Lugo & Snedaker (1974) em seis tipos fisiográficos: bosques de franja, ribeirinho, ilhote, bacia, rede e anão. Esta classificação foi amplamente empregada na caracterização dos manguezais, tendo sido modificada por Cintrón- Schaeffer-Novelli, (1983), passando a três categorias de manguezais: bosques de franja, ribeirinho e bacia (Figura 2).



Bosque ribeirinho



Bosque de bacia



Bosque de franja

Figura 2: Tipos Fisiográficos de Bosques de Mangue, segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983.

De acordo com os registros obtidos na literatura científica, os bosques ribeirinhos são os que apresentam as taxas mais altas de produção, seguidos por bosques de franja e bacia. Os bosques ribeirinhos se desenvolvem ao longo das margens de rios e em lagunas, neste ambiente os fluxos de água são intensos e as águas são ricas em nutrientes e ambos os fatores conduzem a um alto grau de desenvolvimento da vegetação. Os bosques de franja desenvolvem-se ao longo das margens protegidas, a sua estrutura depende da quantidade de nutrientes contidos nas águas que banham. Os bosques banhados por águas oligotróficas são menos desenvolvidos que aqueles dentro de lagunas costeiras onde prevalecem concentrações mais elevadas de nutrientes. Os bosques de bacia se estabelecem nas partes mais interiores, detrás dos bosques ribeirinhos e dos de franja. São áreas de pouco relevo onde a renovação das águas ocorrem muito mais lentamente, sendo o movimento das mesmas estacional e difícil de detectar (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1983; Snedaker & Getter, 1985).

Tais ambientes possuem características hidrodinâmica complexas, porém, caracterizam-se em geral por índices de baixa energia que permitem a deposição de partículas finas que dão origem a um substrato que oferece excelentes condições de desenvolvimento das plântulas de mangue, em razão da inexistência de correntes que possam reativar a suspensão de partículas finas (Mackey & Smail, 1995).

Composto por plantas lenhosas, as quais se associam outros componentes vegetais e uma fauna altamente adaptada a suas condições especiais, os bosques de mangue apresentam grande variabilidade quanto ao seu desenvolvimento estrutural, que parece ser controlado principalmente por concentrações de nutrientes, amplitude e frequência das inundações das marés, índice pluviométrico e intensidade de evaporação. Esses fatores atuam como subsídios energéticos ou fontes de energia influenciando na fisionomia da vegetação (Lacerda, 1997).

Com relação à vegetação predominam espécies arbustivas e pequenas árvores como *Rhizophora mangle* (mangue vermelho), *Avicennia schaueriana* (mangue preto ou siriúba) e *Laguncularia racemosa* (mangue branco ou sapateiro), com a ocorrência de *Acrosticum aureum* Linn (samambaia-do-mangue) e *Hibiscus pernambucensis* Cam (algodoeiro-da-praia) na zona de limite com a restinga e ocorrência de *Spartina alterniflora* Loisel (capim praturá) em bancos de maré ou formando franjas frontais ao manguezal. Os troncos das

árvores presentes em manguezais, assim como raízes de escora, pneumatóforos, e sedimento, encontram-se freqüentemente recobertos por comunidades de macroalgas, compostas principalmente pela *Bostrychia radicans* Montagne (POR, 1994).

Os manguezais caracterizam-se por apresentar uma fauna pobre, com número muito reduzido de espécies. A fauna dos arredores, entretanto pode eventualmente, visitar a região, daí encontrar-se um número muito grande de indivíduos, entre os quais as formas brancas das aves marinhas e palustres e uma quantidade enorme de peixes. Uma característica da fauna do manguezal é a presença marcante de crustáceos decápodos, que constroem buracos espalhados entre troncos e raízes respiratórias da vegetação própria desse meio. A espécie *Ucides cordatus* Lineu constitui um exemplo deste animal. Outros porém, tornaram-se arborícolas vivendo nos troncos e galhos, e vegetarianos na alimentação, constitui exemplo o gênero *Aratus* (POR, 1994).

A elevada produtividade dos sistemas estuarinos, assim como sua natureza de ambiente aquático e com livre ligação com mar aberto, favorecem intensas e múltiplas atividades humanas nestes ambientes, como assentamentos urbanos, atividades portuárias, industriais, de lazer e turismo. As regiões costeiras abrigam mais de 60% da população mundial, sendo que um terço das cidades com populações superiores a 2,5 milhões de habitantes se encontram em áreas estuarinas (IUCN, PNUMA, WWF, 1992). Estas características de ocupação e exploração acarretam níveis significativos de degradação ambiental, inclusive para os manguezais, que são sujeitos a aterros para ocupação urbana, retirada de madeira e modificação do fluxo de água (construção de canais, barragens, aterros).

As áreas protegidas ao longo da costa que fornecem abrigo e alimento farto, foram as que serviram de ponto de partida para a ocupação dos europeus com seus primeiros núcleos de colonizadores. Coincidentemente, propiciavam aos recém chegados a mesma proteção exigida pelos manguezais para seu desenvolvimento. E assim, enquanto se expandiam os povoados, se reduziam as áreas de manguezal, primeiramente com uma taxa pouco pronunciada (de 1500 a 1900) e, depois de forma avassaladora, provocando alterações por vezes irreversíveis (Schäffer-Novelli, 1989).

3.3. Considerações sobre o uso dos manguezais

3.3.1. Uso Pré-Histórico

Sambaquis datados de 7.000 a 10.000 anos B.P. contendo restos de conchas de bivalves, carapaças de crustáceos e espinhas de peixes, comprovam as evidências de que os primeiros americanos já se utilizavam dos recursos dos manguezais, marismas e estuários para sua sobrevivência. O comportamento semi-nômade daqueles grupos de caçadores e coletores, bem como seu comportamento social, garantiu o uso eficiente dos recursos disponíveis através dos tempos (Figutti, 1993). Quando a esquadra de Cabral aportou na Terra do Brasil estima-se que houvesse menos de 4 milhões de indígenas, em sua maioria ocupando as várzeas dos rios, as florestas e os manguezais da planícies costeiras (Schäeffler-Novelli & Cintrón-Molero, *in press a*).

No Brasil, o aparecimento dos manguezais se faz sobre as superfícies holocênicas resultantes dos últimos episódios representativos transgressivo/regressivo do mar sobre o continente. Superfícies geológicas, relativamente, jovens em geral desenvolvidas no bordos de terraços pleistocênicos de nível mais alto, destacam sedimentos recentes frequentemente inundados pelas marés atuais. Integradas aos sistemas fluviais estuarinos e lacunares. Desse modo as formações sedimentares holocênicas recebem em seu conteúdo volumes de matéria orgânica e argilosa minerais finos depositados a partir de suspensões que floculam e aderem às partículas arenosas do terraço (Beltrão, 1976).

Os registro pré-colombianos, no Brasil, são de 3.500 a 2.000 anos AP, quando depósitos de conchas e ossos de peixes foram se acumulando em montes pelas populações nômades de pescadores e coletores de conchas. Nas planícies costeiras da região sudeste do Brasil se erguem eloqüentes testemunhos da presença humana no período que antecede a Colonização. Tratam-se dos “sambaquis”, estruturas coliformes de dimensões variadas, cujo sedimento apresenta mais de 80% de seu conteúdo composto por conchas de moluscos bivalves (Beltrão, 1976).

Sítios arqueológicos associados a ambientes de manguezais em Santa Catarina evidenciam a exploração deste sistema há mais de 5.000 anos (Tenório, 1996). Os Pré

Colombianos utilizavam os manguezais para diversos fins, incluindo madeira e produção de energia. Estas populações começaram a utilizar os manguezais durante o período de transição dos hábitos nômades para os fixos, entre 9.000 a 3.000 anos AP (Alvarez-León, 1993).

Bandeira (1997) faz referência a 144 sítios arqueológicos no Litoral Norte de Santa Catarina, que incluem os municípios de Joinville, São Francisco do Sul, Itapoá, Barra do Sul e Araquari, todos beiram a Baía da Babitonga. Em Joinville estão catalogados 42 sítios arqueológicos (Figura 3).

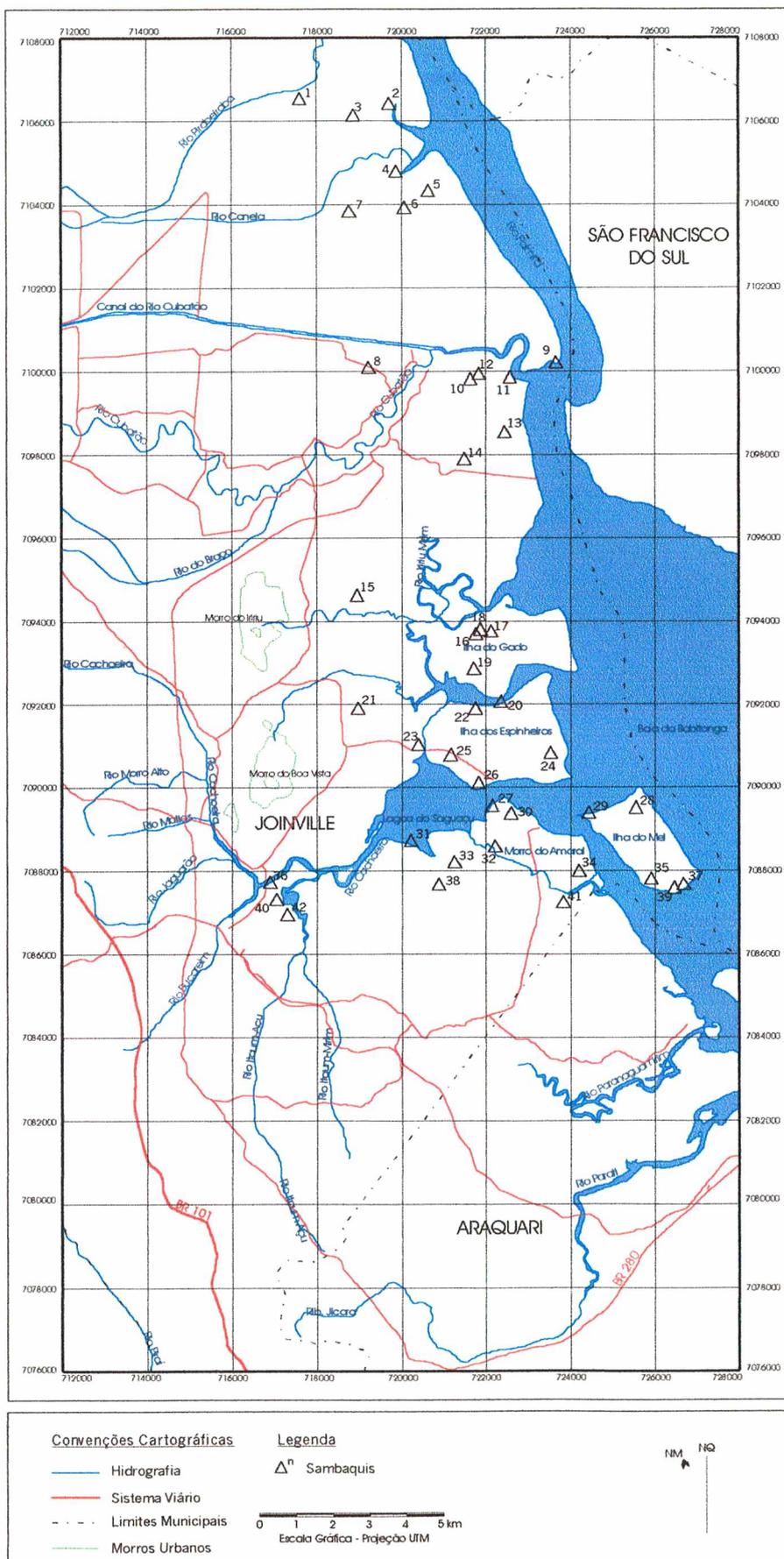


FIGURA 3: MAPA DA DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS SAMBAQUIS DE JOINVILLE, S.C.
 FONTE: MAPA EDITADO NO LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO E SENSORIAMENTO REMOTO DA SECRETARIA DA AGRICULTURA E MEIO AMBIENTE DE JOINVILLE, S.C. - ABRIL/2000

3.3.2. Usos atuais

Segundo Diegues (1991) os manguezais foram utilizados pelas populações indígenas antes da chegada dos colonizadores europeus como atestam os montes de ostras retiradas das raízes de mangue. No período colonial, além de fonte de alimento (peixes e crustáceos), o mangue era utilizado para retirada de madeira de lenha e tanino para curtumes.

Já no século XVIII a extração de madeira de mangue era tamanha, particularmente no Nordeste onde era usada como lenha para as usinas de açúcar, que o Rei D. José em Alvará com força de lei datado de 1760 proíbe o corte, reservando a vegetação para extração do tanino para os curtumes da metrópole. (FEEMA, 1979).

Até as primeiras décadas do século XX, as áreas de manguezal eram exploradas de forma pouco intensa para a pesca, construção de "viveiros" de peixes (aquicultura extensiva) em áreas estuarinas, pesca esportiva, "caiçaras" (galhos de mangue usados para construção de habitats para peixes) e retirada de material para construção de casas e cercos. No Nordeste, especialmente no Rio Grande do Norte, áreas de mangue começaram a ser utilizadas para construção de salinas. Com exceção dessa última atividade (salinas), as áreas de mangue ainda hoje são utilizadas por comunidades de pescadores e extrativistas que delas dependem para sua sobrevivência (Diegues, 1991).

A partir da década de 50, as áreas estuarinas e de mangue começaram a ter uma utilização intensa para fins de implantação de indústrias e expansão imobiliária. Os manguezais foram cortados para implantação de pólos industriais e minero-metalúrgicos. Nesses empreendimentos não houve somente a degradação de um dos ecossistema mais produtivos da biosfera, mas um empobrecimento ainda maior das populações tradicionais que dependem dele para sobreviver (Diegues, 1991)."

3.4. Considerações gerais sobre os indicadores ecológicos empregados neste trabalho

3.4.1. Produção Primária nos manguezais - Produção de Serapilheira

A serapilheira que consiste em estruturas vegetativas e reprodutivas, representa uma fração da produção primária que pode ser acumulada no sedimento da flores, remineralizada através da decomposição consumida por organismos residentes ou migratórios, ou ainda exportada (Brogim, 1995).

Um dos indicadores mais importantes do estado fisiológico de um bosque, é a produção primária, uma parte dela representada pela produção de serapilheira. Este parâmetro devido a sua relativa facilidade de registro, tem sido amplamente utilizado para avaliar a produtividade dos manguezais. O estudo de produção de serapilheira é um instrumento valioso para os estudos de diagnose e de avaliação dos impactos naturais ou decorrentes das atividades humanas, permitindo a comparação de ecossistemas através de parâmetros quantitativos de seu funcionamento (Hinkel & Panitz, 1999).

Golley *et al.* (1962) foram os primeiros a estudar o metabolismo e a produtividade do manguezal, estimando também a produção de serapilheira de um bosque de mangue em Porto Rico. Poll *et al* (1975) utilizaram a queda de folhas para estimar a produção em diferentes tipos fisiográficos de bosques na Flórida, Porto Rico, México e Costa Rica. Outros estudos sobre produção dos manguezais são encontrados nos trabalhos realizados por Lugo (1969), Heald (1969), Lugo & Snedaker (1974), Odum & Heald (1975), Poll *et al* (1975), Onuf *et al* (1977), Negron (1980), Levine (1981), Negron & Cintrón (1981), Ponte *et al* (1984), Adaime (1985), Panitz (1986), Cunha (1996), Sessegolo (1997).

Entre os diversos destinos da serapilheira produzido pelos manguezais, existem dois que merecem ser destacados, segundo Ponte *et al*, (1984):

1. ficar sobre o próprio piso do bosque, sendo consumida por detritívoros, ao mesmo tempo que vai se decompondo (decomposição *in situ*);

2. ser transportados pelas águas que lavam os manguezais durante as preamares, sofrendo processo de decomposição nas águas costeiras adjacentes (exportação).

O valor de que hoje se reveste o manguezal reside na quantidade de matéria orgânica produzida pela vegetação, que forma o elo básico das cadeias alimentares, economicamente importantes. O significativo papel desses detritos foi assinalado por Heald (1971) e Odum (1971), em manguezais da Florida, confirmando diversos trabalhos anteriores, citados por Walsh (1974) sobre a importância das áreas alagadas pelas marés na manutenção de estuários.

O trabalho de Heald (1971) indica que 40% dos detritos encontrados em suspensão nas águas do estuário procedem do manguezal; Cintrón (1987) relata que 10% da serapilheira se transforma em proteína animal. Segundo Turner (1977) a relação entre áreas de manguezal e rendimento de camarão apresenta um coeficiente de 0,98.

O ataque das folhas por fungos, bactérias e protozoários ainda na árvore inicia a cadeia detritica de máxima importância no manguezal. Após a queda, milhões de microorganismos invadem as folhas ajudando na sua decomposição gradual, formando uma fina camada, a qual atrai pequenos animais (nematódios, copépodos, turbelários). Essa comunidade vivendo à custa dessa matéria vegetal, aumenta o valor nutritivo das folhas em termos de proteína animal para os elos subsequentes da cadeia detritica (Gore, 1977).

O papel dos consumidores dentro do manguezal é também um ponto importante na questão de balanço de massa. Estudos tem demonstrado que diversos macrodetritívoros, como caranguejos poderiam processar porções significativas de serapilheira recém caída, tanto através do consumo como da estocagem, antes que a próxima incursão de maré possa exportar este material (Robertson & Daniel, 1989). Tem sido também demonstrado a importância da serapilheira fresca para estes caranguejos (Brogim, 1995).

Segundo Brown & Lugo (1982) grande parte da produção primária líquida dos manguezais é direcionada na produção de folhas. Isto se deve, principalmente, pelo alto custo energético despendido pela vegetação para manter-se num meio altamente salino.

A produção e a decomposição da vegetação do manguezal são processos que caracterizam este ecossistema como um ecótono, ou seja, uma zona de transição entre o ecossistema terrestre e o aquático. É através da decomposição do folheto e da sua posterior transformação em partículas de detritos que serão aproveitados pelos consumidores, que esta ligação ocorre (Panitz, 1992, 1997).

Segundo Odum *et al* (1982) os fatores que podem controlar a produtividade dos manguezais são: composição em espécies, a idade do bosque, a presença ou ausência de espécies competidoras, o grau de herbivoria, presença ou ausência de doenças e parasitas, profundidade e tipo de substrato, conteúdo de nutrientes do substrato e da água, salinidade do solo e da água, grau de oxigenação pelas raízes, fluxos de marés, subsídios de energia, presença de tensores severos, influência de compostos tóxicos, atividade humana.

Uma das respostas dos ecossistemas frente a diferentes tensores ambientais e naturais é a queda das folhas. Em manguezais impactados por petróleo, por exemplo, a primeira resposta frente a este tensor é o desfolhamento, que pode ser total ou parcial, dependendo das condições do evento. Outra resposta inclui a produção de novas folhas deformadas, além do elevado índice de insetos que atacam as folhas e plântulas (Lugo *et al*, 1980).

3.4.2. Parâmetros Foliares (área foliar e comprimento e largura das folhas)

Segundo Schaeffer-Novelli (1995) as medidas de comprimento a largura das folhas têm sido empregadas como indicadores da qualidade do ambiente em manguezais. Esse tipo de avaliação é possível, porque a relação comprimento/largura se mantém constante para cada uma das espécies de mangue, sendo porém, mais evidente para *Rhizophora mangle* (mangue vermelho). Em locais adequados ao desenvolvimento, as folhas de uma determinada espécie possuem maior tamanho que aquelas de indivíduos da mesma espécie; porém, em ambientes marginais (Schaeffer–Novelli & Cintrón, 1986).

Segundo Rizinni (1976), o emprego de parâmetros foliares como grau de suculência, grau de esclerofilia e área foliar estão sujeitos a diferentes condições

ambientais que permitem caracterizá-las em termos de sua economia de água e apreciar o comportamento de espécies observadas em biótopos diferentes. Os valores numéricos mostram-se bem correlacionados com os fatores dominantes, em função de cada tipo de habitat (Panitz, 1993; Felipe, 1998).

As folhas constituem-se num dos elementos mais importantes da planta, pois é através delas que há a fixação da energia radiante, onde ocorrem todas as transformações necessárias para a formação da matéria orgânica, indispensável para o seu desenvolvimento. Todas as alterações durante o seu ciclo fenológico (área foliar, teor de clorofila, proteínas, catabólitos) podem ser detectados, através de parâmetros mensuráveis, incluindo os que se referem as suas respostas à irradiação solar (Panitz, 1993).

Os fatores morfogênicos, segundo Rizzini (1976), que influenciam sobre a forma e estrutura dos vegetais são os efeitos da radiação solar e a água. A luz possui ação morfogenética própria, funciona como estímulo indutor da forma e estrutura. A carência hídrica acentua as heliomorfoses, por reduzir as dimensões e ressaltar o engrossamento da folha. A seca será um fator subsidiário, reforçando, onde ocorre, a ação da luz.

3.5. Principais tensores que atuam sobre os manguezais

Segundo Odum, (1967), tensores podem ser definidos como qualquer evento, condição ou situação que cause um incremento nos gastos de manutenção de um sistema e, a perda de energia ocasionada pela operação do tensor se define como estresse. A magnitude de qualquer tensão é qualificada pelas trocas causadas nos fluxos de energia, pela eliminação de fluxos e pelo aumento dos custos energéticos para reparar ou reabilitar o sistema.

As trocas nos sistemas naturais devido a operação de tensores são similares e ocorrem em função da intensidade do tipo de tensor. É certo, que tensores diversos causam respostas similares em diversos sistemas. Em todos os casos, o efeito de um tensor provoca uma simplificação na estrutura e redução da diversidade (a eliminação das espécies mais sensíveis). Em outras palavras, o tensor opera de forma que pode ocasionar uma regressão

do ecossistema, tanto nas etapas similares, como nas etapas sussecionais prévias. A magnitude do tensor dita o grau da regressão (Woodwell, 1970).

De acordo com Lugo (1978), o custo energético de um tensor ocorre em função dos seguintes componentes:

1. intensidade do tensor;
2. efeitos multiplicadores ou aditivos que tenha o impacto do tensor na função geral do ecossistema e sua homeostase;
3. frequência com que ocorre;
4. tipo de ecossistema;
5. condições do ecossistema;
6. intensidade de outros tensores que tenham operado no sistema;
7. frequência com que ocorrem esses outros tensores.

Segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli (1992), os efeitos dos tensores impostos pela própria natureza podem ser divididos em dois grupos: aqueles que, continuamente, drenam energia do ecossistema, de forma crônica, o que leva à redução do desenvolvimento estrutural dos bosques e os agudos, que promovem perdas de estrutura, porém, devido aos intervalos de recorrência podem permitir a recuperação da cobertura vegetal. Os tensores antropogênicos tendem a provocar respostas agudas e/ou crônicas, que resultam em alterações na estrutura do ecossistema, podendo, também, causar perdas estruturais irreversíveis.

Lugo (1978), afirma que o lugar onde opera o tensor em um ecossistema influencia o efeito que pode ter esse mesmo tensor. Quando um tensor atua em alguma parte do ecossistema onde seu impacto pode ser amplificado, este operará com maior severidade que outros tensores que operam em partes de ecossistema que tem menor influência sobre as demais propriedades do mesmo.

Os tensores, segundo Lugo *et al* (1980), podem ser classificados em cinco tipos:

1. **Tipo 1:** aqueles que alteram a natureza da fonte de alimentação de energia do ecossistema;
2. **Tipo 2:** aqueles que desviam porções de energia antes de ser incorporada ao sistema;
3. **Tipo 3:** aqueles que renovam a energia potencial antes do armazenamento e antes de ser fixada;
4. **Tipo 4:** aqueles que removem a biomassa;
5. **Tipo 5:** aqueles que aumentam a taxa de respiração

Os tensores que alteram o fluxo de energia afetando a porção substancial do compartimento produtor são altamente prejudiciais reduzindo a própria capacidade do sistema para se recuperar. Os tensores 1, 2 e 3 são deste tipo. Quando estes tensores operam intensamente, se reduzem grandemente as possibilidades de mitigação da recuperação. Os tensores do tipo 1 e 2 são os mais severos pois trocam no próprio ambiente. Não há possibilidade de mitigar a operação destes tensores nem há possibilidade de recuperação nestas circunstâncias. As canalizações, represas, construções de diques operam como tensores tipo 1 ao isolar suas fontes de energia (Lugo *et al* 1980).

Os tensores tipo 4 e 5 têm um impacto menor nos ecossistemas não afetando os aportes de energias subsidiárias que chegam no sistema. A utilização de uma porção razoável da biomassa é considerada um tensor do tipo 4. Os furacões, vendavais e distúrbios semelhantes são do tipo 4. As descargas elétricas são exemplos de tensor tipo 5 que aumenta a taxa de respiração do mangue (Lugo *et al* 1980).

A complexidade de um sistema é maior onde há uma grande disponibilidade de energia subsidiárias (marés, abundância de nutrientes, etc.) e onde os tensores operam com baixa intensidade. Como os gastos energéticos estão associados a manutenção de baixa estrutura, estas condições são pequenas tendo uma proporção maior da produção bruta

para prejudicar o crescimento e desenvolvimento de maior complexidade. Isto explica porque os bosques ribeirinhos, que recebem amplos subsídios em termos de aportes de nutrientes, marés e água doce são tão produtivos e complexos. Os bosques sujeitos a tensores crônicos não podem desenvolver altos níveis de complexidade (Lugo *et al* 1980).

Lugo & Snedaker (1974) e Lugo *et al* (1980) têm documentado a redução da superfície foliar associada com a operação de tensores crônicos. Esta redução da área fotossintética ocorre em manguezais sujeitos a altas salinidade, naqueles que estão no limite latitudinal e nos que estão expostos à contaminação ou poluição. O petróleo e a alta salinidade são exemplos destes tensores. Na Baía de Sucia, Puerto Rico, a contaminação crônica do substrato por petróleo causou uma redução de 40% no limbo das folhas, o que representa uma redução de 60% em área foliar.

A limitação do desenvolvimento da fauna, crescimento vegetativo reduzido ou extremamente vigoroso, ataque de pragas, podem ser indicadores da situação de estresse que o manguezais estão sendo submetidos. Os prejuízos sobre os manguezais resultam de ações econômicas, como os desmatamentos dos bosques e a sua conversão para agricultura, a construção de viveiros, zonas e infra-estruturas habitacionais, instalações de indústrias e depósitos de lixo (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1992).

3.5.1. Alguns tipos de alterações ambientais ao longo do litoral brasileiro

Em muitos países, inclusive o Brasil, há uma tendência à implantação de uma série de indústrias em áreas estuarinas (Diegues, 1977). Segundo o mesmo autor, a maioria é composta de indústrias pesadas e de transformação para exportação, atraídas por diversos fatores presentes nos ambientes estuarinos:

- oferta quase ilimitada de água, insumo importante para indústrias, como a siderúrgica, a petroquímica e as centrais nucleares;
- possibilidade de fácil despejo de rejeitos sanitários industriais agrícolas e/ou de mineração;

- proximidade de portos, que facilitam a importação de matéria prima para transformação e a exportação dos produtos, diminuindo custo de carga e transporte.

Outra pressão sobre este tipo de ecossistema é aquela proveniente do turismo, com efeitos mais desastrosos que podem advir da implantação mal planejada desse tipo de atividade. A pressão do mercado imobiliário, a destruição do manguezais para construção de residências e a privatização das praias trazem prejuízos para pescadores e aquicultores no exercício de suas profissões. A construção de marinas e muros de concreto a beira de lagunas, além da circulação constante de barcos motorizados podem, por exemplo, comprometer certas áreas propícias à fixação de larvas de ostras (Schäeffler-Novelli, 1995).

De acordo com a Secretaria Estadual de Meio Ambiente - SEMA (1984a) os manguezais e o mar são ecossistemas brasileiros bem representativos, seu alto grau de degradação compromete nosso Mar Territorial. Esse comprometimento deve ser interpretado não só do ponto de vista das alterações dos ecossistemas naturais mas além disso e, principalmente, sob o aspecto social uma vez que o homem é inteiramente dependente do ambiente como um todo.

De acordo com Christensen (1982) o conhecimento das interferências possíveis e existentes sobre os manguezais é essencial para controlar a posterior degradação e os danos globais à esse valioso recurso natural. Através do homem, os manguezais resultam de ações econômicas, como o desmatamento dos bosques e a sua conversão para a agricultura, a construção de viveiros, zonas e infra-estruturas habitacionais, instalações de indústrias e depósitos de lixo.

Outras modificações dos bosques induzidas pelo homem em manguezais apresentam mais impactos a longo prazo, muitas vezes resultantes das mudanças no padrão hidrodinâmica do manguezal (Hicks *et al.*, 1975). Via de regra, todas as construções que inibem ou interferem a livre passagem do fluxo das águas (barragens, cursos d'água doce desviados, canais, estradas, minas, estabelecimentos urbanos, portos, projetos de agricultura e aquicultura) modificaram as taxas de sedimentação alterando, até destruindo, as comunidades do manguezal e todos os ramos de produção associados.

