



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS - RIO  
CLARO



---

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
(BIOLOGIA VEGETAL)**

---

**CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO, VEGETAÇÃO E  
INTERAÇÃO SOLO – PLANTA EM FLORESTA DE RESTINGA DO  
LITORAL PAULISTA**

**Débora Zumkeller Sabonaro**

A large, abstract graphic in the bottom right corner of the page, consisting of overlapping light blue and white geometric shapes that resemble a stylized globe or a network of lines.

Tese apresentada ao Instituto de Biociências do Câmpus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal)

**DÉBORA ZUMKELLER SABONARO**

**Caracterização da Fertilidade do solo, vegetação e  
interação solo - planta em florestas de restinga do litoral  
paulista**

Tese apresentada ao Instituto de  
Biotecnologia do Campus de Rio Claro,  
Universidade Estadual Paulista Júlio  
de Mesquita Filho, como parte dos  
requisitos para obtenção do título de  
Doutor em Ciências Biológicas  
(Biologia Vegetal).

Orientador: Dr. José Carlos Casagrande

Rio Claro

2011

581.5 Sabonaro, Débora Zumkeller  
S117c Caracterização da fertilidade do solo, vegetação e  
interação solo-planta em florestas de restinga do litoral  
paulista / Débora Zumkeller Sabonaro. - Rio Claro : [s.n.],  
2011  
97 f. : il., figs., gráfs., tabs., mapas

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista,  
Instituto de Biociências de Rio Claro  
Orientador: José Carlos Casagrande

1. Ecologia vegetal. 2. Floresta. 3. Solos. 4. Estrato  
arbóreo. I. Título.

Ficha Catalográfica elaborada pela STATI - Biblioteca da UNESP  
Campus de Rio Claro/SP



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE RIO CLARO  
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS DE RIO CLARO

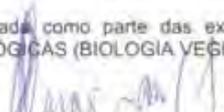
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

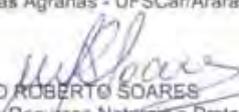
**TÍTULO:** Caracterização da fertilidade do solo, vegetação e interação solo-planta em floresta de restinga do litoral paulista

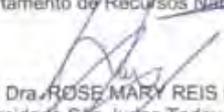
**AUTORA:** DEBORA ZUMKELLER SABONARO

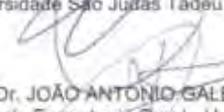
**ORIENTADOR:** Prof. Dr. JOSE CARLOS CASAGRANDE

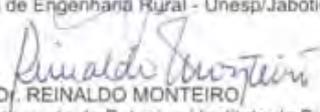
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (BIOLOGIA VEGETAL), pela Comissão Examinadora:

  
Prof. Dr. JOSE CARLOS CASAGRANDE  
Centro de Ciências Agrárias - UFSCar/Araras

  
Prof. Dr. MARCIO ROBERTO SOARES  
Departamento de Recursos Naturais e Proteção Ambiental / Universidade Federal de São Carlos

  
Profa. Dra. ROSE MARY REIS DUARTE  
Universidade São Judas Tadeu

  
Prof. Dr. JOÃO ANTONIO GALBIATTI  
Depto de Engenharia Rural - Unesp/Jaboticabal

  
Prof. Dr. REINALDO MONTEIRO  
Departamento de Botânica / Instituto de Biociências de Rio Claro

Data da realização: 29 de julho de 2011.

## **DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais (Nilva Zumkeller Sabonaro e  
Felipe Vicente Sabonaro) e meus irmãos  
que estão presentes no meu coração,  
o tempo todo.*

## AGRADECIMENTOS

Teria sido impossível realizar este trabalho sozinha. Todas as formas de ajuda foram muito importantes, desde as de apoio moral, intelectual e física. Durante todo o desenvolvimento do trabalho uma oração, uma palavra amiga, a disponibilização de um artigo de difícil acesso e um auxílio nas saídas de campo foram fundamentais, ou seja, todos ajudaram e muito. Desta forma, agradeço:

Ao Professor Doutor José Carlos Casagrande, orientador e amigo, pelas sugestões e críticas que levaram à elaboração deste trabalho, pela participação e orientação tanto no campo quanto em laboratório e principalmente por me estender a mão na fase mais delicada de meu doutorado.

À querida Rose Mary Reis Duarte, pela orientação na identificação do material florístico, pela grande amizade que cultivamos neste período, que com certeza será eterna, pelo apoio e credibilidade em todos os momentos.

Ao Dr. Leonardo Meireles, por me ensinar a utilização do Software Fitopac e na execução e interpretação análises estatísticas.

A minha querida família pela compreensão e incentivo em todos os momentos na execução de meu doutorado e incentivo em minha vida profissional.

Ao meu querido amigo Sérgio Veraguas Sanchez pela colaboração nos artigos científicos e amizade sincera.

Aos amigos Joalice Cristo e Carlos no auxílio em campo.

Ao Professor Massanori (Massa), pelos empurrões.

Ao meu amigo Henrique Tozzi, pelo apoio técnico e incentivo.

Ao CNPQ, pelo financiamento durante a execução dos trabalhos. Projeto CNPq (Processo n°:577129/2008-2) "Indicadores químicos de qualidade do solo para Restinga e caracterização de parâmetros químicos, físicos e microbiológicos na seqüência Ante-Duna, Duna, Escrube e restinga do litoral paulista"

A UFSCAR de Araras, pela colaboração, pela disponibilização de equipamentos, veículos e ferramentas durante a execução deste trabalho.

As meninas da república "As Patroa", em Araras pela ajuda, carinho e excelente recepção de todas as meninas. Com certeza serão inesquecíveis para mim.

Um agradecimento especial aos professores doutores que sacrificaram parte das férias de julho para participar desta banca.

A todos aqueles que direta ou indiretamente colaboraram com a execução deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	I
ABSTRACT.....	II
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. Revisão de literatura.....	1
2.1 Vegetação de Restinga.....	1
2.2 Solos.....	4
2.3 Solos e recuperação de áreas degradadas.....	4
2.4 Indicadores de qualidade do solo.....	7
3. HIPÓTESE DO TRABALHO.....	9
3. OBJETIVOS.....	9
4.1 Geral.....	9
4.2 Específicos.....	9
5. REFERÊNCIAS.....	10
CAPÍTULO I: CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE FLORESTAS DE RESTINGA.....	15
Resumo.....	16
Abstract.....	17
1. Introdução.....	18
2. Material e Métodos.....	20
3. Resultados e discussão.....	22
4. Conclusões.....	32
5. Referências.....	33

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO E INTERAÇÃO COM O SOLO SOB FLORESTA DE RESTINGA DO LITORAL PAULISTA.....	39
Resumo.....	40
Abstract.....	41
1. Introdução.....	42
2. Material e Métodos.....	43
2.1 Descrições das áreas amostrais.....	46
2.1.2 Parque Estadual da Ilha Anchieta.....	46
2.1.2 Parque Estadual da Ilha do Cardoso.....	48
2.1.3 Núcleo Picinguaba.....	50
2.1.4 Estação Ecológica da Juréia- Itatins.....	51
2.1.5 Ilha Comprida.....	53
3. Resultados e discussão.....	55
3.1 Florística.....	56
3.2 Similaridade florística .....	59
3.3 Vegetação.....	61
3.4 Índices fitossociológicos.....	62
3.5 Parâmetros fitossociológicos.....	65
3.6 Comparação fitossociológica da floresta alta e baixa de restinga.....	75
3.7 Multivariada.....	75
3.8 Interação solo vegetação.....	78
4. Conclusões.....	86
5. Referências.....	87

