

## MONITORAMENTO DA VEGETAÇÃO DE MANGUE, RESTINGA E DE DOIS BIOINDICADORES NA REGIÃO DO MÉDIO E BAIXO ITAPANHAÚ

### **Rita de Cássia Martins Gouveia<sup>1)</sup>**

Bióloga, formada pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), com pós graduação (Lato Sensu) em Gestão Ambiental, pela Faculdade de Saúde Pública (FSP) da Universidade de São Paulo (USP). Bióloga da SABESP.

### **Prof. Dr. João Alberto Paschoa dos Santos<sup>(2)</sup>**

Biólogo, Mestre em Aquicultura e Pesca, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais, Docente da Universidade Santa Cecília (Santos), Sócio e Coordenador de Projetos da Aquática Consultoria Ambiental e do Consórcio PRIME-AQUÁTICA.

### **Prof. Dr. João Marcos Miragaia Schmiegelow<sup>(3)</sup>**

Biólogo, Mestre e Doutor em Oceanografia Biológica, Docente da Universidade Santa Cecília (Santos), Especialista em Ecossistemas de Mangue do Consórcio PRIME-AQUÁTICA.

### **Daniela Chaves Guedes e Silva<sup>(4)</sup>**

Bióloga, Mestre e Doutora em Biociências Especialista em Ecossistemas de Restinga do Consórcio PRIME-AQUÁTICA.

### **Deborah Ribolli Ferraz<sup>(5)</sup>**

Bióloga, profissional da Aquática Consultoria Ambiental e do Consórcio PRIME-AQUÁTICA.

**Endereço(1):** Av. do Estado, 561 - Ponte Pequena - São Paulo - SP - CEP 01107-900 - Brasil - Tel: +55 (11) 99685-3284 - Fax: +55 (11) 3388-8636 - e-mail: rcgouveia@sabesp.com.br.

### **RESUMO**

Este estudo apresenta resultados do monitoramento da vegetação de restinga e manguezal na região do Médio e Baixo Itapanhaú como parte dos programas ambientais associados ao *Aproveitamento das Águas da Bacia do Rio Itapanhaú para o Abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo*. Na restinga, foram registradas 315 espécies, 195 gêneros e 81 famílias. O agrupamento florístico das áreas amostrais apresentou dois grupos distintos: um composto por Floresta Aluvial e Floresta Alta de Restinga e outro formado por Floresta Paludosa. No manguezal, a salinidade intersticial se distribui em um claro gradiente crescente sentido foz do rio, demonstrando uma tendência de redução nos meses mais quentes e chuvosos e aumento nos mais frios e secos. A riqueza de macroalgas (13) apresenta composição semelhante a outros manguezais do sudeste brasileiro e o total de foraminíferos (18 *taxa*) mostram que a riqueza no rio Itapanhaú foi baixa quando comparada a outros levantamentos na região. Na transição manguezal-restinga a densidade total foi de 3.253,84 ind./ha, com 38 espécies e 3 indivíduos mortos. Os dados de classe de altura dos indivíduos arbóreos registrados apresentam um padrão (J invertido) semelhante ao encontrado em outras áreas de floresta de restinga e de Floresta Atlântica em São Paulo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Mangue, restinga, Itapanhaú, Bertioga.

### **INTRODUÇÃO**

O Aproveitamento das Águas do Rio Itapanhaú é um empreendimento destinado a utilizar parte da vazão do rio Sertãozinho, um dos formadores do rio Itapanhaú para aumentar a segurança hídrica do abastecimento de água na Região Metropolitana de São Paulo, e está situado na região do Planalto, no Município de Biritiba Mirim. Dentre os compromissos resultantes do processo de licenciamento ambiental desse empreendimento está a execução de monitoramentos ambientais na bacia do rio Itapanhaú, tanto na região do Planalto quanto na da Baixada, de modo a acompanhar a evolução de variáveis ambientais associadas aos ecossistemas aquáticos (qualidade de água e biota) e ecossistemas terrestres (bosques de mangue e restinga), assim como variáveis hidrológicas (precipitações e vazões) em locais selecionados da bacia e seções dos principais cursos de água. O monitoramento de ecossistemas terrestres integra o *Plano de Monitoramento do Médio e Baixo Itapanhaú*, em implementação pela Sabesp desde junho de 2020, através do Consórcio PRIME-AQUÁTICA.

No município de Bertioga, localizado na Baixada Santista, está situada a área do Médio e Baixo Itapanhaú, que é recoberta por formações integrantes do Complexo Vegetacional da Floresta Atlântica (Rizzini, 1979). A região

é constituída por diferentes formações vegetacionais que de uma forma geral compõem a Mata Atlântica de encosta e terras baixas, ocupando as encostas da Serra do Mar, os morros litorâneos e sopé dos morros; os manguezais, que ocupam as planícies fluvio-marinhas dos estuários, e a vegetação de restinga, que se estendem pelas planícies (Silva et al., 1993).

O manguezal é um ecossistema costeiro, de transição entre os ambientes terrestre e marinho, sujeito ao regime das marés, sendo considerado como um ambiente da maior importância em áreas do entremarés de regiões tropicais e subtropicais. Já o ecossistema de restinga é caracterizado, em geral, por superfícies baixas e levemente onduladas, com suave declive rumo ao mar, cujas origens estão associadas a processos de sedimentação complexos e transporte de materiais pelas correntes marinhas (Suguio & Martin, 1987). O ambiente de transição entre o manguezal e a restinga pode ser considerado um ecótono por ser uma área de transição entre dois ecossistemas distintos apresentando características florísticas de ambos os ambientes (Manoel et al., 2012).

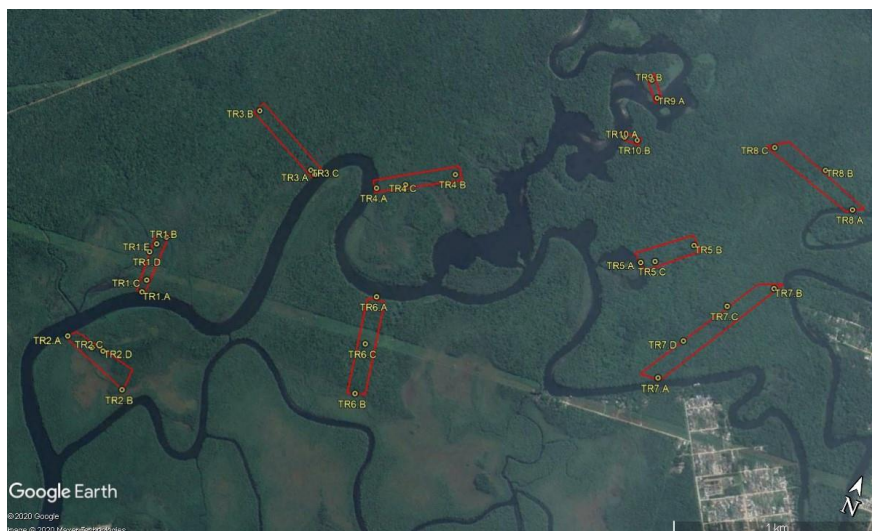
## OBJETIVO

O objetivo do presente estudo é apresentar os resultados do monitoramento da evolução da vegetação de restinga e do bosque de mangue na região do Médio e Baixo do Rio Itapanhaú, no município de Bertioga no período de junho de 2020 a novembro de 2021, assim como de dois bioindicadores presentes na região do manguezal, que são as macroalgas e os foraminíferos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### a) Monitoramento de Restinga

No período de estudo foram realizadas seis campanhas trimestrais de monitoramento da vegetação de restinga. O monitoramento foi feito em seis parcelas retangulares de 5m x 10m representativas das diferentes fisionomias de vegetação de restinga em áreas pré-selecionadas ao longo dos 10 transectos, totalizando 192 parcelas de amostragem (**Figura 1**).



**Figura 1: Rede de amostragem do monitoramento de restinga.**

Para o levantamento florístico, foram identificadas todas as formas de vida de plantas vasculares observadas na vegetação. Para a coleta dos dados biométricos foi realizada na primeira campanha a contagem do número de indivíduos adultos de cada espécie (ou morfoespécie, quando a identificação imediata não foi possível) no interior das parcelas de cada uma das fisionomias amostradas. Até a quarta campanha, em cada uma das parcelas foram instaladas duas sub-parcelas de 1 x 1 m para registro do banco de plântulas e dos indivíduos juvenis. A partir da quinta campanha, para analisar a regeneração ocorrente nos pontos estudados, estabeleceu-se o padrão de instalação de 2 parcelas de 1m<sup>2</sup> fixas em um dos vértices de cada parcela de monitoramento vegetal, a fim de acompanhar a riqueza de espécies e densidade de plântulas e jovens. Todos os indivíduos acima de 10cm de altura até 150cm foram medidos e identificados. A estrutura da vegetação ocorrente nas parcelas (indivíduos arbóreos e arbustivos) foi caracterizada e o acompanhamento da dinâmica dessa vegetação foi realizado por meio de: determinação das taxas de crescimento, recrutamento e mortalidade da vegetação; cálculo de densidade,

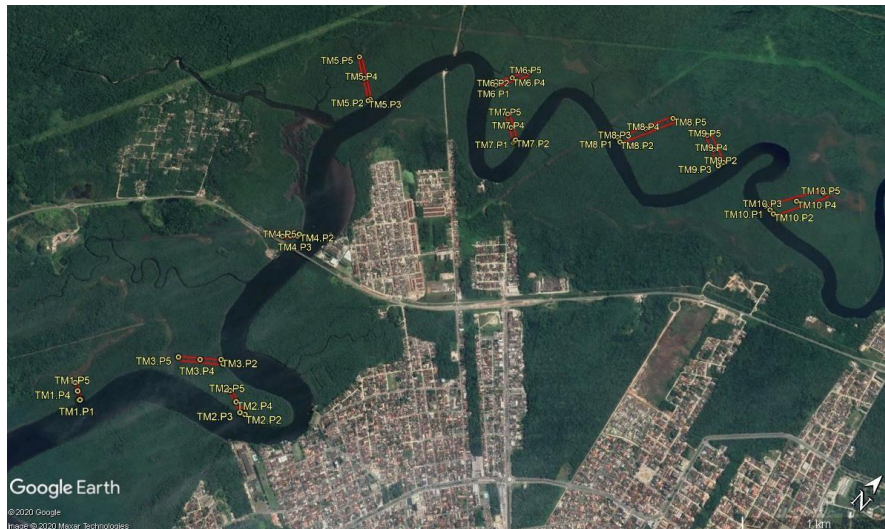
dominância e frequência; cálculo de índices de valor de importância (IVI), de cobertura (IVC) e cálculo do índice de diversidade ( $H'$ ). Para detectar a formação ou não de grupos com dados quantitativos da vegetação, foi utilizada a análise de agrupamento aglomerativa (Sneath & Sokal, 1973) mediante UPGMA (Associação Média não-ponderada). O coeficiente de distância de Bray-Curtis foi escolhido para essa etapa.