No Brasil, um fato recente que levou a degradação de áreas de manguezal, foi a contaminação por óleo que ocorreu na Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, em 18 de janeiro de 2000, quando mais de 1,3 milhões de litro de óleo que vazou da Refinaria de Duque de Caxias, da PETROBRÁS contaminaram as águas, afetando ecossistemas e atingindo áreas de proteção ambiental, como os manguezais. Segundo o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais – IBAMA, rios da região ainda poderão ser afetados. A recuperação da Baía levará dez anos (Revista Galileu, 2000 p 15 ano 9 nº 104).

Em São Francisco do Sul, SC, no dia 1º de agosto de 2000, um navio fretado pela PETROBRÁS, numa operação de abastecimento de um navio cipriota, provocou o derramamento de aproximadamente 345 litros de óleo na proximidade da Ilha da Paz, que foi imediatamente detectado e recolhido (Jornal “ A Notícia” 02/08/ 2000, Joinville, SC).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Área de Estudo

Os manguezais da Baía da Babitonga (Figura 04) ocupam uma área de, aproximadamente, 85 Km², sendo que, os manguezais situados em Joinville perfazem um total de 35 Km² (Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente - SAMA – Lab. de Geoprocessamento e de Sensoriamento Remoto, 2000).

A Baía da Babitonga tem sua vegetação marcada por exuberantes manguezais nas zonas intermarés, representando aproximadamente 75% dos manguezais do Estado (Herz,1991), apresentando bosques de *Rhizophora mangle* Linn, *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechman e *Laguncularia racemosa* Gaerth, com a ocorrência de *Acrosticum aureum* Linn e *Hibiscus pernambucensis* Cam na zona de limite com a restinga e ocorrência de *Spartina alterniflora* Loisel em bancos de maré ou formando franjas frontais ao manguezal. Os troncos das árvores presentes em manguezais, assim como raízes de escora, pneumatóforos, e sedimento, encontram-se frequentemente recobertos por comunidades de macroalgas, compostas principalmente pela *Bostrychia radicans* Montagne (Silva, *et al.*, 1998).

O Complexo Estuarino da Baía da Babitonga é formado, além do corpo principal, pelo Canal do Palmital e pelo Canal do Linguado. Nas zonas marinhas e flúvio-marinhas de maior energia predominam sedimentos das fácies areia, areia siltica e silte arenoso. A deriva litorânea possui direção de Sul para Norte, sendo que o sistema estuarino apresenta normalmente um baixo grau de estratificação salina, sendo a maré o principal mecanismo natural regulador da qualidade da água no interior do sistema, apresentando um regime de marés do tipo misto, predominantemente semidiurno. (Horn Filho, 1997).

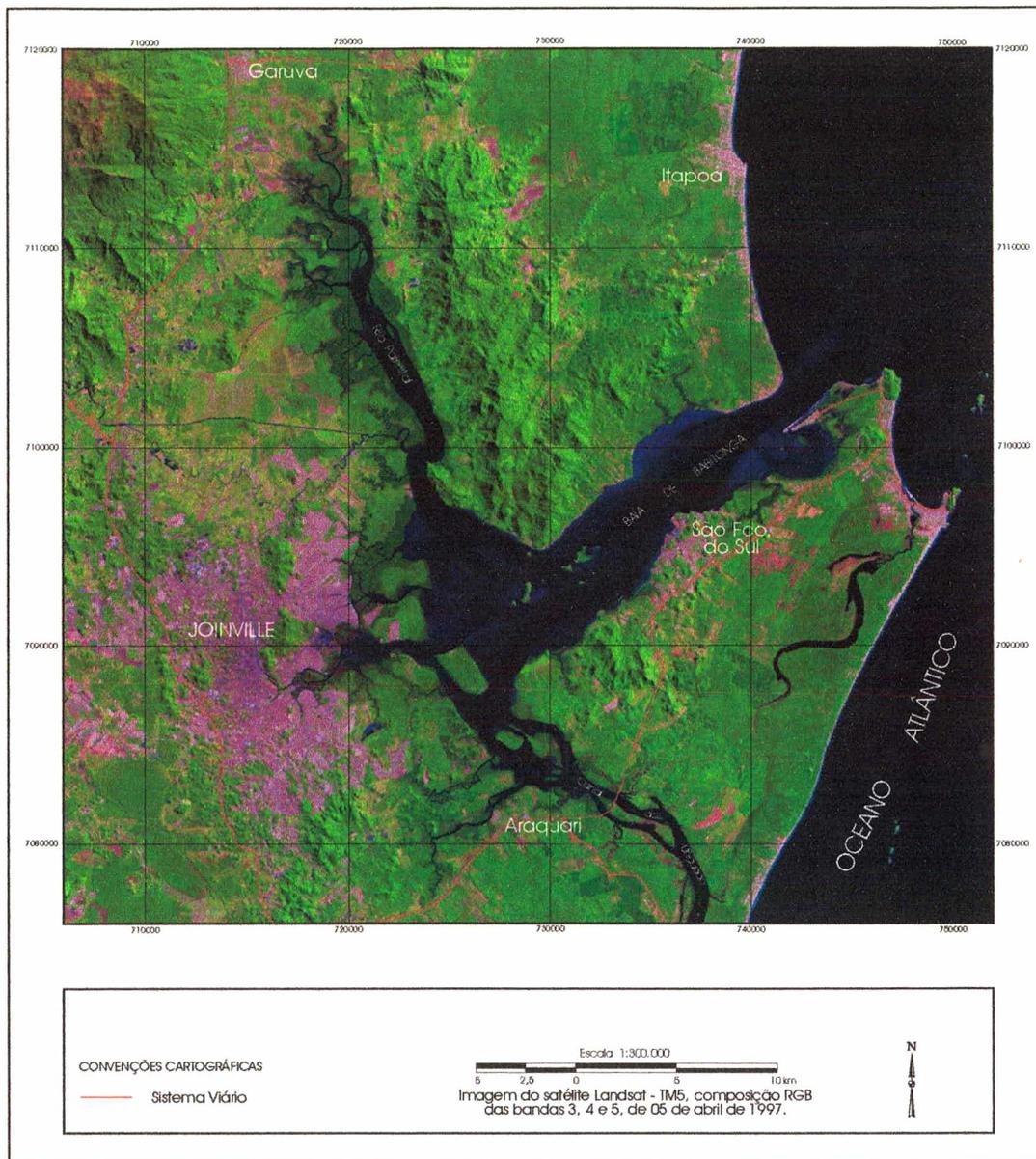


Figura 4: Imagem de Satélite da área de estudo na Baía da Babitonga, S. C.
(26° 02' 26" S e 48° 28' 48" W)

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville.

A região da Baía de Babitonga apresenta um clima mesotérmico úmido, o verão quente, sem estação seca (Classificação de Köppen). O teor de umidade do ar varia entre 68 e 89%, a temperatura média mensal varia entre 16,5 e 25,6 °C e a precipitação mensal varia entre 402 mm (janeiro) e 106 mm (agosto). A pluviosidade e a temperatura são mais elevadas no período de janeiro e março (verão) diminuindo nos meses de junho a agosto (inverno) (FUNDEMA, 1994).

Os principais conjuntos hidrográficos contribuintes da Baía da Babitonga são as bacias do rio Cubatão e do rio Cachoeira. Recebe, ainda, a carga hídrica das seguintes bacias: rio Palmital, e o rio Parati. (Tabela 01; Figura 05).

A Bacia do rio Cubatão abrange os municípios de Joinville e Garuva, com uma área de 483,8 Km² e aproximadamente 792 km de cursos d' água. O rio Cubatão, com suas nascentes na Serra do Mar, é uma das fontes de captação de água de boa qualidade para o município de Joinville. Possui grande desnível no seu percurso inicial, com potencial para geração de energia elétrica, apresentando quedas d' água que embelezam a paisagem, podendo ser exploradas como atração turística sólidos (EIA/RIMA do rio Cachoeira, 1991).

O rio Cachoeira, cuja bacia de drenagem é de aproximadamente 83,8 km², tem suas nascentes localizadas no bairro Costa e Silva, no município de Joinville, interceptando e drenando todo o centro urbano da cidade, onde recebe efluentes pluviais, esgotos sanitários e efluentes industriais Este rio Cachoeira, com alto grau de poluição, deságua na Lagoa Saguçu, que faz parte do ecossistema da Babitonga. A quantidade de materiais sólidos transportados pelo rio (areia, siltes, etc.) é alto, principalmente durante enchentes do rio Cachoeira que apresenta picos de vazão relativamente altos. Isto se deve, principalmente, ao fato de que a bacia de drenagem apresenta pouca vegetação o que diminui o tempo de retardo, aumenta a vazão superficial e a capacidade de arraste de sólidos (EIA/RIMA do rio Cachoeira, 1991).

Tabela 01: Laminas de água e áreas das bacias hidrográficas, Joinville, Santa Catarina

Corpo de água ou bacia/subbacia		Tamanho (km²)
Baía da Babitonga	Baía da Babitonga	1.400,6
	Lâmina de água da baía	153,7
	Bacias principais	997,4
	Outras bacias (Palmital, Cubatão, Cachoeira, parati)	244,2
	Superfície das Ilhas	5,3
Rio Palmital	Lâmina de água e áreas das bacias	353,6
	Lâmina de água	16,3
	Rio da Onça	13,7
	Rio Sete Voltas	34,5
	Rio Três barras	65,4
	Rio bonito	35,7
	Rio Pirabeiraba	61,8
	Rio Canela	44,0
	Outros rios	86,3
	Rio Cubatão	Rio Cubatão
Rio Quiriri		107,9
Rio da Prata		27,9
Rio do Braço		40,1
Outros rios		307,9
Rio Cachoeira	Rio Cachoeira	83,8
	Alto Rio Cachoeira	18,5
	Rio Morro Alto	5,2
	Rio Matias	2,5
	Rio Jaguarão	8,3
	Rio Bucarein	10,8
	Rio Itaum	24,5
	Outros rios	14,0
Rio Parati	Rio Parati	72,2

Fonte: Fundação Municipal do Meio Ambiente - FUNDEMA

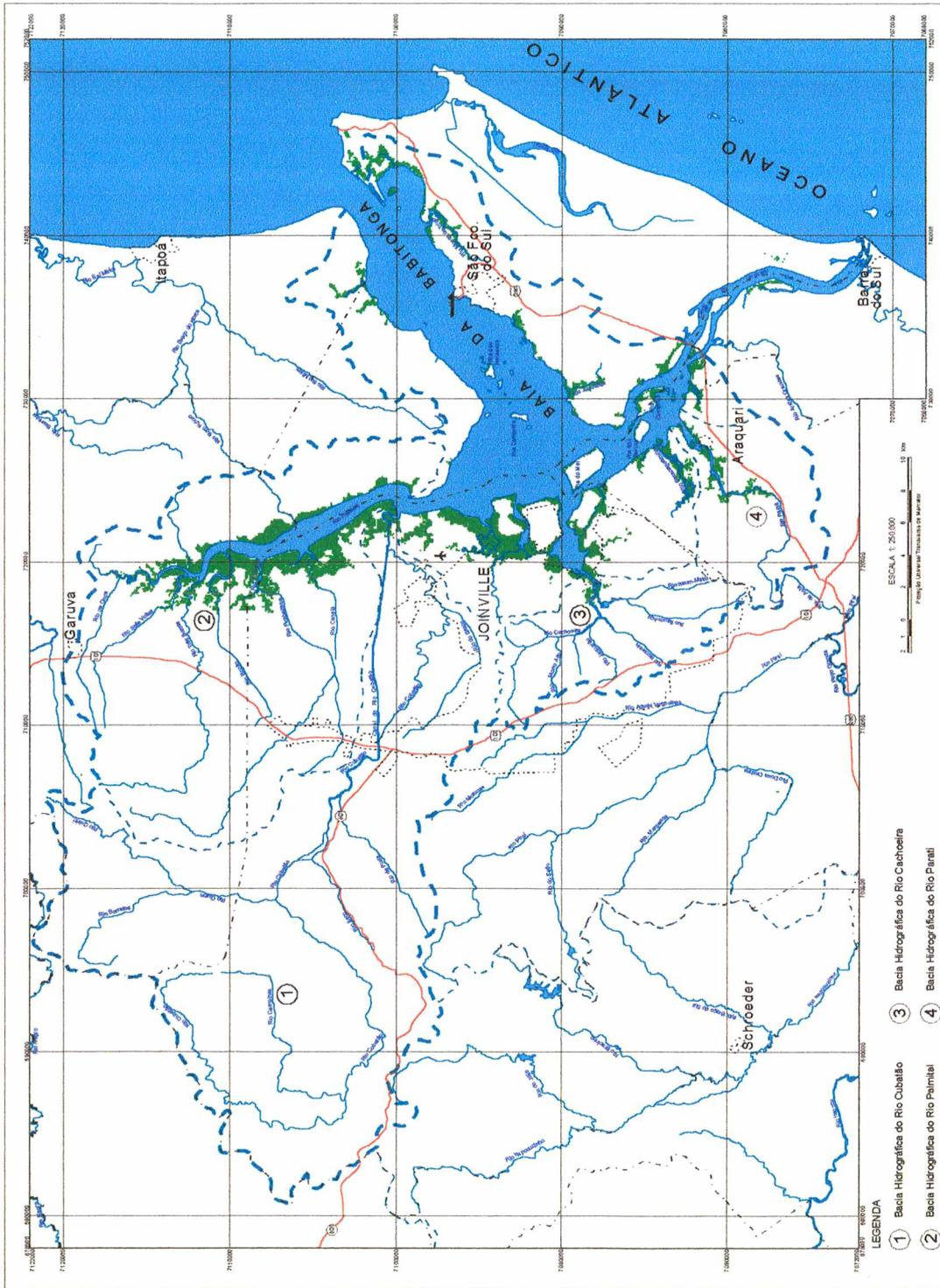


Figura 5: Mapa da Baía da Babilonga, S.C. Indicando a distribuição dos manguezais na região e as bacias hidrográficas contribuintes

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville.

Por outro lado, o efeito de remanso devido à variação das marés, faz com que ocorra assoreamento, com a deposição do material transportado, junto a foz do Rio Cachoeira e na própria Lagoa Saguacu (Foto 1). Estima-se que a vazão média na foz do rio Cachoeira junto a Lagoa Saguacu esteja em torno de $2,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (EIA/RIMA do rio Cachoeira, 1991).



Foto 01: Vista da Lagoa de Saguacu e Baía da Babitonga, Joinville, SC.
A esquerda da Lagoa a área ocupada pela Fundação Tupy

O rio Cachoeira e a Lagoa Saguacu encontram-se, hoje, biologicamente mortos devido ao lançamento dos esgotos sanitários e industriais da área urbana de Joinville. Um estudo da FUNDEMA de 1993 reportou a presença de quantias consideráveis de metais no rio Cachoeira, recebendo despejos de indústrias têxteis e metal-mecânica. O rio conecta-se à Baía da Babitonga através da Lagoa Saguacu. Os poluentes listados no estudo eram Cobre, Cromo, Zinco, Ferro, Chumbo, Mercúrio Cianureto. A maioria dos metais foram detectados em organismos aquáticos (siri e bagre) do rio, lagoa e baía (FUNDEMA, 1994).

O município de Joinville é considerado o maior poluidor da Baía da Babitonga, com suas indústrias (Figura 06), que se somam a contaminação provocada por toneladas de lixo e pelo despejo de esgotos doméstico e industrial nos afluentes da Baía (EIA/RIMA do rio Cachoeira, 1991).

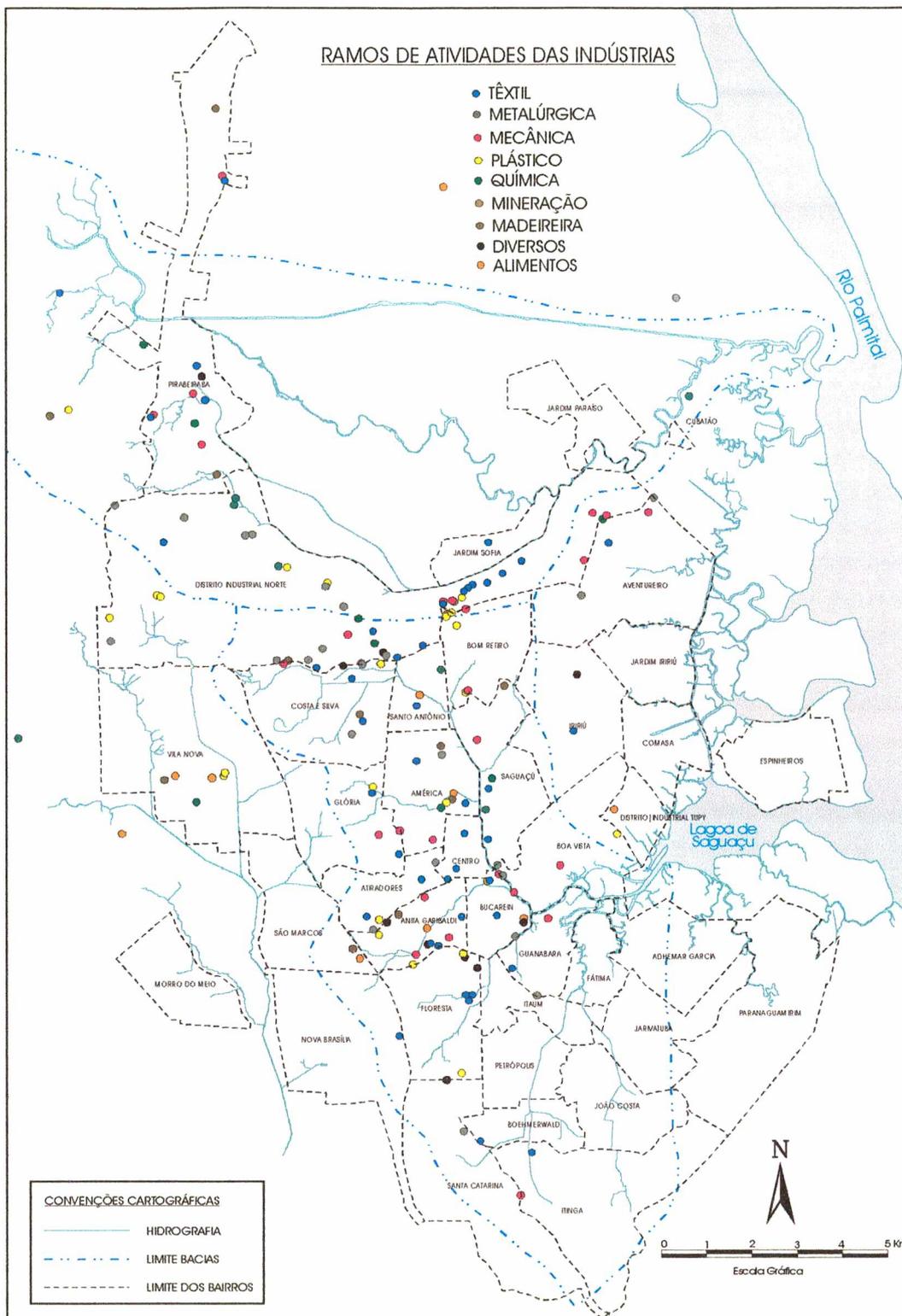


Figura 6 - Mapa de localização das Indústrias no município de Joinville, SC (mais de 10 funcionários).

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville.

Entre os tipos de empresas que mais causam danos ao ecossistema estão as que operam estações de eletrodeposição de metais (galvanoplastia, cromagens, niquelagens, zincagens), das quais saem sem o devido tratamento, muitos metros cúbicos de efluentes carregados de metais pesados. As indústrias químicas são potencialmente muito poluidoras, seus despejos, além de afetarem o meio ambiente, também contaminam os alimentos e o próprio homem.

A cidade de Joinville, desde o início do século, vem mantendo uma estreita ligação com os manguezais. Relação esta que ultrapassa a mera condição de vizinhança, ela implica em um relacionamento de caráter econômico. Em um primeiro momento, no período pós-colonial onde a industrialização local já se esboçava, os manguezais foram fonte de matéria prima do tanino para a utilização nos curtumes da região. Em um momento seguinte, quando a industrialização já se encontra consolidada, passa a orientar o processo de desenvolvimento local, quando então os manguezais passam a ser vistos como alternativa de expansão urbana, seja ela por parte dos setores formais da economia – mercado imobiliário – ou por parte do setor informal – a própria população com baixíssimo padrão de renda e até mesmo sem renda (Agenda 21/Joinville, 1998).

De todos os problemas resultantes desse processo, cabe destacar aqueles relacionados ao saneamento básico, mais especificamente ao esgotamento sanitário. O sistema de coleta e tratamento de esgoto na cidade de Joinville é muito deficiente, sendo que o volume médio mensal de resíduos coletados e tratados é de 190 mil m³. Atualmente, apenas o centro e os bairros Jarivatuba e Profipo (Figura 07) contam com esgotamento e tratamento de esgotos. Nas demais áreas da cidade é utilizada o sistema de fossas e sumidouros (IPPUJ/PMJ, 1999). O bairro dos Espinheiros lança o esgoto *in natura* diretamente no Canal Varador, atingindo a Estação de Estudo número III, localizada na Ilha Firmo Dias, Baía da Babitonga, SC.

Segundo o IBGE (1999), atualmente, o Município de Joinville conta com uma população estimada em cerca de 412.593 habitantes, sendo 388.159 habitantes na zona urbana, 8.153 na rural e no Distrito de Pirabeiraba, 16.281. Assumindo que a contribuição de DBO seja 54g por dia e de coliformes fecais 10¹² NMP *per capita*, o potencial diário

Atualmente cerca de 15% do esgoto doméstico sanitário gerado na cidade é encaminhado para o sistema de lagoa de estabilização localizado na margem esquerda do Rio Velho, Joinville, SC o restante do esgoto sanitário gerado é descarregado no rio Cachoeira e seus afluentes direta ou indiretamente, ou através de fossas regras e que termina chegando na Baía da Babitonga (IPPUJ/PMJ, 1999).

De acordo com o relatório “ Programa de Recuperação das Bacias Hidrográficas da Baía da Babitonga” elaborado pela FATMA em 1989, o parque industrial da bacia do rio Cachoeira se caracteriza, principalmente, pelas atividades têxtil, metalúrgica e, em menor escala, alimentícia, cervejaria e outras. Esses ramos de atividades industriais geram freqüentemente poluição de natureza orgânica, tóxica e estética.

A tabela 02 apresenta a relação das indústrias mais significativas na bacia do rio Cachoeira em relação a contribuintes para a carga orgânica do sistema. Neste quadro são consideradas as 21 indústria mais poluidoras em termos de carga orgânica, expressando o equivalente populacional em função do estudo de potencial gerador por unidade industrial. De acordo com essa estimativa, as indústrias pertencentes a categoria referida geram uma poluição orgânica equivalente a 154.000 habitantes, o que representa aproximadamente 40 % da população total da região urbana de Joinville. Considerando-se uma estimativa de 54 gDBO per capita por dia a contribuição da carga orgânica correspondente atinge o valor de 7.7 ton/dia. O total referido, embora seja constituído por carga potenciais e não remanescentes, é significativa quando se considera a limitada vazão do corpo receptor, o rio Cachoeira (EIA/RIMA do rio Cachoeira, 1991).

Tabela 02: Relação das principais indústrias contribuintes para a carga orgânica da bacia do rio Cachoeira.

Nome da Indústria	Categoria	Carga Orgânica Equiv. Populacional
Dohler S.A Ind. E Com.	Têxtil	25.500
Malharia Carymã	Têxtil	11.100
Malharia Iracema	Têxtil	16.000
Malharia Nerise	Têxtil	8.000
Malharia ARP	Têxtil	2.800
Malharia princesa	Têxtil	3.000
Rainha Têxtil	Têxtil	1.100
Tecidos Dona Francisca	Têxtil	6.200
Ind. Sul Brasileira de Malhas	Têxtil	6.100
Industria Colin	Têxtil	3.200
Fiação Joinvilense	Têxtil	7.500
Cia Frabil Lepper	Têxtil	750
Tricotagem Alfredo Marquardt	Têxtil	14.000
Scala Têxtil Ind. Com. Rep.	Têxtil	12.200
Centauro	Têxtil	4.500
Volgelsanger	Têxtil	3.150
Laboratório Catarinense	Farmacêutica	1.200
Coop. Catarinense de Laticínios	Alimentícia	620
Frigorífico Cemin	Alimentícia	3.100
Cia. Sulina Bebidas Antarctica	Bebidas	10.100
Indústrias Plásticos Embalagem	Plásticos	13.200
	TOTAL	153.320

Fonte: Dt Consultores – EIA/RIMA do rio Cachoeira, 1991

Esses dados foram extraídos de um estudo realizado em 1991, segundo informações obtidas na Fundação Municipal do Meio Ambiente, algumas dessas indústrias, hoje, já não estão mais em atividade e, infelizmente, não conseguimos obter junto a FATMA, órgão responsável pela fiscalização e monitoramento das Indústrias em Joinville, dados mais recentes. Porém, com o desenvolvimento do Município, é possível supor que Carga Orgânica (Equiv. Populacional), se não for semelhante, é bem maior ao que foi encontrado pela Dt Consultores, 1997.

São Francisco do Sul também apresenta sérios problemas com despejos industriais das empresas instaladas próximas ao porto e a contaminação dos mangues resultados dos esgotos da cidade lançados diretamente na Baía (Fundação Municipal do Meio Ambiente de Joinville, S.C., 1993). Garuva, principalmente com sua expansão agrícola, também colabora para a degradação deste ecossistema.

4.2. Descrição do manguezal da Baía da Babitonga, S.C.

Silva *et al.*, (1998) em estudo realizado na Baía da Babitonga observaram em todas as estações *L. racemosa*, *A. schaueriana* e *R. mangle*. Em geral *L. racemosa* apresentou frequência relativa elevada (70%) sendo dominante na margem, juntamente com *A. schaueriana*. Próximas à restinga a *R. mangle* foi dominante, apresentando frequência relativa de até 86 %. Em termos de caracterização estrutural os manguezais da Baía da Babitonga estudados são classificados como bosque ribeirinhos, ocorrendo em lagunas, apresentam um fluxo contínuo de água rica em nutrientes que contribuem para ao alto desenvolvimento da vegetação.

Segundo os autores, acima citados, os maiores valores de área basal foram observados nas parcelas situadas na margem, chegando a 36,4 m²/ha. A área basal média das estações variou entre 13,1 e 21 m²/ha. A altura média da árvores variou entre 2,6 e 5,3 metros. *Avicennia schaueriana* foi a espécie com maior altura, chegando a 14 m, e contribuindo significativamente para a área basal na franja dos manguezais. De maneira geral, os manguezais apresentaram na margem, bosques com árvores bem desenvolvidas, com altura entre 3 e 12 m, baixas densidades e elevados valores de área basal, e nas proximidades da restinga, bosques bastante densos, com menor área basal e altura variando entre 1,5 e 3,5 m.

De maneira geral, os manguezais estudados na Baía da Babitonga apresentaram na margem, bosques com árvores bem desenvolvidas, com altura entre 3 e 12 m, baixas densidades e elevados valores de área basal, e nas proximidades da restinga, bosques bastante densos, com menor área basal e altura variando entre 1,5 e 3,5 m (Silva *et al.*, 1998).

A figura 08 indica a localização das áreas amostradas no manguezal da Baía da Babitonga, Santa Catarina.