## RESUMO GERAL

Este trabalho abrangeu o Litoral do Estado de São Paulo, desde Ubatuba - litoral norte (Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta) até a Ilha do Cardoso - litoral sul (Estação Ecológica Juréia-Itatins, Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida e Parque Estadual da Ilha do Cardoso). Os objetivos foram: correlacionar a floresta baixa e alta de restinga com os parâmetros químicos e físicos do solo, caracterizar o estrato arbóreo de florestas de restinga alta e baixa do litoral do estado de São Paulo, verificar se há similaridade florística entre as áreas e analisar se a similaridade está associada ao solo. A amostragem do solo foi realizada nas profundidades 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm. Para cada profundidade foram analisados pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, m, SB, CTC e V e análises granulométricas. A amostragem das espécies arbóreas foi feita por meio do “método de quadrantes”. O critério para inclusão amostral considerou todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 1,6 cm, inclusive aqueles que apresentavam duas ou mais ramificações do caule abaixo de 1,30 m, cuja soma dos DAPs fosse igual ou maior do que 1,6 cm. Para as análises multivariadas, foram utilizadas amostras de solo na profundidade 0 – 10 cm. Os resultados foram: Independentemente dos processos geológicos, os solos de restinga são semelhantes entre si, quanto a sua fertilidade e textura; Nas áreas em que ocorreram solos espódicos (floresta alta e baixa de restinga da Ilha Anchieta e floresta alta da Juréia - Itatins), ocorre valores mais elevados, em profundidade, de matéria orgânica, CTC e alumínio; Os solos de floresta de restinga alta e baixa de restinga são naturalmente pobres em nutrientes, estando a maior reserva, concentrada nas profundidades 0 – 5, 5 – 10 e 0 – 20 cm; A areia é a fração dominante para todas as áreas estudadas de floresta alta e baixa de restinga, sempre com teores mínimos de 93%, e argila inferior a 3%. Este fato, aliado as altas precipitações do ambiente, contribuem para a intensa lixiviação de nutrientes; Destaca-se a importância da preservação do teor de matéria orgânica da camada superficial do solo de restinga para preservar o potencial de retenção de cátions; Verificou-se que as florestas de restinga apresentam alta similaridade florística; A maioria das espécies apresentou alta frequência, ou seja, um grande número de espécies teve indivíduos distribuídos em muitos pontos; Apresentou maior riqueza de espécies a floresta alta da Juréia-Itatins e Núcleo Picinguaba e para a floresta baixa a Ilha do Cardoso e Juréia-Itatins; Na interação solo vegetação, para a mesma fitofisionomia, floresta baixa e alta da Juréia-Itatins apresentaram maior similaridade, já para fitofisionomias diferentes a floresta baixa de restinga da Juréia e Ilha Anchieta apresentaram maior similaridade.

**Palavras-chave:** floresta, solos, fertilidade, estrato arbóreo, restinga.

## ABSTRACT

This work covered the coast of São Paulo, from Ubatuba - north coast (Serra do Mar State Park - Picinguaba core and Ilha Anchieta State Park) to Ilha do Cardoso - south coast (Juréia Ecological Station – Itatins, Vila de Pedrinhas in the city of Ilha Comprida and the Cardoso Island State Park). The objectives were: to correlate low and high restinga forest with the soil's chemical and physical parameters, characterize the tree layer of high and low restinga forest of São Paulo Coast, verify if there is any vegetation similarity among the areas and to analyze if similarity is associated to the soil. Soil sampling was made at 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm depth. For each depth pH, M.O., P, K, Ca, Mg, S, Al, H+Al, Na, B, Cu, Fe, Mn, Zn, m, SB, CTC e V and granulometric analysis were carried. Tree species sampling was done through the “quarter method”. For multivariate analysis, soil samples used were of 0 – 10 cm depth. The criterion for inclusion in the sample considered all trees with diameter at chest height (DCH) greater than or equal to 1.6 cm, including those who had two or more branches below 1.30 m, whose sum of DCHs were equal to or greater than 1.6 cm. The results showed that regardless of the geological processes, the resting soils are similar to each other about their fertility and texture; In areas where spodic soils occurred (high and low restinga forest at Ilha Anchieta and high forest at Juréia - Itatins) higher values in depth, organic matter, CTC and aluminum are presented; high and low resting forest soils are naturally low in nutrients, with the largest reserves concentrated in the depths 0 - 5, 5 - 10 and 0 - 20 cm; Sand fraction is dominant for all high and low restinga forest areas studied, always with minimum levels of 93% and less than 3% clay. This fact, coupled with the high rainfall environment, contribute to the intense leaching of nutrients; It's highlighted the importance of organic matter content preservation on topsoil sandbank to preserve cations retention potential; It was found that restinga forests exhibit high floristic similarity; Most species showed high frequency, a large number of species had individuals in many places; Juréia-Itatins high forest and Núcleo Picinguaba showed greater species richness, whereas Ilha do Cardoso and Juréia-Itatins showed greater species richness for low forest; In soil-vegetation interactions, for the same vegetation type, low and high Juréia-Itatins forests showed higher similarity, whereas for different vegetation types low restinga forest of Ilha Anchieta and Juréia showed greater similarity.

**Key Words:** forest, soils, fertility, tree layer, resting.

## **1 INTRODUÇÃO**

A restinga, por sua localização, desde a colonização europeia, submetida a um intenso processo de degradação de suas características naturais. Esse ecossistema foi praticamente o primeiro a sofrer impactos antrópicos que, cerca de quatro séculos após o descobrimento do país, começaram a afetar os ecossistemas interioranos. São raras as áreas de restinga com características naturais e poucas estão protegidas em Unidades de Conservação (LACERDA & ESTEVES, 2000).

As áreas de restinga sofreram degradação, principalmente pelo desmatamento para agricultura e expansão urbana. No passado, em maior escala, essas áreas foram totalmente desmatadas. As áreas de estudo estão, atualmente, protegidas como reservas estaduais ou APAs, em diferentes estágios de recuperação.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Vegetação de Restinga**

A vegetação de restinga está adaptada a condições críticas de alta salinidade, alta temperatura, ventos fortes, grande dessecação e solo pobre, ou seja, está condicionada pela grande variedade geológica, topográfica, climática e edáfica. Sendo assim, inúmeras comunidades vegetais aparecem na costa brasileira, constituindo complexa zonarção, formando um mosaico intrincado de comunidades vegetais que raramente se repetem (ARAÚJO E LACERDA, 1987; SUGIYAMA, 1998; PEREIRA E ASSIS, 2000; CONAMA, 1996; CARRASCO, 2003).

Casagrande et al. (2006), estudando solos de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, concluiu que os solos de restinga não são salinos. A variação da condutividade elétrica (CE) foi de 0,10 a 1,29, da PST de 0,01 a 3,97, as Relações de Adsorção de Sódio (RAS) foi de 0,01 a 2,02 e o pH foi de 3,9 a 7,4. Um dos fatores que deve contribuir para a baixa retenção de sais no perfil do solo de restinga é a baixa capacidade de retenção de cátions (CTC) e ânions (CTA), resultante do baixo teor de argila e matéria orgânica, principalmente no subsolo.

Lacerda & Esteves (2000) consideram que as restingas, devido ao longo tempo de ocupação, encontram-se, de alguma maneira, alteradas, total ou

parcialmente degradadas, tornando-se difícil, segundo Araújo (1984), identificar a vegetação primitiva destas planícies arenosas do litoral brasileiro.

As porcentagens de supressão da vegetação original calculadas para a região são preocupantes. Em média, quase 50% das fitofisionomias nativas originalmente existentes nessas planícies costeiras e baixas encostas já foram suprimidas. Ilhabela apresenta os maiores índices, com 71% de supressão da vegetação original, sendo que somente para as suas diminutas planícies costeiras essa taxa é de quase 100% (restam apenas 0,24 km<sup>2</sup>). Caraguatatuba apresenta porcentagem de supressão da vegetação original de 64,6%, e ainda guarda importantes remanescentes até na planície costeira de Caraguatatuba. Estes, entretanto, estão bastante ameaçados pelo avanço da urbanização esperado para as próximas décadas, em consequência da ampliação do Porto de São Sebastião e dos projetos da Petrobrás. São Sebastião, cuja porcentagem de supressão da vegetação original é da ordem de 35,4%, ainda conserva extensas áreas de planícies costeiras pouco ocupadas, como Boracéia (Reserva Indígena), Una e Baleia, principalmente porque essas áreas apresentam problemas geotécnicos que impedem uma fácil ocupação (depressões paleolagunares mais amplas). A menor porcentagem de supressão da vegetação original ocorre em Ubatuba, com apenas 28,5%. Isto se deve, principalmente, à grande distância da capital do Estado e ao fato de que o acesso ao município foi facilitado somente após a construção da BR-101, há pouco mais de 30 anos. Além disso, são importantes também o formato longilíneo do município e a ocupação mais concentrada ao redor do núcleo urbano e de sua porção sul (SOUZA & LUNA, 2008).

A vegetação de restinga é encontrada sobre formações arenosas e fisionomias arbóreas e abrangem de 4 a 15 m de altura, dependendo das características do substrato que esta inserida (SILVA, 1990). A tabela 1, a seguir, dá as características fisionômicas de florestas baixa e alta de restinga.

Tabela 1. Característica fisionômica das florestas baixa e alta de restinga, segundo a Resolução CONAMA 7/96.

Fisionomia	Parâmetros	Características
Floresta baixa	Associação com o substrato	Substrato arenoso, seco, de origem marinha
	Estrato dominante, porte e dossel	Arbóreo/arbustivo, com dossel aberto, estrato inferior aberto e árvores emergentes; com grande número de plantas com caules ramificados desde a base, epífitas, trepadeiras e herbáceas. Estrato predominante: arbóreo baixo e arbustivo
	Tamanho (altura e diâmetro)	Árvores 3 a 10m de altura, emergentes chegam a 15m diâmetro 5-10 cm, dificilmente ultrapassando 15 cm
	Sub-bosque	Sub-bosque dificilmente visualizado bromeliáceas, pteridófitas, briófitas e líquens
	Serapilheira	Presente, mais desenvolvida que no escrube
Floresta alta	Associação com o substrato	Substrato arenoso de origem predominantemente marinha, podendo haver deposição de areia e argila de origem continental, ocorrendo inundações ocasionais em determinadas áreas.
	Estrato dominante, porte e dossel	Estrato predominante arbóreo, presença de lianas e herbáceas. Fisionomia arbórea com dossel fechado.
	Tamanho (altura e diâmetro)	Altura 10 e 15m, emergentes podem atingir 20m Diâmetro 12 a 25 cm, com algumas ultrapassando 40 cm
	Sub-bosque	Presente: jovens do estrato arbóreo, arbustos e poucas plantas no estrato herbáceo
	Serapilheira	Espessa camada de húmus e serapilheira, sendo esta variável de acordo com a época do ano.