#### b) Monitoramento de Mangue

A rede de amostragem para a salinidade intersticial no mangue é composta por dez transecções nas quais foram amostrados dois pontos, um localizado na região central das transecções mensurando a salinidade intersticial, e o outro na calha do rio Itapanhaú para amostragem de qualidade da água. As campanhas ocorreram mensalmente. A localização e coordenadas dos pontos de coleta em cada transecção são apresentadas na **Figura 2**.

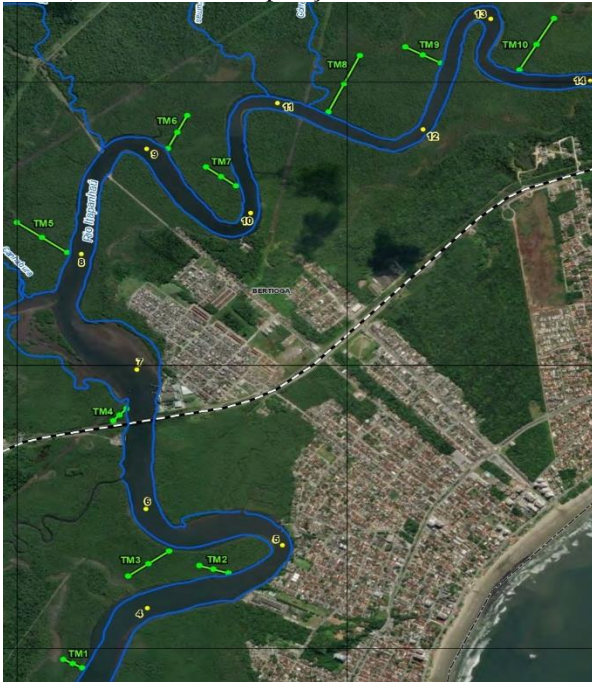
Em cada transecção foram coletadas réplicas de amostras para medição da salinidade intersticial. O local exato para a coleta de cada réplica ocorreu de forma aleatória, dentro de um círculo de diâmetro de 4m cujo centro situa-se na porção central de cada transecção, sorteando-se uma distância e um ângulo através gerador de números aleatórios do Microsoft Excel. Para a coleta de água intersticial, o substrato do manguezal foi perfurado três vezes (para cada amostra) com uma bomba manual até a profundidade de 50 cm. Quando a água minou foi retirada a amostra com seringa de 100 mL e o conteúdo foi transferido e armazenado em frascos. Nos locais em que a água não minou, coletou-se cerca de 100 mL de sedimento das perfurações, com a própria bomba manual.

Em laboratório, cada amostra foi transferida para recipientes de 15 ml e acondicionados em centrífuga, sendo submetidas ao processo de centrifugação a uma velocidade de 2000 rpm, por 10 a 15 minutos, para decantação do material particulado. Após o processo foi retirada uma alíquota de água de cada recipiente com auxílio de pipeta para leitura com refratômetro. Foi construído um gráfico de matriz onde os dados são representados por tons de preto e branco; essa figura mostra visualmente possíveis gradientes tanto entre os pontos de uma campanha quanto entre campanhas. A análise estatística foi obtida com o programa PAST 4.03 (Hammer et al., 2001).

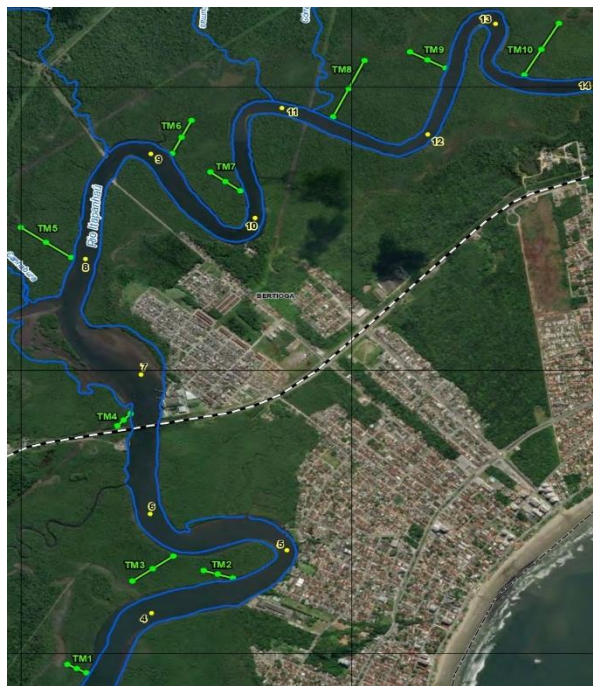


**Figura 2: Rede de amostragem de salinidade intersticial (SAL) e qualidade da água (QA) no manguezal.**

As macroalgas foram coletadas na margem direita do rio onde foram posicionadas dez transecções (TM1 a TM10), da foz à posição mais a montante onde ocorre vegetação típica de mangue (



**Figura 3**), sendo três parcelas na região da margem (franja do bosque), denominadas P1, P2 e P3, uma ao final da transecção, antes da transição com a restinga (P5) e uma última entre essas duas regiões, na porção central da transição (P4).

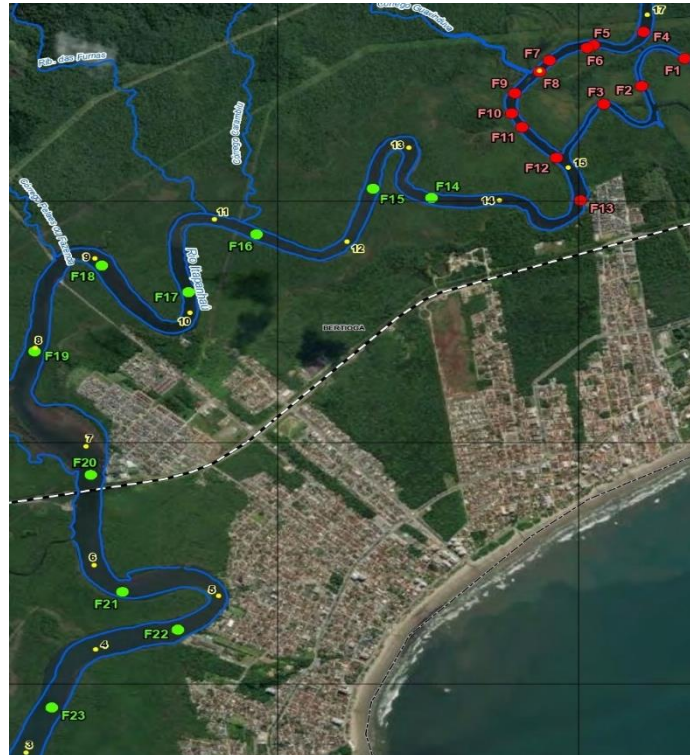


**Figura 3: Rede de amostragem de macroalgas no manguezal.**

Em cada uma das cinco parcelas estabeleceu-se uma área de raio igual a 5m. Dentro dessa área foram definidos cinco pontos amostrais com valores aleatórios, através da planilha do Excel, para ângulo e distância a partir do ponto central. Desses pontos amostrais foram coletados os dados para estimativa da área de recobrimento. Para a avaliação da área de recobrimento das macroalgas foram utilizados amostradores de 0,50 x 0,50 cm, subdividido em 100 pontos, segundo o método dos contatos (Bloch & Klingbeil, 2016).

No laboratório, as macroalgas destinadas à identificação foram coletadas aleatoriamente dentro das parcelas divididas em três regiões: franja (P1, P2 e P3), meio (P4) e fundo (P5). Essas amostras foram fixadas em formol diluído em água do mar a 4% e mantidas ao abrigo da luz. As amostras de macroalgas destinadas à identificação, foram lavadas em água corrente, triadas e identificadas em estereomicroscópio utilizando bibliografia especializada.

Amostras de foraminíferos foram obtidas em 23 pontos localizados na calha do rio Itapanhaú, em frente às transecções de monitoramento do bosque de manguezal (10 pontos) e na área considerada de transição entre o manguezal e a restinga (13 pontos); esses pontos foram denominados F1 a F23, estando as suas coordenadas apresentadas na **Figura 4**.



**Figura 4: Rede de amostragem de foraminíferos no manguezal.**

As amostras foram obtidas com um pegador de fundo Van Veen de cinco litros, sendo que em cada ponto foram realizadas três coletas. Do primeiro centímetro do sedimento foram amostrados cerca de 50 ml; esse material foi fixado e corado com Rosa de Bengala em álcool 70%. Os sedimentos restantes de cada amostragem foram homogêneos e, dessa mistura, se obtiveram duas amostras (prova e contraprova) de aproximadamente 500 ml cada, que foram acondicionadas e encaminhadas ao laboratório para realização das análises granulométricas e de pH.

Em laboratório as amostras foram lavadas e o sedimento foi homogêneo, as quais foram extraídas subamostras brutas de 10 cm<sup>3</sup> que posteriormente foram lavadas em peneira com malha de 63 µm. A fração retida na peneira foi transferida para frascos com álcool 70% mantida refrigerada até o momento da triagem (Scott et al., 2001). As amostras foram triadas com um pincel e sob o estereomicroscópio. As carapaças foram acondicionadas em slides para microfósseis, previamente preparados com a aplicação de uma fina camada de goma dragante para fixação e para evitar que fossem perdidas com a manipulação dos slides. Procurou-se triar no mínimo 100 carapaças vivas em cada amostra para atingir um patamar estatisticamente confiável e reduzir a probabilidade de que alguma espécie esteja excluída da contagem.