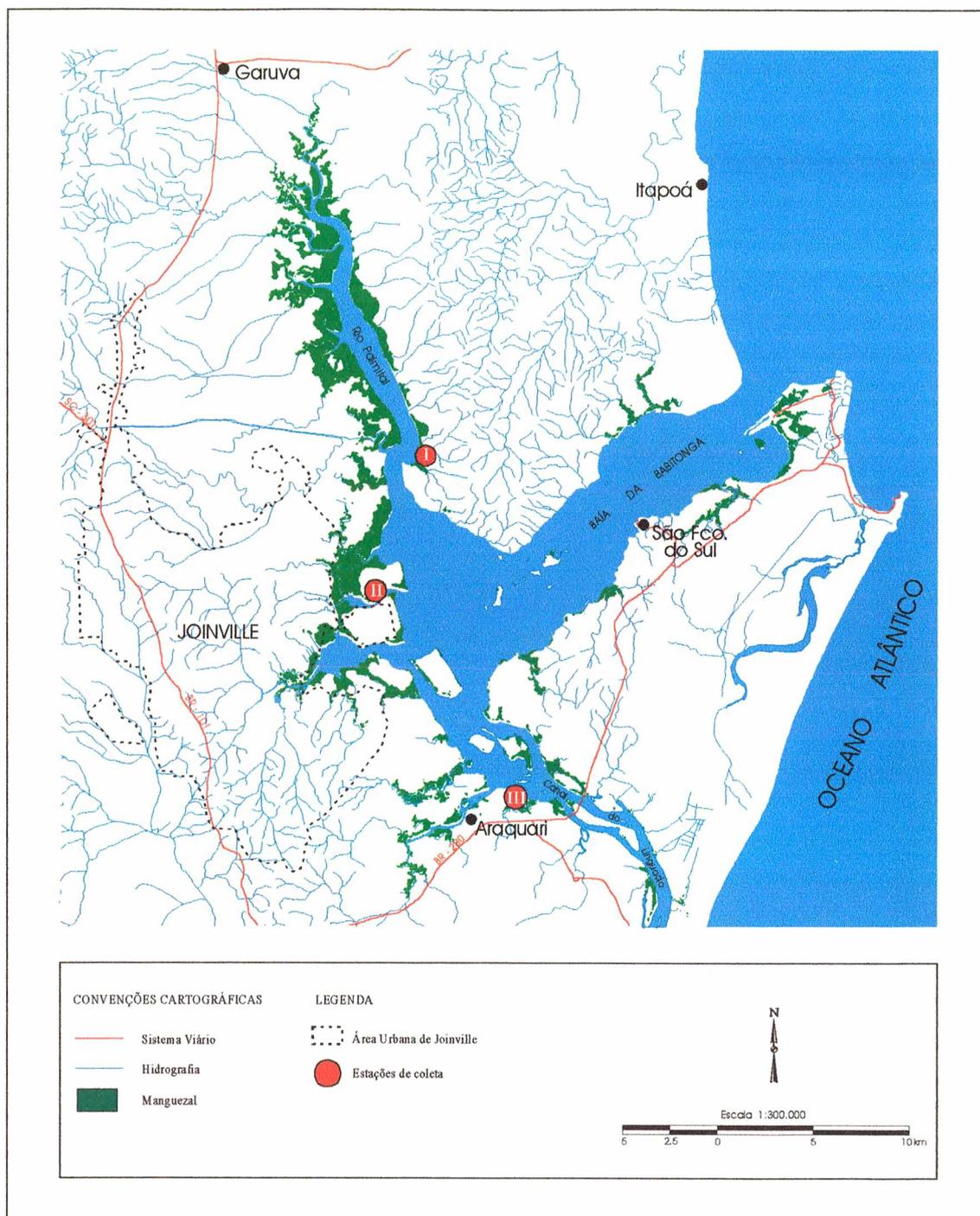


Figura 08: Mapa da área de estudo com localização das estações, Baía da Babilonga, S.C.

Fonte: Laboratório de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente de Joinville, com base em cartas topográficas do IBGE, escala 1:50.000.

4.3. Descrição das áreas amostradas

4.3.1. Estação I (Área Controle)

A estação I (Foto 02; Figura 08), localizada no rio Palmital, apresenta o manguezal em bom estado de conservação, apesar da proximidade de áreas de intenso uso agrícola. O bosque é do tipo ribeirinho, onde a *Laguncularia racemosa* é predominante na margem e próximo a restinga (60%) e na região intermediária predomina a *Rhizophora mangle* (30 a 45%). A densidade média é de 9.200 indivíduos/ha e a ramificação é a mais baixa (1,6 troncos/indivíduos). A altura média varia de 2,8 a 3,7 m. A área basal média é de 18 m²/ha, predominando troncos com DAP inferiores a 10 cm (Silva, *et al.*, 1998).

O manguezal da Estação I (Foto 03) é relativamente estreito, ocupando uma faixa que varia entre 90 e 100 metros ao longo da margem. A topografia é suave, e a inclinação entre o início da vegetação de manguezal na margem e seu limite interno (zona de encontro com gramíneas e ciperáceas sujeitas a uma frequência de alagamento baixa ou nula) é de aproximadamente 40 a 50 cm. Todo o manguezal é bem drenado na maré baixa, não formando bacias onde a água possa ficar retida, a não ser algumas poças muito pequenas e tubos de caranguejos.

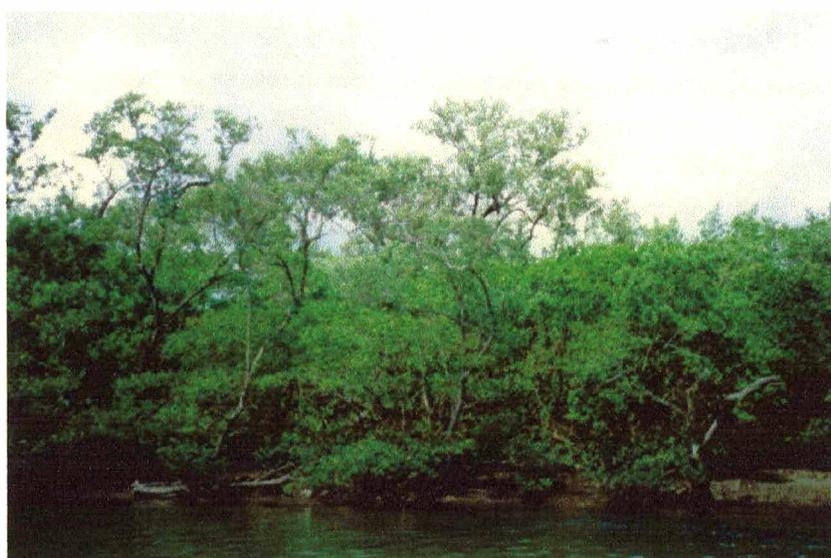


Foto 02: Aspecto da vegetação na Estação I (área controle), no Rio Palmital – Baía da Babitonga, SC.



Foto 03: Foto aérea do Rio Palmital, Baía da Babitonga, SC, indicando a Estação I.

4.3.2. Estação II

Na Estação II, localizada na Ilha Firmo Dias, defronte a lagoa Varador, próximo à lagoa Saguçu (Foto 04; Figura 08) e ao bairro Espinheiros em Joinville, SC, o manguezal é do tipo ribeirinho, onde foram observados bosques mistos dominados ora por *Laguncularia racemosa* (50 a 75%, com DAP entre 4.8 e 12.7 cm e altura entre 2.5 e 12.5), ora por *Rhizophora mangle* (DAP entre 6.2 e 12.4 cm; altura entre 2.5 e 10 m, predominando indivíduos com DAP acima de 10,0 cm), ora por *Avicennia schaueriana* (DAP de 7.8 cm e altura de 12 m, com domínio de indivíduos com DAP acima de 10, 0 cm. A densidade média é de 6100 indivíduos/ha (Nakata, 1996).

Na Estação II, o manguezal, também é relativamente, estreito, ocupando uma faixa entre 75 e 90 metros ao longo da margem. Sua topografia é suave e a inclinação do início da vegetação de manguezal na margem e seu limite interno, próximo à restinga (área, ainda, sujeitas à alagamento baixa ou nula) é de, aproximadamente, 45 a 50 cm. O solo, muito pouco compactado, apresenta uma camada superficial de sedimento fino do tipo silte. Como nas Estação I e III, este manguezal, também, é bem drenado na maré baixa, não formando bacias onde a água possa ficar retida.



Foto 04: Aspecto da vegetação na Estação II na Ilha do Firmo Dias defronte a Lagoa Varador –Baía da Babitonga, SC.

A estação II apresenta aporte de sólidos, vegetação alterada (observação pessoal) e aporte de esgoto doméstico que chega à Lagoa através da drenagem pluvial. (Foto 05). O depósito de sedimentos sobre o mangue atinge principalmente as estrutura respiratórias das raízes de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* através da colmatação das lenticelas. Como resposta a esse impacto, foi verificada a mortandade da vegetação nas áreas mais próximas sendo as mais atingidas a *Laguncularia racemosa* e a *Avicennia schaueriana*, que se mostrou sensíveis aos tensores (sedimentação e poluição) (Foto 06). Quanto as folhas de *Laguncularia racemosa* apresentavam pontos de “ferrugem” e o limbo alterado. A descontinuidade observada nesta estação quanto a variabilidade estrutural observadas são fortes indicadores de área alterada.



Foto 05: Bairro Espinheiros, Joinville, S.C: Tubulação da rede pluvial, que serve também para a saída do esgoto *in natura*, que é lançado diretamente no canal Varador, chegando na Lagoa Varador, Baía da Babitonga, S.C.

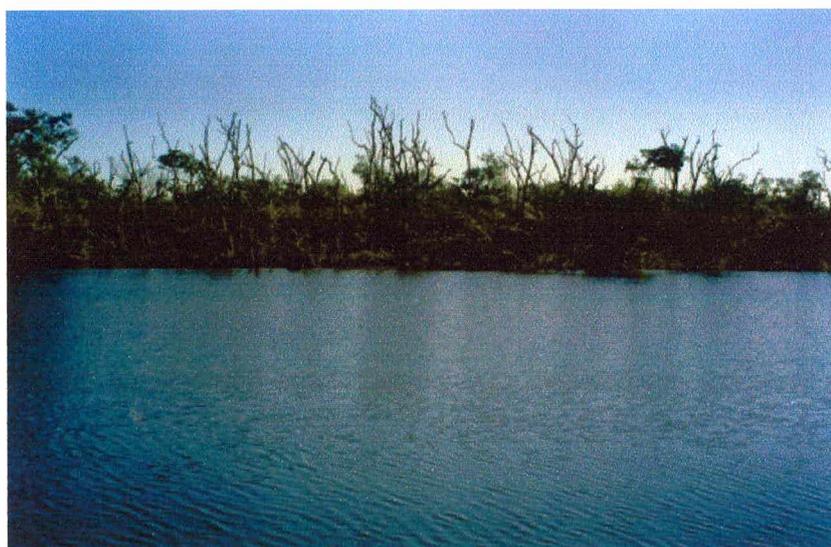


Foto 06: Estação II – Lagoa do Varador, Baía da Babitonga, S.C. – Vista da margem com grande número de *Avicennia schaueriana* morta na Ilha do Firmo Dias, S.C.

4.3.3. Estação III

Localizada no Canal do Linguado, a estação III (Foto 07; Figura 08), onde temos bosque do tipo ribeirinho, também a *Laguncularia racemosa* é predominante na margem e próximo a restinga (55%) e na região intermediária predomina a *Rhizophora mangle* (32%). A densidade média é de 9.880 indivíduos/ha e a ramificação é a mais baixa (1,5 troncos/indivíduos). A altura média varia de 2,5 a 3,5 m. A área basal média é de 19,1 m²/ha, predominando troncos com DAP inferiores a 10 cm (Silva, *et al.*, 1998).

Na Estação III, observa-se uma faixa de manguezal com, aproximadamente, 80 metros de largura da margem do rio para o interior. O sedimento, relativamente, firme lodo-argiloso, apresentando topografia suave, com uma inclinação do início da vegetação de manguezal na margem e seu limite interno, próximo à restinga (área, ainda, sujeitas à alagamento baixa ou nula) é de aproximadamente 55 a 60 cm. Como na Estação I, este manguezal, também, é bem drenado na maré baixa, não formando bacias onde a água possa ficar retida.

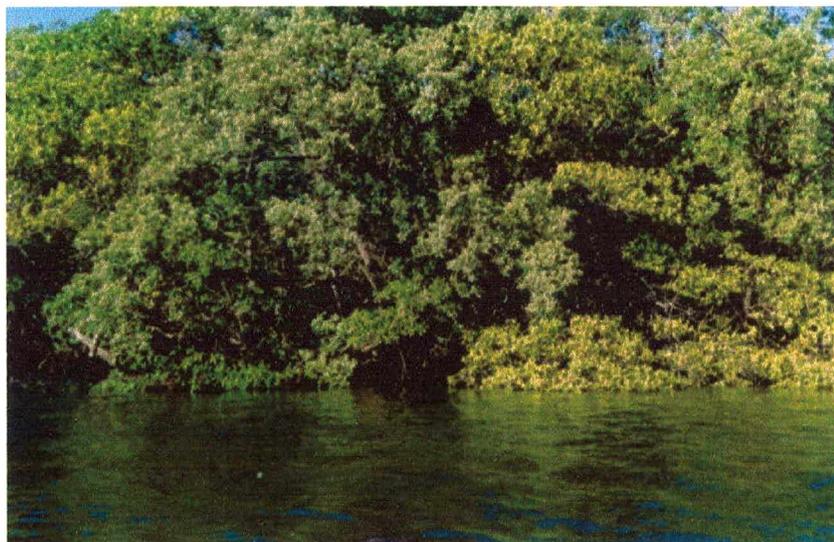


Foto 07: Aspecto da vegetação na Estação III no Canal do Linguado – Baía da Babitonga, SC.

4.4. Indicadores Ecológicos

4.4.1. Produção de Serapilheira

A produção de serapilheira foi acompanhada de 05/04/99 à 01/03/00, em três estações amostrais na Baía da Babitonga (Figura 8), conforme metodologia proposta por Brown (1984), Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986) e Panitz (1986). As estações de coleta foram selecionadas de modo a incluir a maior variabilidade ambiental possível, ainda, levando-se em conta os tensores atuantes nas respectivas estações (uma estação de amostragem em área não poluída, uma em área impactada e uma zona intermediária).

As cestas coletoras (Foto 08) de serapilheira confeccionadas consistiam cada uma em uma armação de arame galvanizado, recoberto por rede de nylon em malha aproximada de 1 mm, com abertura de 0,25 m² e profundidade aproximada de 0,3 m, sendo afixada a uma barra de madeira de 2 m. Em campo, o fundo da cesta situada a uma altura de 0,5 m acima do nível médio da maré alta, a fim de evitar a inundação. Em cada estação, em uma área de 1.000 m², foram fixadas 21 cestas distribuídas aleatoriamente em dois níveis de acordo com a topografia local: na franja do manguezal (linha A – 10 cestas) e na porção mais interna, próxima a restinga (linha B – 11 cestas).



Foto 08: Cesta coletora de serapilheira

A produção de serapilheira foi determinada através da coleta mensal do material depositado nas cestas durante o período de 12 meses. O material coletado foi acondicionado em sacos plásticos e etiquetados, separadamente para cada cesta. Em laboratório, cada amostra foi fracionada de acordo com as espécies presentes e por componentes (folhas, frutos, flores, madeira e misto) e cada fração seca em estufa a 85° até atingir peso constante e pesada em balança analítica. A produção de serapilheira foi expressa em $\text{gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ e em $\text{gPSm}^{-2}\text{mês}^{-1}$.

Para o cálculo da produção diária dividiu-se a serapilheira média produzida no intervalo pelo número de dias do intervalo e para a obtenção da produção mensal, multiplicou-se a produção diária pelo número de dias do mês.

4.4.2. Parâmetros Foliare (comprimento e largura do limbo e área foliar)

Para obtenção das medidas foliares foram coletadas 50 folhas (Figura 09) de sol de cada uma das espécies de mangue, obtendo-se um total de 150 folhas, a partir do 3° e 4° par, a fim de amostrar-se folhas maduras e de idade aproximadas, das três espécies de mangue, nas mesmas estações onde foram coletadas serapilheira. Os parâmetros determinados, segundo metodologia proposta por Schaeffer-Novelli & Cintrón (1986) e Panitz (1993), foram: comprimento e largura do limbo e área foliar.

As folhas foram identificadas com caneta para retroprojeter e guardadas em saco de papel. Em fichas específicas foram anotadas a localização das árvores e a orientação das folhas coletadas.

Sobre os desenhos das folhas frescas sobre papel, a área planimetrada foi determinada com planímetro “Zero Setting” mod. 13201, e utilizando-se um escalímetro triangular, mediu-se o comprimento do limbo e a largura máxima da folha.

A comparação dos parâmetros foliares de cada uma das estações (perturbadas e não perturbadas), permitiu avaliar a resposta da vegetação à diferentes ambientes. Para uma comparação estatística entre as estações utilizou-se o pacote estatístico “ Statistics”. Foram realizados testes “ ANOVA simples” para comparar a Relação comprimento/largura e a área foliar entre as estações.

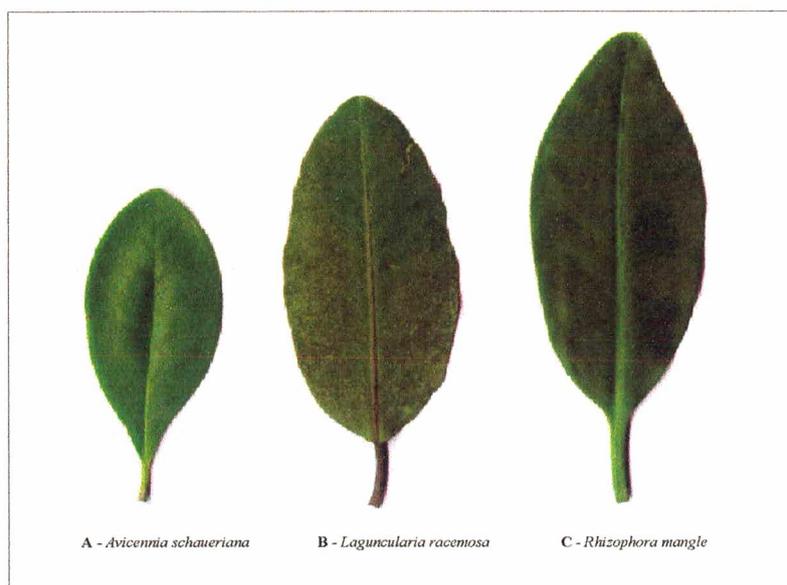


Figura 9: Variação do Formato do limbo de três espécies arbóreas típicas de mangue. **A** *Avicennia schaueriana* (Stapf & Leechm); **B** *Rhizophora mangle* (L.) e **C** - *Laguncularia racemosa* (L.) Gaerth

4.5. Parâmetros Ambientais

Dados referentes aos valores médios mensais de temperatura, umidade do ar, precipitação pluviométrica e evaporação foram obtidos junto à Estação Meteorológica da UNIVILLE, Joinville, SC os dados sobre velocidade dos ventos, através da estação Permisionária de Telecomunicações Aeronáutica de Joinville.

A tábua de Marés publicada pela Capitania dos Portos para o Porto de São Francisco do Sul nos anos de 1999 e 2000 foi empregada para orientar a programação das atividades no campo. A salinidade da águas no canal de maré próximo as áreas de estudo foram obtidas junto ao Laboratório do GTZ/FATMA.

Foram testadas correlações entre os dados abióticos mensais com os dados mensais de produção de serapilheira. Os dados abióticos que não apresentaram correlação com os dados de produção ou que apresentaram colinearidade com outro dado mais importante (exemplo: número de dias de precipitação no mês e precipitação pluviométrica mensal) não foram mostrados nos resultados. Todos os testes estatísticos foram realizados através do pacote Statistica (StatSoft Inc., 1998).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Dados Ambientais

5.1.1. Fatores climatológicos

Segundo dados fornecidos pela Estação Meteorológica da Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE, durante as amostragens (fevereiro/99 – maio/00) a temperatura média anual para todo o período de estudo foi de $21,54 \pm 4,13$ °C., sendo a média das máximas 32,67 °C (setembro-novembro) e a média das mínimas 10,83 °C (maio a agosto). Os valores mensais de temperatura máxima e mínima (Figura 10-A) apresentaram um padrão bem definido, com a temperatura do ar variando entre 16,6 e 33,1 C°. Os valores médios mensais para temperatura máxima e mínima mostraram o mesmo padrão apresentando maiores valores de novembro de 1999 à março de 2000, e os menores valores de em junho e julho de 1999.

A precipitação pluviométrica apresentou o mesmo padrão sazonal observado para a temperatura. Os meses mais quentes apresentaram maiores valores de precipitação, enquanto os meses mais frios são mais secos (Figura 10 - B). O índice de precipitação anual foi de 2.164,5mm, com média mensal de 180,38mm, o mês de agosto apresentou menor média, 26.9mm e o mês de janeiro, a maior média mensal, 379 mm.

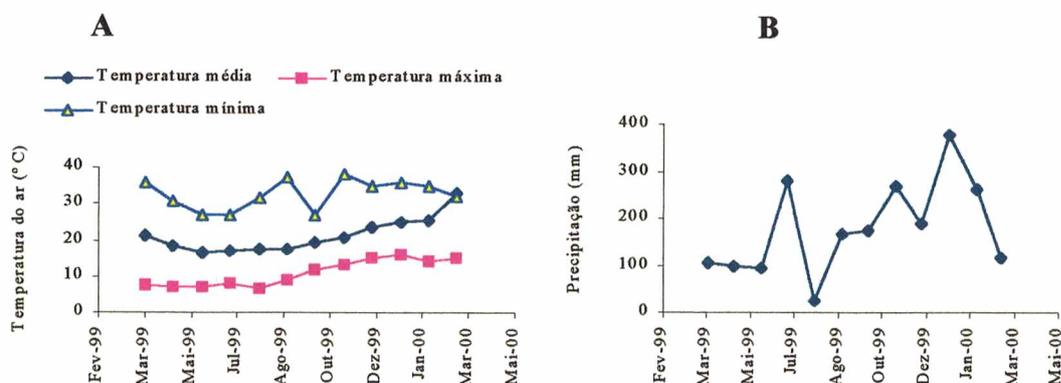


Figura 10: (A) Variação da temperatura média mensal, mínima e máxima absoluta do ar, no período de março/99 a março/00; (B) Valores mensais para precipitação pluviométrica entre março/99 e março/00 (EM – UNIVILLE) – Baía da Babitonga, SC.

A umidade relativa do ar (Figura 11 – A) foi alta, atingindo mais de 80%, durante todo o período. Como estes dados são medidos numa estação meteorológica na cidade de Joinville, muito provavelmente a umidade do ar no manguezal é superior aos valores observados na estação meteorológica.

A salinidade medida apresentou um padrão sazonal bem definido (Figura 11 – B). O manguezal da Baía da Babitonga apresentou grande amplitude de salinidade, variando de mesohalinas (5 a 20‰) a mixoeuhalinas (> 30‰), estando estas variações relacionadas com o comportamento da maré, sofrendo influências de parâmetros meteorológicos, como pluviosidade e ventos. Os dados referentes a salinidade foram obtidos no Laboratório da FATMA/GTZ.

A salinidade média mensal apresentou uma correlação inversa com a precipitação pluviométrica ($r^2 = -0,71$ e $p = 0,017$), devido ao aumento do aporte de água doce na bacia de drenagem. A correlação entre salinidade e temperatura não foi observada, em consequência da forte relação entre salinidade e precipitação.

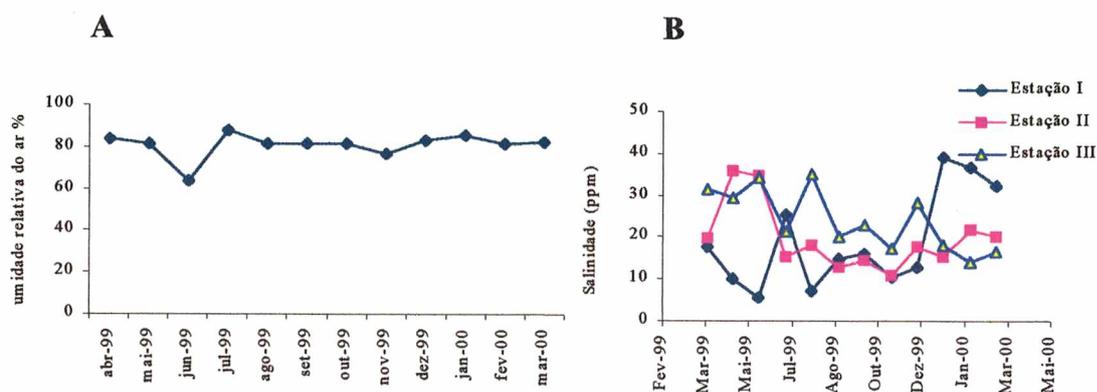


Figura 11: (A) Média mensal da umidade relativa do ar (%); (B) Salinidade (ppm) da água medida diariamente próximo as Estações I, II e III na Baía da Babitonga, SC (FATMA)

Quanto à evaporação total (Figura 12-A) para esta região durante o período de amostragem, ocorreu uma variação entre 0.76 e 1.36 mm, no período de abril de 1999 a março de 2000. A evapotranspiração potencial foi, também, calculada para os períodos pelo método de Thornthwaite & Mather (1957), onde para cada 10°C de temperatura correspondem a 20mm de evapotranspiração potencial: derivado da correlação de dados e

medidas em evapotranspirômetro e em bacias hidrográficas, com dados de temperatura média diária e de duração do dia (horas de sol).

Dados referentes a velocidade de ventos (Figura 12-B) foram obtidos através da Estação Permisionária de Telecomunicações Aeronáutica de Joinville. A média mensal foi de 8,52 km/h e a máxima de 11,16 km/h e a mínima de 5,04 km/h. Pode se observar certa sazonalidade neste parâmetro, com ventos fortes no período de janeiro de 2000.

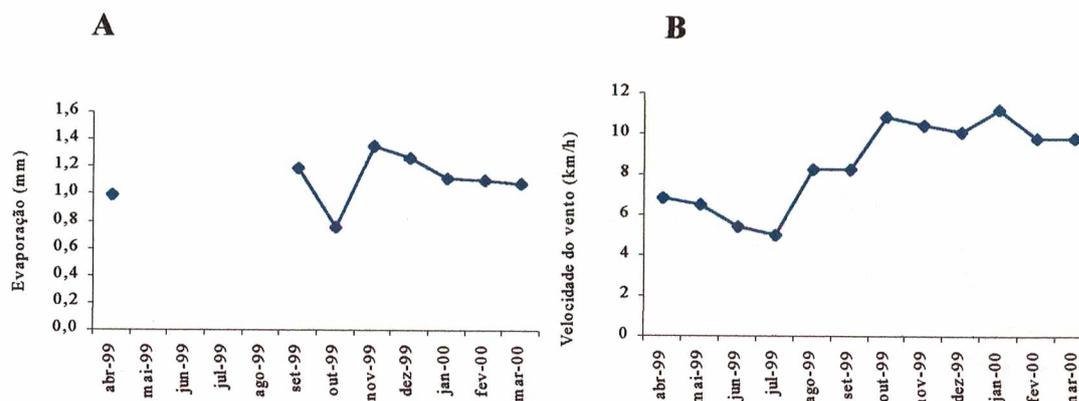


Figura 12: (A) Evaporação total na região no período de abril/99 a março/00; Nos meses de maio/99 a agosto/99 não houve medição, Joinville, SC; (B) Ventos na região no período de abril/99 a março/00, – Baía da Babitonga, SC.

O regime de marés é do tipo misto, predominantemente semidiurno, com nível médio de 1,30m com duração, aproximada, de 6 horas, apresentando durante o período de estudo, maré máxima de 2,0m e a mínima de - 0,3mm (DNPVN – Departamento Nacional de Portos e Vias Navegáveis, 2000; Figura 13).

A frequência de alagamento nas Estações I, II e III, estão relacionadas à sua altura em relação ao nível zero de maré baixa estabelecida pela tábua de maré da Capitania dos Portos de São Francisco do Sul. Levando em conta a variação de maré prevista na tábua da Capitania dos Portos para o período de abril de 1999 a março de 2000, a frequência de alagamento (número de dias em que a maré inundou a área) estimada para as Estações foi de 80,2%

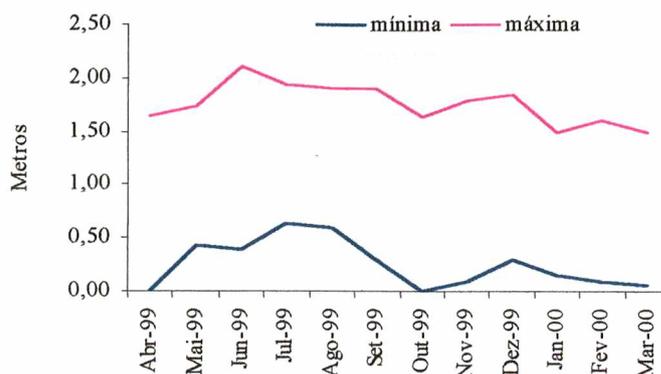


Figura 13: Dados mensais da máxima e mínima da maré média durante o período de amostragem, Baía da Babitonga, SC

A Baía da Babitonga abriga o mais expressivo manguezal do Estado, última grande ocorrência deste ecossistema para o hemisfério sul. O limite meridional para as florestas de manguezal é Laguna/SC e a amplitude de maré é inferior a 0,24 m (Schäeffler-Novelli *et al.*, 1990). De acordo com dados registrados no banco de dados meteorológicos da Gerencia de Recursos Naturais da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A (EPAGRI), no período que abrange os anos de 1939 a 1983, a região de São Francisco do Sul apresentou a temperatura média anual de 20,5°C. Considerando-se a mesma série histórica de dados para o item precipitação, temos que a média anual é de 1.700mm.

De acordo com MacNae (1966), os manguezais se desenvolvem melhor onde a precipitação está acima dos 1.500mm/ano, atingindo o máximo em áreas que recebam mais de 2.500mm/ano. Segundo Barreto da Silva (1995), a formação de manguezais neste local decorre do enorme potencial hídrico desenvolvido nas escarpas da Serra do Mar, associado às características geológicas e geomorfológicas dos depósitos sedimentares em topografia plana. As amplitudes de maré, como já descrito anteriormente, apresentam variação de 1,3 metros.