## 2.2 Solos

A relação entre o número de espécies e a fertilidade depende do gradiente de distribuição dos nutrientes, onde poucas são as espécies capazes de sobreviver em condições extremas, o que explicaria a baixa diversidade em áreas pobres em nutrientes. Quando o nível de nutrientes aumenta, novas oportunidades favorecem a coexistência entre espécies, entretanto, quando o teor de nutrientes é elevado, as espécies mais competidoras se encarregam de excluir as demais (CLARK, 2002).

Em solos de restinga de constituição areno-quartzosa, aumenta a influência da fração orgânica e da atividade biológica em funções-chave dos solos, como a capacidade de reciclar e armazenar nutrientes (GOMES et al., 2010).

Dependendo da extensão da planície litorânea, da direção predominante dos cordões arenosos marinhos, e das características físicas, nutricionais e hidrológicas do substrato, com influência de depósito de sedimentos das escarpas ou fluviais, há um arranjo heterogêneo de trechos de florestas que podem variar em relação à altura, à saturação hídrica do solo e distância da encosta atlântica (KLEIN 1961; HENRIQUES et al. 1986; SILVA 1998; MANTOVANI 2000; MARQUES 2002).

Localizadas nas planícies costeiras da região sudeste, encontram-se as florestas que ocorrem nas partes mais altas dos cordões litorâneos, em locais bem drenados e com solos arenosos; e as florestas localizadas nas depressões entre cordões onde há afloramento periódico do lençol freático e solos de origem mineral misturados à matéria orgânica em diferentes graus de decomposição (WAECHTER 1986; SILVA & BRITZ 2005).

As propriedades físico-químicas do solo representam um dos fatores ambientais mais importantes na distribuição espacial e na estrutura de florestas tropicais (CUZZUOL & CAMPOS 2001).

## 2.3 Solos e recuperação de áreas degradadas

As restingas constituem um dos ambientes naturais mais visados e explorados pelo turismo e atividades de lazer, com conseqüente ocupação antrópica por meio da urbanização. Como ecossistema litorâneo, a restinga se constituiu um dos primeiros ambientes a sofrer intervenção antrópica após a chegada dos europeus (DEAN, 1996).

A ocupação do litoral pelos europeus iniciou um ciclo de exploração mais intensivo dos recursos naturais da faixa litorânea, levando ao corte de madeira para diversos fins, e a utilização do solo para fins agrícolas, e, no caso das restingas, onde o solo é “pobre”, para fins de pecuária. Essa faixa litorânea passa por um processo de degradação mais intensa devido à exploração de areia e turfa, ao uso de veículos, à retirada indiscriminada de espécies vegetais, à sua utilização como depósito de lixo, e, de modo definitivo, por seu parcelamento e ocupação por loteamento. Nesse sentido, a crescente atividade humana tem levado a uma desestabilização progressiva de seus componentes biológicos e paisagístico-ambientais, com a conseqüente degradação decorrente dos impactos da expansão urbana, voltada, muitas vezes, para o caráter especulativo (HOLZER et al., 2004).

Quando a vegetação de restinga é destruída, o solo é alvo de sensível erosão por parte do vento, o que determina o surgimento de dunas, fragilizando o meio ambiente costeiro. Além disso, aumenta a erosão pluvial e o escoamento das águas superficiais e do lençol freático, favorecendo o equilíbrio do meio ambiente. Destaca-se, portanto, a relevância da vegetação de restinga no equilíbrio da região costeira.

A regeneração natural para o restabelecimento do ecossistema florestal em vegetação de restinga é muito difícil e demorado, muitas vezes irreversível, já que estas comunidades se distribuem em mosaicos sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima para a manutenção da vegetação.

No Estado de São Paulo, em particular, a restinga sofreu diversas agressões, tais como a especulação imobiliária, a mineração, entre outros, e apresenta-se, ainda hoje, sob forte pressão de degradação, em função, principalmente, da especulação imobiliária e extrativismo seletivo (BARBOSA, 2000).

Os trabalhos desenvolvidos por Casagrande et al. (2002) e Reis-Duarte et al. (2002), indicam que as correlações entre fertilidade de solo e desenvolvimento da vegetação de restinga devem proporcionar informações para o melhor entendimento dos modelos de recuperação desse ecossistema.

A floresta de restinga representa uma situação diferenciada pela topografia e textura do solo. São solos de relevo plano e de elevada infiltração. Devido ao baixo teor de argila (normalmente de 1 a 5%), estes solos estão sujeitos a intensa lixiviação pela baixa capacidade de retenção de cátions (CTC), além de serem solos originalmente pobres em nutrientes (CASAGRANDE, 2003). O princípio a nortear a

recuperação de áreas degradadas, quanto à fertilidade do solo, é restabelecer suas funções de modo a propiciar condições iniciais adequadas para o desenvolvimento da vegetação ou para revegetação e enriquecimento. Os trabalhos desenvolvidos por Reis-Duarte (2004) indicam que as correlações entre fertilidade de solo e desenvolvimento da vegetação de restinga devem proporcionar informações para o melhor entendimento dos processos que impulsionariam a recuperação desse ecossistema.

Reis-Duarte (2004) observou que as diversas fisionomias da vegetação caracterizam os estágios sucessionais da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta. Tais fisionomias revelam as ações de manejo que foram praticadas ao longo de sua história e que resultaram em alterações do solo. Mesmo estando em recuperação natural há aproximadamente 46 anos, nas áreas em que houve a retirada da camada superficial do solo, a floresta encontra-se em estágio inicial de recuperação. Nas áreas que sofreram ações antrópicas semelhantes, porém, sem a retirada do “top soil”, atualmente ocorrem florestas em estágio médio de recuperação.

O estudo da ciclagem de nutrientes minerais, via serapilheira, é de fundamental importância para o conhecimento da estrutura e funcionamento de ecossistemas florestais. Parte do processo de devolução da matéria orgânica e de nutrientes para o piso florestal se dá por meio da deposição da serapilheira, sendo esta considerada a meio mais importante de transferência de elementos essenciais da vegetação para o solo (VITAL et al., 2004).

A regeneração natural decorre de processos naturais de restabelecimento do ecossistema florestal (GAMA et al., 2002). A capacidade de regeneração, conhecida como resiliência, é interpretada como um balanço que pode ocorrer tanto dentro da população de uma espécie, como em uma comunidade. A velocidade da resiliência destes dois níveis depende de fatores favoráveis ou não, como energia disponível na área e o número de gerações necessárias para recuperação do equilíbrio (PIMM, 1991; REIS et al., 1999).

A densidade e a permanência de uma dada população numa comunidade dependem de sua capacidade de auto-regeneração e de fatores extrínsecos aos quais estão submetidos, tais como clima, interações bióticas ou sombreamento (DORNELES & NEGRELLE, 2000).

A recuperação de áreas degradadas em restingas constitui, um grande desafio, pois as dificuldades para o estabelecimento da vegetação sobre solos predominantemente arenosos e deficientes em nutrientes (notadamente cálcio), cujo pH ácido torna ainda mais indisponíveis, são acentuadas pelos altos teores de alumínio, que contribuem para a formação de um sistema radicular pouco desenvolvido e superficial (CASAGRANDE, 2003).

As mudanças nas propriedades dos solos ocorrem devido a processos químicos: depleção e deficiência de nutrientes, lixiviação excessiva, diminuição do pH, toxidez de alumínio, salinização e diminuição da capacidade de troca de cátions (CTC) devido à diminuição do teor de matéria orgânica do solo; físicos: adensamento causado pela compactação do solo e erosão devido à ação do vento e da água e; biológicos: diminuição do teor de matéria orgânica, redução da fauna e aumento de patógenos do solo (CASAGRANDE & SOARES, 2008).

## **2.4 Indicadores de qualidade do solo**

Em todo o planeta, a degradação do solo ocorre, principalmente, devido à erosão, salinização, compactação, depleção da matéria orgânica e desequilíbrio de nutrientes. A produtividade do solo, por sua vez, é usualmente definida como a habilidade do solo para produzir biomassa florestal por unidade de área e tempo (SHOENHOLTZ, MIEGROET, BURGER, 2000). Neste contexto, é oportuno buscar indicadores químicos de qualidade do solo comparando-se florestas altas e baixas de restinga dados a diferença natural de biomassa entre elas.