As espécies foram identificadas através de publicações científicas existentes para a área de estudo, além das clássicas comumente utilizadas para identificação de foraminíferos. A frequência de ocorrência foi obtida como número de locais em que o táxon ocorreu em relação ao número total de locais amostrados.

c) Transição Manguezal-Restinga

No período de setembro de 2020 a novembro de 2021 foram realizadas duas campanhas de monitoramento da vegetação de transição restinga-manguezal: 1ª campanha entre 09 e 10/09/2020 e 27 e 28/09/2021; e 2ª campanha entre 31/10 a 02/11/2021. O monitoramento ocorreu na margem do rio Itapanhaú e também na margem do Parque Municipal Ilha Rio da Praia onde foram posicionadas 13 parcelas (10 x 10m) de forma sistemática denominadas de MR1 à MR13, sendo que as parcelas de MR7 a MR13 situam-se na margem direita do rio Itapanhaú, as parcelas MR4, MR5 e MR6 situam-se na margem esquerda e as demais (MR1, MR2 e MR3) estão localizados na margem do Parque Municipal Ilha Rio da Praia (**Figura 5**).



**Figura 5: Malha amostral do monitoramento da área de transição manguezal-restinga.**

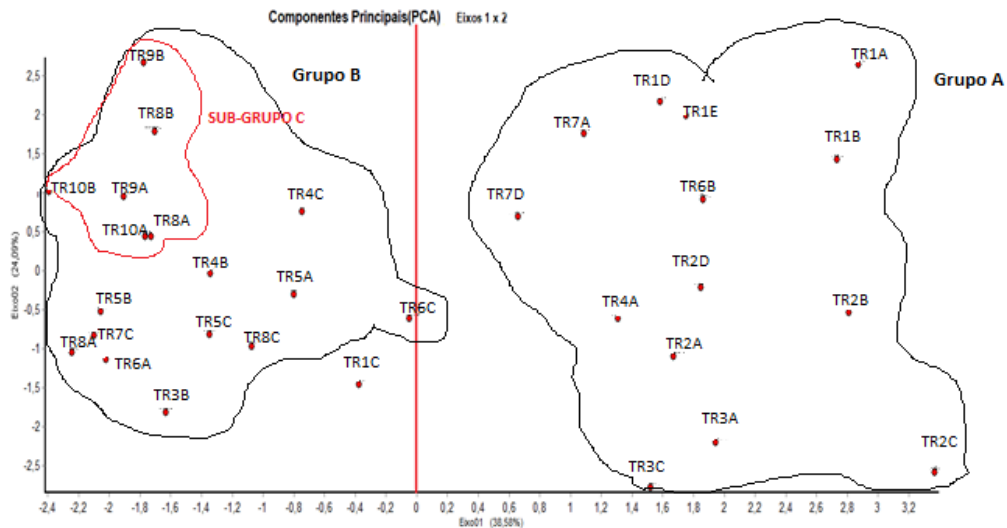
A delimitação e marcação em campo das parcelas seguiu a mesma metodologia utilizada nas parcelas de manguezal, assim como a metodologia de análise. Embora não previsto inicialmente no escopo do Plano foi incluído o levantamento da estrutura do bosque na área de transição, assim como a salinidade intersticial do solo, está a partir do segundo ano de monitoramento, considerada pela equipe como informação relevante para as análises futuras. As amostras de solo foram colhidas nas parcelas, utilizando-se a mesma metodologia empregada nas áreas de manguezal, e realizadas cinco campanhas nesta região, de julho a novembro de 2021, nas seguintes datas: a primeira campanha ocorreu entre os dias 24 e 25/07/2021, a segunda entre os dias 18 e 19/08/21, a terceira no dia 14/09/2021, a quarta entre os dias 6 e 7/10/21 e a quinta nos dias 3 e 4/11/21.

## RESULTADOS OBTIDOS

a) Restinga

No monitoramento de restinga foram registradas 315 espécies pertencentes a 195 gêneros e 81 famílias. Destas, 295 foram identificadas até o nível específico, 15 necessitam de confirmação quanto à espécie e foram acrescidas da abreviatura “cf.” ou “aff.” e 05 foram identificadas até o nível de gênero, permanecendo com o epíteto “sp.”. As 10 famílias com maior quantidade de espécies foram: Myrtaceae (34 espécies); Rubiaceae (28 espécies); Fabaceae (27 espécies); Bromeliaceae (18 espécies); Melastomataceae (12 espécies); Orchidaceae (09 espécies); Arecaceae, Asteraceae, Lauraceae e Sapindaceae (08 espécies cada). Com relação à composição das formas de vida, predominam no levantamento florístico as árvores, com 89 espécies, seguidas das que se apresentam como árvores ou arbustos e ervas, ambas com 67 espécies.

Em relação à similaridade florística, a área apresentou claramente dois grupos distintos: um composto por áreas amostrais com Floresta Paludosa (A) e outro formado por áreas com Floresta Aluvial e Floresta Alta de Restinga (B), estando a área TR6C numa posição intermediária entre os dois grupos e os controles em um sub-grupo (c) juntamente com as áreas TR8B e TR8A (**Figura 6**).



**Figura 6: Análise de Componentes Principais (PCA) de dados quantitativos (densidade, área basal, índice de diversidade, índice de equabilidade, diâmetro médio e altura média) das 32 áreas amostrais.**

Considerando os resultados obtidos das condições de salinidade, também pode-se observar a separação espacial de dois grupos - um exposto a grandes variações de salinidade (e com médias mais elevadas), e outro com variações bem menores, conforme **Figura 7**, tendo como unidade amostral limítrofe, o TR4.A. Desta forma, essa área, bem como as unidades amostrais vizinhas, podem constituir um ponto de referência importante para o monitoramento de eventuais alterações de salinidade e características da vegetação.



**Figura 7: Delimitação dos dois grupos de unidades amostrais, inferidos a partir dos dados de salinidade da água do lençol freático na área de monitoramento da restinga.**

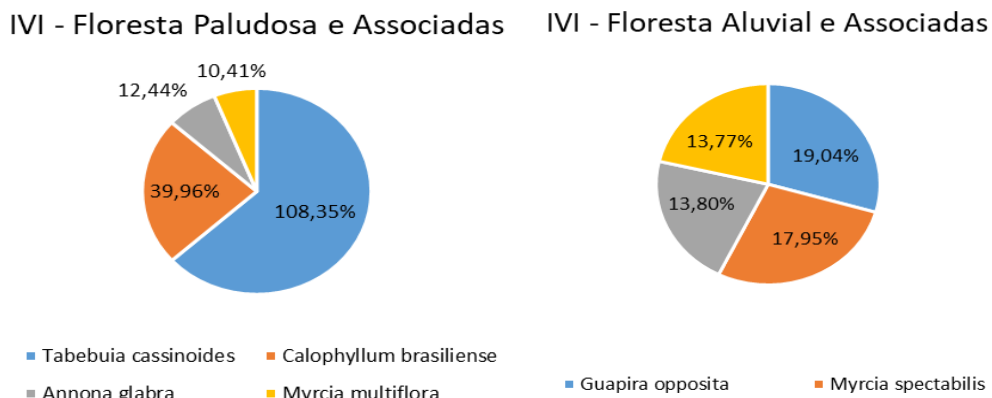
Nas 192 parcelas das 10 transecções amostradas foi levantada uma densidade total de 3.813,6 ind./ha. A área basal total para a área de estudo foi de 35,89 m<sup>2</sup>/ha e o índice de diversidade de 3,76 nats/indivíduo. Em relação à estrutura por grupos de Fitofisionomias (**Tabela 1**), observa-se que a Floresta Paludosa apresentou maiores valores de densidade estimados (4.666,66 ind./ha) do que a Floresta Aluvial (3.072,22 ind./ha). Já para a área basal, o maior valor estimado foi para a Floresta Aluvial (17,83 m<sup>2</sup>). Comparando-se a riqueza de espécies e os índices de diversidade e equabilidade (H' e J), a amostragem feita na Floresta Paludosa apresenta os menores valores, indicando uma vegetação com domínio de poucas espécies, no caso de *Tabebuia cassinoides* (caixeta).

Tanto o  $H'$  como o  $J'$  enfatizam espécies dominantes e o número de espécies. Os valores de  $H'$  obtidos nas áreas de Floresta Aluvial (4,04 nats/ind.) foram elevados.

**Tabela 1: Dados comparativos entre as amostragens fitossociológicas realizadas na Floresta Paludosa e Associadas (Grupo 1) e Floresta Aluvial e Associadas (Grupo 2).**

Parâmetros	Floresta Paludosa e Associadas	Floresta Aluvial e Associadas
Densidade (ind./ha)	4.666,67	3.072,22
Área Basal (m <sup>2</sup> )	16,10	17,83
Diâmetro médio (cm)	8,66	8,90
Diâmetro máximo (cm)	44,65	62,07
Altura total média (m)	5,81	6,17
Altura total máxima (m)	16,00	25,00
Número de espécies	68,00	156,00
Índice de Shannon ( $H'$ )	2,46	4,04
Índice de Equabilidade ( $J'$ )	0,58	0,80

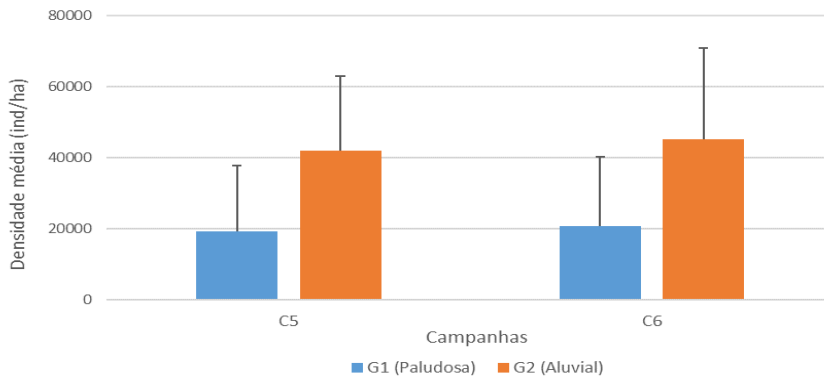
Em relação ao Valor de Importância (**Figura 8**), as espécies com maior IVI na Floresta Paludosa e associadas foram *Tabebuia cassinoides* (caxeta), *Calophyllum brasiliense* (guanandi), *Annona glabra* (araticum) e *Myrcia multiflora* (cambuí), sendo que *T. cassinoides* (caxeta) apresentou o valor de 108,35% o que representa 36% do IVI total (300%). Este elevado IVI de *T. cassinoides* (caxeta) se deve a sua alta densidade representada por 43,67% de densidade relativa. No Grupo 2, Floresta Aluvial e associadas, as quatro espécies com maior IVI foram *Guapira opposita* (maria-mole), *Myrcia spectabilis* (ameixa-do-mato), *Guarea macrophylla* (marinheiro) e *Psychotria nuda* (pasto-de-anta).