Os fatores, normalmente, limitantes ao desenvolvimento dos bosques como as baixas temperaturas, condições de hipersalinidade, pequena amplitude de maré, qualidade do sedimento, topografia, dentre outros, contribuem para a redução nas estruturas dos bosques. Este fato é constatado normalmente, nas regiões próximas ao limite da dispersão

deste ecossistema. Em Santa Catarina, a temperatura é identificada como o principal agente estressor (Rodrigues, *et alii.*, 1998).

A área em estudo, embora submetida igualmente aos rigores do clima, apresenta-se inserida num contexto, onde uma series de outros elementos favorecem o desenvolvimento de tão representativo manguezal ainda que localizados no extremo sul de ocorrência do manguezal no Brasil.

5.2. Variação espacial e interespecifica da produção de serapilheira

5.2.1. Produção anual

O padrão anual de serapilheira varia, principalmente, com o tipo de vegetação, com o estágio sucessional, com as zonas climáticas, varia no tempo, com a composição das espécies, com a idade das árvores, com a fertilidade do solo, com o estado fisiológico das espécies e tipos fisiográficos (Panitz, 1997).

A produção anual de serapilheira (Figura 14) para ao manguezal da Baía da Babitonga, SC foi de 433,53 gPSm⁻² ano⁻¹ (4,33 tonPSHa⁻¹ano⁻¹). Houve uma grande variação na produção por espécie, com *L. racemosa* apresentando a maior contribuição para a produção anual (195,08 gPSm⁻²mês⁻¹, 45,00%), seguida por *R. mangle* (160,34 gPSm⁻²mês⁻¹, 37,03%). A *schaueriana* apresentou pequena contribuição para a produção anual (70,33 gPSm⁻²mês⁻¹, 16,22%). A fração mista, composta quase em sua totalidade por madeira (pequenos galhos) contribuiu com 1,75% da produtividade anual de serapilheira.

Os valores de produção anual de serapilheira observados na Baía da Babitonga são baixos quando comparados a manguezais de latitudes menores, onde as árvores geralmente são mais altas (Tabela 03), mas estão dentro da faixa de valores observados em manguezais de latitudes similares e em manguezais de bacia de várias latitudes, que apresentam árvores com alturas próximas às observadas na Baía da Babitonga.

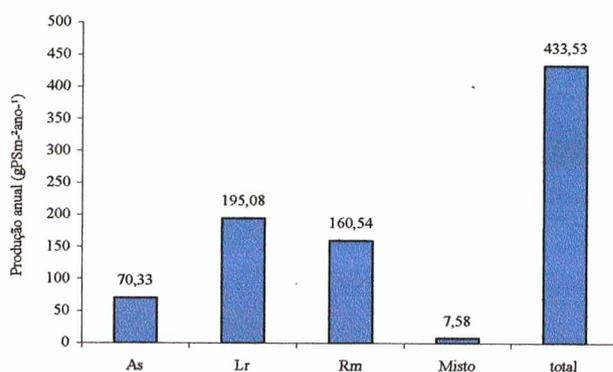


Figura 14: Produção anual de serapilheira ($\text{gPSm}^{-2}\text{ano}^{-1}$) para cada espécie e produção total no manguezal da Baía da Babitonga, SC; *As* = *Avicennia schaueriana*; *Lr* = *Laguncularia racemosa*; *Rm* = *Rhizophora mangle*.

Panitz (1986) propõe existir uma relação inversa entre a latitude e a quantidade de serapilheira, porém, nem sempre isso ocorre, pois a produção é um processo multivariado, dependendo de outros fatores e, principalmente, na região tropical, dos fatores edáficos. Segundo Cintrón & Schaeffer-Novelli (1983), em relação a produção de serapilheira dos bosques de mangue pode-se dizer que existe uma correlação com o fator latitudinal e também com um gradiente estrutural. Neste estudo os dados obtidos ($433,53 \text{ gPSm}^{-2} \text{ ano}^{-1}$) mostraram que tal relação entre produtividade e a latitude pode ocorrer, uma vez que o mangue da Baía da Babitonga, situa-se próximo ao limite austral de ocorrência de manguezais na Costa Atlântica.

Tabela 03: Produção anual de serapilheira em diferentes manguezais no mundo (gPSm⁻²ano⁻¹)

Localização	Tipo	Latitude (aproximada)	Produção (gPSm ⁻² ano ⁻¹)
Dutch Bau, Sri Lanka ¹	Ribeirinho Franja	8° 15'S	373,7 623,8
Laguna de Alvarado, México ²	Ribeirinho	18° 35'S	376,3 a 1565,8
Laguna de Termidos, México ³	Franja	18° 35'S	730,0 - 1216,6
El Verde Lagoon, México ⁴	Ribeirinho	23° 35'S	1100
Brisbane River, Austrália ⁵	Ribeirinho	27° 24'S	831,3 a 921,7
Cananéia, SP, Brasil ⁶	Ribeirinho	25° 00'S	379,6 a 759,2
Rio Baguaçu, PR, Brasil ⁷	Ribeirinho	25° 33'S	465,25
Itacorubi, SC, Brasil ⁸	Bacia	27° 34'S	853,20
Cananéia, SP, Brasil ⁹	Ribeirinho	25° 0,3'S	853,20
Baía da Babitonga, SC, Brasil ¹⁰	Ribeirinho	26° 28'S	433,53

Amarasinghe & Balasubramiam¹, 1992; Tovilla-Hernandes & Gonzales-Angelito², 1994; Tovilla-Hernandes & Gonzales-Angelito³, 1994; Flores-Verdugo *et al.*⁴, 1987; Mackey & Smail⁵, 1995; Schaeffer-Novelli *et al.*⁶, 1990; Sessegolo⁷, 1997; Panitz⁸, 1986; Menezes & Schaeffer-Novelli⁹, 2000; Presente estudo¹⁰

5.2.2. Produção diária

Os resultados da produção média diária da serapilheira total obtidos no manguezal da Baía da Babitonga, SC (1,20 gPSm⁻²dia⁻¹), porém muito baixos, se comparados aos resultados obtidos na Baía do Taquari, Cananéia, SP onde se encontra um bosque ribeirinho, estruturalmente mais vigoroso. Quando comparado ao bosque da Baía da Babitonga, em que a taxa de queda média diária foi de 2,30 gPSm⁻²dia⁻¹. Em Cananéia, no Rio Pereque, S.P., Menezes & Schaeffer-Novelli (2000) obtiveram uma produção média de 2,37 gPSm⁻²dia⁻¹. Esse valor é similar ao encontrado por Panitz (1986), em um bosque no rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, 2,37 gPSm⁻²dia⁻¹ (Tabela 04).

Os valores que mais se aproximam ao do bosque da Baía da Babitonga são os bosque anão de Turkey Point, USA, ($1,14 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) e do mangue do Canal de Bertioga, SP ($1,26 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$), manguezal do Rio Bagaçu, PR ($1,25 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$), no bosque de franja de Ceiba, Porto Rico ($1,82 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) e no bosque da Gamboa Nóbrega, Cananéia, SP ($1,57 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) (Tabela 04).

Segundo Odum *et al.* (1982), os fatores que controlam a produtividade dos manguezais podem ser a composição de espécies, a idade do bosque, a presença ou ausência de espécies competidoras, o grau de herbivoria, presença ou ausência de doenças e parasitas, profundidade do substrato, tipo de substrato, conteúdo de nutrientes do substrato e da água, salinidade do solo e da água, grau de oxigenação das raízes, fluxo de marés, subsídios de energia, presença de tensores severos, influência de compostos tóxicos, atividade humana.

Em termos de caracterização estrutural, os manguezais estudados na Baía da Babitonga são do tipo ribeirinho (Figura 02). De acordo com os registros obtidos na literatura científica, os bosques ribeirinhos são os que apresentam as taxas mais elevadas de produção de serapilheira (Cintrón *et al.*, 1980; Snedaker & Getter, 1985) seguidos por bosques de franja e bacia; porém, os resultados obtidos no presente estudo não confirmam esta condição, podendo ser justificado, dentre vários fatores, pelo fato de estar este manguezal localizado no limite latitudinal para as espécies de mangue, onde a temperatura torna-se o fator principal.

Ao se comparar os manguezais ao longo de um gradiente latitudinal, em termos de estrutura, uma das variações mais evidentes está na altura dos bosques (Schäffer-Novelli, 1989), apesar da altura variar dentro de uma mesma latitude devido a fatores locais (e.g.: bosques de franja; Lugo & Snedaker, 1974). Comparando-se a relação entre produção de serapilheira e dados estruturais de vários manguezais, há também uma tendência de aumento da produção de serapilheira com o aumento da altura dos bosques e da frequência de alagamento (Lugo & Snedaker, 1974; Flores-Verdugo *et al.*, 1987; Schäffer-Novelli *et al.*, 1990; Saenger & Snedaker, 1993; Day Jr. *et al.*, 1989).

Tabela 04: Taxa de queda de serapilheira ($\text{gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) dos manguezais de U.S.A (Flórida), Porto Rico, Colômbia e Brasil (segundo Adaime, 1985)

Localização	Latitude-Longitude (aproximada)	Produção ($\text{gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$)
Flórida¹	25°50'N – 81°41'W	
1 – Tem Thousand Island		
ilhota		2,74
franja		2,65
ribeirinho		3,49
ribeirinho		2,94
2 – Rookery Bay	25°62'N – 80°25'W	
bacia		2,03
3 – Turkey Point	25°20'N – 80°25'W	
rede		1,72
franja		2,13
anão		1,14
anão		2,33
Porto Rico¹	18°15'N – 65°40'W	
4 – Ceiba		
franja		1,82
5 – Piñones	18°27'N – 66°57'W	
bacia		2,66
6 – Vacía Talega	18°27'N – 66°57'W	
ribeirinho		3,96
7 – Espirito Santo ²	18°25'N – 65°48'W °	
ribeirinho		4,22
8 – Joyuda Lagoon	18°07'N – 67°10'W	
franja ³		5,25
franja ⁴		4,74
bacia ⁴		2,29
Colômbia⁵		
9 – Guapi	2°11'N – 77°10'W	
ribeirinho		4,04
Brasil		
10 – Bertioga ⁴	23°53'S – 46°10'W	
franja		1,26
11 - Cananéia ⁷	25°00'S – 47°55'W	
franja (Nóbrega)		2,08
Sub-tipo gamboa (Nóbrega)		1,57
Ribeirinho (Taquari) ⁸		2,30
Paraná⁹		
Rio Baguaçu (Baía de Paranaguá) ribeirinho	25°33'S – 48°23'W	1,25
Ilha de Santa Catarina ¹⁰	27°34'S – 48°30'W	
rio Itacorubi...bacia		2,37
Cananéia, SP ¹¹	25°03'S – 47°55'W	
rio Pereque...ribeirinho		2,37
Baía da Babitonga, SC ¹²	26°28'S – 48°50'W	
ribeirinho		1,20

1 – Pool *et al.* (1975); 2 – Negron (1980); 3- Levine (1981); 4 – Negron & Cintrón (1981); 5 – Hernandez & Mullen (1975); 6 – Ponte *et al.* (1984); 7 – Adaime (1985); 8 – Projeto Manglar (não publicado); 9 – Sessegolo (1997); 10 – Panitz (1986); 11- Menezes & Schäffer-Novelli (2000); 12- Presente estudo

Entretanto, há variações neste padrão, como observou Woodroffe (1982) ao estudar a produção de serapilheira em bosques de *Avicennia marina* próximos ao seu limite sul de distribuição na Nova Zelândia. Este autor observou valores de produção de 8,10 ton. m⁻² ano⁻¹ para bosques com 4 metros de altura e 3,65 ton. m⁻² ano⁻¹ para bosques anões com altura em torno de 0,5 metros. Woodroffe (1982) cita ainda que estudos em latitudes similares na Austrália mostraram valores bem mais baixos de produção de serapilheira em bosques de *Avicennia marina* com alturas bastantes superiores de serapilheira em bosques na Nova Zelândia. Nestes estudos, *Avicennia marina* com alturas entre 8 e 10 metros apresentaram produção de 5,8 ton. m⁻² ano⁻¹, e bosques com alturas entre 2-4 metros apresentaram produção de 2,0 ton. m⁻² ano⁻¹ (Gouter & Allaway, 1979 e Glough & Attiwill, 1975, ambos *apud* Woodroffe, 1982).

Na Baía da Babitonga, os valores de produção anual de serapilheira (Tabela 03) observados são baixos, estando próximos aos limites inferiores de produção observados em manguezais. Entretanto são, similares aos valores observados em alguns manguezais dos estados de São Paulo (Schäeffler-Novelli *et al.*, 1990; Ponte *et al.*, 1990) e Paraná (Sessegolo, 1997), assim como em manguezais de latitudes similares ou manguezais de bacia em diversas latitudes (tabela 3). Os valores de produção de serapilheira observados no manguezal do rio Itacorubi, Ilha de Florianópolis, SC (2,37 gm⁻²dia⁻¹, Panitz, 1986), mais próximos ao sul limite de distribuição dos manguezais no Brasil, são bastante elevados comparados aos valores observados na região da Baía da Babitonga.

Segundo Cintron & Schäeffler-Novelli (1981 *apud* Adaime, 1985), a altura das árvores no bosque no rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina (SC), varia entre 5,6 e 8,4 metros, o que talvez poderia justificar os valores elevados de produção. Outra possibilidade é o fato de que o rio Itacorubi corta a cidade de Florianópolis, recebendo diversos efluentes (Soriano-Sierra, 1986), o que poderia ocasionar um aporte mais elevado de nutrientes para os bosques, aumentando a produtividade dos manguezais. Na Baía da Babitonga a altura média da árvores variou entre 2,6 e 5,3 (Silva *et al.*, 1998), portanto a produção de serapilheira obtida neste manguezal não apresenta uma variação significativa se comparada a outros manguezais próximos a mesma latitude (Tabela 04).

O grau de desenvolvimento estrutural da vegetação é função das respostas das espécies a uma somatória de fatores ambientais, que podem variar tanto em intensidade,

quanto em frequência de ocorrência. Entre estes, destacam-se o aporte de água doce e salgada, assim como o aporte de nutrientes que constituindo-se num subsídio importante de energia, que permitirão a vegetação adquirir um alto desenvolvimento estrutural. Por outro lado, fatores como baixas temperaturas e altas salinidades, podem reduzir este desenvolvimento (Panitz, 1997).

Considerando-se os requisitos básicos para o estabelecimento dos manguezais e o seu bom desenvolvimento (Odum *et al.*, 1982), pode se dizer que o manguezal em estudo, apresenta essas condições, ou seja, uma boa amplitude de maré, ação moderada de ondas, pouca declividade do terreno, boa precipitação pluvial anual, salinidade superficial baixa.

Pool *et al.* (1975) mostraram em relação aos 3 tipos fisiográficos de bosques estudados (franja, rede e anão) que as diferenças na queda de serapilheira eram devido as condições de nutrientes do solo e da água, em cada local. Para os bosque de mangue de Porto Rico, Lugo & Cintrón (1975) apontam como principais fatores determinantes das suas características estruturais e funcionais, a água de drenagem terrestre e a energia das marés na costa. O aporte de água doce do ecossistema terrestre é importante em manter o gradiente de água salobra nos estuários, o que é crítico para o desenvolvimento da vegetação do mangue.

O fluxo e a qualidade da água, além de controlar o regime de salinidade, afetam a disponibilidade e o grau de dispersão dos nutrientes inorgânicos (Pool *et al.*, 1975). Lugo & Snedaker (1974) apontam que uma redução na produção dos manguezais estava relacionado com a redução de 50% no fluxo de água de drenagem do continente.

Os bosques estudados da Baía da Babitonga são inundados periodicamente pelas marés semi-diurnas, acarretando uma lavagem dos solos durante as marés enchentes, resultando em um substrato sem problemas de hipersalinidade e onde, também, dificilmente a serapilheira poderia se acumular e sofrer decomposição, portanto, não há aporte de nutrientes pela decomposição das folhas. A contribuição de água doce proveniente da drenagem terrestre é reduzida, exceção feita aos dias de grande pluviosidade. Provavelmente, a baixa produção nos manguezais estudados na Baía, também ocorra pela deficiência na contribuição de água de drenagem e de nutrientes.

Brown & Lugo (1982) mostraram que um aporte de nutrientes, principalmente, através do regime de água doce, parece ser importante para aumentar a produção de serapilheira. Porém, um aumento na salinidade do solo, produziria uma redução na tendência de produção de serapilheira. Isto sugere que a produtividade primária líquida diminui porque a respiração aumenta, devido ao volume de salinidade da água e do solo.

5.2.3. Contribuição das frações para a produção

Em relação a composição da serapilheira, Bray & Gorham (1964) para as florestas do mundo, apontam que o material foliar contribui com 60 a 70%, os frutos com 1 a 17% e a madeira com 12 a 15%. Estes valores correspondem em média, aos dados de serapilheira para os bosques do Novo Mundo (Adaime, 1985). Os dados obtidos neste trabalho estão relativamente próximos aos dos autores acima citados, sendo que a fração folhas é um pouco maior e a fração madeira um pouco menor.

Na Baía da Babitonga, a produção média de serapilheira acumulada nas estações I, II e III foi estimada em $1,20 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, correspondendo as folhas 85,13% do total, com uma produção média diária de $1,03 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (Tabela 05). Sessegolo, (1997), para o mangue do rio Baguaçu, Paraná, BR, obteve uma produção de $1,25 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ onde 61 a 92% correspondia as folhas. Panitz (1986), para o manguezal do Itacorubi, Ilha de Santa Catarina (SC) para uma produção de serapilheira de $2,37 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, com uma contribuição das folhas de 88,57% do total. Adaime (1985) obteve para o mangue de gamboa Nóbrega (Cananéia, SP) uma produção média de $1,03 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, com as folhas contribuindo com 62% do total. Ainda, em Cananéia, no manguezal de tipo ribeirinho no Rio Pereque, Menezes & Schaeffer-Novelli (2000) obtiveram uma produção média de $2,37 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, sendo que 65,66% desse total corresponde a fração folha. Heald (1969) em North River, Everglades National Park (Flórida), obteve uma produção de $2,4 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, onde 83% deste material correspondia às folhas. Negrón (1980) para o mangue do Rio Espírito Santo (costa norte de Porto Rico), registrou uma produção média de $4,12 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, com uma contribuição das folhas em 67% do total. Levine (1981) no mangue de Laguna Joyuda (Porto Rico), obteve uma produção de $2,56 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$, tendo as folhas contribuído com 49% do total da serapilheira. Neste mesmo local, Negrón & Cintrón

(1981) obtiveram uma produção de 3,5 gPSm⁻²dia⁻¹, com as folhas contribuindo com 62% da serapilheira total.

Tabela 05: Produção média diária de serapilheira (gm⁻²dia⁻¹) por fração e total na Baía da Babitonga (SC). Lg = *Laguncularia racemosa*; As = *Avicennia schaueriana*; Rm = *Rhizophora mangle*

	Folhas			Total	Estruturas Reprodutivas			Total	Misto	Madeira	Serapilheira
	As	Lr	Rm	Folhas	As	Lr	Rm	Estr.Repr.			total
EST. I	0,27	0,70	0,59	1,56	0,02	0,04	0,07	0,14	0,02	0,08	1,79
EST. II	0,11	0,32	0,28	0,70	0,01	0,02	0,04	0,07	0,02	0,02	0,81
EST. III	0,16	0,35	0,31	0,81	0,02	0,03	0,05	0,09	0,03	0,08	1,01
TOTAL	0,54	1,36	1,18	3,08	0,05	0,09	0,16	0,30	0,06	0,18	3,61
MÉDIA	0,18	0,45	0,39	1,03	0,02	0,03	0,05	0,10	0,02	0,06	1,20
%	14,82	37,73	32,57	85,13	1,40	2,41	4,46	8,27	1,75	4,85	100

Nas estações estudadas no manguezal da Baía da Babitonga, verificou-se a dominância da fração folha do mangue branco (*Laguncularia racemosa*) com 37,73% do total, em relação a produção do mangue vermelho (*Rhizophora mangle*) com 32,57% e do mangue preto (*Avicennia schaueriana*) com 14,82% (Tabela 5). Segundo estudos realizados por Silva *et al.*, 1998) a frequência relativa da *Laguncularia racemosa*, neste manguezal é de 70%. Portanto, estes dados reforçam a idéia de que as características estruturais de um mangue são impostas pelas características de crescimento e desenvolvimento da espécie dominante (Cintrón & Schaeffer-Novelli, 1981, *apud* Adaime, 1985).

Neste estudo as folhas de *Laguncularia racemosa* (1,95 ton.PSha ano⁻¹) tornou-se bastante representativa, pois sua distribuição é a mais extensa das três espécies típicas, sendo considerada como a dominante nas estações. No mangue do Itacorubi, Florianópolis, SC., a espécie que teve maior contribuição foliar foi a *Avicennia schaueriana* (9,70 t/ha/ano), no mangue de Cananéia, SP as folhas de *Laguncularia racemosa* (6,07 ton.Psha⁻¹ ano⁻¹) (Tabela 06).

Tabela 06: Comparação da produção de serapilheira (Fração folha - peso seco) de vários manguezais. Lr = *Laguncularia racemosa*; As = *Avicennia schaueriana*; Ag = *Avicennia germinans*; Am = *Avicennia marina*; Rm = *Rhizophora mangle*

Espécies/Tipo	Localização	Latitude	Folhas (tonPS/ha/ano)	Referências
Rm (rede)	Florida, USA	26° N	0,60 1,28	Pool <i>et al.</i> 1975 Teas, 1979
Rm (franja)	Florida, USA	26° N	7,58	Pool <i>et al.</i> 1975
Rm (ribeirinho)	Florida, USA	26° N	8,17 9,18	Pool <i>et al.</i> 1975 Pool <i>et al.</i> 1975
Ag (bacia)	Florida, USA	26° N	4,85	Lugo & Snedaker, 1975
Am (ribeirinho)	Roseville, Austrália	34° N	4,60	Gouter & Allaway, 1979
Rm (franja)	Cananéia, Brasil	25° S	4,22	Adaime, 1985
As (franja)	Cananéia, Brasil	25° S	1,60	Adaime, 1985
Lr (franja)	Cananéia, Brasil	25° S	6,07	Adaime, 1985
Rm (Bacia)	Florianópolis, Brasil	27° S	3,20	Panitz, 1985
As (Bacia)	Florianópolis, Brasil	27° S	9,70,	Panitz, 1985
Lr (Bacia)	Florianópolis, Brasil	27° S	8,10	Panitz, 1986
Rm (Ribeirinho)	Baía da Babitonga, SC, Brasil	26° S	1,60	Presente estudo
As (Ribeirinho)	Baía da Babitonga, SC, Brasil	26° S	0,70	Presente estudo
Lr (Ribeirinho)	Baía da Babitonga, SC, Brasil	26° S	1,95	Presente estudo

A produção de madeira ocorreu durante todo o período amostrado e de uma forma relativamente uniforme, correspondendo a 4,85% do total de serapilheira (Tabela 05). Panitz (1986) obteve um valor de 5,64% para está fração para o mangue do Itacorubi Ilha de Santa Catarina (SC) do total da serapilheira. Sessegolo (1997) para o rio Baguaçu, PR, a fração madeira correspondeu à 14,04 % do total de serapilheira. Adaime (1985) obteve um valor de 11,06% para o mangue de gamboa Nóbrega (Cananéia, SP). Pool *et al* (1975) obtiveram valores que variaram de 3 a 15% e de 8 a 21% do total de serapilheira. Estes autores afirmam que, quando a taxa da fração madeira é baixa isto reflete a pouca idade dos

bosques de mangue. Negrón & Cintrón (1981) registraram uma contribuição de 6% de madeira para o bosque de mangue em Laguna Joyuda (Porto Rico).

Considerando-se que os manguezais da Baía da Babitonga estudados são maduros e bem desenvolvidos (Silva *et al*, 1998), o valor relativamente baixo para a fração madeira (4,85%) não corresponde ao que consta na literatura (Negrón & Cintrón, 1981), como também foi constatado no trabalho de Panitz (1986) para o manguezal do Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, SC (5,64%) obtido.

Com relação a fração estrutura reprodutiva, este estudo mostrou que a *Rhizophora mangle* apresentou uma maior contribuição (4,46%) em relação a *Laguncularia racemosa* (2,41%) e a *Avicennia schaueriana* (1,40%) (Tabela 05). A elevada contribuição da *Rhizophora mangle* está relacionada, principalmente ao fato de que seu propágulo apresenta peso superior ao das estruturas reprodutivas de *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*. Isso explica a diferença de valores obtidos neste estudo se comparado ao valores obtidos por Panitz, (1986) no mangue de Itacorubi, SC onde frutos de *Laguncularia racemosa* apresentaram maior contribuição (2,56% do total) e por Sessegolo (1997) no rio Baguaçu, PR, que obteve 4,18% do total.

5.2.4. Variação da produção de serapilheira entre as estações de estudo

A Estação I contribui com 49,55 % da produção total da serapilheira e as espécies que mais contribuíram foram *Laguncularia racemosa* (41,37%) e *Rhizophora mangle* (37,05%). Na Linha A, a contribuição de serapilheira teve maiores valores (1,90 gPSm⁻²dia⁻¹) e na Linha B, mais próxima a restinga, os menores valores (1,46 gPSm⁻²dia⁻¹). Na Linha A espécie que mais contribui foi *Laguncularia racemosa* (26,17%) seguida por *Rhizophora mangle* (18,35%). Na Linha B, a espécie que mais contribui foi *Rhizophora mangle* (21,65%) seguida de *Laguncularia racemosa* (18,89%) (Tabelas 07 e 08).

Na Estação II a serapilheira contribuição com 22,65 % da produção total, sendo a produção média total da serapilheira de 0,81 gPSm⁻²dia⁻¹. As espécies que mais

contribuíram foram *Laguncularia racemosa* (41,50%) e *Rhizophora mangle* (39,41%). Na Linha A, a contribuição de serapilheira teve maiores valores (1,08 gPSm⁻²dia⁻¹) e na Linha B, mais próxima a restinga, os menores valores (0,77 gPSm⁻²dia⁻¹). Na Linha A espécie que mais contribui foi *Laguncularia racemosa* (25,51%) seguida de *Rhizophora mangle* (18,70%). Na Linha B, a espécie que mais contribui foi *Rhizophora mangle* (21,44%) seguida de *Laguncularia racemosa* (15,35%) (Tabelas 07 e 08).

Estação III contribui com 28,20 % e teve uma produção média de 1,01 gPSm⁻²dia⁻¹. As espécies que mais contribuíram foram *Rhizophora mangle* (35,08%) e *Laguncularia racemosa* (36,90%). Na Linha A, a contribuição de serapilheira teve maiores valores (0,85 gPSm⁻²dia⁻¹) e na Linha B, mais próxima a restinga, os menores valores (0,68 gPSm⁻²dia⁻¹). Na Linha A espécie que mais contribui foi *Laguncularia racemosa* (26,00%) seguida por *Rhizophora mangle* (17,29%). Na Linha B, a espécie que mais contribui foi *Rhizophora mangle* (22,35%) seguida de *Laguncularia racemosa* (18,50%) (Tabelas 07 e 08).