A preservação da vegetação é muito importante, para a manutenção da qualidade do solo. Um bom indicador de qualidade do solo deve integrar processos e propriedades físicas, químicas e/ou biológicas do solo, ser acessível aos diferentes usuários e aplicável em diversas condições e ser sensível às variações do manejo e clima (DORAN e PARKIN, 1994). Dentre os indicadores químicos do solo destacam-se a matéria orgânica (M.O); a capacidade de troca de cátions (CTC); o pH; a saturação por alumínio (m%) e saturação de bases (V%).

Dentre os indicadores químicos, a matéria orgânica do solo é considerada o parâmetro chave de qualidade de solo, pelas evidências que se tem de seu papel estrutural e funcional na capacidade produtiva do solo e na relação crítica entre manejo de solos florestais e produtividade (HENDERSON, 1995; NAMBIAR, 1997).

CONCEIÇÃO et al. (2005), também consideram a matéria orgânica como um eficiente indicador para discriminar a qualidade do solo induzida por sistemas de manejo, sendo ainda fonte primária de nutrientes às plantas, influenciando na infiltração, retenção de água e susceptibilidade à erosão (GREGORICH et al., 1994).

Sob vegetação natural o conteúdo de matéria orgânica do solo é estável, sendo a diminuição do seu teor um dos principais fatores indicativos de degradação, uma vez que ela reflete a mudança do estado de equilíbrio do solo em função do manejo (CASAGRANDE, 2003).

O pH do solo influencia relações químicas e biológicas no solo, mas oferece poucas informações diretas por si só. A saturação por alumínio, que é o inverso da saturação por bases, é um indicador mais sensível e significativo em relação à resposta vegetal que o pH do solo (AUNE E LAL, 1997).

A CTC é de grande importância no que diz respeito à fertilidade do solo, uma vez que indica a capacidade total de retenção de cátions, os quais, em geral, irão tornar-se disponíveis às plantas (CHAVES et al., 2004).

Normalmente os sistemas de manejo alteram esses indicadores, cuja magnitude depende da intensidade e do tipo de uso do solo. Embora a capacidade de troca de cátions (CTC) seja amplamente reconhecida como indicador da qualidade de solo, como a capacidade do solo em reter e liberar nutrientes, para solos florestais a soma de bases (SB), que é a relativa abundância de nutrientes básicos no complexo de troca do solo, é considerado mais importante que a CTC. Segundo Reus (1983), nos solos florestais, onde não há adição de Ca e Mg pelo calcário, é a saturação por bases que determina a influência do complexo de troca sobre a composição química e acidez da solução do solo.

Os níveis de nutrientes não devem ser melhores indicadores de qualidade de solo para floresta, uma vez que em ambiente florestal a ciclagem de nutrientes é responsável pela manutenção e desenvolvimento vegetal, já que as reservas estão principalmente na biomassa vegetal. Dessa forma, a deficiência de cálcio e o excesso de alumínio no subsolo podem ser os parâmetros chaves para o crescimento, estando associado com o desenvolvimento do sistema radicular em profundidade, com influência direta sobre a absorção de água e nutrientes, em função da exploração de maior volume de solo. Diversos autores encontraram níveis baixos de cálcio e elevados de alumínio no subsolo de restinga: Sugiyama (1993), Guedes - Silva (2003), Casagrande (2003), Carrasco (2003), Reis-Duarte (2004) e

Sato (2007). Assim, tanto os níveis de cálcio e alumínio do subsolo, em diferentes profundidades, como a profundidade do sistema radicular, podem funcionar como indicadores da qualidade química do solo.

### **3. HIPÓTESE DE TRABALHO**

Existe correlação dos parâmetros de química e granulometria do solo com as fitofisionomias florestas altas e baixas das de restinga do litoral paulista.

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1. Geral**

Caracterizar parâmetros físicos e químicos dos solos e averiguar se há correlação com as formações florestais (Floresta Alta e Floresta Baixa) do Parque Estadual da Serra do Mar (Núcleo de Picinguaba); Parque Estadual da Ilha Anchieta; Estação Ecológica Juréia-Itatins; Vila de Pedrinhas (Ilha Comprida) e Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

#### **4.2. Específicos**

- Estudar parâmetros químicos e físicos do solo para as fitofisionomias de floresta alta e baixa de restinga.
- Comparar o solo nas diferentes fitofisionomias entre o litoral norte e sul da costa paulista.
- Caracterizar o estrato arbóreo de dez áreas de florestas de restinga alta e baixa do litoral do estado de São Paulo.
- Verificar a similaridade florística entre as áreas estudadas.
- Analisar a correlação solo-vegetação.

## 5. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, D.S.D. & HENRIQUES, R.P.B. **Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. In: LACERDA, L.D. et al. (orgs), Restinga: Origem, Estrutura, Processos. Niterói, CEUFF. 1984. p. 159-193.
- ARAÚJO, D.S.D. & LACERDA, L.D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, (Volume Especial ECO-92), v. 6, n.33, p. 42-48, 1987.
- AUNE, J. B.; LAL, R. The tropical soil productivity calculator – a model for assessing effects of soil management on productivity. In: Lal, R.; Stewart, B.A. (Eds.), Soil Management – Experimental Basis for Sustainability and Environmental Quality. **Advances in Soil Sciences**, Lewis Publishers, London, UK, p. 499-520, 1997.
- BARBOSA L. M. **Manual sobre princípios da recuperação vegetal de áreas degradadas**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente/CINP, 2000.
- CARRASCO, P. G. **Produção de mudas de espécies florestais de Restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando à recuperação de áreas degradadas em Ilha Comprida - SP**. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2003. 186f.
- CASAGRANDE, J. C. Considerações sobre Recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas. 2003. São Paulo, SP. p. 92-93, 2003.
- CASAGRANDE, J.C.; REIS-DUARTE, R.M.; SOARES, M.R. **Interação solo – vegetação para recuperação de áreas degradadas**. Manual para recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo – com ênfase em matas ciliares do interior paulista. Araras – SP, p. 40-51, 2006.
- CASAGRANDE, J.C.; REIS-DUARTE, R.M.; SILVA, O.A.; BARBOSA, L.M. Limitações da Fertilidade do Solo para Desenvolvimento da Mata de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP). In: XIV Congresso da Sociedade de Botânica de São Paulo. 2002. Rio Claro – São Paulo. 2002. **Resumos...** CD-Rom. EBR-31.
- CASAGRANDE, J.C.; SOARES, M.R. Interação solo – Interação Solo – Planta: A Importância da recuperação de solos degradados para reflorestamento heterogêneo. II Simpósio de atualização em recuperação de áreas degradadas, Mogi Guaçu, SP, 2008.

- CHAVES L. H. G.; TITO G. A.; CHAVES I. B.; LUNA J. G. & SILVA P. C. M. Propriedades químicas do solo aluvial da Ilha de Assunção – Cabrobó (Pernambuco). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p. 431-437, Viçosa. maio/jun. 2004.
- CLARK, D. A. Are tropical forests an important carbon sink? Reanalysis of the long term plot data. **Ecological Applications**, v. 12, p.3-7, 2002.
- CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). 1996. **Anexo da Resolução CONAMA 07/96, de 23 de julho de 1996**. Diário Oficial da União. Brasília. Publicado em 26.08.1996.
- CONCEIÇÃO P. C.; AMADO T. J. C.; MIELNICZUK J. & SPAGNOLLO E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.29, p.777-788, Viçosa. Set./out. 2005.
- CUZZUOL, G.R.F. & CAMPOS, A. Aspectos nutricionais na vegetação de manguezal do estuário do rio Mucuri, Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v.24, p. 227-234, 2001.
- DEAN, W. A ferro e a fogo: **A história e a devastação da mata atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.
- DORAN, J.W. & PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A. eds. Defining soil quality for a sustainable environment. **Madison, Soil Science Society of America**, 1994. p.3-22. (Publication Number, 35).
- DORNELES, L.P.P. & NEGRELLE, R.R.B. Aspectos da regeneração natural de espécies arbóreas da Floresta Atlântica. Iheringia, **Série Botânica**, v.53, p.85-100, 2000.
- GAMA, J.R.V.; BOTELHO, S.A.; BENTES-GAMA, M.M. 2002. Composição florística e estrutura da regeneração natural de floresta secundária de várzea baixa no estuário amazônico. **Revista Árvore**, v. 26, n. 5, p. 559-566.
- GUEDES-SILVA, D.C. **Florística, Estrutura e Informações sobre a Regeneração natural de fragmentos de florestas de restinga no Município de Bertioga – SP**. 2003. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro –SP, 2003.
- GOMES, J. B. V. et al. Relações entre atributos do solo e atividade de formigas em restingas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.1, p. 67-78, 2010.

GREGORICH, E.G.; CARTER, M.R.; ANGERS, D.A.; MONREAL, C.M. & ELLERT, B.H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 74, p. 367-375, 1994.