**Figura 8: Distribuição das quatro espécies com maiores Índices de Valor de Importância (IVI) na amostragem da Floresta Paludosa e Associadas (esquerda), e da Floresta Aluvial e Associadas (direita).**

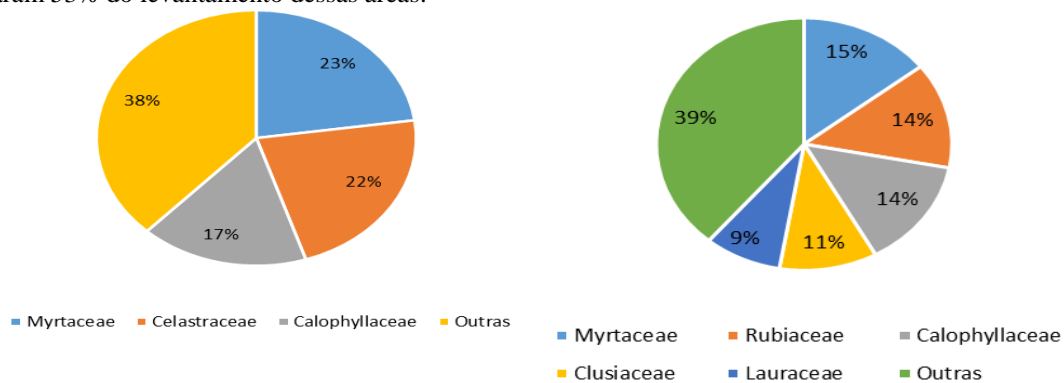
A densidade média de plântulas e juvenis (ind.ha<sup>-1</sup>), nas duas campanhas realizadas (C5- julho e C6- outubro/novembro de 2021), foram significativamente maiores no Grupo 2 (Anova não paramétrica,  $p < 0,05$ ), como pode ser observado na **Figura 9**. Não foram observadas diferenças significativas (Anova não paramétrica,  $p > 0,05$ ) entre as densidades de regenerantes entre as duas campanhas realizadas, para ambos os grupos, estimadas em torno de 20.000 e 40.000 indivíduos.ha<sup>-1</sup>, para o Grupo 1 e 2, respectivamente.





**Figura 9: Densidade média (indivíduos/ha) de plântulas e juvenis amostrados nas Campanhas 5 e 6, em cada grupo de fitofisionomias amostrados na área de monitoramento da restinga. (Grupo 1 – Florestas Paludosas e Associadas; Grupo 2 – Florestas Aluviais e Associadas).**

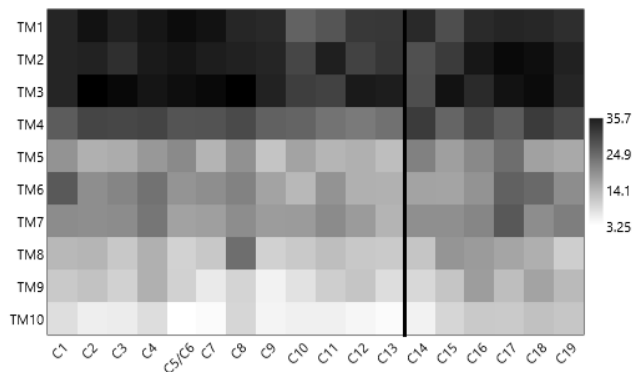
No Grupo 1, em 168 m<sup>2</sup>, foi amostrado um total de 346 indivíduos, 53 espécies, distribuídas em 24 famílias, incluso os indivíduos que não puderam ser determinados. No Grupo 2, em 216 m<sup>2</sup>, foram amostrados 977 indivíduos, 101 espécies, distribuídas em 39 famílias, incluso os indivíduos que não puderam ser determinados. As famílias com maior abundância de indivíduos no Grupo 1, foram: Myrtaceae, Celastraceae e Calophyllaceae, que juntas representaram 62% dos regenerantes amostrados (Figura 10). No Grupo 2, Myrtaceae, também foi a família com maior número de indivíduos, seguida de Calophyllaceae, Rubiaceae Clusiaceae e Lauraceae, que somaram 53% do levantamento dessas áreas.



**Figura 10: Densidade relativa das principais famílias amostradas na regeneração do Grupo 1-Floresta Paludosa e Associadas (esquerda), e do Grupo 2-Floresta Aluvial e Associadas (direta), na área de monitoramento da restinga.**

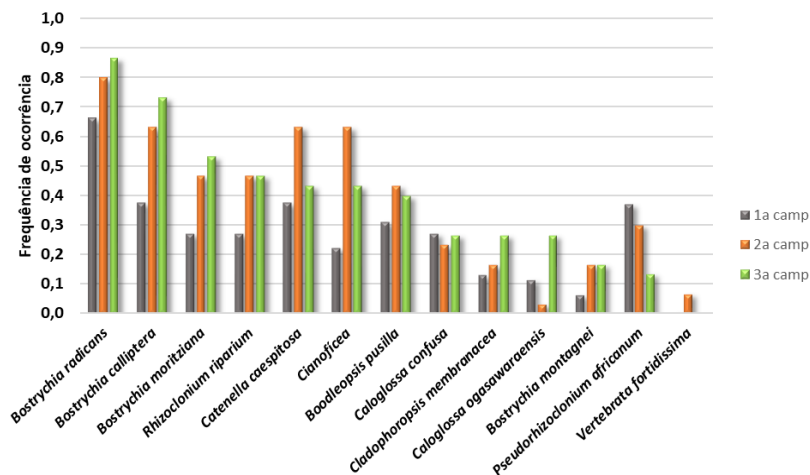
#### b) Mangue

A Figura 11 apresenta um gráfico de matriz mostrando a distribuição da salinidade intersticial nos dez pontos para todas as campanhas, através de tons de preto e branco. Nessa figura é visível o gradiente crescente sentido foz para todos os pontos para todas as campanhas, frequentemente com algumas variações a um gradiente perfeito. Também se observa que os três locais mais próximos da foz (TM1, TM2 e TM3) apresentam valores altos e semelhantes na maior parte das campanhas. Também se pode observar de forma pouco menos conspícua que o local TM5 mostra ser constituído de valores mais baixos que os locais vizinhos (TM4 e TM6). Visualmente as diferenças entre campanhas não são grandes.



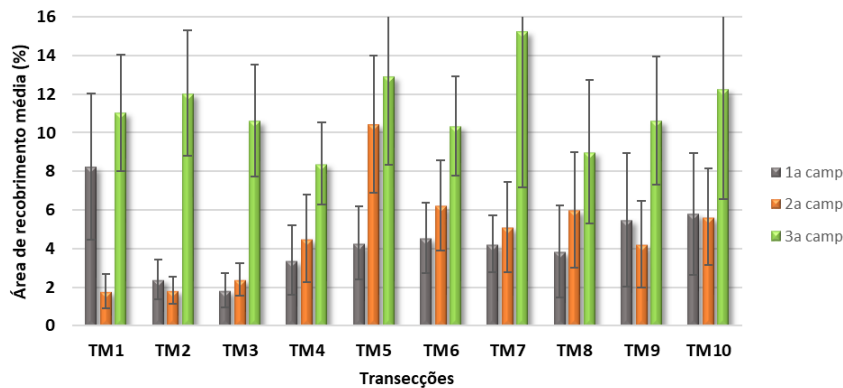
**Figura 11:** Gráfico de matriz da salinidade intersticial para todas as campanhas (C) nos dez pontos de coleta (TM1 a TM10). A linha preta vertical separa as campanhas do primeiro ano das do segundo ano.

Foram encontrados 13 taxa de macroalgas bentônicas no manguezal do Rio Itapanhaú. A espécie com maior frequência de ocorrência (número de pontos em que ocorreu em relação a todos os pontos) nas três campanhas foi *Bostrychia radicans* (66,4%, 80,0%, 86,7% na primeira, segunda e terceira campanhas, respectivamente), como pode ser observado na **Figura 12**. Na primeira campanha (setembro/2020) o táxon de menor valor foi *Vertebrata foetidissima* com 0,4%, na segunda (fevereiro/2021), *Caloglossa ogasawaraensis* com 3,3% e na terceira (agosto/2021), *Pseudorhizoclonium africanum* (13,3%).



**Figura 12:** Frequência de ocorrência das macroalgas para todas as parcelas nas três campanhas. As espécies estão ordenadas em ordem decrescente de valores da terceira campanha.

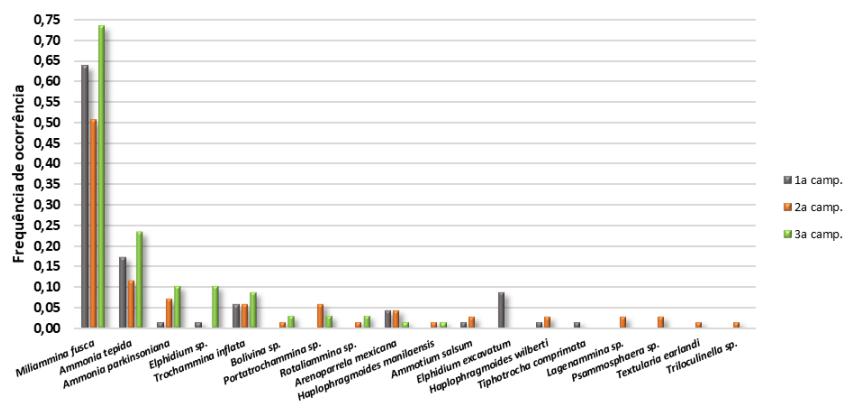
A **Figura 13** mostra as áreas médias de recobrimento em todas as transecções nas três campanhas. Na primeira campanha a média de recobrimento das algas, levando-se em conta todas as amostras, foi igual a  $4,4 \pm 5,9\%$ , na segunda campanha,  $4,8 \pm 5,9\%$  e na terceira,  $10,2 \pm 9,5\%$ . Nota-se não haver gradientes bem definidos ao longo dos locais de coleta embora a primeira campanha mostre haver certo gradiente crescente sentido montante do rio a partir da TM3. A segunda campanha também mostrou que os pontos mais próximos da foz do rio têm menores áreas de recobrimento.