Tabela 07: Produção de serapilheira diária de cada espécie (gPSm⁻²dia⁻¹) e porcentagem em cada estação e por linha na Baía da Babitonga (SC); As = *Avicennia schaueriana*; Lr = *Laguncularia racemosa*; Rm = *Rhizophora mangle*

Espécie	Estação I				Estação II				Estação III			
	Linha A		Linha B		Linha A		Linha B		Linha A		Linha B	
	gPSm ⁻² dia ⁻¹	%										
As	4,49	11,17	2,33	5,78	2,73	12,79	1,33	6,22	1,88	10,58	0,94	5,27
Lr	10,53	26,17	6,79	18,89	5,44	25,51	3,27	15,35	4,62	26,00	3,28	18,50
Rm	7,38	18,35	8,71	21,65	3,99	18,70	4,57	21,44	3,07	17,29	3,97	22,35

Tabela 08: Produção média diária (total e frações) da serapilheira ($\text{gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) nas estações de coleta na Baía da Babitonga (SC). Lg = *Laguncularia racemosa*; As = *Avicennia schaueriana*; Rm = *Rhizophora mangle*

ESTAÇÃO I									
Mês	Folhas			Estruturas Reprodutivas			Misto	Madeira	Serapilheira Total
	As	Lr	Rm	As	Lr	Rm			
Abr-99	0,17	0,52	0,37	0,04	0,05	0,11	0,02	0,02	1,29
Mai-99	0,27	0,44	0,43	0,01	0,03	0,08	0,01	0,03	1,30
Jun-99	0,16	0,32	0,40	0,02	0,00	0,04	0,01	0,01	0,97
Jul-99	0,42	0,78	0,79	0,02	0,05	0,07	0,01	0,20	2,33
Ago-99	0,22	0,24	0,24	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,78
Set-99	0,24	0,77	0,55	0,03	0,04	0,11	0,03	0,06	1,83
Out-99	0,18	0,69	0,59	0,04	0,03	0,06	0,01	0,03	1,63
Nov-99	0,32	0,62	0,51	0,03	0,10	0,12	0,00	0,03	1,74
Dez-99	0,17	0,49	0,32	0,00	0,06	0,08	0,01	0,03	1,15
Jan-00	0,49	1,42	1,35	0,04	0,08	0,07	0,01	0,17	3,62
Fev-00	0,40	1,48	1,09	0,01	0,03	0,06	0,05	0,03	3,15
Mar-00	0,20	0,59	0,44	0,02	0,04	0,07	0,02	0,30	1,68
TOTAL	3,24	8,35	7,08	0,28	0,53	0,88	0,20	0,92	21,48
MÉDIA	0,27	0,70	0,59	0,02	0,04	0,07	0,02	0,08	1,79
%	15,08	38,88	32,97	1,31	2,49	4,08	0,93	4,26	

ESTAÇÃO II									
Mês	Folhas			Estruturas Reprodutivas			Misto	Madeira	Serapilheira Total
	As	Lr	Rm	As	Lr	Rm			
Abr-99	0,05	0,22	0,24	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,54
Mai-99	0,05	0,21	0,22	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,55
Jun-99	0,11	0,33	0,30	0,05	0,04	0,08	0,03	0,03	0,97
Jul-99	0,03	0,13	0,11	0,01	0,03	0,05	0,01	0,02	0,37
Ago-99	0,01	0,04	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,11
Set-99	0,11	0,37	0,33	0,04	0,03	0,08	0,02	0,02	1,00
Out-99	0,19	0,43	0,40	0,00	0,00	0,03	0,03	0,00	1,08
Nov-99	0,07	0,55	0,34	0,03	0,01	0,02	0,00	0,01	1,02
Dez-99	0,13	0,52	0,40	0,00	0,02	0,04	0,01	0,04	1,16
Jan-00	0,25	0,45	0,44	0,01	0,02	0,03	0,01	0,06	1,27
Fev-00	0,15	0,36	0,33	0,00	0,02	0,06	0,01	0,01	0,95
Mar-00	0,13	0,22	0,21	0,00	0,01	0,04	0,05	0,05	0,71
TOTAL	1,27	3,84	3,35	0,14	0,21	0,49	0,18	0,26	9,74
MÉDIA	0,11	0,32	0,28	0,01	0,02	0,04	0,02	0,02	0,81
%	13,06	39,39	34,35	1,49	2,11	5,06	1,87	2,68	

ESTAÇÃO III									
Mês	Folhas			Estruturas Reprodutivas			Misto	Madeira	Serapilheira Total
	As	Lr	Rm	As	Lr	Rm			
Abr-99	0,12	0,30	0,32	0,00	0,02	0,05	0,01	0,03	0,84
Mai-99	0,12	0,23	0,19	0,01	0,01	0,02	0,01	0,00	0,58
Jun-99	0,16	0,26	0,26	0,01	0,00	0,06	0,03	0,04	0,81
Jul-99	0,21	0,55	0,54	0,02	0,01	0,02	0,03	0,05	1,43
Ago-99	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,11
Set-99	0,20	0,39	0,30	0,05	0,03	0,07	0,04	0,07	1,14
Out-99	0,12	0,38	0,32	0,01	0,06	0,10	0,05	0,05	1,08
Nov-99	0,16	0,38	0,44	0,02	0,05	0,07	0,02	0,05	1,19
Dez-99	0,25	0,35	0,23	0,05	0,04	0,06	0,08	0,12	1,18
Jan-00	0,28	0,58	0,46	0,00	0,02	0,02	0,03	0,19	1,59
Fev-00	0,20	0,41	0,40	0,00	0,03	0,03	0,02	0,23	1,33
Mar-00	0,09	0,32	0,21	0,00	0,02	0,06	0,05	0,10	0,85
TOTAL	1,91	4,17	3,69	0,18	0,31	0,56	0,38	0,93	12,13
MÉDIA	0,16	0,35	0,31	0,02	0,03	0,05	0,03	0,08	1,01
%	15,78	34,38	30,45	1,50	2,52	4,63	3,10	7,64	

Os maiores valores de produção de serapilheira encontrados na Linha A das estações I, II e III podem ser explicadas pelo fato de que próximo às margens os bosques apresentaram árvores bem desenvolvidas, baixas densidades e elevados valores de área basal, além de permanecerem mais tempo inundadas pela maré e apresentar menor grau de salinidade. Nas proximidades da restinga, os bosques são bastantes densos com menor área basal, além de apresentarem maior salinidade por ficarem mais tempo exposto (Silva, *et al.* 1998).

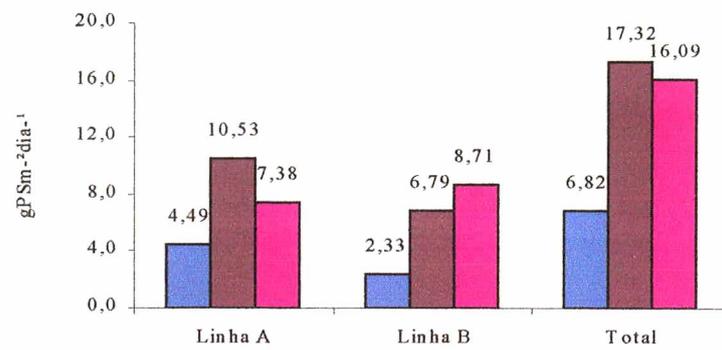
Além das frações presentes, descritas anteriormente, foi também encontrado nas cestas fragmentos de folhas de mangue que pelo seu estado não puderam ser separadas por espécie. Esta fração, denominada misto, contribui com $0,02 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (1,75% do total da serapilheira) (Tabelas 07 e 08).

Comparando as diferentes posições com relação às linhas A e B nas estações, podemos observar uma forte zonação na produção de serapilheira. Na linha A, próxima a margem a contribuição da serapilheira foi maior, diminuindo progressivamente com a proximidade da restinga (Figura 15).

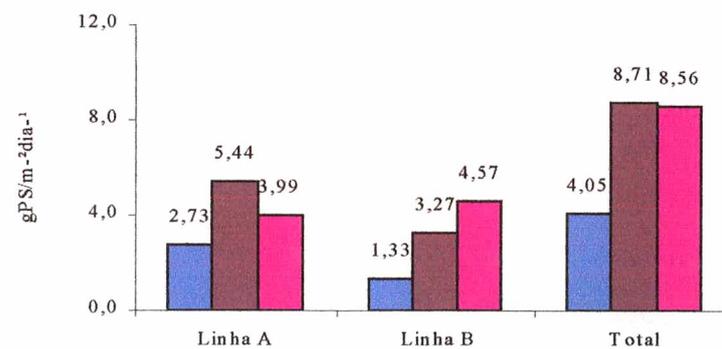
A zonação de espécies vegetais do manguezal da Baía da Babitonga no sentido margem-interior é bem definida com *Spartina alterniflora* ocupando a primeira zona, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, a segunda e *Rhizophora mangle* mais para ao interior - terceira zona próximo à restinga (Cunha, *et al.*, 1998).

Segundo Bigarella (1978) os fatores que afetam a zonação são as mares, salinidade, substrato, grau de inundação, hidrodinâmica. Segundo os estudos de vários autores que examinaram os manguezais da costa brasileira, o esquema de zonação não é bem definido, onde a distribuição das espécies não obedece a nenhuma regra de zonação. Esse fenômeno não é só brasileiro, porque na Austrália, Clarke e Hannon (1967, *apud* Bigarella, 1978), observaram que, embora em alguns locais as espécies de mangue demonstrem uma nítida zonação, em outras há uma entre-mesclagem completa, chamada por eles de “zonação anômala”. Por outro lado, Souza Sobrinho *et alii.* (1969) acharam o limite entre uma associação e outra bastante definido.

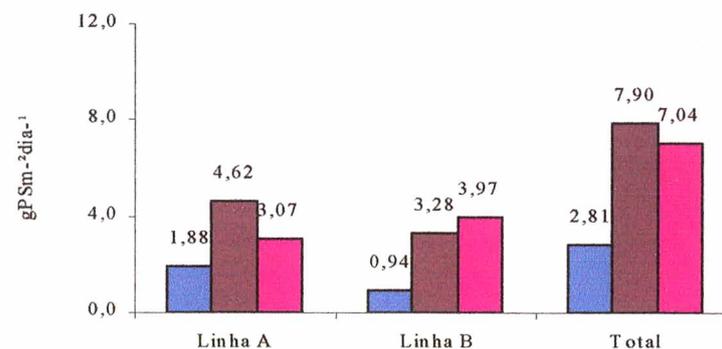
Estação I



Estação II



Estação III



■ As ■ Lr ■ Rm

Figura 15: Produção diária de serapilheira para cada espécie e total (gPSm⁻²dia⁻¹) por linha e média para a estação, Baía da Babitonga, S.C.

■ *Avicennia schaueriana* ■ *Laguncularia racemosa* ■ *Rhizophora mangle*

Nas áreas estudadas (Silva *et al.*, 1998), *Laguncularia racemosa* cuja distribuição é a mais ampla das três espécies típicas, pode ser considerada a dominante, tornando-se bastante representativa, ocorrendo com maior frequência na faixa marginal (70%) seguida de *Avicennia schaueriana*. *Rhizophora mangle* é a mais abundante na faixa mais interna, próxima a restinga (59%).

Bigarella (1974) considerou *Laguncularia racemosa* a espécie mais freqüente no litoral Paranaense. Bacon (1975) observou que essa espécie é de crescimento rápido e ocupa grandes áreas onde outras espécies do mangue foram excluídas por derrubadas. Possivelmente, trata-se de uma espécies mais tolerante à pressões da atividades humanas.

Laguncularia racemosa, sofre diminuição progressiva na produção com o distanciamento da margem. Esta variação na composição da serapilheira, é uma consequência da estrutura do bosque, que apresentou uma forte dominância de *Laguncularia racemosa* (70%) na linha A, e a dominância de *Rhizophora mangle* em direção a linha B (Cunha, *et al.*, 1997),

Esta característica pode ser uma consequência da maior frequência de alagamento na Linha A, onde a altura média da maré é de 30 a 40 cm, o que estaria favorecendo o aporte de nutriente e a retirada do excesso de sais e metabólitos nesta área. Esta diferença se acentua no período de inverno, quando a precipitação é baixa na região, e a lavagem das áreas próximas à restinga se limita aos períodos de maré alta de sizígia.

A Estação II, quando comparada as estações I e III apresentou menor produção de serapilheira, $0,81 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (Tabela 08). Os baixos valores obtidos de produção nesta estação pode estar relacionado aos tensores de origem antrópica nos manguezais em função da proximidade da área urbana de Joinville e, essencialmente, relacionados à ocupação humana e ao uso inadequado do solo, pois, lançamento de efluentes domésticos e industriais sem tratamento e a deposição de resíduos sólidos é comum no ambiente estuarino, como foi observado próximo a esta área de estudo.

A contribuição da fração folha de *Rhizophora mangle* cresce progressivamente com a distância da margem, especialmente no período de liberação de propágulos, contribuindo

com $0,59 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (32,97%), na estação I, com $0,31 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (30,45%) na Estação III e com $0,28 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (34,35%) na estação II. (Tabela 8)

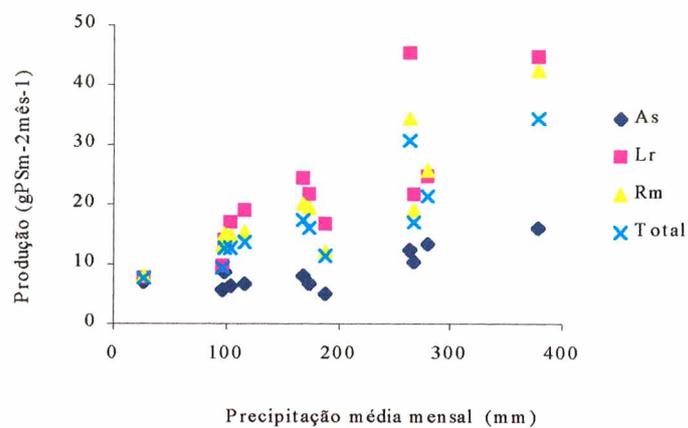
Avicennia schaueriana apresenta menor distribuição segundo estudos realizados por Silva *et al.* (1998) e foi a espécie que apresentou os menores valores de produção de serapilheira, contribuindo com $0,27 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (15,08%), na estação I, com $0,16 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (15,78%) na Estação III e com $0,11 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (13,06%) na estação II (Tabela 8).

Laguncularia racemosa apresentou em todas as estações elevada frequência relativa (70%), sendo dominante na Linha A próxima a margem (Silva, *et al.*, 1998). Sua contribuição para a estação I foi de $0,59 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (32,97%), para a estação III contribui com $0,35 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (30,45%) e com $0,32 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ (39,39%) para a estação II (Tabela 8).

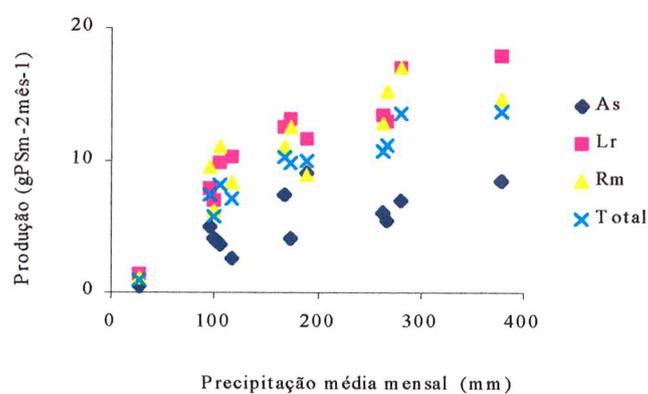
5.2.5. Variação sazonal da produção de serapilheira e relação com fatores ambientais

A variação sazonal na produção de serapilheira tem sido atribuída à vários fatores, principalmente, climáticos como vento e precipitação – fatores mecânicos (Jardel, *et al.*, 1987). Os maiores valores de produção de serapilheira ocorreram durante o período chuvoso e os menores valores coincidiram com os menores índices pluviométricos (Figura 16), quando as taxas mensais de precipitação foram de 26,9 a 379 mm mes^{-1} . Esta observação está de acordo com a tendência geral citada na literatura (Flores-Verdugo, *et al.*, 1987; Schaeffer-Novelli *et al.*, 1990; Tovilla-Hernandes e Gonzales-Angelito, 1994), uma vez que durante o período chuvoso (nos meses de janeiro a março) há uma elevada taxa de renovação de água doce, que coincide com a temperatura e a radiação solar favoráveis, resultando num período de ótima produção foliar e, conseqüentemente, elevada produção de serapilheira.

Estação I



Estação II



Estação III

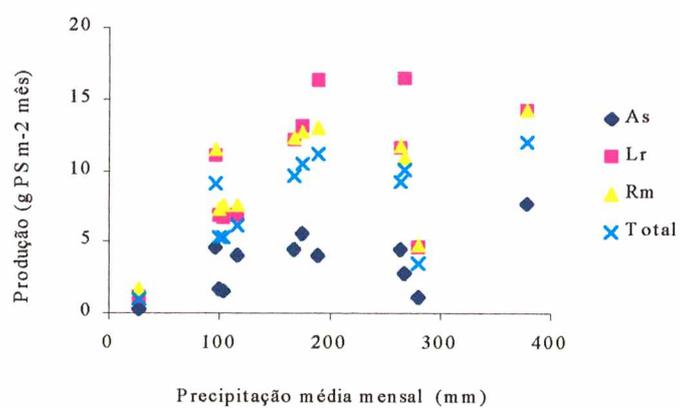


Figura 16: Distribuição da produção de serapilheira por espécie e total com relação aos valores precipitação pluviométrica mensal para a região da Baía da Babitonga, SC no período de março de 1999 a março de 2000 (EM-UNIVILLE)

O padrão sazonal observado na Baía da Babitonga, com maior queda de serapilheira no verão e estreita correlação entre a precipitação, temperatura (Tabela 09) é comum no sudeste e sul do Brasil, também observado no manguezal da Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Menezes, 1984), Rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, SC (Panitz, 1986) do Rio Baguaçu (Baía de Paranaguá, PR, Sessegolo, 1997).

Tabela 09 Coeficiente de correlação (r^2) e probabilidade de correlação de serapilheira total para o manguezal da Baía da Babitonga, SC e fatores abióticos para o período de abril de 1999 a março de 2000.

Fatores Abióticos	Serapilheira Total
Precipitação mensal	$r^2=0,79$ - $p=0,000$
Temperatura Máxima mensal	$r^2= 0,48$ - $p= 0,08$
Temperatura Mínima mensal	$r^2= 0,74$ - $p= 0,0001$
Temperatura média mensal	$r^2= 0,60$ - $p= 0,06$
Salinidade	$r^2= 0,37$ - $p= 0,041$
Evapotranspiração	$r^2= 0,70$ - $p= 0,003$

A produção de serapilheira para todas as espécies e em todas estações apresentou-se melhor correlacionada com a precipitação ($r^2= 0,79$ e $p= 0,000$) (Tabela 9). As melhores correlações com a precipitação foram observadas para a produção de *Laguncularia racemosa* (Estação I: $r^2=0,70$ e $p= 0,066$; Estação II: $r^2=0,64$ e $p= 0,028$; Estação III: $r^2=0,78$ e $p= 0,060$) (Tabela 10), isso ocorreu devido aos elevados valores de precipitação observados de janeiro à março de 2000. A tendência de correlação entre a produção por espécie e total com a precipitação nas estações I, II e III pode ser observada na Figura 16.

Tabela 10: Coeficiente de correlação (r^2) e probabilidade de correlação de serapilheira total de cada espécie nas Estações na Baía da Babitonga (SC) com os fatores abióticos para o período de março de 1999 a março de 2000.

ESTAÇÃO I

	<i>A schaueriana</i>	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>
Precipitação mensal	$r^2 = 0,54$ p= 0,048	$r^2 = 0,70$ p= 0,066	$R^2 = 0,59$ p= 0,041
Temperatura Máxima mensal	$r^2 = 0,018$ p= 0,032	$r^2 = 0,10$ p= 0,33	$r^2 = 0,04$ p= 0,21
Temperatura Mínima mensal	$r^2 = 0,03$ p= - 0,25	$r^2 = 0,45$ p= 0,05	$r^2 = 0,35$ p= 0,59
Temperatura média mensal	$r^2 = - 0,14$ p= 0,19	$r^2 = 0,51$ p= 0,026	$r^2 = 0,45$ p= 0,019
Salinidade	$r^2 = - 0,08$ p= 0,48	$r^2 = - 0,51$ p= 0,026	$r^2 = - 0,19$ p= 0,44

ESTAÇÃO II

	<i>A schaueriana</i>	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>
Precipitação mensal	$r^2 = 0,56$ p= 0,034	$r^2 = 0,64$ p= 0,028	$r^2 = 0,59$ p= 0,030
Temperatura Máxima mensal	$r^2 = 0,30$ p= 0,093	$r^2 = 0,38$ p= 0,14	$r^2 = 0,38$ p= 0,14
Temperatura Mínima mensal	$r^2 = 0,31$ p= 0,09	$r^2 = 0,62$ p= 0,038	$r^2 = 0,64$ p= 0,41
Temperatura média mensal	$r^2 = 0,14$ p= 0,01	$r^2 = 0,56$ p= 0,030	$r^2 = 0,53$ p= 0,27
Salinidade	$r^2 = - 0,21$ p= 0,24	$r^2 = - 0,43$ p= 0,098	$r^2 = - 0,13$ p= 0,48

ESTAÇÃO III

	<i>A schaueriana</i>	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>
Precipitação mensal	$r^2 = 0,55$ p= 0,011	$r^2 = 0,78$ p= 0,06	$r^2 = 0,58$ p= 0,033
Temperatura Máxima mensal	$r^2 = 0,14$ p= 0,019	$r^2 = 0,63$ p= 0,040	$r^2 = 0,47$ p= 0,21
Temperatura Mínima mensal	$r^2 = 0,31$ p= 0,097	$r^2 = 0,63$ p= 0,039	$r^2 = 0,66$ p= 0,43
Temperatura média mensal	$r^2 = 0,13$ p= 0,017	$r^2 = 0,50$ p= 0,035	$r^2 = 0,40$ p= 0,16
Salinidade	$r^2 = - 0,19$ p= 0,52	$r^2 = - 0,56$ p= 0,078	$r^2 = - 0,34$ p= 0,081

No Brasil, esta tendência também é citada nos trabalhos de Adaime (1985) e de Panitz (1997), onde foram observados que os máximos de produção de serapilheira coincidiram com os anos de picos de maior precipitação, assim como os de menor produção, com os de menor índice pluviométrico.

Apesar disso, Amarasenghe & Balasubraniam (1992), constataram para Dutch Bay (Sri Lanka) uma maior produção de serapilheira durante o período seco, e ainda, Flores-Verdugo *et al.* (1987) observaram que 75% da produção anual de serapilheira em Laguna El Verde (México) ocorreu nos meses secos. O mesmos autores sugerem que isto pode ser atribuído ao aumento do custo energético de manutenção dos tecidos fotossintéticos, em condições de alta salinidade durante os períodos de seca, o que causaria a queda de folhas.

Segundo Delitti (1982) parece haver uma relação direta a disponibilidade hídrica e a área foliar em ecossistemas tropicais. É comum ocorrer uma inversão entre as curvas de andamento anual da produção da serapilheira e a precipitação, podendo refletir uma importante estratégia para minimizar os efeitos da escassez de água. Embora isso implique numa redução da produção primária, este comportamento resulta, evidentemente, num balanço positivo para a vegetação.

Segundo Lugo *et al.* (1975) a vegetação do manguezal parece mostrar um aumento na taxa fotossintética quando a temperatura aumenta. Analisando-se os dados de temperatura do ar e os de produção de serapilheira observa-se que há relação entre ambos fatores. Panitz (1986), afirma que um diminuição da temperatura do ar pode originar um estresse hídrico secundário, mostrando importância da disponibilidade hídrica na determinação do potencial de produção primária dos ecossistemas, o que se dá pela limitação na fitomassa foliar.

Quando as condições são normais, a queda de folhas ocorre em sincronia com a produção de novas folhas, de modo que a razão fotossintética permanece constante. No entanto, observaram-se picos esporádicos na queda de folhas associados a influência de um tensor, como o abaixamento da temperatura do ar, geadas (Odum *et al.*, 1982). A hipótese de que o padrão de queda de folhas é sensível aos estresses e, que o custo energético aumentaria pela manutenção do tecido fotossintético foi proposta por Lugo *et al.* (1975).

Logo parece que há um limiar ambiental, a partir da qual seria, metabolicamente, menos custoso para a planta, perder as folhas do que superar o estresse.

Gill e Tomlinson (1977) registraram um aumento na queda de folhas no verão, quando ocorre um aumento da temperatura e da radiação solar. Já Negron & Cintrón (1981) apontam que a queda de folhas parece estar relacionado com o comprimento do dia; o que foi similar aos dados obtidos por Negron (1980), no bosque do tipo ribeirinho em Porto Rico. Para os bosque de mangue de franja, Schaeffer-Novelli *et al.* (1990), também observaram uma relação entre o comprimento do dia e a caída das folhas.

Segundo Panitz (1986), durante a estação de crescimento ocorre uma mineralização progressiva da folha que transpira; parece que esse processo contribui para a senescência das folhas velhas. A senescência foliar é um processo ativo que envolve uma série complexa de alterações metabólicas nas folhas por cair, durante a qual, a ocorrência de translocação de nutrientes minerais, e mesmo de carboidratos e proteínas representa importante estratégia de conservação de elementos essenciais na biomassa (Dale, 1982).

O número de dias chuvosos por mês apresentou-se diretamente correlacionado com a precipitação ($r^2 = 0,88$ e $p = 0,000$), variando de 6 dias em novembro/1999 (267,8 mm) a 29 dias em janeiro/2000 (379 mm) e 28 dias em fevereiro/2000 (262,9 mm) (Figura 17). O total de dias com chuva no ano foi de 194 dias. O número de dias com sol por mês foi inversamente correlacionado com a precipitação ($r^2 = - 0,47$ e $p = 0,18$). Os meses com mais dias com sol foram junho, agosto e novembro de 1999. O total de dias com sol foi de 260 dias. A produtividade de serapilheira mostrou-se bem correlacionada com a evapotranspiração ($r^2 = 0,70$ e $p = 0,003$).

No manguezal da Baía da Babitonga, durante o período de estudo, foram observadas coincidências entre o período de produção de serapilheira e o balanço hídrico. Os meses em que houve deficiência hídrica no solo, de abril à agosto de 1999 e março de 2000, apresentaram menor produção de serapilheira.

A melhor correlação da serapilheira com a temperatura média mensal foi observada para *Laguncularia racemosa* (Estação I: $r^2=0,45$ e $p= 0,035$; Estação II: $r^2=0,56$ e $p=$

0,030; Estação III: $r^2=0,50$ e $p= 0,0326$) (Tabela 10), isto ocorreu devido aos elevados valores da temperatura nos meses de novembro de 1999 à março de 2000.

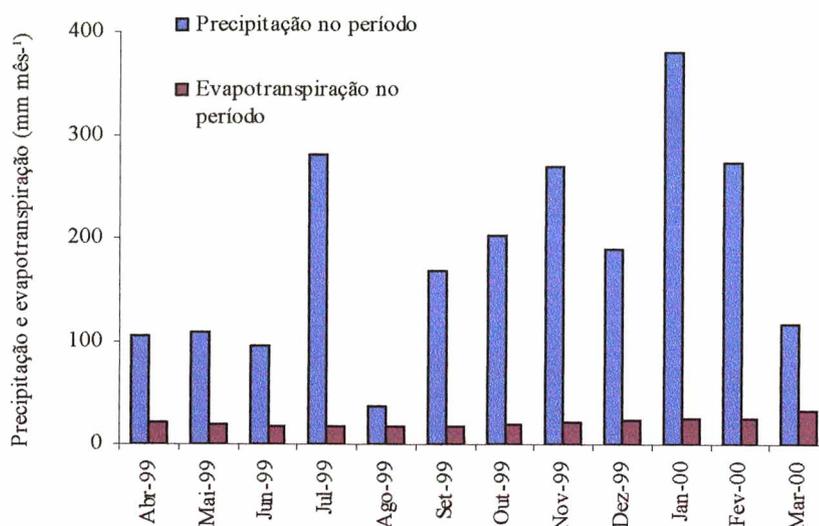


Figura 17: Precipitação pluviométrica entre março de 1999 e março de 2000 (EM-UNIVILLE) e evapotranspiração potencial calculada para dados do período pelo método de Thornthwaite & Mather (1957)

Um outro fator que afeta a produtividade dos manguezais é a salinidade, Pool *et al.* (1975) relatam que a planta aproveita a redução dos sais intersticiais do solo para deixar cair as folhas mais velhas e promover a formação de novas folhas. A precipitação e o aporte fluvial causariam uma diluição, reduzindo a salinidade da água. Dados obtidos para a salinidade (Figura 11-B) da água na Baía da Babitonga, próximo às áreas de estudo e no período de amostragem, junto ao Laboratório do GTZ/FATMA de Joinville sugerem ter pouca influencia na produção foliar das três espécies.

A produção de *Laguncularia racemosa* foi a única que apresentou correlação com a salinidade (Estação I: $r^2= - 0,51$ e $p= 0,072$; Estação II: $r^2= - 0,043$ e $p= 0,098$; Estação III: $r^2= - 0,56$ e $p= 0,078$) (Tabela 10) e esta relação foi inversa. A maior produção de serapilheira coincide com os períodos de salinidade mais baixa, e estes períodos são os de maiores valores de precipitação, como pode ser observado pela correlação entre precipitação pluviométrica e salinidade (Estação I: $r^2 = 0,51$ e $p = 0,018$; Estação II: $r^2 = 0,42$ e $p = 0,005$; Estação III: $r^2 = 0,27$ e $p = 0,038$) (Figura18).

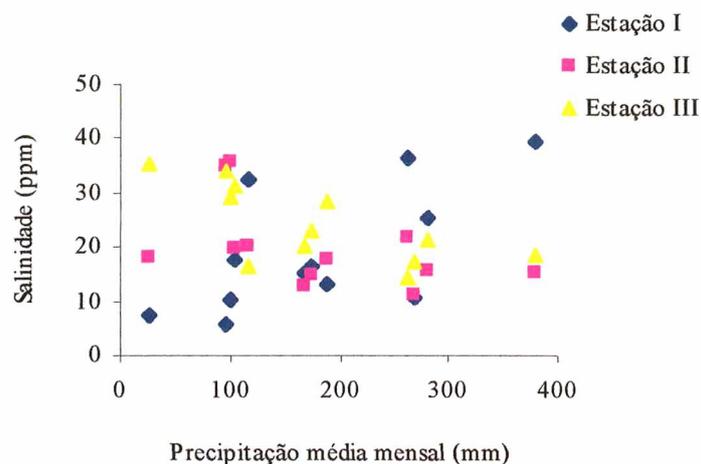


Figura 18: Relação entre a precipitação pluviométrica (mm) e a salinidade obtida nas estações I, II e III durante o período de março de 1999 à março de 2000 (EM-UNIVILLE/FATMA)

5.3. Tensores x Produtividade

Na Ilha Firmo Dias - Lagoa Varador onde está localizada a estação II (Figura 19) ocorre o lançamento de efluentes domésticos e resíduos sólidos, recebe efluentes industriais e domésticos do distrito industrial de Joinville; resíduos sólidos e efluentes domésticos do bairro Espinheiro que são lançados diretamente no manguezal (tensor tipo 1).