HENDERSON, G. S. Soil organic matter: a link between forest management and productivity. In: McFee, W. W.; Kelly, J. M. (Eds.). Proceedings of the 8<sup>th</sup> North American Forest Soils. Conference on Carbon Forms and Functions in Forest Soils. **Soil Science Society of America.**, Madison, WI, 1995, p. 419-435.

HENRIQUES, R.P.B.; ARAÚJO, D.S.D. & HAY, J.D. Descrição e classificação dos tipos de vegetação da restinga de Carapebus, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 9, p.173-189, 1986.

HOLZER, W et. al. Sustentabilidade da urbanização em áreas de restinga: uma proposta de avaliação pós-ocupação. **Paisagem e ambiente**, n.19, pp. 49-65, 2004.

KLEIN, R.M. 1961. Aspectos fitofisionômicos da Mata Pluvial da Costa Atlântica do sul do Brasil. **Boletim da Sociedade Argentina de Botânica**, v. 9, p. 121-140, 1961.

LACERDA, L. D. & ESTEVES, F. A.. Restingas brasileiras: Quinze anos de estudos. pp. III – VII. In: ESTEVES, F. A. & LACERDA, L. D. (eds.) **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Rio de Janeiro: Nupem/ UFRJ. 394p. 2000.

MANTOVANI, W. A região litorânea paulista. In: Barbosa, L. M. (Coord.). **Recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações florestais litorâneas**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, p. 23 – 32, 2000.

MARQUES, M.M.C. 2002. **Dinâmica da dispersão de sementes e regeneração de plantas da planície litorânea da Ilha do Mel, PR**. Tese de Doutorado. Campinas, Universidade Estadual de Campinas.

NAMBIAR, E. K. S. Sustained productivity of forests as a continuing challenge to soil science. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, v.60, p.1629-1642, 1997.

PEREIRA, O. J.& ASSIS, A. M. Florística da Restinga de Camburi, Vitória, Espírito Santo. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo, v.14, n.1, p.57-69, 2000.

PEREIRA, O.J. Caracterização fitofisionômica da restinga de Setiba, Guarapari, Espírito Santo. **ACIESP**, v.71, n.3, p. 207-219, 1990.

PIMM, S.L. **The Balance of nature?** Ecological issues in the Conservation of species and communities. Chicago: The University of Chicago Press, 1991. 434p.

REIS, A.; ZAMBONIN, R.M.; NAKAZONO, E.M. Recuperação de áreas degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. São Paulo: Conselho Nacional

da Reserva da Mata Atlântica. **Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica**, série 3, n. 14, 1999.

REIS-DUARTE, R.M. **Estrutura da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): Bases para Promover o Enriquecimento com Espécies Arbóreas Nativas em Solos Alterados**. 2004. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2004.

REIS-DUARTE, R. M.; CASAGRANDE, J. C.; SANTOS D. A. ; SILVA. O. A.; BARBOSA, BARBOSAL. M. Fertilidade do solo e fisionomias da Mata de Restinga da Ilha Anchieta – SP: Considerações para recuperação da vegetação. V Simpósio sobre Recuperação de Áreas Degradadas, 2002, Belo Horizonte – MG.

REUSS, J. O. Implications of the calcium-aluminum exchange system for the effect of acid precipitation on soils. **Journal of Environmental Quality**, v.12, p.591-595, 1983.

SATO, C. A. 2007. **Caracterização da fertilidade do solo e da composição mineral de espécies arbóreas de restinga do litoral paulista**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita Filho” – SP, Rio Claro, 2007.

SCHOENHOLTZ, S. H.; VAN MIEGROET, H.; BURGER, J. A. A review of chemical and physical properties as indicators of forest quality: challenges and opportunities. **Forest Ecological Management**, v. 138, p. 335-356, 2000.

SILVA, S. M. 1998. **As formações vegetais da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. Campinas, 262 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.

SILVA, S. M. **Composição Florística e fitossociológica de um trecho de restinga na Ilha do Mel, Município de Paranaguá, PR**. 1990. 146p. Dissertação de Mestrado - Instituto de Biologia, Universidade de Campinas, Campinas, SP.

SILVA, S.M. & BRITTEZ, R.M. 2005. A vegetação da planície costeira. p. 49-84. In: M.C.M. Marques & R.M. Brittez (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**. Curitiba, UFPR.

SOUZA, C. R. de G.; LUNA, G. da C. Unidades quaternárias e vegetação nativa de planície costeira e baixa encosta da Serra do mar no litoral norte de São Paulo. **Revista do Instituto Geológico**, v. 29, n.1 - 2, p. 2008.

SUGIYAMA, M. **Estudo de florestas na restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP, 1993.

SUGIYAMA, M. 1998. Estudo de Florestas da Restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 11, p. 119-159, 1993.

VITAL, A. R.T. et al. Produção de serapilheira e ciclagem de nutrientes de uma floresta estacional semidecidual em zona riparia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 28, n. 6, p. 793-800, nov./dez. 2004.

WAECHTER, J.L. Comunidades vegetais das restingas do Rio Grande do Sul. **ACIESP**, v.71, n.3, p. 228-248, 1986.

**CAPÍTULO I**  
**CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE FLORESTAS DE**  
**RESTINGA**

## **CARACTERIZAÇÃO DE SOLOS SOB VEGETAÇÃO DE FLORESTAS DE RESTINGA**

### **SOIL CHARACTERIZATION UNDER RESTINGA FOREST VEGETATION**

**RESUMO** – Este trabalho abrangeu o Litoral do Estado de São Paulo, desde Ubatuba - litoral norte (Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta) até a Ilha do Cardoso - litoral sul (Estação Ecológica Juréia-Itatins, Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida e Parque Estadual da Ilha do Cardoso). O objetivo foi correlacionar diferentes fisionomias da floresta de restinga com os parâmetros físicos e químicos do solo. A amostragem do solo foi realizada nas profundidades 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm. Para cada profundidade foram analisados pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, m, SB, CTC e V. Também foi realizado análises de textura das amostras coletadas. Os resultados mostraram que independentemente dos processos geológicos, os solos de restinga são semelhantes entre si, quanto a sua fertilidade e textura; Nas áreas em que ocorreram solos espódicos (floresta alta e baixa de restinga da Ilha Anchieta e floresta alta da Juréia - Itatins), ocorre valores mais elevados, em profundidade, de matéria orgânica, CTC e alumínio; Os solos de floresta de restinga alta e baixa são naturalmente pobres em nutrientes, estando a maior reserva, concentrada nas profundidades 0 – 5, 5 – 10 e 0 – 20 cm; A areia é a fração dominante para todas as áreas estudadas de floresta alta e baixa de restinga, sempre com teores mínimos de 93%, e argila inferior a 3%. Este fato, aliado as altas precipitações do ambiente, contribuem para a intensa lixiviação de nutrientes; Destaca-se a importância da preservação do teor de matéria orgânica da camada superficial do solo de restinga para preservar o potencial de retenção de cátions.

**Palavras-chave:** floresta, solos, restinga, fertilidade

## SOIL CHARACTERIZATION UNDER RESTINGA FOREST VEGETATION

**ABSTRACT** - This work covered the coast of São Paulo, from Ubatuba - north coast (Serra do Mar State Park - Núcleo de Picinguaba and Ilha Anchieta State Park) to Ilha do Cardoso - south coast (Juréia Ecological Station – Itatins, Vila de Pedrinhas in the city of Ilha Comprida and the Cardoso Island State Park). The aim of this work was to correlate different faces of the restinga forest with the physical and chemical soil properties. Soil sampling was conducted at depths 0 - 5, 5 - 10, 10 - 15, 15 - 20, 0 - 20, 20 - 40 and 40 - 60 cm. For each depth pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, m, SB, CTC e V were analyzed . Physical analysis of the collected sample were also carried. The results showed that regardless of the geological processes, the resting soils are similar to each other about their fertility and texture; In areas where spodic soils occurred (high and low restinga forest at Ilha Anchieta and high forest at Juréia - Itatins) higher values in depth, organic matter, CTC (cation exchange capacity) and aluminum are presented; high and low resting forest soils are naturally low in nutrients, with the largest reserves concentrated in the depths 0 - 5, 5 - 10 and 0 - 20 cm; Sand fraction is dominant for all high and low restinga forest areas studied, always with minimum levels of 93% and less than 3% clay. This fact, coupled with the high rainfall environment, contribute to the intense leaching of nutrients; It's highlighted the importance of organic matter content preservation on topsoil sandbank to preserve cations retention potential.

**Key words:** forest, soil, resting, fertility.

## 1. INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é a segunda maior floresta brasileira, restando apenas 7,6 % de sua extensão original. Porém, ainda são observadas manchas da floresta na Serra do Mar e na Serra da Mantiqueira, no sudeste do Brasil. A Restinga, de todos os ecossistemas associados à Mata Atlântica, é o mais frágil e susceptível às perturbações antrópicas, além de ter perdido espaço para o assentamento de infraestrutura urbana (ANDRADE & LAMBERTI, 1965; ARAÚJO & LACERDA, 1987; SILVA et al., 1993; RODRIGUES et al., 2010).