**Figura 13: Área de recobrimento média das macroalgas em todas as transecções para as três campanhas.**

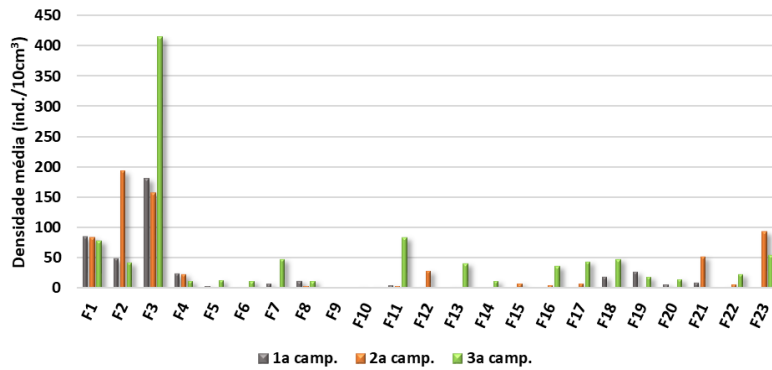
Dos 18 *taxa* de foraminíferos encontrados, seis possuem carapaça calcária e 12 aglutinante. Na primeira campanha foram quatro *taxa* com carapaça calcária e seis com carapaça aglutinante, na segunda também ocorreram quatro *taxa* com carapaça calcária e 11 com aglutinante e, na terceira ocorreram também quatro com carapaça calcária e seis com aglutinante. Em nenhuma amostra do estuário foram identificadas allogromídeos, fato que indica baixa concentração de matéria orgânica disponível para os organismos, provavelmente por conta da intensidade hidrodinâmica dos corpos d'água estudados. Dos 18 *taxa*, cinco ocorreram nas três campanhas: *Ammonia parkinsoniana*, *A. tepida*, *Arenoparrella mexicana*, *Miliammina fusca* e *Trochammina inflata*. Dois deles ocorreram apenas na primeira campanha: *Elphidium excavatum* e *Tiphrotrocha comprimata* enquanto que na segunda campanha ocorreram quatro: *Lagenammina sp.*, *Psammosphaera sp.*, *Textularia earlandi* e *Trilocuralena patensis*. Na terceira campanha não ocorreu nenhum táxon que não tenha ocorrido nas outras campanhas.

O táxon com a maior frequência de ocorrência (número de locais em que o táxon ocorreu em relação ao número total de locais amostrados) nas três campanhas foi *Miliammina fusca* (0,64, 0,51 e 0,74, respectivamente na primeira, segunda e terceira campanhas) (**Figura 14**). A segunda maior frequência de ocorrência nas três campanhas foi *Ammonia tepida* (0,17, 0,12 e 0,24, respectivamente na primeira, segunda e terceira campanhas).



**Figura 14: Frequência de ocorrência dos foraminíferos para todos os pontos nas três campanhas. Os taxa estão ordenados em ordem decrescente de valores da terceira campanha.**

A densidade média de foraminíferos na primeira campanha foi de  $19,7 \pm 40,8$  ind./10cm<sup>3</sup>, na segunda,  $29,7 \pm 58,5$  ind./10cm<sup>3</sup> e na terceira campanha,  $44,3 \pm 89,0$  ind./10cm<sup>3</sup>. Na primeira campanha a densidade média variou de  $181,3 \pm 41,0$  ind./10cm<sup>3</sup> em F3 a nenhuma em três locais (F9, F14 e F23), na segunda campanha a densidade média variou de  $194,3 \pm 79,3$  ind./10cm<sup>3</sup> em F2 a nenhum valor em seis locais (F5, F6, F7, F9, F10 e F13) e na terceira campanha a densidade média variou de  $415,7 \pm 160,5$  ind./10cm<sup>3</sup> em F3 a zero em F9 e F12 (**Figura 15**). Ao longo do eixo longitudinal do rio Itapanhaú e do Parque Municipal Ilha Rio da Praia onde ocorreram as coletas, se observa que os pontos coletados neste último rio apresentam as maiores densidades. Ao longo dos outros pontos de coleta não se observa algum gradiente bem caracterizado.



**Figura 15: Densidade média dos foraminíferos nos 23 locais de coleta por campanha.**

c) Transição Manguezal-Restinga

Nas 13 parcelas amostradas foi levantada uma densidade total de 3.253,84 ind/ha pertencentes a 38 espécies e 3 indivíduos mortos. Tal valor está dentro do intervalo de densidade encontrado, quando comparado com a avaliação realizada nas transecções da restinga. A área basal total para a área de transição foi de 3,052 m<sup>2</sup>/ha e o índice de diversidade de 2,82 nats/indivíduo, indicando valores comparáveis aos da Floresta Paludosa estudada. Do total de 38 espécies amostradas, 11 (28,94 % do total) são representadas por um indivíduo, demonstrando uma elevada porcentagem de espécies raras (espécies com apenas 1 indivíduo). As espécies com maior número de indivíduos são: *Laguncularia racemosa*, com 17,7% do total; *Rhizophora mangle* (13,0%); *Daphnopsis racemosa* (11,11%) e *Calophyllum brasiliense* (7,09%). Foi possível observar um gradiente longitudinal de espécies (**Figura 16**), em que indivíduos da restinga (amarelo) ocuparam o trecho superior da área estudada, enquanto espécimes do mangue (vermelho) foram mais frequentes a jusante, exceto na parcela MR6 onde a restinga foi predominante. Não foram observadas mudanças nessas proporcionalidades no intervalo de um ano entre as campanhas.



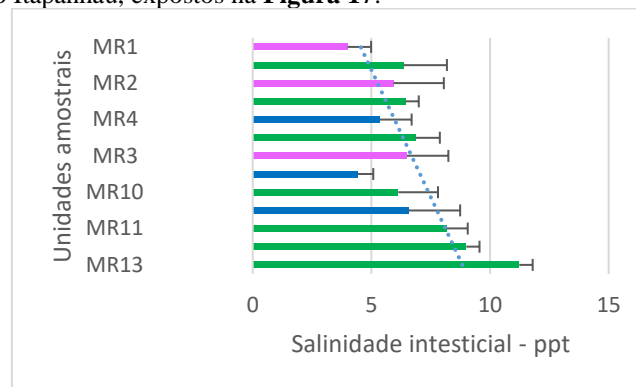
**Figura 16: Proporção de espécies de restinga (amarelo) e mangue (vermelho) nas 13 transecções do rio Itapanhaú (SP).**

Quanto ao Índice de Valor de Importância (IVI) *Laguncularia racemosa* ocupa a primeira colocação, seguida por *Calophyllum brasiliense* e *Rhizophora mangle*, o que se deve a elevada densidade de indivíduos da primeira e da terceira, e à alta dominância da terceira. Para as parcelas de monitoramento, individualmente, foi observado que as parcelas MR1, MR4 e MR6 apresentam somente espécies de Restinga nas três primeiras posições, enquanto para MR3 e MR5 ocorrem apenas espécies de manguezal. Para as demais parcelas, são observadas tanto espécies de manguezal como de restinga, sendo que para MR7 e MR8 é uma espécie de restinga (*Calophyllum brasiliense* e *Annona glabra*, respectivamente) e para as demais (MR2 e MR9 a MR13) observa-se uma predominância de espécies de manguezal (*Laguncularia racemosa*).

Com a Correlação de Pearson entre a proporção de árvores de mangue em relação às de restinga com a salinidade intersticial (média das cinco campanhas) na área de transição obteve-se uma correlação positiva ( $r=0,57/p=0,04$ ). Ou seja, quanto maior a salinidade intersticial na área de transição, maior é a quantidade de indivíduos de

mangue, característica esperada. Quando observada a distribuição das classes de altura, os resultados indicaram elevada frequência entre as classes até 5 m, diminuindo a densidade de indivíduos conforme se passa para valores superiores, até atingir a altura máxima de 12 m.

Em relação a composição florística das 41 espécies levantadas, por caminhamento dentro e fora das parcelas, duas foram também encontradas no manguezal: *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*, e outras três não foram encontradas na área estudada na restinga (*Ilex pseudobuxus*, *Ocotea pulchella* e *Guapira cf. hirsuta*). A análise de similaridade de Jaccard indica a existência de dois grupos distintos: um à direita composto por parcelas com espécies de Restinga e outro à esquerda formado por parcelas com espécies de Restinga e Manguezal, sendo este representado por um subgrupo de parcelas só com espécies de Manguezal (MR3, MR5, MR10 e MR12). A média de salinidade intersticial, entre as cinco campanhas (julho a novembro de 2021), considerando todos os pontos conjuntamente, foi  $7 \pm 2$  ppt, estando os valores obtidos em cada unidade amostral em ordem decrescente de distância da foz do rio Itapanhaú, expostos na **Figura 17**.



**Figura 17: Salinidade intersticial (média entre os cinco meses de coleta de dados), estimadas nas distintas unidades amostrais da área de monitoramento da vegetação de transição de mangue e restinga. Médias e desvios-padrão em ppt. As unidades amostrais estão em ordem decrescente de distância da foz do rio Itapanhaú. Legenda: verde – Rio Itapanhaú – margem direita; Azul – Rio Itapanhaú – margem esquerda; Lilás – Rio da Praia.**

A maior salinidade foi estimada na MR13 (11 ppt), parcela mais próxima à desembocadura do rio, e a menor na MR1 (4ppt), a mais distante dela, e situado à margem do rio da Praia. Apesar de haver uma tendência na redução dos teores de sais conforme se distancia da desembocadura do rio no oceano, a análise de variância entre as médias de cada ponto não apontou diferenças significativas entre elas (Anova não paramétrica,  $p < 0,05$ ).