Estes tensores atuam, basicamente, sobre a complexidade estrutural e no intercâmbio gasoso do ecossistema, alterando a natureza da fonte primária de energia, removendo energia armazenada pelo sistema e acelerando sua taxa de respiração. Efluentes domésticos lançados no manguezal podem levar ao bloqueio das lenticelas e pneumatóforos, resultando na morte das espécies de mangue. Nesse caso, atuam como tensores dos tipos 1 e 5 (Lugo, 1978). Segundo Clough *et al.* (1983 *apud* Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992), desde que não lançados diretamente nos manguezais e uma vez diluídos, estes não representariam problemas à vegetação. No entanto, a contaminação e a redução do já baixo nível de oxigênio disponível no ecossistema comprometeria a fauna associada (Viera, 1996).

O ambiente de manguezal responde a essas agressões através de vários processos como a mortalidade das árvores, enchentes, proliferação de doenças e pragas, diminuição da fertilidade e da produtividade do solo. Porém, os depósitos a céu-aberto podem, eventualmente, ser invadidos novamente pelas espécies de mangue, desde que os sólidos sejam eliminados da área (Cintrón-Molero & Schaeffer-Novelli, 1992).

Na estação II próximo à margem, os sedimentos recentes são colonizados por *Spartina alterniflora*, formando marismas que são totalmente inundadas pelas marés altas. Este processo vem ocorrendo em função do aumento da sedimentação. *Spartina alterniflora* é uma planta pioneira que coloniza os bancos intertidais entremarés (Panitz, 1992) (Foto 09).

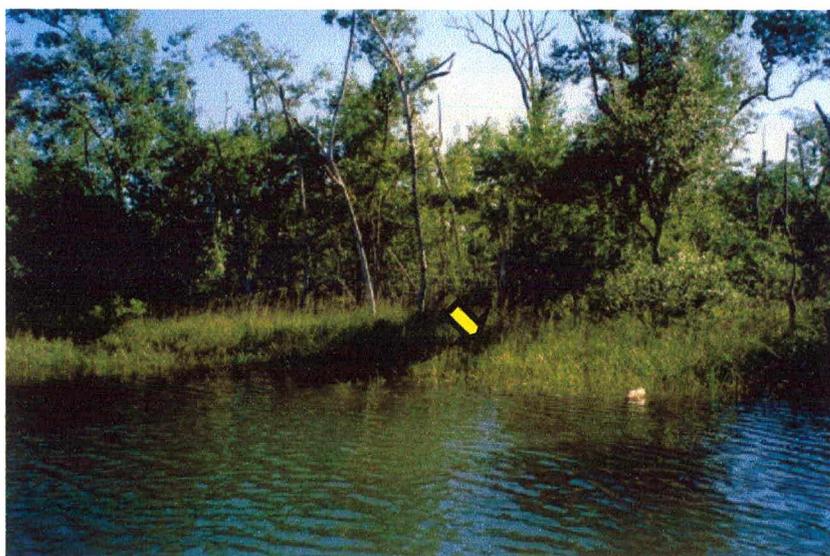


Foto 09: Bosque de mangue com franja de *Spartina alterniflora* – Estação II, Baía da Babitonga, SC

Em janeiro de 1996/1997 (observação pessoal), ocorreu uma proliferação de lagartas (lepidópteros não identificados) que devoraram as folhas da vegetação dos manguezais próximos à Joinville. *Avicennia schaueriana* (siriúba) foi a mais afetada, pois já estava em processo de desvitalização, em decorrência da forte poluição das águas deste sistema hídrico. As siriúbas verdes e sadias não apresentaram sinais de terem sido atacadas pelas lagartas. O desfolhamento das siriúbas estava relacionada com a incidência atípica de lagartas no manguezal. Na Estação II, onde também ocorreu este fenômeno, *Avicennia schaueriana*, que está mais próxima à margem não mostrou sinais de

recuperação (foto 06). Este fenômeno - ataque por lagartas, também foi verificado nos manguezais de Florianópolis, SC no mesmo ano e, em manguezais severamente estressados, principalmente, pelo grande aporte de sedimentos oriundos de obras de drenagem (Panitz, 1997).

O ataque das lagartas em *Avicennia schaueriana* é explicado pela composição química de suas folhas, ou seja, ela tem menos tanino, polifenol, substância anti-herbívoro, sendo ela a espécie mais nutritiva contendo mais carboidrato solúvel, lipídios e nutrientes.(Panitz, 1996, 1997).

Avicennia schaueriana tem as lenticelas nos pneumatóforos que, se sufocados por sedimentos, acabam asfixiando as árvores, tornando-as mais susceptíveis ao ataque. Já *Laguncularia racemosa*, possui também lenticelas nos pneumatóforos, porém, em maior número ao longo do seu tronco, o que lhe permite respirar mesmo sob sedimentação. *Rhizophora mangle* emite seus rizóforos a partir de 2 a 3 metros de altura, portanto, não sendo influenciada por este fator e, além disso, é a espécie que apresenta maior teor de polifenóis (Panitz, 1997).

Os baixos valores obtidos de produção de serapilheira na estação II podem ser fortes indicadores de área alterada. uma vez que parte dos fluxos de matéria e energia dos manguezais estaria sendo usada para restaurar o seu equilíbrio dinâmico (Lugo, 1978). A ação de tensores (poluição orgânica, assoreamento e corte) na estação II, possivelmente, vem comprometendo o desempenho de suas funções ecológicas.

A Estação III, apresentou produção média diária de serapilheira total de $1,01 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ durante o período de amostragem, menor em relação a Estação I ($1,79 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) (tabela 05). Está área, localizada aproximadamente a 3.500 metros da barragem (aterro – tensor tipo 1) construída em 1936 para ligar Joinville a Ilha de São Francisco, caracteriza-se pela alteração na dinâmica geral do curso d'água (Foto 10). Com a construção da barragem (Foto 11) foi interrompida a circulação da água entre a Baía da Babitonga e Barra do Sul, levando a um assoreamento intenso no lado da Baía (EIA/RIMA – Dragagem do rio Cachoeira e Lagoa Saguçu, 1991). O fechamento do Canal do Linguado vem provocando uma série de alterações no sistema biofísico (FUNDEMA - Plano de Controle Ambiental, 1997).

O aterro (tensor tipo 1) impede a passagem da água e dos animais e, está causando o assoreamento do canal, onde ocorre também, a concentração de agentes poluidores, tanto tóxico como orgânico. Na Barra do Sul (Foz do Canal do Linguado), devido a menor circulação, começou a haver assoreamento exigindo obras para manter aberta a entrada do canal (FUNDEMA - Plano de Controle Ambiental, 1997). Entretanto, desde a construção do canal não houve acompanhamento das alterações que esta obra poderia provocar no desenvolvimento da vegetação na região e que possa permitir relacionar com a produção de serapilheira e os dados obtida através da avaliação dos parâmetros foliares utilizados neste estudo.

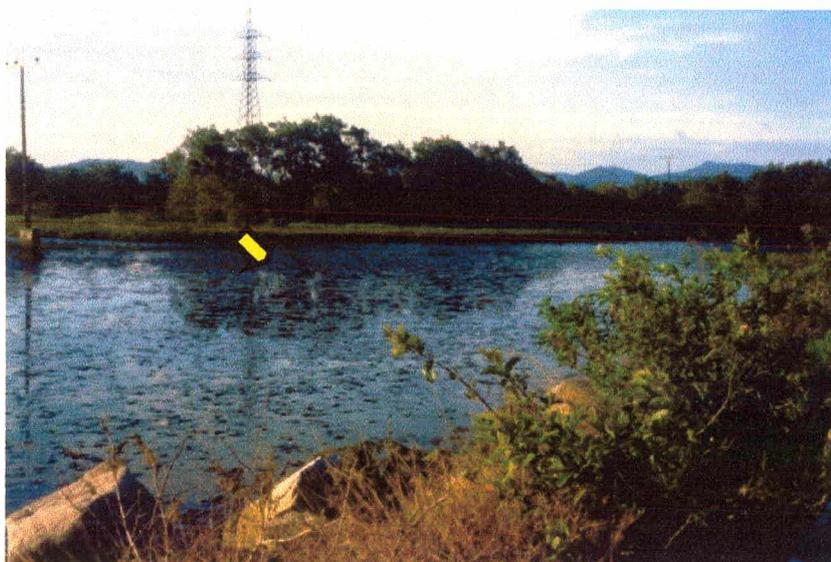


Foto 10: Vista do trecho de jusante do aterro Rodo-Ferrovário sobre o Canal do Linguado ligando o continente à Ilha de São Francisco do Sul, SC (Fonte ENGEVIX)

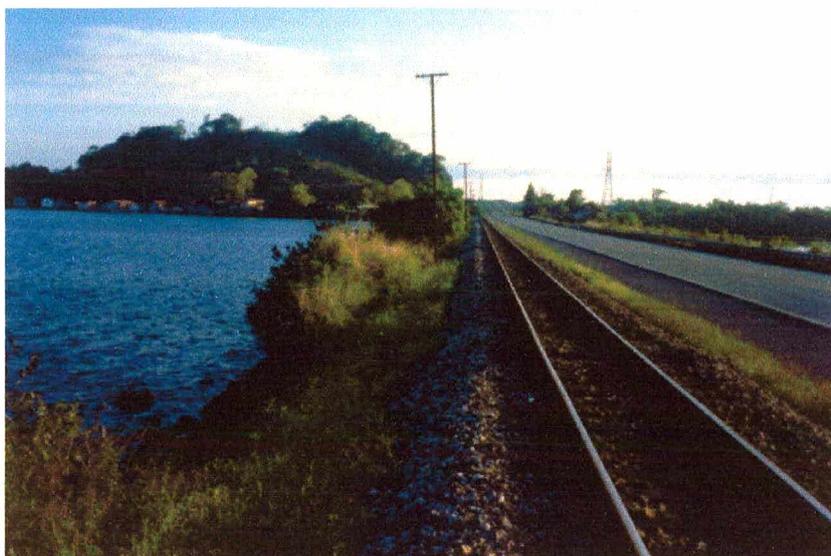


Foto11: Idem Foto 10: Vista para montante, notar o assoreamento próximo ao aterro
Ocasionado pelo barramento do canal (Fonte ENGEVIX)

5.4. Parâmetros foliares

5.4.1. Relação comprimento e largura das folhas de *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*

Na estação I (Tabela 11; Figura 20) as folhas de sol da *Rhizophora mangle* apresentaram médias de comprimento de 11,9 cm e largura de 5,0 cm. A relação comprimento e largura mostrou valores significativos com um índice de correlação de 0,93. As folhas de *Laguncularia racemosa* (Tabela 11; Figura 21), apresentou índice de correlação ($r^2 = 0,69$), relativamente baixo, porém, ainda assim, existe uma variação entre comprimento e largura do limbo medindo 11,5 e 4,8 cm, respectivamente. Com relação as medidas de comprimento e largura das folhas de *Avicennia schaueriana* (Tabela 11; Figura 22), estas apresentaram valores de 11,0 e 3,7 cm, respectivamente. O índice de correlação ($r^2 = 0,90$) mostra ser significativa a relação entre o comprimento e a largura das folhas.

A Estação I, localizada no Rio Palmital, apresenta os manguezais em bom estado de conservação, onde as condições ambientais são adequadas ao desenvolvimento das três espécies de mangues, tais como grau de inundação, hidrodinâmica, substrato lodo-arenoso, marés e salinidade, (Foto 02).

Tabela 11: Valores máximos, mínimos e médias do comprimento (C) e largura (L) do limbo e desvio padrão das três espécies típicas do manguezal da Baía da Babitonga, S.C.

Limbo	Estação I		Estação II		Estação III	
	L(cm)	C (cm)	L (cm)	C (cm)	L (cm)	C (cm)
Espécie	<i>Laguncularia racemosa</i>		<i>Laguncularia racemosa</i>		<i>Laguncularia racemosa</i>	
Média	4,8	11,5	3,0	10,0	4,7	11,7
DP	0,6	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
Máx	6,2	12,5	3,8	10,9	5,9	12,8
Mín	4,0	11,0	2,2	8,4	4,0	11,0
Espécie	<i>Avicennia schaueriana</i>		<i>Avicennia schaueriana</i>		<i>Avicennia schaueriana</i>	
Média	3,7	11,0	3,4	10,3	3,8	11,5
DP	0,6	0,9	0,4	0,7	0,5	0,6
Máx	4,8	12,9	4,8	11,5	4,7	12,6
Mín	3,0	9,9	3,0	9,0	3,0	10,0
Espécie	<i>Rhizophora mangle</i>		<i>Rhizophora mangle</i>		<i>Rhizophora mangle</i>	
Média	5,0	11,9	3,9	10,8	4,5	11,5
DP	0,6	0,6	0,7	1,1	0,6	0,6
Máx	6,5	13,5	5,4	12,3	5,8	13,0
Mín	4,0	11,0	3,0	9,0	3,0	10,0

A Estação II, localizada na Ilha Firmo Dias, Baía da Babitonga (Figura 19), devido a sua proximidade com a área urbana está sujeita aos tensores antrópicos. Neste estudo foram identificados os tensores – lançamento de esgoto e lixo (tipo 5), aporte de sedimento na Lagoa e no manguezal (tipo 1), que cobre os pneumatóforos e corte de árvores (tipo 4).

As folhas de sol da *Rhizophora mangle* na estação II (Tabelas 11 – Figura 20) apresentaram valores médios de comprimento de 10,8 cm e largura de 3,9 cm. O índice de correlação ($r^2 = 0,91$), de maneira geral, demonstra uma variação entre a largura e o comprimento muito pequena. A baixa correlação entre as medidas de comprimento e largura observada na estação II para *Avicennia schaueriana* ($r^2 = 0,18$) (Tabelas 11 –

Figura 22) demonstrou que a interferência antrópica intensiva e contínua pode provocar como resposta uma alteração no tamanho - comprimento de 10,3 cm e largura de 3,4 cm. Na Estação II, próximo às margens (Foto 06) podemos observar um grande número de *Avicennia schaueriana* mortas que não se recuperaram do ataque por lagartas ocorrido em 1996/1997 do qual foram vítimas. *Laguncularia racemosa* apresentou folhas deformadas, com manchas e uma maior susceptibilidade ao ataque de insetos. Os valores médios de comprimento e largura do limbo foram 10,0 e 3,0 cm, respectivamente.

Na estação II, a relação comprimento/largura de folhas de *Laguncularia racemosa* (folhas pequenas e deformadas e com pontos de ferrugens) e de *Avicennia schaueriana* (folhas pequenas) foi a que se mostrou mais afetada pelos tensores diagnosticados, como o esgoto, deposição de sedimento e corte de madeira.

Na Estação III, localizada no Canal do Linguado (Figura 19), as folhas de *Avicennia schaueriana* apresentaram índice de correlação de 0,84 (Figura 22), *Laguncularia racemosa*, 0,66 (Figura 21) e *Rhizophora mangle*, 0,91 (Figura 20). Os valores são significativos, onde as espécies tendem a manter uma certa constância na relação comprimento e largura. A relação comprimento e largura de *L. racemosa* (11,7 e 4,7 cm), *R. mangle* (11,5 e 4,5) e *A. schaueriana* (11,5 e 3,8) apresentou valores inferiores (Tabelas 11) aos encontrados nas Estação I.

O Canal do Linguado teve a sua hidrodinâmica alterada pelo aterro (tensor: tipo 1) Rodo-Ferrovário (Foto 10), e desde a década de 30 o canal vem sofrendo assoreamento (Foto 11). Apesar do aporte de sedimento, o manguezal nesta área apresentou um bom desenvolvimento, pois as folhas de mangue das três espécies, durante todos os meses de coleta de serapilheira, mostraram pouca herbivoria e bom estado. Com relação aos prováveis impactos ambientais sobre esta área, como não existem estudos anteriores ao fechamento do canal, não temos como determinar até que ponto a hidrodinâmica interna da região possa ter refletido, negativamente, sobre o desenvolvimento das espécies de mangue existentes no local. O que podemos supor é que, com o assoreamento do canal, a tendência é ocorrer um crescimento progressivo das áreas de manguezal, que vão invadindo o canal, pois as espécies de mangue são oportunistas e k-estrategistas.

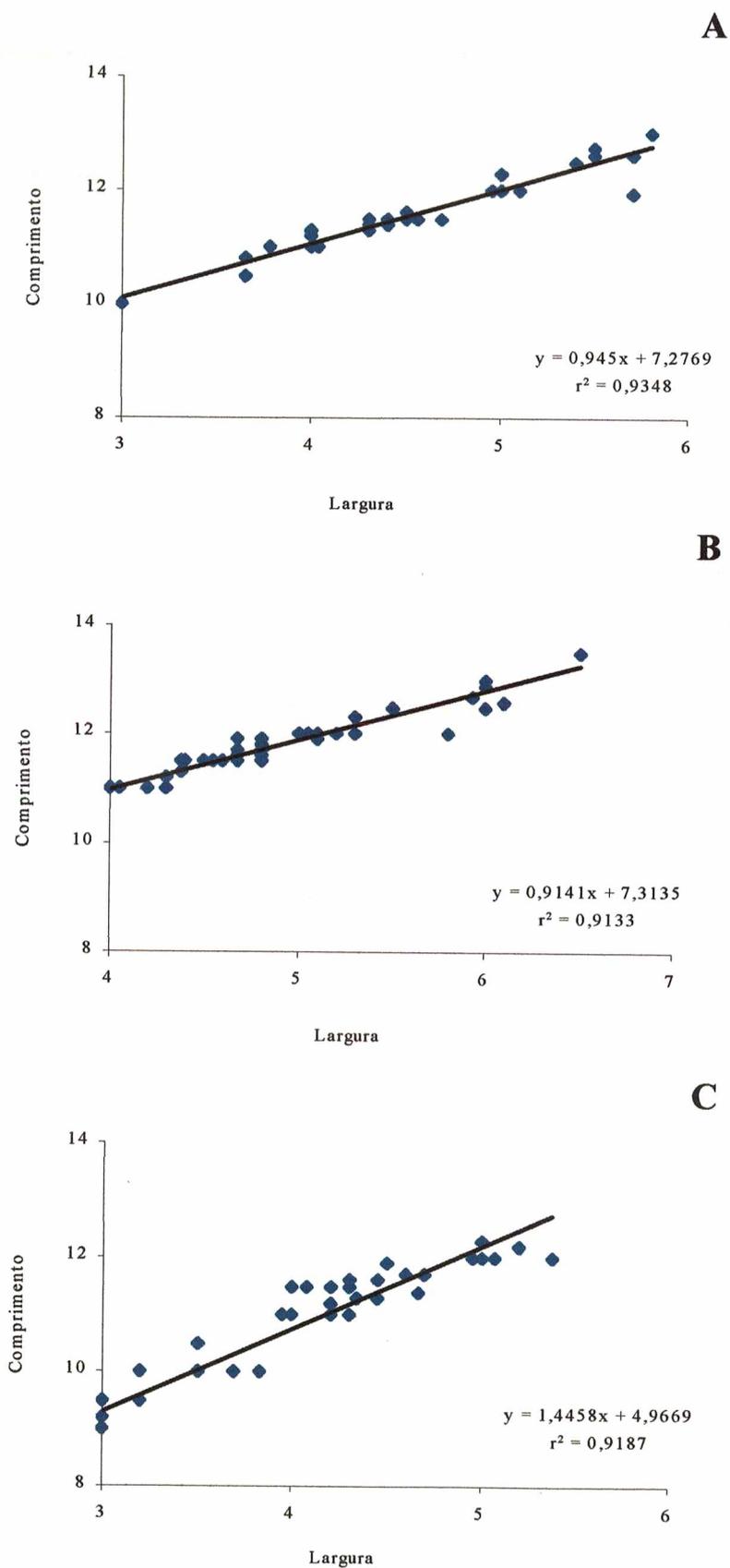


Figura 20: Relação comprimento/largura de *Rhizophora mangle*. (A) Estação I; (B) Estação II; (C) Estação III, Baía da Babitonga, SC

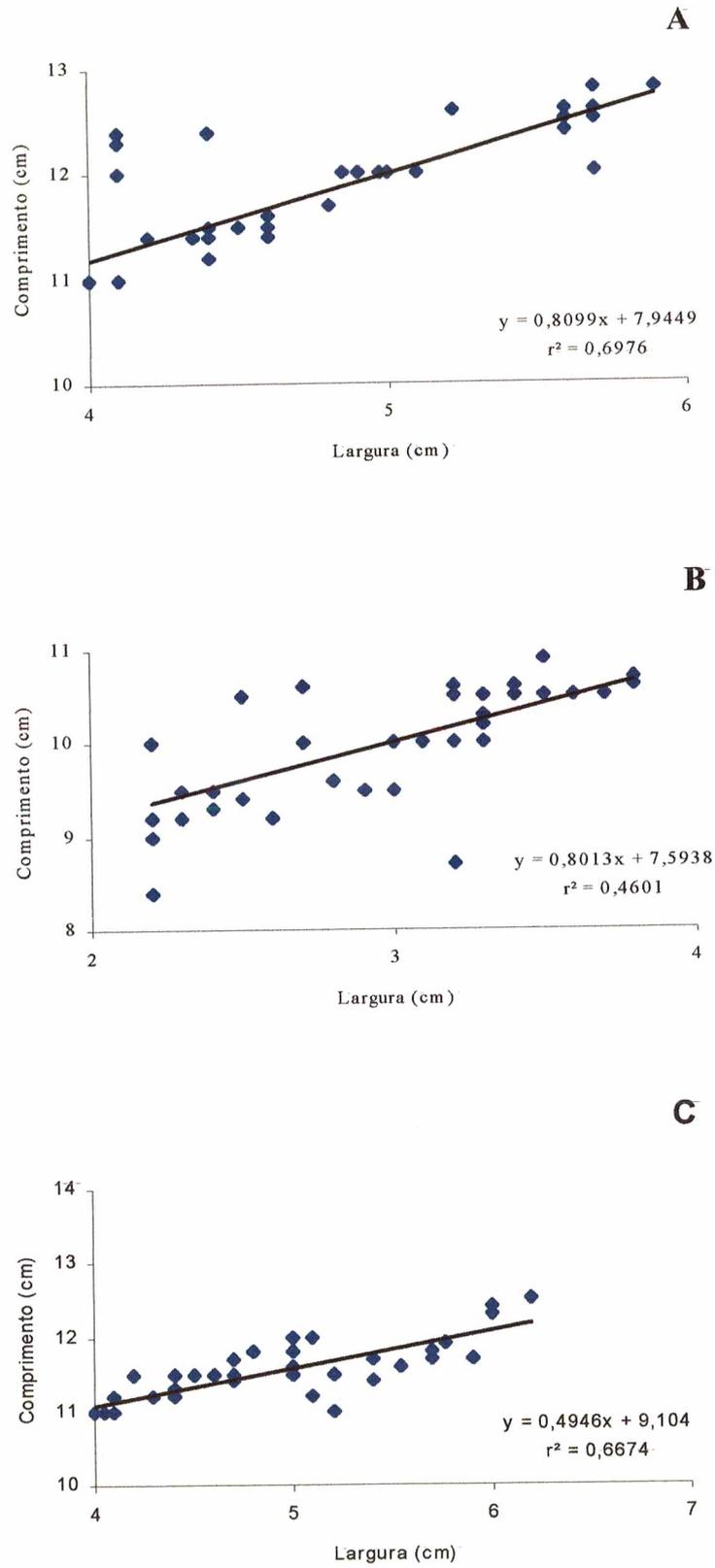


Figura 2I: Relação comprimento/largura de *Laguncularia racemosa*(A) Estação I, (B) Estação II, (C) Estação III, Baía da Babitonga, SC

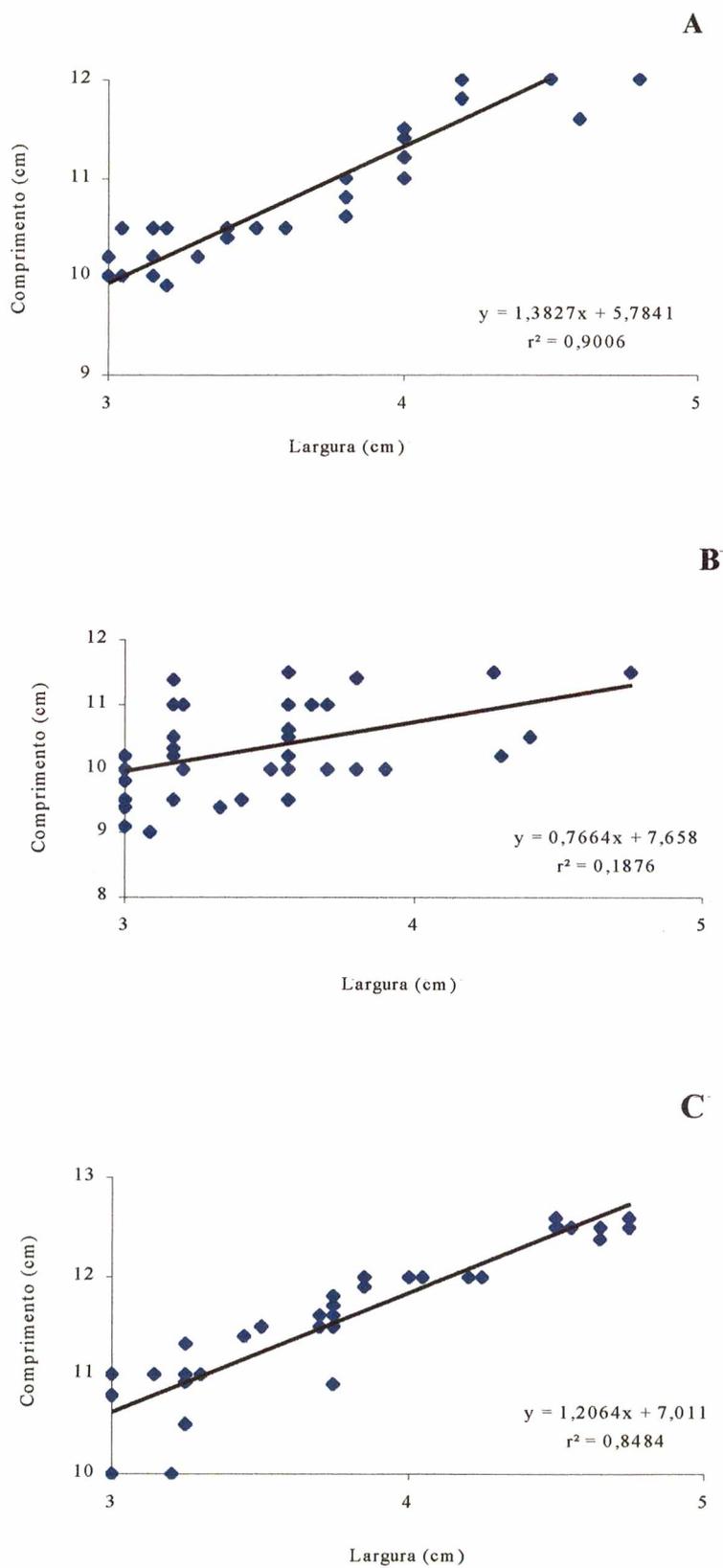


Figura 22: Relação comprimento/largura de *Avicennia schaueriana* (A) Estação I, (B) Estação II, (C) Estação III, Baía da Babitonga, SC

Segundo Mastaller (1988), as modificações nas taxas de sedimentação (tensor - natural ou antrópico) que ocorrem nos manguezais pode provocar impactos positivos ou negativos: no primeiro caso, através de criação de uma nova área para desenvolvimento das espécies; no segundo pela diminuição do oxigênio, afetando o desenvolvimento das plantas. Portanto, considerando está afirmação podemos concluir que na Estação III, o assoreamento do Canal do Linguado pode ser positivo (colonização) e na Estação II, negativo (diminuição expressiva da área foliar).

No estudo realizado por Comelli *et al.*, (1994) em um manguezal de Cubatão, SP, Brasil, as folhas de sol de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* apresentaram médias de comprimento e largura de 8,8 e 4,07, 8,12 e 3,74, 7,07 e 3,11 cm respectivamente. Segundo os autores, a área de manguezal deste estudo, exibe fisionomia alterada por atividades antrópicas, tendo como agentes principais dessas modificações as construções da Via Férrea da R.F.F.S.A e Rodovia Anchieta, a proximidade do grande polo industrial de Cubatão e inúmeros aterros que influem diretamente sobre o fluxo das marés e, conseqüentemente, sobre o transporte dos nutrientes sobre o substrato.