Da totalidade das florestas de restinga originalmente existentes na Baixada Santista ainda existe com estrutura fisionômica e composição florística preservadas, aproximadamente 22% (90 km<sup>2</sup>). O restante das florestas de restinga, que corresponde a 323 km<sup>2</sup> (78%), atualmente apresenta-se alterado por desmatamentos, extração de areia, influência da poluição industrial, sendo que 162 km<sup>2</sup> são ocupados por estruturas urbanas que ocorreram para fins de lazer e provocaram eliminação da vegetação natural, estímulos a processos erosivos e mudanças nas características de drenagens dos solos, dentre outras (SILVA et al., 1993; RODRIGUES, 2000).

As Restingas ocorrem em diferentes faixas de extensão por toda a costa brasileira (ARAÚJO, 2000), sendo caracterizadas pela presença de sedimentos arenosos quartzosos que foram depositados por meio de diferentes processos durante o período Quaternário (MATIN et al., 1997).

Segundo Sampaio et al. (2005), os ambientes de restinga são recentes do ponto de vista geológico. Nas dunas próximas ao mar, onde há grande ação das ondas e dos ventos, encontram-se locais formados recentemente e que já apresentam colonização por espécies pioneiras típicas da restinga herbácea. Nos locais de deposição mais antiga de sedimentos, o solo pode apresentar-se rico em matéria orgânica, com vegetação arbórea bem estruturada.

A variedade de solos nas áreas serranas e nas planícies costeiras é fruto do intemperismo que agiu sobre as formações geológicas. Na planície costeira, os solos são relativamente recentes, com sedimentos inconsolidados (ROSS; MOROZ, 1997).

A floresta de restinga representa uma situação diferenciada pela topografia e textura do solo. São solos de relevo plano e de elevada infiltração. Devido ao baixo

teor de argila (normalmente de 1 a 5%), estes solos estão sujeitos a intensa lixiviação pela baixa capacidade de retenção de cátions (CTC), além de serem solos originalmente pobres em nutrientes (CASAGRANDE, 2003).

A produção e decomposição relativamente baixas, o padrão sazonal, bem como o caráter perenifólio da maioria das espécies, escleromorfia, e uma rede de raízes superficiais, denotam adaptações da comunidade vegetal que permitem uma eficiente ciclagem de nutrientes mesmo sob as condições ambientais adversas em que se encontra, e, conseqüentemente, indicam sua fragilidade frente a perturbações antrópicas que alterem estes mecanismos (PIRES et al., 2006).

A ciclagem de nutrientes em ecossistemas florestais, plantados ou naturais, tem sido amplamente estudada com o intuito de se obter maior conhecimento da dinâmica dos nutrientes nesses ambientes, não só para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas, mas também buscando informações para o estabelecimento de práticas de manejo florestal para recuperação de áreas degradadas e manutenção da produtividade de sítios degradados em recuperação (SOUZA & DAVIDE, 2001). Nesse sentido, a produção e a decomposição são parâmetros utilizados, em projetos de recuperação de áreas degradadas, como indicadores de restauração (ARATO et al., 2003).

Devido a importância das pesquisas de solos em áreas de restinga, principalmente para fins de recuperação de áreas degradadas, objetivamos nesse trabalho avaliar comparativamente dos parâmetros físicos e químicos do solo, sob floresta alta e baixa de restinga.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho abrangeu o Litoral do Estado de São Paulo, desde Ubatuba no litoral norte à Ilha do Cardoso, localizada no litoral sul (Figura 1).



Figura 1. Localização do litoral do estado de São Paulo. Os pontos em vermelho indicam os locais amostrados neste estudo.

Em cada um dos locais de estudo, anteriormente definidos, foram analisadas duas fitofisionomias da vegetação da Restinga: floresta baixa e floresta alta de restinga, que são caracterizadas pela Resolução CONAMA, nº 7 de 23 de julho de 1996 como “Vegetação Sobre Cordões Arenosos”.

As áreas de amostragem foram alocadas no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Pinguaba (FBR-  $23^{\circ} 21' 41.46''S$  /  $44^{\circ} 50' 47.40''W$  e FAR-  $23^{\circ} 20' 56.76''S$  /  $44^{\circ} 51' 02.58''W$ ); Parque Estadual da Ilha Anchieta (FBR -  $22^{\circ} 18' 54.66''S$  /  $47^{\circ} 22' 57.12''W$  e FAR -  $22^{\circ} 18' 54.66''S$  /  $47^{\circ} 22' 57.12''W$ ), Estação Ecológica Juréia-Itatins (FBR -  $24^{\circ} 32' 18,18''S$  /  $47^{\circ} 12' 25,44''W$  e FAR -  $24^{\circ} 33' 2.16''S$  /  $47^{\circ} 13' 41.16,80''W$ ), Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida (FBR -  $25^{\circ} 54' 33,30''S$  /  $47^{\circ} 46' 21.42''W$  e FAR  $25^{\circ} 04' 29.50''S$  /  $47^{\circ} 55' 41.10''W$ ), e Parque Estadual da Ilha do Cardoso (FBR  $25^{\circ} 04' 18''S$  /  $47^{\circ} 55' 24.20''W$  e FAR  $25^{\circ} 04' 29.50''S$  /  $47^{\circ} 55' 41.10''W$ ).

O clima da região é do tipo Af, segundo Koppen, tropical constantemente úmido. A precipitação média anual é de 2,248 mm, sem ocorrência de estação seca. A temperatura média anual é de 21,3°C, podendo chegar a 29°C (SETZER, 1946; PINTO, 1998).

Os solos nas áreas estudadas, foram classificados em Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos. Trabalhos realizados na costa brasileira mostram que, sob essa vegetação, as principais classes de solos encontradas são Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos (MOURA FILHO, 1998; GOMES et al., 1998; ROSSI, 1999; GOMES et al. 2007); muitas vezes estes últimos apresentam incipiente processo de podzolização, levando-os a apresentar características intermediárias para Espodosolo.

As amostras de solos foram obtidas em cinco áreas de florestas baixa e cinco de florestas alta de restinga, num total de dez áreas de coleta de solos e vegetação, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 1. Áreas onde foram realizadas coletas de solo em floresta baixa e alta de restinga dos locais selecionados no litoral do estado de São Paulo.

<b>Locais</b>	<b>Ilha Anchieta</b>		<b>Ilha do Cardoso</b>		<b>Núcleo Picinguaba</b>		<b>Juréia-Itatins</b>		<b>Ilha Comprida</b>	
Fisionomia	FB	FA	FB	FA	FB	FA	FB	FA	FB	FA

FB – Floresta baixa; FA – Floresta alta.

As análises químicas do solo nas profundidades 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm, foram realizadas com a finalidade de verificar qual a melhor profundidade para correlacionar parâmetros de fertilidade do solo com a vegetação. Para cada profundidade, foram analisados (CAMARGO et al., 1986): pH, M.O., P, K, Ca, Mg, Al, H+Al, m, SB, CTC e V.

Para as análises físicas - granulometria - (CAMARGO et al., 1986), cada amostra de solo foi composta de 15 sub-amostras, para cada uma das profundidades e para cada fitofisionomia estudada.

Aplicou-se o delineamento experimental em blocos casualizados para a análise química do solo, com 5 repetições. Para cada profundidade estudada, foi considerado um ensaio individual (a análise de variância com teste F, com probabilidade de 1% e 5%: sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria orgânica mostrou teores mais elevados nas camadas mais superficiais (0 - 5, 5 - 10 e 0 - 20cm), para todas as fitofisionomias e em todas as localidades estudadas, ocorrendo, como esperado, diminuição em profundidade (Tabelas 2 e 3). Como a CTC está fortemente correlacionada com a matéria orgânica, seus valores também diminuíram com a profundidade. Resultados semelhantes foram obtidos por Moraes (1993), Sugiyama (1998), Pinto (1998), Guedes-Silva (2003), Carrasco (2003), Reis-Duarte (2004), Sato (2007), Junior & Cuzzuol (2009), Oliveira et al., (2010).

Os principais parâmetros da fertilidade do solo sob floresta de restinga estão associados à acidez elevada e aos teores de matéria orgânica, este último é responsável pela CTC e decisivo na manutenção da fertilidade do solo, já que os teores de argila são desprezíveis ocasionando a baixa reserva de nutrientes (TUAF et al., 2011).

Como os solos de restinga apresentam textura arenosa, a matéria orgânica passa a desempenhar um papel de fundamental importância, influenciando diretamente, tanto o estoque de nutrientes quanto a CTC (HAY & LACERDA, 1984).