Analizando os teores de salinidade encontrado ao longo das campanhas considerando todos os pontos amostrados, observa-se variações significativas entre os períodos, sendo maior na campanha 2 (agosto), seguida da campanha 3 e 4 (Teste de Friedman,  $p < 0,05$ ). A dependência entre parâmetros (salinidade da água do rio e intersticial) foi corroborada pela forte correlação entre eles (Spearman,  $p < 0,05$ ;  $S^r = 0,23$ ). Entretanto, nem todos os pontos de coleta apresentaram esse padrão, como pode ser observado na **Tabela 2**. Entre os padrões sazonais diferenciados, podem ser ressaltados entre as unidades amostrais mais próximas da foz a MR10, apresenta comportamento inverso (menor nas campanhas 2, 3 e 4), e entre as mais distantes as MR3 e MR5, cujo pico de salinidade foi registrado na Campanha 4.

**Tabela 2: Salinidade intersticial e da água do rio estimados em cada unidade amostral, nas cinco campanhas mensais, realizadas entre os meses de julho a novembro de 2021. Médias e desvios-padrão em ppt. Onde: DP – desvio padrão salinidade intersticial; S.I. – média da salinidade intersticial; S.R. – média da salinidade do rio.**

	C1			C2			C3			C4			C5		
	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.
MR1	4,0	1,0	2,1	5,0	0,0	10,3	4,7	0,3	2,1	3,7	0,6	3,6	2,3	0,8	0,4
MR2	4,0	0,0	2,4	8,2	2,1	11,0	6,8	1,6	3,3	6,3	0,6	3,7	3,0	1,0	0,2
MR3	3,7	2,1	2,7	6,7	0,6	7,6	8,5	1,5	4,7	9,2	0,8	4,2	6,3	1,2	0,2
MR4	3,0	0,0	2,6	6,2	0,8	8,1	7,3	0,3	2,5	6,7	0,3	4,9	4,8	0,3	0,4

	C1			C2			C3			C4			C5		
	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.	S.I.	DP	S.R.
MR5	3,3	0,6	3,7	4,3	1,5	9,1	6,5	0,5	3,0	5,2	0,3	0,9	5,0	0,5	0,5
MR6	3,3	0,3	5,4	9,0	1,0	9,2	4,7	0,6	4,0	5,7	0,3	0,9	5,8	0,8	0,5
MR7	2,8	1,0	1,9	7,7	3,1	7,1	4,0	0,0	2,1	7,2	0,6	4,0	6,5	0,5	0,3
MR8	5,5	0,5	2,5	7,0	1,0	8,1	6,0	0,5	2,5	6,5	0,0	4,9	6,2	0,8	0,4
MR9	6,8	0,3	3,2	8,0	1,0	8,7	5,3	0,3	4,3	6,0	1,3	0,9	5,5	0,9	0,5
MR10	7,8	0,8	4,7	4,8	0,3	10,8	6,8	1,4	3,9	4,7	1,3	0,9	8,5	0,0	0,2
MR11	8,0	2,0	6,3	9,2	1,4	10,2	9,8	0,3	4,1	6,8	0,3	0,9	7,8	0,6	0,2
MR12	9,2	1,4	10,8	9,5	0,5	10,5	10,5	1,3	4,2	8,8	1,3	0,9	8,0	0,5	0,2
MR13	11,2	1,0	10,7	11,8	1,4	10,5	10,5	0,9	5,0	11,0	0,0	1,1	10,3	0,3	0,2

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### a) Restinga

Observa-se que os resultados relacionados às principais famílias são bastante próximos a outros levantamentos de floresta de restinga no Estado de São Paulo (Ramos-Neto, 1993; Cesar & Monteiro, 1995; Carvalhaes, 1997; Sugiyama, 1998; Assis, 1999; Sztutman & Rodrigues, 2002; Sugiyama, 2003; Martins, *et al.*, 2008; Pinto-Sobrinho, 2012), sendo Myrtaceae a família mais característica deste tipo de formação, o que de acordo com Ashton (1988) *apud* Sugiyama (1993), deve-se a grande riqueza de espécies adaptadas às mais variadas condições ambientais. Os trabalhos realizados por Martins *et al.* (2008) em Bertiooga e por Assis (1999) em Ubatuba registraram aproximadamente o dobro de espécies do que o presente estudo e do que os esforços de Moura *et al.* (2007) em São Vicente e Praia Grande. Entretanto, destaca-se que todos abrangeram as diferentes formações vegetais da planície litorânea, incluindo a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas e a Floresta Ombrófila Densa Submontana, com exceção do presente estudo. Por essa razão, espera-se uma diversidade menor para a área de estudo, quando comparada às outras áreas citadas, já que esta contempla uma diversidade menor de formações vegetais.

Já o trabalho de Moura *et al.* (2007), que apresentou resultados semelhantes ao do presente estudo, também contemplou a Floresta Ombrófila Densa, denominada como Mata de Encosta. Esse dado corrobora a alta diversidade que compõe a vegetação associada ao Médio e Baixo Itapanhaú, bem como a representatividade do levantamento realizado. O valor de densidade amostrado em todas as parcelas está dentro do intervalo de densidade encontrado, quando comparado com outras áreas com formações florestais semelhantes, cujos achados variam entre 1.737 ind./ha e 8.670 ind./ha (Silva, 1990; Ramos-Neto, 1993; Sugiyama, 1993; Fabris, 1995; Guedes, 2004).

O índice de diversidade para a área de estudo indica valores altos em comparação a outros estudos de florestas de restinga no Estado de São Paulo (Silva, 1990; Ramos-Neto, 1993; Sugiyama, 1993; Fabris, 1995; Guedes, 2004; Guedes *et al.*, 2006; Pinto-Sobrinho, 2012) e se assemelhando ao valor encontrado por Guedes (2004) na Floresta de Restinga Não-Inundável em Bertiooga.

Observa-se que a Floresta Paludosa apresentou maiores valores de densidade estimados do que a Floresta Aluvial, o que pode ser explicado pela presença de árvores posicionadas de forma adensada na Floresta Paludosa e de um sub-bosque aberto na Floresta Aluvial (Vanini, 1990; Lopes, 2007). Quando comparados com outros estudos em áreas de Restinga, tais valores são considerados elevados (Guedes, 2004; Pinto-Sobrinho, 2012; Sonehara, 2005), porém, são semelhantes aos encontrados por Reis-Duarte (2004) na Ilha Anchieta e por Sugiyama (2003) no estrato arbustivo-arbóreo na Ilha do Cardoso.

### b) Mangue

Observa-se uma tendência de redução da salinidade intersticial nos meses mais quentes e chuvosos e aumento nos mais frios e secos. É possível que a pluviosidade seja a maior razão para este padrão de distribuição temporal da salinidade intersticial. Há uma tendência de o gradiente mostrar que os três locais mais próximos da foz possuem valores próximos e altos, semelhantes à salinidade da água do mar. Isso significa que quase até a ponte da Rodovia Rio-Santos sobre o rio Itapanhaú predomina o ambiente marinho no manguezal. É possível observar

que o ponto TM5 mostra valores um pouco mais baixos que o gradiente esperado em ambos os conjuntos de dados (primeiro e segundo anos). Possivelmente a causa para isso é que a pouca distância desse ponto existe um canal fluvial próximo ao córrego Canhabura, afluente do Itapanhaú, que passa perto do ponto de coleta da salinidade intersticial.

O número de taxa de macroalgas identificados no manguezal do Rio Itapanhaú é esperado para essa região e apresentou composição semelhante a outros manguezais do sudeste brasileiro (Yokoya et al., 1999; Machado & Nassar, 2007; Sena, 2016; Farraboti, 2018). Segundo Oliveira (1984), os manguezais do litoral paulista apresentam baixa diversidade de espécies de macroalgas. A espécie *Bostrychia radicans*, que teve a maior frequência de ocorrência, é frequentemente citada como uma espécie que apresenta alta resistência às variações de salinidade (Cunha & Costa, 2002). A comunidade Bostrychietum, formada pelos gêneros *Bostrychia*, *Catenella* e *Caloglossa*, teve a maior riqueza no recobrimento dos substratos do manguezal em todas as campanhas - esses gêneros juntos somam sete espécies.

No estudo de dois locais no rio Itapanhaú, Farraboti (2018) encontrou um percentual médio de  $8,8 \pm 10,2\%$  na área de recobrimento dos substratos por macroalgas bentônicas, tendo sido obtido o menor percentual no verão ( $5,5 \pm 7,4\%$ ) e maior no inverno ( $12,1 \pm 11,5\%$ ). Esses valores mostram uma maior semelhança da média da terceira campanha ( $10,2 \pm 9,5\%$ ), ocorrida no inverno, com a média ocorrida também no inverno por Farraboti (2018); a primeira e a segunda campanhas ( $4,4 \pm 5,9\%$  e  $4,8 \pm 5,9\%$ , respectivamente) tiveram valores mais próximos da média do verão por esta autora. Entretanto vale destacar que as médias do presente estudo são oriundas de cerca 250 amostras em dez transecções enquanto que o trabalho de Farraboti (2018) foi desenvolvido em duas transecções em 80 amostras.

Em relação aos foraminíferos, o predomínio de *M. fusca* no rio Itapanhaú é esperado pois essa espécie apresenta grande tolerância a baixa salinidade. Isso ocorre devido a maior capacidade que espécies com carapaças aglutinantes possuem para colonizar ambientes com fatores ambientais considerados mais extremos, como por exemplo baixa salinidade (Passos et al., 2017; Kukimodo & Semensatto, 2019). Nas amostras localizadas mais próximas da foz com o canal de Bertiooga, ou seja, com maior influência de água marinha, é possível notar o aparecimento de espécies calcárias, típicas de regiões costeiras, como *Ammonia parkinsoniana* e *A. tepida*. As associações de foraminíferos presentes nessa região são típicas de ambientes costeiros marinhos; espécies com carapaças calcárias são mais sensíveis às mudanças ambientais, o que as impossibilitam de colonizar ambientes mais a montante do estuário (Passos et al., 2017; Kukimodo & Semensatto, 2019).