Os valores obtidos por Comelli *et al.* (1994) são inferiores as médias de comprimento e largura verificadas neste estudo. *Avicennia schaueriana* é predominante na vegetação local, seguida por *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*. Entretanto, *Rhizophora mangle* apresentou, segundo a autora., as folhas com valores, tanto de comprimento, quanto de largura superior as demais espécies, indicando assim, uma taxa fotossintética superior

Palhoça ($r^2 = 0,91$). Panitz (1996), no manguezal de Itacorubi, obteve para o mangue vermelho um índice de correlação de 0,84. Do Carmo *et al.* (1995), analisando as medidas foliares da Baía Norte de Vitória, obteve uma alta correlação para a *Rhizophora mangle* ($r^2 = 0,94$) (Tabela 12).

Tabela 12: Coeficiente de correlação (r^2) para folhas das três espécies de mangue, em diferentes manguezais. Lr = *Laguncularia racemosa*; As = *Avicennia schaueriana*; Rm = *Rhizophora mangle*

Espécie	Baía da Babitonga (SC) ¹			Ratones (SC) ²	Itacorubi (SC) ³	Baía Norte de Vitória (ES) ⁴
	Estação I	Estação II	Estação III			
As	$r^2=0,90$	$r^2=0,18$	$r^2=0,84$	$r^2=0,79$	$r^2=0,87$	$r^2=0,72$
Rm	$r^2=0,91$	$r^2=0,91$	$r^2=0,93$	$r^2=0,98$	$r^2=0,84$	$r^2=0,94$
Lr	$r^2=0,69$	$r^2=0,46$	$r^2=0,66$	$r^2=0,92$	$r^2=0,76$	$r^2=0,57$

Presente estudo¹; Felipe (1998)²; Panitz (1993)³; Do Carmo (1995)⁴.

As folhas de *Laguncularia racemosa* (Figura 21) na Baía da Babitonga apresentaram na Estação I uma correlação de 0,69, na Estação II, 0,46 e na Estação III, 0,66. A *Avicennia schaueriana* (Figura 22), nas estações I, II e III, apresentou 0,90, 0,18 e 0,84 respectivamente. No trabalho de Felipe (1997) foi verificado no manguezal de Ratones, valores de correlação para *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* de 0,79 e 0,92, respectivamente (Tabela 12).

Do Carmo *et al.* (1995), na Baía Norte de Vitória, obteve valores menores para a *Laguncularia racemosa* (0,57) e *Avicennia schaueriana* (0,72). No manguezal de Itacorubi (Panitz, 1996) *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* apresentaram valores de correlação de 0,76 e 0,87 respectivamente (Tabela 12).

O manguezais de Ratones e Palhoça (Felipe, 1998) e Itacorubi (Panitz, 1993) apresentaram alterações fisionômicas em função de aterro, canalizações e dragagens, construções de estradas, desmatamento, disposição de lixo e o lançamento de esgoto *in natura*. Os tensores detectados por Do Carmo, *et al.* (1995) nos manguezais de Vitória, ES foram, além de desmatamento, deposição de lixo doméstico e esgoto.

Ao compararmos os valores dos parâmetros foliares empregados neste estudo como indicadores da qualidade ambiental do manguezal da Baía da Babitonga com outros manguezais já estudados, podemos concluir que as medidas de comprimento e largura de folhas em locais adequados ao desenvolvimento possuem maior tamanho do aquelas de indivíduos da mesma espécie, porém, em ambientes degradados pode ocorrer uma redução do mesmo.

5.4.2. Medidas da área foliar das folhas de *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa*

De acordo com a tabela 13, os valores médios da área foliar da *R. mangle*, *A. schaueriana* e *L. racemosa* na Baía da Babitonga são menores do que os valores encontrados nos bosques de Itacorubi (Panitz, 1993). Comparado ao manguezal de Ratonos e Palhoça (Felipe, 1998) o mangue preto na Baía da Babitonga apresentou maior média de área foliar. Para o mangue branco os maiores valores foram observados nos manguezais de Ratonos e Palhoça.

Segundo estudos realizados por Felipe (1998) no manguezal de Palhoça na Ilha de Santa Catarina, SC, não foi encontrado *Rhizophora mangle*. De acordo com Schaeffer-Novelli (1992), a Praia do Sonho em Laguna (SC) é considerada por essa autora, o limite austral de ocorrência dessa espécie, este fato pode ser o responsável pela sua menor ocorrência.

As folhas de *A. schaueriana*, *L. racemosa* e *R. mangle* (Tabela 14) apresentaram valores médios de área foliar significativo se comparadas as Estações I, II e III. Os menores valores foram encontrados na Estação II, localizada na Ilha do Firmo Dias, Baía da Babitonga. Na Estação III, as médias foram similares as encontradas na Estação I (controle) (Figuras 23 e 24).

Tabela 13: Valores comparativos médios da área foliar (cm²) de *Rhizophora mangle*, *Avicennia schaueriana* e *Laguncularia racemosa* nos manguezais de Itacorubi (Panitz, 1993), Ratonés e de Palhoça (Sessegolo, 1997) e Baía da Babitonga (presente estudo)

Manguezal	Itacorubi	Ratonés	Palhoça	Baía da Babitonga
Espécie				
<i>R. mangle</i>	38,00	32,46		25,59
<i>A. schaueriana</i>	21,45	17,85	16,59	20,12
<i>L. racemosa</i>	29,02	27,02	29,67	23,17

Tabela 14: Valores comparativos médios da área foliar (cm²) de *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, nas Estações I, II e III no manguezal da Baía da Babitonga, SC

Espécie	Estação I	Estação II	Estação III
<i>Avicennia schaueriana</i>	20,77	17,77	21,76
<i>Laguncularia racemosa</i>	27,38	14,83	27,29
<i>Rhizophora mangle</i>	29,74	20,98	26,05

A melhor correlação com a área foliar foi observada para *Laguncularia racemosa* ($r^2 = 0,51$ e $p = 0,042$) e ocorreu entre as Estações I e II (Tabela 15). A área foliar das folhas de *Rhizophora mangle* e *Avicennia schaueriana* apresentaram uma correlação menor entre as Estações I, II e III. O mesmo foi observado para a *Laguncularia racemosa*, quando comparadas entre as Estações I e II e entre as Estações II e III. Estas diferenças bastante significativas na área foliar pode ser explicada pela resposta das espécies de mangue aos diferentes tensores (Tabela 15).

Tabela 15: Coeficiente de correlação (r^2) e probabilidade de correlação da área foliar das espécies de mangue nas Estações I, II e III na Baía da Babitonga, SC.

Estação	<i>A. schaueriana</i>	<i>L. racemosa</i>	<i>R. mangle</i>
I x II	$r^2= 0,38$ $p= 0,10$	$r^2= 0,51$ $p= 0,042$	$r^2= 0,29$ $p= 0,20$
I x III	$r^2= 0,25$ $p= 0,23$	$r^2= 0,29$ $p= 0,18$	$r^2= 0,28$ $p= 0,21$
II x III	$r^2= 0,30$ $p= 0,18$	$r^2= 0,37$ $p= 0,09$	$r^2= 0,34$ $p= 0,16$

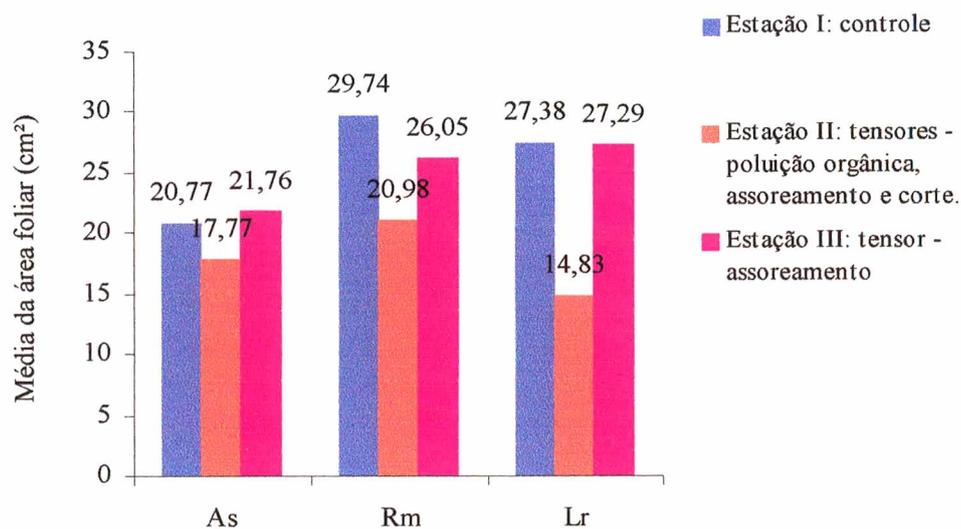


Figura 23: Variação média para a área foliar de três espécies arbóreas típicas de manguezal nas áreas estudadas e seus respectivos tensores do manguezal da Baía da Babitonga, SC. As = *Avicennia schaueriana*, Rm = *Rhizophora mangle* e Lr = *Laguncularia racemosa*.

As menores áreas foliares no manguezal da Baía da Babitonga foram encontradas na Estação II (Tabela 14), na Ilha Firmo Dias. Esta área encontra-se sob a influência da poluição orgânica (esgoto e lixo), assoreamento e corte de árvores. *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana*, na Estação I apresentaram os maiores valores para a média foliar, sendo esta a área controle, localizada no Rio Palmital.

Laguncularia racemosa, nas Estações I e III apresentaram uma relação significativa, com valores de médias foliares bastante próximos (Tabela 14). Este dado, pode significar que esta espécie responde de forma positiva ao tensor (assoreamento do canal) neste manguezal. O mesmo podemos observar para *Avicennia schaueriana*.

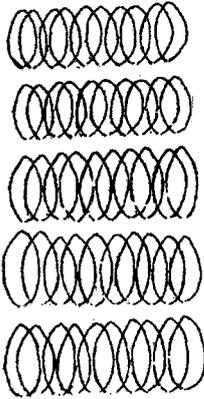
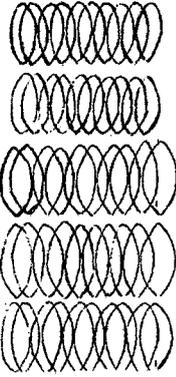
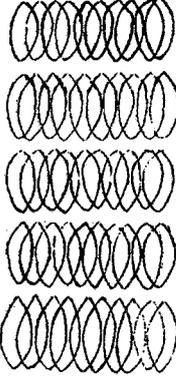
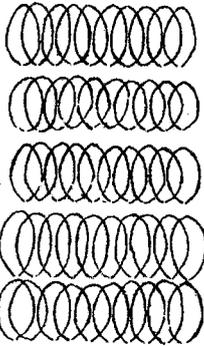
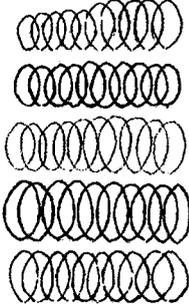
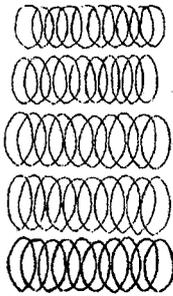
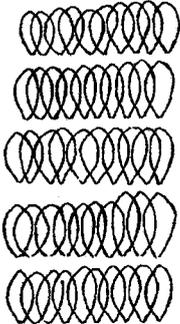
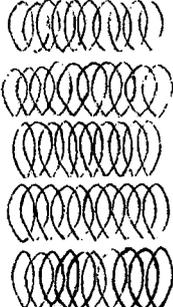
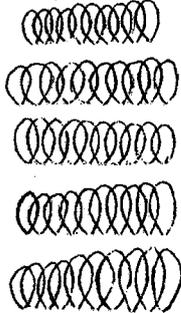
Estação	I	II	III
Tensores	Área Controle	Poluição orgânica, corte e assoreamento	Assoreamento do canal na margem do manguezal
Espécie			
<i>R. mangle</i>			
Média Área Foliar (cm²)	29,74	20,98	26,05
<i>L. racemosa</i>			
Média Área Foliar (cm²)	27,38	14,83	27,29
<i>A. schaueriana</i>			
Média Área Foliar (cm²)	20,77	17,77	21,76

Figura 24: Variação da área foliar de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* e *Avicennia schaueriana* do manguezal da Baía da Babitonga, S. C.

5.4.5. Tensores x Parâmetros foliares

De acordo com a classificação de Lugo (1978) são três os tensores registrados para os manguezais localizados nas Estações de estudo, II e III, na Baía da Babitonga, SC, (Tabela 16).

Tabela 16: Ponto de ataque dos tensores nas Estações de Estudo II e III no manguezais da Baía da Babitonga (SC).

Estação	Tensor	Ponto Primário de ataque no Ecossistema
II	Assoreamento - tensor tipo 1	Complexidade estrutural e intercâmbio gasoso
	Poluição orgânica (esgoto e lixo) - tensor tipo 5	Mudanças na composição de nutrientes das plantas
	Corte de árvores – tensor tipo 4	Cobertura vegetal
III	Assoreamento do canal	Complexidade estrutural e intercâmbio gasoso

Em relação ao mangue vermelho, a área foliar mostrou uma boa relação com os locais amostrados. Na Estação II e III, as folhas coletadas apresentaram menor área foliar, podendo ser os tensores responsáveis, porém, nenhum provocou qualquer alteração na forma de suas folhas e não apresentaram herbivoria.

O mangue preto, na Estação II, teve sua área foliar bem reduzida, apresentando elevada herbivoria e muitas árvores mortas. Esta área está sob influência direta de tensores que podem prejudicar o desenvolvimento estrutural desta espécie, tornando-a mais frágil e, portanto suscetível ao ataque de predadores.

Na Estação II, o mangue preto não teve a forma de suas folhas alteradas. Entretanto, foram observados cortes de vegetação que, ocorrendo em menor escala, causa um impacto menor no ecossistema, pois não afeta os aportes de energias subsidiárias que chegam ao sistema. Porém, devemos considerar que a ação contínua deste tensor sobre a área poderá levar a um desequilíbrio ambiental permanente. O mangue branco, apresentou folhas reduzidas e com alteração na sua forma.

Das três espécies estudadas, o mangue branco e o mangue preto, na Estação II foram as que mais apresentarem as folhas alteradas, reagindo negativamente a ação dos tensores que influenciam diretamente este manguezal.

Na Estação II, o esgoto deveria agir como um contribuinte positivo no desenvolvimento da vegetação, pelo aporte de nutrientes, porém não é o que se observa. Isso ocorre porque esta área vem sofrendo uma deposição de sedimentos na parte interna do bosque, o que leva ao soterramento dos pneumatóforos, com a conseqüente morte da vegetação por asfixia.

Na Estação III, o mangue preto, mangue vermelho e o mangue branco, mostraram valores de área foliar reduzidos, apresentando bem pouca herbivoria. Apesar da resposta negativa da vegetação ao tensor este bosque encontra-se em bom estado de conservação.

CONCLUSÕES

PRODUÇÃO DE SERAPILHEIRA

Nos bosques estudados foi verificada a existência de diferenças na produção de serapilheira, decorrentes da zonação, localização geográfica e pela ação de tensores:

- * A produção média diária ($1,20 \text{ gPSm}^{-2}\text{dia}^{-1}$) de serapilheira nos bosques de mangue estudados na Baía da Babitonga apresenta valores menores à observada em outros manguezais.
- * A sazonalidade da produção de serapilheira é bem marcante, intensificando-se, consideravelmente, a partir da metade da primavera, atingindo, durante o verão valores até duas vezes superior a produção diária no inverno.
- * A produção média diária nos três bosques estudados apresentaram diferenças estatísticas significativas, podendo ser justificada pela diferença das características estruturais, além dos impactos antrópicos aos quais estão sujeitos a Estação II (esgoto, deposição de sedimento e desmatamento) e a Estação III (barragem – aterro rodoferroviário).
- * A espécie dominante, em termos de produção de serapilheira total foi *Laguncularia racemosa*. Este dado reforça a idéia de que as características estruturais do manguezal são impostas pelas características de crescimento e desenvolvimento da espécie dominante.
- * Pode-se observar uma forte zonação na produção de serapilheira com relação à distância da margem. Na linha A, próximo à margem, ocorreu o predomínio de *Laguncularia racemosa*, seguida de *Avicennia schaueriana*. A contribuição da *Rhizophora mangle* cresce progressivamente com a distância da margem.
- * Verificou-se uma acentuada relação entre precipitação e a produção de serapilheira ($r^2=0,79$).

- * Confirmou-se, também, a existência da relação entre o gradiente latitudinal e a produtividade do manguezal, em termos de serapilheira, pois os bosques de mangue em estudo, situam-se no limite austral de ocorrência desta vegetação na Costa Atlântica, registrando baixos valores de produção.
- * A Estação II apresentou menor produção de serapilheira e menor área foliar, além de que, grande parte de *Avicennia schaueriana*, vítima do ataque por lagartas, não conseguiu se recuperar, podendo este fato estar relacionado ao estresse provocado pelo impacto antrópico (tensor tipos 1, 4 e 5) a que estão sujeitas estas árvores.

PARÂMETROS FOLIARES

Em relação aos parâmetros foliares os dados apontam que:

- * As folhas de *Rhizophora mangle* apresentaram alto índice de correlação nas três estações, indicando uma taxa fotossintética superior, mostrando que a variação entre comprimento e largura das folhas é significativa. A sua área foliar, quando comparadas entre as áreas estudadas, mostrou uma boa correlação (Estação I, $r^2 = 0,93$; Estação, II, $r^2 = 0,91$ e Estação III, $r^2 = 0,91$). *R. mangle*, apesar de apresentar folhas reduzidas nas Estações II e III, estas não apresentaram alterações morfológicas, portanto, esta espécie, provavelmente, não é diretamente afetada pelos tensores previamente definidos neste estudo.
- * As folhas de sol da *Laguncularia racemosa*, nas Estações I e III, apresentaram índices de correlação similares e relação pouca significativa, para a variação entre comprimento e largura (Estação I, $r^2 = 0,69$; Estação III, $r^2 = 0,66$). Com relação a área foliar, a estação I e III, apresentaram uma correlação significativa, porém, o mesmo não ocorrendo entre as Estações I e II (Estação I, $r^2 = 0,69$; Estação II, $r^2 = 0,46$).
- * Não foram observadas variações significativas entre as Estações I e III para a relação comprimento e largura das folhas de sol da *Avicennia schaueriana*. Quando comparadas à Estação II com as demais, o coeficiente de correlação e a sua área foliar

mostraram uma relação direta com as diferentes condições ambientais (Estação I, $r^2 = 0,90$; Estação II, $r^2 = 0,18$ e Estação III, $r^2 = 0,84$).

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DO MANGUEZAL DA BAÍA DA BABITONGA, S.C.

A Estação I, localizado no Rio Palmital, que corresponde à área controle não sofre influência direta de tensores antropogênicos, como: aterro, assoreamento, deposição de lixos, esgoto e desmamamento. Os dados obtidos neste estudo mostraram uma elevada produtividade e maiores valores de área foliar para *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle* portanto, é uma área que, atualmente, apresenta bom desenvolvimento, sendo que a sua vegetação encontra-se, relativamente, estável o que pode propiciar a formação de melhores condições ambientais.

Na Estação III, localizada no Canal do Linguado, através dos resultados obtidos, contata-se que nesta área, se comparada à Estação II (Ilha Firmo Dias, Baía da Babitonga, SC), apresentou menor estresse e a vegetação mostrou-se pouco alterada, apesar de localizada em uma área que teve a sua hidrodinâmica modificada, o que ocasionou o assoreamento no canal e entorno do manguezal. A ação deste tensor de origem natural, vem sofrendo uma intensificação ao longo do tempo, desde o fechamento do Canal do Linguado, para a construção da estrada rodo-ferroviária que liga o continente a Ilha de São Francisco do Sul. Esta barragem provocou o represamento das áreas de manguezais, o que pode levar a limitação de nutrientes, aumento do nível da água e ao assoreamento.

O assoreamento, tensor tipo 1, e pode estar relacionado a redução da área foliar e a menor produção de serapilheira, porém, como foi observado, este manguezal, ainda apresenta-se, relativamente conservado.

A Estação II, localizada na Ilha do Firmo Dias, próxima ao bairro dos Espinheiros, em Joinville, SC, está sob influência direta de esgoto *in natura* (tensor tipo 5), que é lançado diretamente no Canal Varador ou diluído através do sistema pluvial. No entorno do manguezal, verificou-se, ainda, a deposição de lixo (tensor tipo 5), corte de vegetação (tensor tipo 4) e assoreamento na Lagoa e no manguezal (tensor tipo 1).

A urbanização inadequada e acelerada, aliada a falta de planejamento no bairro dos Espinheiros e, devido à proximidade da área urbana ao manguezal, leva à ação contínua destes tensores, o que acaba por refletir de forma negativa nos manguezais localizados no entorno.

Em relação aos tensores descritos, os dados obtidos neste estudo para a Estação II, apontam uma sensível alteração na área foliar (redução e folhas deformadas) e menor produtividade para as três espécies de mangue - *Laguncularia racemosa*, *Avicennia schaueriana* e *Rhizophora mangle*, quando comparada às Estações I e III.

A deposição do material para dentro do ecossistema aumenta o nível original do substrato, impedindo a circulação das águas soterrando os pneumatóforos, podendo ocasionar a morte da vegetação.

Podemos afirmar, portanto, que o manguezal próximo à área urbanizada se encontra em processo de descaracterização devido a uma situação de estresse ambiental crônico causado, principalmente, pela poluição hídrica e assoreamento. Embora se tenha conhecimento do lançamento de efluentes domésticos e até industriais na Baía da Babitonga, não foram identificadas denúncias sobre esse assunto junto aos órgãos ambientais, provavelmente, por constituírem um tipo de degradação de difícil identificação por parte da população.

A área de estudo apresenta manguezal do tipo ribeirinho que, apesar dos impactos sofridos, principalmente, por meio dos tensores esgoto, assoreamento e desmatamento merece destaque na conservação e preservação, pois integra o manguezal da Baía da Babitonga, ecossistema importante para a manutenção da qualidade ambiental, social e econômica da região.

O Complexo estuarino da Baía da Babitonga, ainda, apresenta vegetação em bom estado de conservação que não recebem influencia direta de tensores antropogênicos, como podemos observar na região do Rio Palmital. A ação de tensores nos manguezais próximo a área urbana, como observado na Ilha do Firmo Dias, entretanto, vem comprometendo o equilíbrio deste ecossistema, bem como o desempenho de suas funções ecológicas.

No Canal do Linguado, o assoreamento que vem ocorrendo nestes últimos anos devido a barragem construída na década de trinta, vem propiciando o crescimento progressivo das áreas de manguezal e que esta sendo invadida pela vegetação característica deste ecossistema. Portanto, podemos supor que, neste caso o tensor esta provocando uma resposta positiva. Atualmente, vem se discutindo a abertura do Canal do Linguado, que é uma reivindicação de pescadores que tem na Baía da Babitonga a sua principal fonte de renda e que, neste caso, o assoreamento torna-se um problema sério dificultando a pesca neste local. Portanto, ambientalmente, o tensor atua de forma positiva, mas econômica e socialmente de forma negativa.

Considerando-se os dados obtidos de produtividade ($4,33 \text{ tonPSm}^{-2}\text{ano}^{-1}$) e a correlação direta com a produção pesqueira, poderia inclusive estimar o valor de um hectare de manguezal para a produção pesqueira. Tomando-se como exemplo o camarão rosa, que em Joinville é vendido a R\$ 12,00 o quilo, um hectare de manguezal na Baía da Babitonga poderia ser estimada em R\$ 397,50. Sendo a área total de aproximadamente 85 km^2 e baseado-se somente na produção de camarão, o valor deste ecossistema seria de R\$ 33.787,50 por ano.

Portanto, a preservação, conservação e a gerência da Baía da Babitonga, SC, não é só uma questão ecológica, mas também social e econômica, uma vez que, 1.400 famílias da região registrados nas colônias de pescadores tem neste ecossistema sua principal fonte de renda.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Baía da Babitonga reflete, hoje, o uso indevido do ambiente à sua volta. Ela é o corpo receptor dos despejos de sua região. No município de Joinville, o baixo grau de organização dos atores sociais, a ineficiência na aplicação dos instrumentos da gestão disponíveis, a carência de pessoal capacitado para o trato específico das questões ambientais costeiras, os valores culturais regionais tendendo ao individualismo e o imediatismo, a falta de vontade política, entre outros, precisam ser recuperados para que qualquer programa de gestão ambiental possa ser proposto e implementado com possibilidade de sucesso.

Uma avaliação ambiental objetivando um planejamento e manejo sustentável dos recursos, levando em consideração os aspectos históricos, culturais, os conflitos de interesse e uso, faz-se necessário para proporcionar um ambiente ecologicamente equilibrado e essencialmente uma melhor qualidade de vida, para as presentes e futuras gerações.

No que diz respeito a manutenção e a preservação dos manguezais, a evolução das leis ao longo desses quase três séculos é notável, porém, muito ainda tem que ser feito, pois além da observação às Leis, somente garantiremos sua preservação com ações conscientizadoras, executadas cotidianamente.

Entre leis, decretos e resoluções, os manguezais estão protegidos por 42 Artigos de âmbito federal, estadual e municipal, todos reconhecendo sua importância para o equilíbrio do meio ambiente e a influência flúvio-marinha que exercem. Porém é um dos ecossistemas mais negligenciados, na prática, em função do desconhecimento de sua real importância para o homem.

A legislação é “suficientemente severa”, só que não é cumprida, sendo preciso o envolvimento de toda a comunidade nas questões relacionadas ao meio ambiente. Faz-se necessário que estados e municípios implementem programas efetivos de conscientização e educação ambiental.

A preservação dos manguezais reside no conhecimento e entendimento de seu funcionamento, bem como, de sua capacidade de sustentação, pois sabemos o que causa a degradação, mas não sabemos a intensidade e qual potencial estamos perdendo.

O presente estudo permitiu avaliar-se a qualidade ambiental do manguezal da Baía da Babitonga e as respostas da vegetação de mangue, evidenciando o grau de comprometimento da qualidade deste ecossistema, através dos indicadores empregados

Os resultados aqui apresentados constituem subsídios para o planejamento e gerenciamento dos manguezais. O encaminhamento de soluções para esta problemática complexa deve, necessariamente, passar por um estudo amplo e aprofundado da real qualidade ambiental da Baía da Babitonga.

Este estudo mostrou-se de acordo com os objetivos do curso de Engenharia Ambiental, pois através do uso de indicadores ecológicos foi possível determinar a qualidade do manguezal da Baía da Babitonga, que é um ecossistema costeiro e que por oferece bens e serviços gerando usos conflitivos que levam a degradação pelo mau uso de seus recursos naturais.

O diagnóstico ambiental é a primeira etapa para a elaboração de um Plano de Gerenciamento para a Baía da Babitonga e é certo que, um estudo mais amplo se faz necessário, porém, os resultados deste trabalho somado a outros que vem sendo desenvolvido, atualmente, por pesquisadores das Universidades da região (UNIVILLE, Joinville e UNIVALI, Itajaí, em Santa Catarina) irão contribuir ao desenvolvimento de programas voltados à conservação e preservação deste ecossistema.

A descrição e interpretação das potencialidades fisiográficas e biológicas desta área e a elaboração de uma proposta de zoneamento irão contribuir como forma de solucionar problemas conflitivos de uso, tanto da área quanto dos recursos naturais.

Os órgãos governamentais (nas três esferas de poder) e não governamentais, além das Instituições de Ensino Superior devem se integrar, afim de suprir suas deficiências e fazer valer uma eficiência fiscalização, evitando os abusos e punindo os infratores.

A partir do diagnóstico ambiental realizado na Baía da Babitonga, é possível propor um zoneamento, segundo proposta do IBAMA para Unidades de Conservação (Resolução CONAMA n.º 10, de 14 de dezembro de 1988), como meio de ordenar o gerenciamento deste ecossistema, permitindo assim, a elaboração de programas de manejo para áreas definidas.

A Figura 25 oferece a proposta de zoneamento para as áreas de estudo na Baía da Babitonga, SC e seu entorno.

Zona Intangível

Esta zona é proposta com o objetivo de proteção estrita do ecossistema e serve com o propósito de garantir a não realização de atividades antrópicas, salvo as científicas. Compreende as áreas localizadas ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água obedecendo-se os critérios do Código Florestal n.º 4.771 de 15/09/1965 e deve ser mantida fiscalização rigorosa, com o objetivo de se coibir quaisquer atividades humanas.

Zona de Uso Extensivo

A maior parte da área destina-se a zona para o cumprimento do objetivo de manejo, conservação e preservação do ambiente natural e ao mesmo tempo facilitar as atividade de pesquisa científica, educação ambiental e exploração racional dos recursos naturais garantindo rendimento econômicos estáveis às famílias de pescadores da região que tem neste ecossistema sua principal fonte de renda.

Zona de Recuperação

Finalmente, os manguezais próximos a área urbana, principalmente em Joinville, SC e que já apresenta suas características atuais com alterações significativas, como é o caso da Ilha Firmo Dias, na Baía da Babitonga, poderiam ser indicados, como áreas propícias ao estabelecimento de Zonas de Recuperação, desde que sejam efetuados projetos de recuperação e conservação e com a criação de uma parque ecológico, com fins educativos, sanitários, além de outras estruturas que possibilitem disponibilizar a área à visitação pública e ao laser.