Houve diferença significativa para a capacidade de troca de cátions (CTC) (Tabelas 5 e 6 e Figura 2). Pode-se verificar que os primeiros 5 cm da floresta alta e baixa apresentaram os maiores valores para CTC. Uma das principais implicações da matéria orgânica do solo é sobre a CTC, responsável por cerca de 70% dela na camada superficial de solos do estado de São Paulo (Raij, 1989). Em avaliação feita no solo de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Reis-Duarte (2004) verificou que a CTC, devido à fração orgânica da camada de 0 – 20 cm, representaram 80%, restando apenas 20% da CTC para a fração mineral, por tratar-se de um solo altamente arenoso, com menos de 5% de argila. Este fato, analisado em situações de desmatamento, quando é quebrada a ciclagem de nutrientes, passando a ocorrer apenas perdas por lixiviação e destruição da matéria orgânica do solo, principalmente da superfície, resulta num solo de baixa fertilidade em todo o perfil, com baixos teores de nutrientes e matéria orgânica, além da elevada acidez.

A vegetação proporciona a formação de uma fonte constante de matéria orgânica pela deposição do material formador da serapilheira, que recicla nutrientes

oriundos do solo ou da atmosfera, contidos nos tecidos vegetais (COSTA et al., 1997).

Além da correlação da matéria orgânica e capacidade de troca catiônica nos solos da restinga da Ilha do Mel, obteve-se correlações significativas entre matéria orgânica e P, K, Mg e Ca (BRITTEZ et al., 2005).

Os solos de floresta de restinga alta e baixa degradada são naturalmente pobres em nutrientes, estando a reserva na camada de 0 a 10 cm; a eliminação da vegetação diminui o potencial de produção do solo, principalmente pela diminuição do teor de matéria orgânica e da CTC do solo (CASAGRANDE et al., 2010).

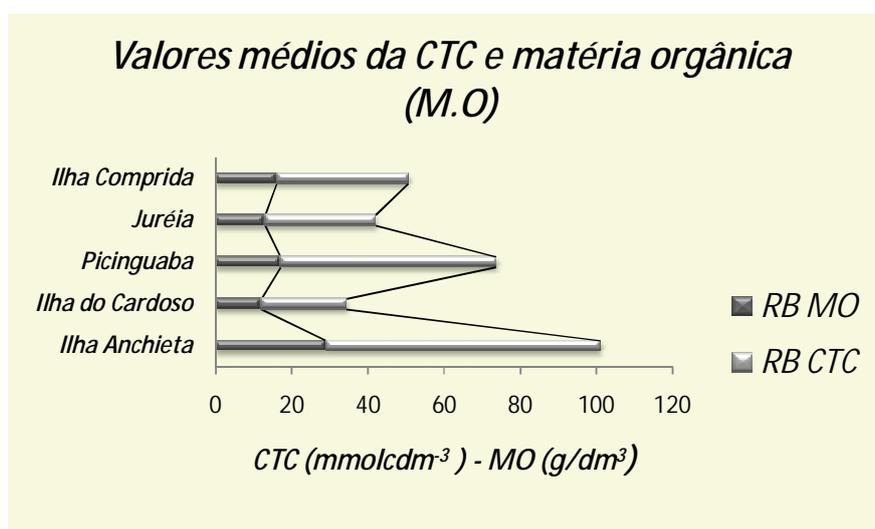


Figura 2. Valores médios da CTC e matéria orgânica (M.O) na profundidades de 0 – 20 cm para as fitofisionomia floresta baixa (RB) e floresta alta (RA) de restinga em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida.

Considerando a matéria orgânica e capacidade de troca de cátions, encontrou-se, conforme as Tabelas 5 e 6 e Figura 2, na restinga alta da Estação Ecológica Juréia-Itatins e na restinga alta e baixa da Ilha Anchieta, valores mais elevados na profundidade de 40 a 60 cm. Segundo Gomes et al., 2007, é devido à ocorrência do processo de podzolização, horizonte espódico na camada 40 a 60 cm, caracterizado pela iluviação de húmus ácido, acompanhada ou não de oxi-hidróxidos de Fe<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup> e aluminossilicatos. As principais classes de solos encontradas na costa brasileira são Espodosolos e Neossolos Quartzarênicos (GOMES et al., 1998; ROSSI, 1999).

As formas predominantes de Al ativo nos Espodosolos são complexos de Al-húmus e compostos inorgânicos pouco cristalinos. Enquanto os primeiros predominam nos horizontes superficiais (A e intermediários) e horizontes espódicos hidromórficos (Bh e Bhm), as formas inorgânicas amorfas se relacionam predominantemente a alguns horizontes espódicos bem drenados (Bs, Bh, Bhs e Bsm), situados na base dos perfis (COELHO et al., 2010).

Tabela 5: Parâmetros químicos de solo, nas profundidades de 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm para as fitofisionomias floresta baixa (FB) de restinga, em estudo realizado nas áreas: Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia - Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM).

Prof. (cm)	P	M.O. <sup>1</sup>	pH	K	Ca	Mg	H+Al <sup>2</sup>	Al	SB <sup>3</sup>	CTC <sup>4</sup>	m <sup>5</sup>	V <sup>6</sup>	
	resina mg/dm <sup>3</sup>	g/dm <sup>3</sup>	Ca Cl <sub>2</sub>	mmol <sub>e</sub> .dm <sup>-3</sup>							%		
IA	0-5	22a	61a	3,1b	0,4a	3a	7a	177 a	19,7a	10,6a	188,0 a	66,3a	5b
	5-10	18b	48a	3,2b	0,5a	1b	5a	129a	16,2a	6,3b	135,0a	73,0 a	5b
	10-15	12c	32b	3,3b	0,4a	1b	3b	76b	12,4a	4,6b	81,0b	74,0 a	6b
	15-20	8c	24b	3,3b	0,2b	1b	2b	52b	10,3a	3,4b	56,0b	75,7 a	6b
	0-20	11c	29b	3,2b	0,3a	1b	2b	68b	12,4a	3,5b	72,0b	78,0 a	5b
	20-40	2d	5b	3,8a	0,1b	1b	1b	12b	3,2a	2,1b	14,0b	59,6 a	14a
40-60	2d	29b	3,7a	0,1b	1b	1b	105a	20,0a	2,1b	107,0a	65,3 a	11a	
IC	0-5	4a	30 a	3,3c	0,3a	3a	2a	40a	12,9 a	5,3 a	43,9 a	69,5a	14 a
	5-10	4a	23a	3,4c	0,2a	2a	1b	32a	10,9 a	3,8 a	35,6a	72,6a	12 a
	10-15	3b	15b	3,4c	0,1b	3a	2b	24a	7,9 b	4,3 a	28,3a	63,6a	17 a
	15-20	2b	6b	3,6c	0,1b	1b	1c	13b	4,5 c	2,1b	14,7b	66,0a	15 a
	0-20	2b	12b	3,5c	0,1b	1b	1c	20b	7,1b	2,1b	22,3b	73,8 a	12 a
	20-40	1b	6b	3,8b	0,1b	1b	1c	12b	3 c	2,1b	13,9b	56,7b	17 a
40-60	1b	4b	4,2a	0,1b	1b	1c	8b	1,7 c	2,1b	10,1b	44,2b	21 a	
P	0-5	10a	35 a	3,8b	0,8 a	14a	13a	74a	16,7a	27,8 a	101,8 a	40,1a	27b
	5-10	6b	25b	3,6b	0,5b	7b	8b	61b	18,7 a	15,5b	76,3b	55,3 a	20b
	10-15	2c	11d	3,8b	0,3c	3b	5b	36 c	14,0a	8,7b	45,1c	62,2 a	19b
	15-20	1c	8e	3,9b	0,2c	3b	6b	28d	11,7b	8,8b	36,6d	56,2 a	25b
	0-20	2c	17c	3,8b	0,4b	5b	6b	45c	15,3a	11,8b	56,6c	56,4 a	21b
	20-40	1c	4e	4,1a	0,3c	4b	6b	28d	9,7b	9,9b	37,9d	50,5 a	30a
40-60	1c	3e	4,2a	0,3c	5b	6b	18d	8,2b	11,9b	29,7d	41,1 a	40a	
JU	0-5	3 a	24 a	3,3c	0,4a	1 a	3 a	49 a	7,8 a	4,0 a	53 a	66a	8d
	5-10	3 a	17b	3,2c	0,4 a	1 a	2b	37b	7,1 a	3,2b	40b	69a	8d
	10-15	2a	13c	3,3c	0,4a	1 a	1c	29b	6,2 b	2,6c	32c	70a	8d
	15-20	2b	10c	3,4c	0,4a	1 a	1c	22c	5,4 b	2,4c	24c	69a	10c
	0-20	2b	13c	3,3c	0,4a	1 a	2b	26c	6,2 b	3,0b	29c	67a	11c
	20-40	1c	3d	3,8b	0,3b	1 a	1c	11d	1,5 c	2,3c	13d	39b	18 b
40-60	1c	2d	4,1 a	0,3b	1 a	1c	9d	1,2 c	2,3c	11d	33b	20a	
CM	0-5	3b	31a	3,6b	0,5a	5 a	5a	50 a	8,7a	10,3a	60,5a	45b	19a
	5-10	5a	27a	3,6b	0,4b	3 b	4b	49 a	9,0 a	7,4b	56,2a	54b	16a
	10-15	3b	20a	3,6b	0,4b	2 c	3c	38 a	8,4 a	6,0c	43,6a	57b	17a
	15-20	3b	14b	3,6b	0,4b	2 c	2d	28 b	8,6 a	4,6c	32,8b	63a	16a
	0-20	2b	16b	3,6b	0,4b	2 c	3c	29 b	8,0 a	5,4c	34,6b	59a	18a
	20-40	2b	4c	3,9a	0,3c	1 d	1e	12 b	4,5 a	2,3d	14,7b	65a	16a
40-60	1c	1c	4,0a	0,3c	1 d	1e	13 b	5,5 a	2,3d	15,6b	70a	15a	