### c) Transição Manguezal-Restinga

Os dados referentes às classes de altura dos indivíduos arbóreos registrados apresentam um padrão (J invertido) semelhante ao encontrado em outras áreas de floresta de restinga e de Floresta Atlântica em São Paulo (Fiuza de Melo, 1993; Mantovani, 1993; Ramos-Neto, 1993; Sugiyama, 1998; Sanches, 1994; Guedes e Silva, 1999; Guedes, 2004). Este fato indica tratar-se de uma comunidade em aparente equilíbrio, mostrando que a maior parte da população arbórea está em crescimento, sendo constituída por jovens devido ao predomínio de indivíduos nas classes inferiores (Martins 1993), e ainda por muitos indivíduos de espécies de sub-bosque.

Quando comparados os resultados fitossociológicos obtidos para as parcelas de Transição Manguezal-Restinga com os das Florestas Paludosa e Aluvial, observa-se (com exceção da densidade de indivíduos) semelhanças entre os valores da primeira e da segunda. Essa observação pode ser explicada pela localização mais próximas destas fitofisionomias e, portanto, com características ambientais mais semelhantes. Observou-se ainda, que com a presença de apenas duas espécies nas parcelas MR3 e MR5, sendo ambas típicas de manguezal (*Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle*), pode-se dizer que o início da restinga propriamente dita está entre MR1 e MR2 (rio da Praia), entre MR4 e MR5 (margem esquerda do rio Itapanhaú) e entre MR7 e MR8 (margem direita do rio Itapanhaú). O manguezal propriamente dito irá aparecer a jusante da MR13, entre essa parcela e a TM10 do manguezal.

A alta salinidade do substrato é reconhecida como um dos fatores limitantes ao estabelecimento de plantas, visto que pode afetar negativamente a absorção de água e nutrientes, atuando seletivamente e com intensidades distintas sobre as espécies (Esteves & Suzuki, 2008). Dessa forma, a salinidade da água intersticial constitui-se como um dos aspectos mais relevantes para a compreensão da distribuição da vegetação em zonas costeiras, principalmente, nos estuários onde está em contato direto com as raízes das plantas. As plantas que normalmente ocupam ambientes com concentrações mais altas de sal são consideradas como halófitas, e exibem adaptações

morfológica e fisiológicas que as permitem tolerar quantidades relativamente altas de sais na rizosfera (Patel et al., 2010). Essas espécies também podem ocorrer em locais com menores teores de sais, contudo são menos competitivas em relação a outras espécies, acarretando na sua exclusão ou em populações menores sem o desenvolvimento de bosques, tipicamente encontrados nas zonas mais com maior salinidade.

Portanto, pode ser esperado uma transição da vegetação de manguezal para outros tipos de ecossistemas, como a restinga, conforme os teores de salinidade intersticial se alterem, sendo influenciado por diversos fatores, tais como a radiação solar e temperatura, regime de marés, correntes, balanço hídrico e frequência de inundação, os quais podem atuar com distintas intensidades (Jimenez & Sauter, 1991; Schaeffer-Novelli et al., 2000; Twilley, 1995). A não existência de diferença significativa entre os valores de salinidade observados para as parcelas de transição, mas próximas à desembocadura do rio no oceano e as mais distantes podem refletir um gradiente de salinidade intersticial de baixa amplitude, bem como a influência de outros fatores sobre esse parâmetro. Entre eles podem ser citados a frequência de inundações, que por sua vez, pode sofrer alterações em função do seu posicionamento em relação à margem do rio Itapanhaú, podendo alterar a hidrodinâmica do curso d'água (energia), o micro relevo e a entrada de água doce a partir de outras fontes.

Nesse sentido, algumas considerações podem ser feitas, a baixa salinidade estimada na MR5, poderia ser explicada pelo fato de, além de estar do lado direito do rio, também se localiza na região da foz de dois pequenos rios que desaguam no Itapanhaú. As parcelas às margens do Parque Municipal Ilha Rio da Praia (MR1, MR2 e MR3), localizado paralelo à linha da praia, e que podem ter o lençol freático mais influenciado pela água do mar, parecem apresentar um teor de salinidade relativamente alto, exceto em MR1, onde o baixo valor pode ser em decorrência, além da distância da foz do Itapanhaú, da menor entrada da maré, em virtude de se posicionar logo após uma curva acentuada do rio.

Quanto à influência da sazonalidade nas concentrações de sais das águas superficiais e intersticiais, os maiores valores obtidos para a campanha de agosto podem estar relacionados com as menores precipitações na época em questão, tendendo a aumentar durante os meses subsequentes, contribuindo com a diluição dos sais na água do rio e conseqüentemente, da água intersticial. Uma vez que a salinidade intersticial pode apresentar variações sazonais, visto ser afetada por fatores que se alteram ao longo do ano, tais como a radiação solar, temperatura, precipitação, balanço hídrico e correntes (Jimenez & Sauter, 1991; Twilley, 1995; Schaeffer-Novelli et al., 2000).

## **CONCLUSÕES/RECOMENDAÇÕES**

Na restinga foi possível verificar que as florestas paludosas e associadas se estabelecem preferencialmente nas áreas amostrais situadas mais a jusante e com maior salinidade, do que as áreas de florestas aluviais. Nas análises de agrupamento, considerando dados de diversidade florística, salinidade e nível de água dos poços piezométricos das 32 unidades amostrais, pode ser observado dois grandes grupos, o primeiro formado pela Floresta Paludosa, bem como pela transição desta com Mangue, Brejo, Floresta Alta de Restinga Úmida e Floresta aluvial, e um outro formado por Floresta Aluvial e Floresta Alta de Restinga. No que se refere a florística, no total, foram registradas 315 espécies pertencentes a 195 gêneros e 81 famílias. Destas, 295 (93,7%) foram identificadas até o nível específico, 15 (4,7%) necessitam de confirmação quanto à espécie e foram acrescidas da abreviatura “cf.” ou “aff.” e 05 foram identificadas até o nível de gênero (1,6%), permanecendo com o epíteto “sp.”. Em relação à estrutura por grupos de Fitofisionomias, observou-se que a Floresta Paludosa apresentou maiores valores de densidade estimados e menores índices de diversidade e equabilidade (H' e J) do que a Floresta Aluvial.

Para a regeneração natural, foram amostrados no Grupo 1, um total de 346 indivíduos, 53 espécies, distribuídas em 24 famílias, incluindo os indivíduos que não puderam ser determinados. No Grupo 2 foram amostrados 977 indivíduos, 101 espécies, distribuídas em 39 famílias, incluindo os indivíduos que não puderam ser determinados. A densidade média de plântulas e juvenis ( $\text{ind. ha}^{-1}$ ), nas duas campanhas realizadas (C5 e C6), foram significativamente maiores no Grupo 2, do que no Grupo 1, não sendo observadas diferenças entre as densidades médias da regeneração entre as duas campanhas realizadas, para ambos os grupos. O levantamento realizado mostrou que, apesar da similaridade entre as transecções, existem diferenças florísticas, que podem ser devidas a variações nas condições físicas do substrato e microclimáticas presentes nas restingas, bem como dos processos naturais comuns nas florestas pluviais, onde a substituição de árvores produz um mosaico de distintas fases regenerativas na comunidade, as quais diferem na estrutura e na composição florística. Além



disso, intervenções antrópicas diferenciadas também podem ter exercido alguma influência sobre esses resultados.

Destaca-se que dos dois grupos estudados, as formações do Grupo 1 - Floresta Paludosa e Associadas estão em sua maioria expostas a elevadas variações de salinidade, enquanto as do Grupo 2 - Floresta Aluvial e Associadas a pequenas variações de salinidade da água do lençol freático, o que pode sugerir maior sensibilidade a alterações desse fator ambiental. Ressalta-se, entretanto, que na área estudada não foi encontrada nenhuma formação rara, que apresente-se com um papel exclusivo nesse ambiente, ou seja, todas as fitofisionomias levantadas são bastante frequentes e abundantes na área. Essa constatação permite considerar que em havendo alterações em uma fitofisionomia, por exemplo de Floresta Aluvial para Floresta Paludosa, o impacto implicará em uma conversão de ambientes e não necessariamente em uma perda ou descaracterização de habitats. As informações obtidas nesta estapa do monitoramento e as observações acima corroboram as avaliações feitas nos estudos ambientais precedentes, nos quais eventuais efeitos da operação do empreendimento serão de baixa magnitude e, se ocorrerem, resultarão na substituição de uma fisionomia por outra, ambas abundantes na região. Com a finalidade de consolidar os indicadores de linha de base para serem adotados como referência para o monitoramento futuro, propõe-se a utilização de valores médios globais por fisionomia e valores médios em cada unidade amostral.

No mangue as campanhas mensais no rio mostraram que a salinidade intersticial se distribui em um claro gradiente crescente sentido foz do rio, demonstrando uma tendência de redução nos meses mais quentes e chuvosos e aumento nos mais frios e secos. A salinidade intersticial teve pouca variação ao longo das campanhas (por local) sendo bem importante continuar a ser mensurada no monitoramento.

A riqueza de macroalgas (13) se encontra dentro do esperado para a região apresentando composição semelhante a outros manguezais do sudeste brasileiro. Os valores encontrados da área de recobrimento das macroalgas nas três campanhas mostraram nas duas primeiras campanhas valores um pouco maiores rio acima. Em termos do número de *taxa*, da área de recobrimento e da biomassa das macroalgas, era esperado que os valores da terceira campanha fossem iguais à primeira campanha, já que essas duas campanhas tiveram um intervalo de cerca de um ano (mesma estação do ano), porém isso não ocorreu.

No total de todas as campanhas, os 18 *taxa* identificados mostram que a riqueza de foraminíferos no rio Itapanhaú foi, de modo geral, baixa quando comparada a outros levantamentos na região, embora não se possa comparar diretamente com estes trabalhos já que os locais, o número de amostras e as épocas das coletas foram diferentes. Em nenhuma amostra do estuário foram identificadas allogromiídeos, fato que indica baixa concentração de matéria orgânica disponível para os organismos, provavelmente por conta da intensidade hidrodinâmica dos corpos d'água estudados. Ao longo do eixo longitudinal do rio Itapanhaú e do Parque Municipal Ilha Rio da Praia onde ocorreram as coletas, se observa que os pontos coletados neste último rio apresentam as maiores densidades. Ao longo dos outros pontos de coleta não se observa algum gradiente bem caracterizado.