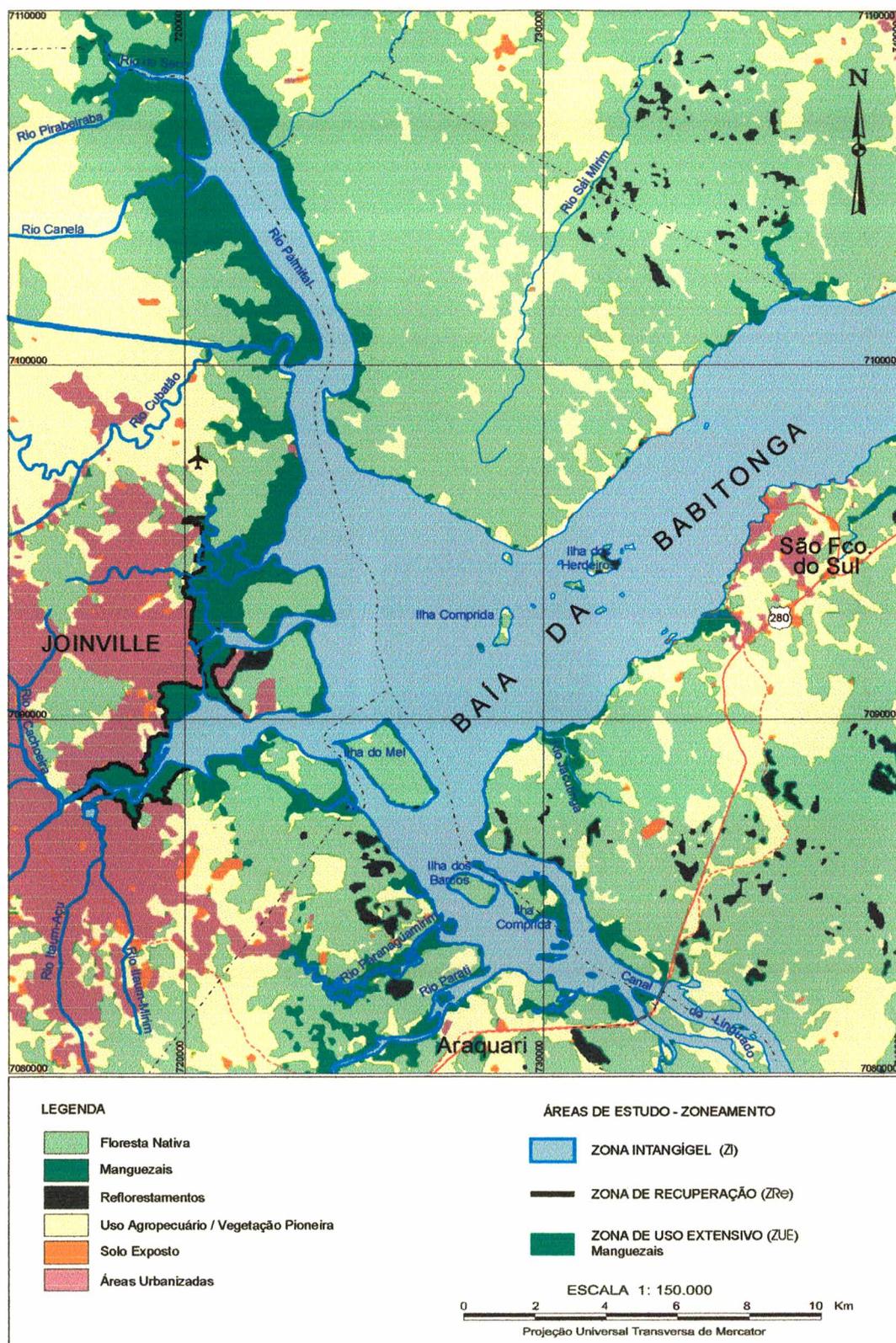


Figura 25 - Proposta de zoneamento para o manguezal nas áreas de estudo na Baía da Babitonga, SC, segundo CONAMA (SILVA, M.C.M., 2001).

Fonte: Prefeitura Municipal de Joinville - SAMA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ADAIME, R.R. (1985). *Produção do bosque da Gamboa Nóbrega, Cananéia, São Paulo, Brasil*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 305 pp.
- AGENDA 21 DE JOINVILLE. (1998). *Proteção e Manejo Sustentável das Zonas Costeiras e da Baía da Babitonga*. Fundação Municipal do Meio Ambiente – FUNDEMA, p. 79-87.
- AMARASINGHE, M.D. & BALASUBRAMANIAM, S. (1992). Net primary productivity of mangrove forest stands on the northwestern coast of Seilanke *Hidrobiologia*. 243:37-47.
- A NOTÍCIA “Derramamento de óleo na Baía da Babitonga” Caderno A, de 02/08/ 2000, p. 13
- BACON, P. R. (1975). Studies on the biology and cultivation of the mangrove oyster in Trinidad with notes on the shellfish resources. *Trop. Sci.*, 12:265-78.
- BANDEIRA, D. R. (1997). *Arqueologia Pré-Colonial do Litoral Norte de Santa Catarina – Balanço Preliminar da Produção Científica*. p.1-5. In: IX Congresso da Sociedade de Arqueologia Brasileira, Rio de Janeiro.
- BARRETO DA SILVA, F.J. (1995). *Unidades de conservação e desenvolvimento regional. Um estudo sobre a região da Baía da Babitonga – SC. Tese de Mestrado*, UFSC, Florianópolis, 147 p.
- BELTRÃO, M. C. (1976). Documentos sobre a pré-história dos estados do Rio de Janeiro e Guanabara (1500-1963). *Col.Mus. Paulista Ser. Arqueologia*. 2:1-143.
- BIGARELLA, J.J. (1947). Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *B.Geogr.*, 55: 747-779.
- BIGARELLA, J.J. (1978). Contribuição ao estudo da planície litorânea do Estado do Paraná. *B.Geogr.*, 55: 747-779. Brasil, 1996. Macrodiagnóstico da zona costeira do Brasil na Escala da União. Brasília, MMA, UFRJ, FUJB, LAGET, *Programa Nacional do Meio Ambiente*, 280 p.
- BRAY, J. R. & GORHAM, E. (1964). Litter production in forests of the world. *Adv. Ecol. Res.*, 2: 101 – 157.

- BROGIM, R. (1995). *Hábito alimentar e consumo de folhas de mangue por Aratus pisonii, Chasmagnathus granulata e Sesarma rectum (Grapsidae, Brachyura)*. Curitiba, Tese de Mestrado. Centro de Estudos do Mar – UFPR.
- BROWN, M. S. (1984). Mangrove leaf litter production and dynamics. In: *Snedaker, S. C. & Snedaker (eds.) The mangrove ecosystem: research methods. UNESCO.*
- BROWN, S. M. & LUGO, A E. (1982). A comparacion of structural and functional characteristics of saltwater and freshwater forested wetlands, pp. 110-130. In: *Wetlands: Ecology and management, Proceeding of the First International Wetlands Conference, New Dehli, India.*
- CARMO, T.M.S, BRITO-ABAURRE, M. DA G.; ZANOTTI-XAVIER, S.; DA COSTA, M. B. & HORTA, M. M. M. (1995). Os manguezais da Baía Norte de Vitória, Espírito Santo: Um Ecossistema Ameaçado. *Rer. Brasil. Biol.*, 55 (4): 801-818.
- CHRISTENSEN B. (1982). Management and utilization of mangrove in Asia and the Pacific: *FAO-Environment Paper n° 3, Rome*, 160 pp.
- CINTRÓN, G. GONAGA, C. & LUGO, A E. (1980). Observaciones sobre la ecologia de las franjas de manglar en zonas áridas. pp. 18-32. In: *Memorias del seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares. UNESCO, Montevideo.* 405 pp.
- CINTRÓN, G. (1987). Caracterizacion y manejo de areas de manglar. p. 77-97. In: *Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. V. 3, Academia de Ciências do Estado de São Paulo, Cananéia, S.P., (Publicação ACIESP, no 54-III).*
- CINTRÓN, G. & SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (1992). Ecology and management of New World mangroves, pp. 233-58. In: *Coastal Plant communities of Latin America. Academic Press, California.* 392p.
- COMELLI, F.A M.; PONTE, A C. E. & CLARO, S.M. C. A (1994). *Aspectos Estruturais de um manguezal de Cubatão, SP.* p. 1:97-103 In: *Anais do III Simpósio da Costa Brasileira, Subsídios a um Gerenciamento Ambiental.*
- CONSULTORES LTDA. (1997). Plano de Controle Ambiental. Prefeitura Municipal de Joinville, Fundação Municipal do Meio Ambiente – FUNDEMA: p. 68.
- CUNHA, S. R.. (1996). *Os manguezais da Baía de Paranaguá e sua interação com a coluna d'água adjacente.* 30p (não publicado).

- CUNHA, S., SILVA, M.C. M.S.; NASCIMENTO, J. & LIMA, G. B. (1997). Caracterização estrutural dos manguezais do canal de São Francisco do Sul e do canal do Linguado, Baía de Babitonga, SC. *In.: X Encontro Nacional de Oceanografia, Itajaí/SC.*
- DALE, J. E. (1982). The growth of leaves. *London Edward Arnold Limited. Studies in Biology*, nº 137, 60p.
- DAY Jr., J. W.; HALL, C.A; KEMP, W. & YÁNEZ-ARANCIBIA, A (1989). Estuarine Ecology. *John Wiley & Sons, New York*, 558 pp.
- DAWES, C., SIAR, K. & MARLETT, D. (1999). *Mangrove structure, litter and macroalgal productivity in a northern-most forest of Florida. Mangroves and Salt marshes* 3:259-267.
- DELITTI, W. B. C. (1982). *Aspectos dinâmicos da serapilheira de uma floresta implantada de Pinus elliottii Engelm var. elliottii (Mogi-guaçu), SP*, Tese de Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. 130 pp.
- ENGEVIX. (1981). *Diagnóstico preliminar - Presença de metais pesados na Baía de Babitonga, S.C.* 23p.
- DIEGUES, A C. S. A Alternativas de Desenvolvimento em ecossistemas estuarinos. p.229-238. (1977). *In: Seminário Alternativo de Desenvolvimento: Pesca, coleta e cultivo, São Paulo, 1976. São Paulo. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Economia e Planejamento v. 1.*
- DIEGUES, A.C. (1991). Comunidades humanas e os manguezais do Brasil. *In: CPRH, 1991. Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração do Recursos Hídricos. Série Publicações Técnicas, No 003, 38-45.*
- DT CONSULTORES (1991). *EIA/RIMA das obras de dragagem do rio Cachoeira e Lagoa Saguaçu, partes A e B, vols. 1-5. Prefeitura Municipal de Joinville.*
- FATMA. (1989). – *Programa de recuperação das Bacias Hidrográficas da Baía da Babitonga*, 25p.
- FATMA. (1990). - *Estudo preliminar da Baía da Babitonga, visando obter um diagnóstico da situação da poluição por metais pesados. Assessoria Especial do Litoral da Fundação do Meio Ambiente– Relatório.*
- FEEMA. (1979). -. *Os Manguezais do Recôncavo da Baía de Guanabara. Rio de Janeiro, Série Técnica 10/79, Cadernos FEEMA, Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente, 113p.*

- FELIPE, A (1998). *A área foliar como um indicador ecológico da qualidade ambiental dos manguezais de Santa Catarina, Brasil*. Monografia Universidade Federal de Santa Catarina 76 p.
- FIGUTTI, L. (1993). Ecosistemas costeiros e homens pré-históricos, vol. I: 212-217. In: *III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: subsídios a um gerenciamento ambiental*. Serra Negra, S.P., 1994, Publicação ACIESP No 87-I.
- FLORES-VERDUGO, F.J.; DAY, J. W.; BRISEÑO-DUEÑAS, R. (1987). Structure litterfall, decomposition, and detritus dynamics of mangroves in a Mexican coastal lagoon with an ephemeral inlet. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, v.35, p. 83-90.
- FUNDEMA. (1991). *Programa de Recuperação da Baía da Babitonga, S.C.* UNITERMO Nº 75. Joinville, S.C., 26p.
- GALILEU Baía da Guanabara, Rio de Janeiro - *Revista mensal*, p 15, ano 9 nº 104. 2000.
- GILL, A M. & TOMLINSON, P. S. (1971). Studies on the growth of red mangrove (*Rhizophora mangle*). 3 Phenology of the shoot. *Biotropica, St. Louis*, v. 3, n.2, p. 109-124.
- GOLLEY, F.; ODUM, H.T. & WILSON, R.F. (1962). The structure and metabolism of a Puerto Rico red mangrove forest in May. *Ecology*, 43(1): 9-19.
- GOULTER, P. F. E. & ALLAWAY, W. G. (1979). Litterfall and decomposition in a Mangrove Stand *Avicennia marina* (Forsk) Vierh., In.: Middle Harbour, Sydney. *Aust. J. Mar. Frshwater Res.*, East Melbourne, v. 30, p. 541-546.
- GORE, R. (1977). The trees nobody liked. *Nat. Geogr. May* 151(5): 668-689.
- HEALD, E. J. (1969). The production of organic detritus in a south Florida estuary. *Univ. Miami Sea Grant Tech B.* 6:1-110.
- HERZ, R.. (1991). *Atlas dos Manguezais do Brasil*. Universidade de São Paulo. 54 pp.
- HINKEL, R. & PANITZ, C. M. N. (1999). Estudo comparativo da produção de serapilheira de uma área de Mata Atlântica e de um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* na Ilha de Santa Catarina, Brasil – *Biotemas*, 12 (1):67-93.
- HORN FILHO, N. (1997). *O Quaternário Costeiro da Ilha de São Francisco do Sul e Arredores, Nordeste do Estado de S.C. – Aspectos Geológicos, Evolutivos e Ambientais*. – Tese de Doutorado em Geociências. UFRGS, 283 p.
- IBGE. (1999). Estimativa Populacional para a população do Município de Joinville, S.C para 1998.

- IUCN, PNUMA, WWF. (1992). *Cuidando do Planeta Terra – uma estratégia para a vida*. Ed. SMA. 243p.
- JARDEL, E. J.; SALDANA A, A; BARREIRO, G. M. T. (1987). Contribucion al conocimiento de la ecologia de los manglares de la Laguna de Términos, Campeche, México. *Ciên. Mar., Ensenada*, v. 13, n 3, p. 1-22.
- LACERDA, L.D. & KJERFVE, B. (1994). Mangroves of Brazil. In: Conservation and sustainable utilization of mangroves forests in Latin America and Africa Regions, ITO/ISME. Project pd. 114/90 (F) vol. 2 p.245-272.
- LEITÃO FILHO, H.F. (1993). (org). *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão (SP)*. Editora UNESCO – Editora da UNICAMP, Campinas. 184 pp.
- LEVINE, E. A. (1981). Nitrogen cycling by red mangrove *Rhizophora mangle* L., In Joyuda Lagoon, on the coast of Puerto Rico, 305pp. In: *Adaime, R.R. 1977. Produção do bosque de mangue da Gamboa Nóbrega, Cananéia (25° Lat-S-Brasil)*. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- LUGO, A E. (1969). Energy flow in some tropical ecosystems. *Proc. Soil Crop. Sci. Soc. Fla.*, v. 29, p.254-264.
- LUGO, A E. & SNEDAKER, S. C. (1974). The ecology of mangroves. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:39-64.
- LUGO, A. E.; CINTRÓN, G. (1975). The mangrove forests of Puerto Rico and their management. In: WALSH, G.; SNEDAKER, S. C.; TEAS, H (Ed). p. 825-846. In: *Internacional Symposium on Biology and Management of Mangroves. Proceeding of the. Gainesville: Institute of Food and Agricultural Sciences*.
- LUGO, A. E.; EVING, G.; BRINSON, M. M.; BROCE, A & SNEDAKER, S. C. (1975). Diurnal rates of photosynthesis, respiration and transpiration in mangrove forest in south Florida. pp. 335-350. In: *Goley, F. B. & MEDINA, G.(eds). Tropical ecological systems*, New, York, Springer-Verlag.
- LUGO, A. E. Stress and Ecosystems, pp. 62-101. In J.H.Thorp and J. W. Gibbons (eds), *Energy and Environmental Stress*. DOE 771114. Department of Energy, Washington, D.C.
- LUGO, A. E.; CINTRÓN, G. Y.; GOENAGA, C. (1980). El ecosistema del manglar bajo tensión pp. 261-285. In: *Memorias del Seminario sobre el estudio científico e impacto humano en el ecosistema de manglares*. UNESCO. Montevideo.
- MACIEL, N.C. (1991). Alguns aspectos da ecologia do manguezal. In: CPRH, 1991. *Alternativas de uso e proteção dos manguezais do Nordeste*. Recife, Companhia Pernambucana de Controle da Poluição Ambiental e de Administração do Recursos Hídricos. *Série Publicações Técnicas*, No 003, 9-37.

- MACNAE, W. (1966). Mangroves in eastern and southern Australia. *Aust. J. Bot.* 14:67-104.
- MACKEY, A. P. & SMAIL, G. (1995). Spatial and temporal variation in letter fall of *Iavicennia marina* (Forssk) Vierh. In the Brisbane River, Queensland, Australia. *Aquat. Bot.* 52:133-142.
- MASTALLER, M. (1997). Literature review on the utilization and management of mangrove resources, with regard to small fisheries and aquaculture concepts: SEDEPE/GTZ/GOPA, 71 pp, 1988. p.229-238.
- MENEZES, G.V. (1991). Produção de serapilheira em dois bosques de mangue na Ilha do Cardoso, Cananéia, S.P. *II Simpósio sobre Oceanografia – IOUSP*, pag. 108.
- MENEZES, G.V. & SCHÄEFFER-NOVELLI Y. (2000). *Produção e decomposição em bosques de mangue na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP* Anais do V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação, Vitória, E.S. p. 349.
- MERICO, L.F.K. (1995). *Introdução à Economia Ecológica*. Ed. FURB. Blumenau, SC. 160p.
- MMA – GERCO. *A caracterização da Zona Costeira Brasileira*. <http://www.mma.gov.br>.
- NAKATA, R. T. H. (1996). *Determinação da Estrutura dos Bosques no Manguezal da Ilha do Gado na Baía de Babitonga, Joinville /SC*. Monografia. 34p.
- NEGRON, L. (1980). *La produccion de hojerasca em el manglar del Espirito Santo*. Tese de Mestrado, Universidade de Porto Rico, Rio Piedras, 72p.
- NEGRON, E. & CINTRON, G. (1981). Estructura y función del manglar de Laguna Joyuda, Mayagyez, puerto Rico. P. 15-19 *In: Simpósio Latinoamericano sobre Oceanografia Biológica, 7º Acapulco, México*.
- ODUM, H. T (1967). Work circuits and system strep. pp 81-138. *In: Symposium on primary Productivity and Mineral Cycling in Natural Ecosystems Univ. of Maine Press, Orono, Maine*.
- ODUM, W.E. (1971). Pathways of energy flow in a south Florida estuary. *Univ. Miami Sea Grant Teach B.* 7:1-162.
- ODUM, W. E. & HEALD, E. J. (1975). Mangrove forest and aquatic productivity. Chapter 5 *In: Na Introduction to land-water interactions*. Springer-Verlag, Ecological Studies Series, New York.
- ODUM, W.E.; MacIvor, C. C. & SMITH, T. J. (1982). The Ecology of the Mangroves of South Florida: a Community profile. U.S.Fish Wildl. Serv. *Office of Biol. Serv., FWS/OBS – 81/24*. 144pp.

- ONUF, C. P.; TEAL, J. M. & VALIELA, I. (1977). Interactions of nutrients, plant growth and herbivory in a mangroves ecosystem. *Ecology* 58:514-526.
- PANITZ, C. M. N. (1986). *Produção e decomposição de serapilheira no manguezal do rio Itacorubi, Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil*. Tese de Doutorado, Universidade de São Carlos, Brasil. 601p.
- PANITZ, C.M.N. (1992). Ecological aspects of a saltmarsh ecosystem in Santa Catarina Island, Brazil. In: U. Seeliger (ed.), *Coastal Plant Communities of Latin America*. San Diego, California, Academic Press, Inc., Cap. 14: 213-230.
- PANITZ, C. M. N. (1993). *Manguezais de Santa Catarina (Limite Austral): Estrutura, Função e Manejo*. Trabalho apresentado ao Departamento de Biologia da UFSC no Conc. Publ. na classe de Prof. Titular UFSC, Florianópolis,SC. 175p.
- PANITZ, C. M. N. & PORTO-FILHO, E. (1995). O manguezal do rio Caveiras, Biguaçu-SC. Um estudo de caso IV: Principais fatores e capacidade de recuperação do ecossistema. In: *Oecologia Brasiliensis (Ed. Estever, F.A) Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, UFRJ*. RJ.
- PANITZ, C. M. N. (1997). *Principais fatores no manguezal do Itacorubi, Florianópolis, SC, Brasil*. p. 471. In: *Anais do Congresso Brasileiro de Limnologia*.
- PEREIRA, S.M.B. (1993). Aspectos ecológicos de áreas de manguezais em Pernambuco. p.885. In: *Anais da 45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência, Recife, 1993*. Universidade Federal de Pernambuco.
- PNMA. (1995). *Perfil dos estados litorâneos do Brasil: Subsídios à implantação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro Brasileiro*, MMA.
- POR F. D. (1994). *Guia ilustrado do manguezal brasileiro*. São Paulo, Instituto de Biociências da USP, 82 p.
- PONTE, A. C.E; FONSECA, I. A. Z.; MARQUES, M.; FREITAS, M. L. & CLARO, S. M. C. A. (1984). *Produção de serapilheira e decomposição do material foliar em ecossistemas de mangue*. p. 103, 107. In: *Anais do IV Congresso Sociedade Botânica, São Paulo*.
- PONTE, A. C.E; FONSECA, I. A. & CLARO, S. M. C. A. (1990). *Produção de serapilheira em mangue impactado por petróleo*. 241-253. In: *II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira, Lindóia, SP*.

- POOL, D. J.; LUGO, A. E. & SNEDAKER, C. S. (1975). Litter production in mangrove forest of southern Florida and Puerto Rico. v.1, p. 213-237. In: Walsh, G.; Snedaker, S. C. & Teas, H. (eds) – *Proceeding of the International symposium on Biology and Management of Mangrove*. Gainesville, Institute of Food and Agricultural Sciences, University Of Florida.
- Prefeitura Municipal de Joinville. (1993). *Diagnóstico dos Problemas Ambientais do Município de Joinville*. (Relatório) 27p.
- FUNDEMA. (1994). *Programa de Proteção da Biodiversidade e dos Recursos Hídricos da Região de Joinville, SC.*, Centro de Desenvolvimento Biotecnológico. 56p.
- RIZINNI, C. T. (1976). *Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos*. São Paulo. HUCITEC, Ed. da Universidade de São Paulo. 327 p.
- ROBERTSON, A I.& DANIEL, P. A. (1989). Decomposition and the annual flux and export from fallen timber in tropical mangrove forest. *Limnol. Oceanogr.* 34(3): 640-646.
- ROCHA, I. O & LOPES, L. J. (1996). Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina: Levantamento de Problemas Sócio-econômicos dos Municípios dos Setores Sul e Centro. *3ª Reunião Especial da SBPC – Ecossistemas Costeiros: do Conhecimento à Gestão, Florianópolis, SC.* 336-337.
- RODRIGUES, A. M.T.; BRANCO, E.J.; PEREIRA, M.T.; ZIMMERMANN, C.E.; RIBEIRO, G.C.; BRANCO, J.O; KUROSHIMA, K.N.; CLEZER, L.; BRUTTO, L.F.; SILVA, M.; TOGNELLA, M.M.P.; ALVES, S.; BELLOTTO, V. (1998). Manguezal da Baía da Babitonga. *IBAMA. Coleção Meio Ambiente, Série Estudos Pesca*, 145p.
- SAENGER, P. & SNEDAKER, S.C. (1998). Pantropical trends in mangrove above-ground biomass and annual litterfall. *Oecologia*, 96:293-299.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (1983). *Roteiro para estudos dos recursos de marismas e manguezais*. Relat. Int. Inst. Oceanogr. Univ. S. Paulo, 10:1-13.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN, G. (1986). *Guia para estudo de áreas de Manguezal - Estrutura, função e flora*. Caribbean Ecological Research. 175pp.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. (1989). Perfil dos ecossistemas litorâneos brasileiros, com especial ênfase sobre o ecossistema manguezal. *Publicação Esp. Inst. Oceanogr., S. Paulo*, (7): 1-16.

- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN-MOLERO, G. (1990). Status of mangrove research in Latin America and the Caribbean. *Bolm. Inst. oceanogr., S. Paulo*, 38 (1): 93-97.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. MESQUITA, H. S. L., & CINTRÓN-MOLERO, G. (1990). The Cananéia Lagoon Estuarine system, São Paulo, Brasil. *Estuaries* 13:193-203.
- SCHÄEFFER-NOVELLI, Y.; CINTRÓN-MOLERO, G.; ADAIME, R.R. & CAMARGO, T.M. (1990). Variability of mangrove ecosystems along the brazilian coast. *Estuaries*, 13 (2): 204-218.
- SCHAEFFER-NOVELLI. (1995). *Manguezal: Ecosystema entre a Terra e o Mar*. Caribbean Ecological Research. São Paulo, 64p.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. & CINTRÓN-MOLERO, G.; (in press a). Brazilian mangroves: a historical ecology. *SBPC, Journal of the Brazilian for the Advancement of Science, Special Number*.
- SEMA. (1984). Relatório da qualidade domeio ambiente – *RQMA, sinópe coordenação de Estanislau Monteiro de Oliveira e Zélo Kacowicz, Brasilia*. 276 p.
- SESSEGOLO, G. C. (1997). *Estrutura e Produção de Serapilheira do Manguezal do Rio Bagaçu, Baía de Paranaguá, PR*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. P. 113.
- SIERRA L., B. & E. J. SORIANO-SIERRA. (1985). Mangrove swamps and coastal lagoons: use and stressors. *Proc. 4th. Symp. On Coastal and Ocean. Management, ASCE/Baltimore*, 1 : 1170-1178.
- SILVA, M.C.M.; CUNHA, S. R.; NASCIMENTO, F.; LIMA, B. G. & COSTA, C. S. B. (1998). *Aspectos estruturais dos manguezais da Baía de Babitonga, SC*. Anais do XLIX Congresso Nacional de Botânica. (380) 463pp.
- SNEDAKER S.C. & C.D. GETTER. (1985). Coastal Resouces Management Guidelines: Coastal Management Publ. Nº 2, *Res. Planning Inst. Inc. Colombia, South Carolina*. 220 p.
- SOSTISSO, I. (1996). Plano do Gerenciamento Costeiro de Santa Catarina- GERCO. *In.: 3^a Reunião Especial da SBPC – Ecosystemas Costeiros: do Conhecimento à Gestão, Florianópolis, SC*. 366-367.
- SOUZA SOBRINHO, R.J.; BRESOLIN, A. & KLEN, R. M. (1969). Os manguezais da Ilha de Santa Catarina. *Insula* nº 2, 21pp. Boletim do Centro de Pesquisas e Estudos Botânicos, Florianópolis, SC.

- TAUK, S. M.; GOBBI, N.; FOWLER, H. (1991). *Análise Ambiental: uma visão multidisciplinar*. Editora da Universidade Estadual Paulista – UNESP, 2ª ed. 1995. São Paulo, Br.. 206 p.
- TENÓRIO, M. C. A. (1996). Contribuição da Arqueologia na Compreensão do desenvolvimento do Mangue. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi*. Belém: MPEG, 8:123-136.
- THORNTHWAITE, C. W. & MATHER, J. R. (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. Centerton, J. J. *Laboratory of Climatology Publications*, 3:185-311.
- TOVILLA-HERNANDEZ, C. Y. & GONZALES-ANGELITO, E. G. (1994). Produccion de hojarascas del manglar en tres sistemas lagunares del Golfo de Mexico y el Pacifico. *Serie Grandes Temas de la Hidrobiologia: Los Sistemas Litorales – UAMI – UNAM*. 2:87-103.
- TURNER, R. E. (1977). Intertidal vegetation and commercail yields of *Penaeid shrimp*. *Transection of the American Fisheries Society*, vol. 106, nº 5.
- UNIVALI. (1994). – Universidade da Região do Vale do Itajaí.. *Estudo integrado da Baía de Babitonga. Projeto*, p. 115.
- VIEIRA, S. L. (1996). *Determinação a partir de pesquisa bibliográfica e aplicação de metodologia específica do tipo de degradação ambiental na Ilha Firmo Dias, Baía da Babitonga, Joinville, SC., provocada pela ação antrópica*. Monografia. 37p.
- WALSH, G. E. (1974). Mangroves: A Review, pp. 51-174. *In: Reimold, R. & Queen, W., (eds). – Ecology of Halophytes*. New York, Academic Press.
- WOODROFFE, C.D. (1982). Litter production and decomposition in the New Zealand mangrove, *Avicennia marina* var. *resinifera*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 16:179-187.
- WOODWELL, G. M. (1970). Effects of pollution on the structure and physiology of ecosystems. *Science*, 168:429-433.