Na transição não foi possível estabelecer uma relação acentuada entre os teores de salinidade intersticial e a composição florística da vegetação, refletindo que o gradiente de salinidade da área amostral foi insuficiente para explicar sozinho as variações encontradas nas comunidades de plantas. Esse resultado pode ser em decorrência da baixa diversidade florística, mas também pode sugerir que outros fatores interagem para a determinação dessas fitofisionomias, tais como, o estágio sucessional e vegetação do entorno.

A salinidade intersticial no substrato da área de monitoramento foi relacionada diretamente a salinidade do rio, e a inexistência de diferenças significativas entre as parcelas pode decorrer de uma baixa amplitude entre os teores de sais na região amostrada, e/ou da influência de outros fatores, tal como a frequência de inundações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ASSIS, M.A. 1999. 248 p. Florística e caracterização das comunidades vegetais da Planície Costeira de Pinguaba, Ubatuba-SP. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1999.

2. BLOCH, C.P., KLINGBEIL, B.T. Anthropogenic factors and habitat complexity influence biodiversity but wave exposure drives species turnover of a subtropical rocky inter-tidal metacommunity. *Marine ecology*, v. 37, n. 1, p. 64-76, 2016.
3. CARVALHAES, M., A. 1997. Florística e estrutura de mata sobre restinga na Juréia, Iguape, SP. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Ecologia Geral, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.
4. CESAR, O.; MONTEIRO, R. Florística e Fitossociologia de uma Floresta de Restinga em Picinguaba (Parque Estadual da Serra do Mar), Município de Ubatuba-SP. *Naturalia*, v. 20, p. 89-105, 1995.
5. CUNHA, S.R. da, COSTA, C.S. Gradientes de salinidade e frequência de alagamento como determinantes da distribuição e biomassa de macroalgas associadas a troncos de manguezais na Baía de Babitonga, SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 6, n. 1, p. 93-102, 2002.
6. ESTEVES, B.S., SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. *Oecologia Brasiliensis*, v.12, n.4, p. 662-679, 2008.
7. FARRABOTI, E. Ocorrência de Macroalgas Bentônicas em dois Bosques de Manguezal em um Estuário Subtropical. 2018. Dissertação de Mestrado-Universidade Santa Cecília, 2018.
8. FIUZA DE MELO, M. M. Composição florística e estrutura de trecho de Mata Atlântica de Encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). 1993. Dissertação de Mestrado-Universidade de São Paulo, 1993.
9. GUEDES E SILVA, D. C. Florística e Fitossociologia de um Remanescente de Mata Atlântica no Município de Cubatão. 1999. Dissertação de Mestrado-Instituto de Biociências-Universidade Estadual Paulista, 1999.
10. GUEDES, D.; BARBOSA, L. M. & MARTINS, S. E. Composição florística e estrutura fitossociológica de dois fragmentos de floresta de restinga no Município de Bertioga, SP, Brasil. *Acta Bot. Bras.*, v. 20, n. 2, p. 299-311, 2006.
11. GUEDES, D.C. 2004. 109 p. Florística, estrutura e informações sobre a regeneração natural de floresta de restinga no município de Bertioga – SP. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2004.
12. GUEDES, D.C. Florística, estrutura e informações sobre a regeneração natural de floresta de restinga no município de Bertioga – SP. 2004. Tese de Doutorado-Universidade Estadual Paulista, 2004.
13. HAMMER, Ø., HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, v. 4, n. 1, 9 p. 2001.
14. JIMENEZ, J. A.; LUGO, A. E., CINTRÓN, G. Tree mortality in mangrove forests. *Biotropica*, v. 17, n. 3, p. 177-185, 1985.
15. LOPES, E.A. 2007. 81 p. Formações florestais de planície costeira e baixa encosta e sua relação com o substrato geológico nas bacias dos rios Itaguapé e Guaratuba (Bertioga - SP). Dissertação de Mestrado. Instituto de Botânica, São Paulo, 2007.
16. MACHADO, G.E.M., NASSAR, C.A.G. Assembléia de macroalgas de dois manguezais do Núcleo Picinguaba - São Paulo. *Rodriguesia*, v. 58, p. 835-846, 2007.
17. MANOEL, M. C., MOTA, I. Z., MENEGATTO, M. S., ALMEIDA, R. de C. de J. Análise da zona de transição da vegetação da restinga e do mangue a partir de parâmetros microclimáticos: estudo de caso da Ilha do Cardoso – Cananéia, SP. *Revista Geonorte*, v. 2, n. 4, p. 734-746, 2012.
18. MANTOVANI, W. Estrutura e dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape- SP. 1993. Tese de Livre Docência-Universidade de São Paulo, 1993.

19. MARTINS, F. R. Estrutura de uma Floresta Mesófila. UNICAMP: Campinas, 1993.
20. MARTINS, S. E et al. Caracterização florística de comunidades vegetais de restinga em Bertiooga, SP, Brasil. *Acta Botanica Brasilica*. vol.22, n.1, pp.249-274, 2008.
21. MOURA, C.; PASTORE, J.A.; FRANCO, G.A.D.C. Flora vascular do Parque Estadual Xixová-Japuí Setor Paranapuã, São Vicente, Baixada Santista, SP. *Rev. Inst. Flor.*, v. 19, n. 2, p. 149-172, 2007.
22. OLIVEIRA, E.C. Brazilian mangal vegetation with special emphasis on the seaweeds. *Hydrobiology of the mangal*, 55-65p, 1984.
23. PASSOS, C. C., KUKIMODO, I., SEMENSATTO, D. Foraminiferal assemblages along intertidal zone of Itapanhaú River, Bertiooga (Brazil). *Journal of South American Earth Sciences*, v. 79, p. 297 – 306, 2017.
24. PATEL, P. R., KAJAL, S. S., PATEL, V. R., PATEL, V. J., KHRISTI, S.M. Impact of salt stress on nutrient uptake and growth of cowpea. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v. 22, n. 1, p. 43-48, 2010.
25. PINTO-SOBRINHO, F.A. 2012. 150p. Diversidade florística e estrutura vegetacional das tipologias florestais ocorrentes em diferentes sub-biomas de planície costeira e baixa encosta de bertiooga (SP). Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2012.
26. RAMOS-NETO, M. B. R. Análise florística e estrutural de duas florestas sobre a restinga, Iguape, SP. 1993. Dissertação de Mestrado-Universidade de São Paulo, 1993.
27. RAMOS-NETO, M.B.R. 1993. Análise florística e estrutural de duas florestas sobre a restinga, Iguape, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.
28. RAMOS-NETO, M.B.R. 1993. Análise florística e estrutural de duas florestas sobre a restinga, Iguape, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1993.
29. REIS-DUARTE, R. M. 2004. Estrutura de Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): Bases para Promover o Enriquecimento com Espécies Arbóreas Nativas em 136 Solos Alterados. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro (SP), 2004.
30. RIZZINI, C. T. Tratado de Fitogeografia do Brasil - aspectos sociológicos e florísticos. São Paulo: Editora HUCITEC/EDUSP, 1979.
31. SANCHES, M. Florística e fitossociologia da vegetação arbórea nas margens do Rio Fazenda (Parque Estadual da Serra do Mar – Núcleo de Pinciguaba – Ubatuba – SP). 1994. Dissertação de Mestrado-Universidade Estadual Paulista, 1994.
32. SCHAEFFER-NOVELLI, Y., CINTRÓN-MOLERO, G.; SOARES, M.L.G. & DE ROSA, T. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management*, v. 3, p. 561-570, 2000.
33. SCOTT, D. B., MEDIOLI, F.S.; SCHAFER, C. T. Monitoring in coastal environments using foraminifera and thecamoebian indicators. Cambridge University Press: Cambridge, 2001.
34. KUKIMODO I., SEMENSATTO D. L. Sampling strategy always matters: Methodological issues on collecting samples in tropical transitional environments for ecological analysis based on recent foraminifera. *Marine Micropaleontology*, v. 148, p. 46-57, 2019.
35. SENA, F.S.D. Diversidade de espécies de macroalgas associadas ao Manguezal da Ilha Barnabé, Baixada Santista, SP, Brasil, com base em DNA Barcode. 2016. Dissertação de Mestrado-Universidade de São Paulo, 2016.
36. SILVA, I.X., MORAES, R.P., SANTOS, R.P., POMPÉIA, S.L., MARTINS, S.E. A degradação dos ecossistemas da Baixada Santista, São Paulo. In: Anais do 30 Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira. Serra Negra: ACIESP, 1993. p.129-40.

37. SILVA, S.M. 1990. Composição florística e fitossociológica de um trecho de restinga na Ilha do Mel, município de Paranaguá, PR. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1990.
38. SNEATH, P.H. & SOKAL, R.R. Numerical taxonomy. São Francisco: Freeman and Company. 1973.
39. SONEHARA, J. S. 2005. 77 p. Aspectos florísticos e fitossociológicos de um trecho de vegetação de restinga no Parque Estadual do Rio da Onça – Matinhos, PR. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2005.
40. SUGIYAMA, M. 1998. Estudos de Florestas na Restinga da Ilha do Cardoso, SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.
41. SUGIYAMA, M. 2003. 141 p. Estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades vegetais de restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 2003.
42. SUGIYAMA, M. Estudos de Florestas na Restinga da Ilha do Cardoso, SP. 1998. Dissertação de Mestrado-Universidade de São Paulo, 1998.
43. SUGUIO, M., MARTIN. L. Geomorfologia das restingas. In: Anais do Simpósio de ecossistemas da costa Sul e Sudeste brasileira, São Paulo. 1987, 185-205 p.
44. TWILLEY, R. R. Properties of mangrove ecosystems related to the energy signature of coastal environments. In: Hall, C. (Ed.), Maximum Power: The Ideas and Application of H.T. Odum. University of Colorado Press: Boulder, 1995. Pp 43-62.
45. VANINI, A. 1999. Estudo comparativo de dois métodos de amostragem fitossociológica em caixetais (Floresta Ombrófila Densa Permanentemente Alagada). Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP. 1999.
46. YOKOYA, N. et al. Temporal and spatial variations in the structure of macroalgal communities associated with mangrove trees of Ilha do Cardoso, São Paulo state, Brazil. *Brazilian journal of botany*, v. 22, n. 2, p. 195-204, 1999.