<sup>1</sup>materia orgânica; <sup>2</sup>acidez potencial; <sup>3</sup>soma de bases; <sup>4</sup>capacidade de troca de cátions; <sup>5</sup>satuação por alumínio; <sup>6</sup>satuação por bases. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% ou 5%, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 6: Parâmetros químicos de solo, nas profundidades de 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm para as fitofisionomias floresta alta (FA) de restinga, em estudo realizado nas áreas: Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia- Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM).

Prof. (cm)	P resina	M.O. <sup>1</sup>	pH	K	Ca	Mg	H+Al <sup>2</sup>	Al	SB <sup>3</sup>	CTC <sup>4</sup>	m <sup>5</sup>	V <sup>6</sup>	
													mg/dm <sup>3</sup>
IA	0-5	19a	89a	2,9c	0,8 a	2a	4a	256a	26,1a	6,6a	262,8a	79,9a	3b
	5-10	18a	65b	3,0c	0,6b	1a	3a	204a	22,9a	4,8b	208,0a	82,5 a	2b
	10-15	13b	48c	3,1c	0,4c	1a	3a	140b	18,3a	4,2b	144,0b	80,7 a	3b
	15-20	11b	36c	3,1c	0,3c	1a	2b	107b	15,6b	3,9b	110,0b	80,6 a	4b
	0-20	14b	45c	3,2c	0,4c	1a	2b	129b	18,9a	4,0b	133,4b	82,7 a	3b
	20-40	3c	12d	3,5b	0,1d	1a	1b	49c	11,2b	2,7c	52,1c	68,6 a	9a
	40-60	2c	10d	3,8a	0,1d	1a	1b	40c	11,3b	2,1c	42,3c	72,2 a	11a
IC	0-5	10a	47a	3,4c	0,5 a	1a	5 a	54 a	12,6 a	6,5a	60,7 a	66,2a	11c
	5-10	6b	39a	3,4c	0,3b	1a	3b	40b	10,5a	4,1b	44,1b	71,7a	10c
	10-15	3c	26b	3,4c	0,2c	1a	2b	26c	9,2a	3,2b	29,2a	73,9a	11c
	15-20	2c	16c	3,5b	0,1c	1a	2c	19c	7,3b	2,7c	21,9c	73,1a	12c
	0-20	2c	31b	3,3c	0,3b	1a	3b	38b	10,9 a	3,9b	41,9b	73,4a	10c
	20-40	1c	9c	3,6b	0,1c	1a	1c	12c	4,9 b	2,1c	13,7c	68,8a	15b
	40-60	1c	4c	3,9a	0,1c	1a	1c	10c	2,2c	2,5c	12,7c	46,7b	19a
P	0-5	5b	44 a	3,7d	0,5 a	2 a	2 a	119a	37,3 a	4,5 a	123,5a	89,2a	4b
	5-10	3b	36 a	3,8c	0,4b	2a	1 a	94b	31,6 b	3,2b	97 b	90,8 a	3b
	10-15	2b	18b	4,1b	0,1c	2a	1 a	42c	14,8c	2,9b	45,3c	83,6b	6a
	15-20	2b	15b	4,2b	0,1c	1b	1 a	43c	14,0c	2,1b	45,3c	86,6a	5b
	0-20	4b	35 a	3,9c	0,5 a	2a	1 a	85b	30,0b	3,1b	87,7b	89,5a	4b
	20-40	6b	11b	4,3b	0,2c	1b	2 a	41c	12,0c	3,0b	44c	80,4b	7a
	40-60	17a	17b	4,4a	0,1c	1b	1 a	28c	10,0c	2,1b	29c	81,5b	7a
JU	0-5	4a	16 a	3,3b	0,5 a	1 a	2a	38 b	8,8 a	3,7a	41,5 b	70a	9b
	5-10	4 a	14 a	3,3b	0,5a	1 a	2a	35 b	9,1a	3,1b	38,5 b	75a	8b
	10-15	3a	12 a	3,3b	0,5 a	1 a	1b	35b	8,5a	2,5c	27,7b	77a	7b
	15-20	2b	11a	3,4b	0,6 a	1 a	1b	29b	9,1 a	2,8c	32 b	77a	9b
	0-20	3a	13 a	3,3b	0,5a	1 a	1b	35b	9,3 a	2,5c	37b	78a	7b
	20-40	2b	4 b	3,6a	0,4a	1 a	2a	16c	7,8 a	3,0b	18,8c	72a	16a
	40-60	1c	15 a	3,6a	0,5a	1 a	1b	66 a	10,7 a	2,5c	68,9a	79a	4c
CM	0-5	7a	30a	3,2c	0,4a	6 a	5 a	64 a	12,8 a	11,4a	76,4a	54b	16b
	5-10	6a	30a	3,2c	0,4a	2 b	4b	69 a	12,8a	6,4c	75,4a	66a	9,0b
	10-15	5b	27a	3,2c	0,4a	4 a	4b	56a	11,6a	8,4b	64,2a	58b	14b
	15-20	4c	22a	3,2c	0,4a	4 a	3c	59a	11,4 a	7,7b	66,5a	59b	13b
	0-20	6a	25a	3,2c	0,4a	1 b	3 c	64a	12,2 a	4,0c	68,4a	75a	6b
	20-40	3d	9b	3,3b	0,2b	1 b	1d	23b	7,3 b	2,6c	25,4b	74a	10b
	40-60	3d	5b	3,6a	0,2b	3 b	2d	15b	4,1 c	5,8c	19,6b	49b	23a

<sup>1</sup>materia orgânica; <sup>2</sup>acidez potencial; <sup>3</sup>soma de bases; <sup>4</sup>capacidade de troca de cátions; <sup>5</sup>saturação por alumínio; <sup>6</sup>saturação por bases.

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 1% ou 5%, pelo teste de Scott-Knott.

Os solos apresentam elevada acidez, com valores de pH variando de 3,1 a 4,2 para floresta baixa (Tabela 5) e 2,9 a 4,4 para floresta alta (Tabela 6), aumentando gradualmente em profundidade.

A condição de pH baixo limita a presença de organismos decompositores e, conseqüentemente, aumenta o tempo para a degradação do material vegetal, o que permite a formação de uma espessa camada de serrapilheira. A degradação lenta da serrapilheira promove um retorno gradual de nutrientes para o solo e minimiza as perdas por lixiviação (MORAES et al., 1999).

Resultados obtidos por outros autores também evidenciaram os elevados níveis de acidez dos solos de restinga (Moraes, 1993; Pinto, 1998; Guedes-Silva, 2003; Carrasco, 2003; Reis-Duarte, 2004; Sato, 2007; Menezes et al., 2010; Casagrande et al., 2010; Assis et al., 2011). Valores de pH dessa magnitude, entre 3,5 e 4,0, favorecem a disponibilidade de micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco), além de diminuir a atividade de microorganismos, resultando na inibição do processo de decomposição de matéria orgânica do solo (RAIJ et al., 1991).

As profundidades 0 - 5 e 5 - 10 cm, tanto para floresta alta como baixa, para todos os locais estudados, apresentaram os maiores valores de Ca e Mg, atingindo teores superiores a  $4 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  para o Ca e  $5 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  para o Mg. Aos níveis baixos de Ca e Mg estão associados a elevados níveis de alumínio e saturação por alumínio (Tabelas 5 e 6), nas florestas altas e baixas de restinga, para todas as profundidades estudadas.

O teor de Al variou de 1,2 a  $20 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  para floresta baixa e de 2,2 a  $12,6 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  para floresta alta (Tabelas 5 e 6). A saturação por alumínio (m) variou de 33 a 78% para floresta baixa e de 46,7 a 90,8% para floresta alta (Tabelas 5 e 6 e Figura 3). Outros autores também encontraram altos teores de Al: Sugiyama (1993), na Ilha do Cardoso; Guedes e Silva (2003), em Bertioga; Carrasco (2003), em Ilha Comprida, e Assis et al. (2011) em Picinguaba. Dessas amostras de solo de restinga anteriormente citadas, 63% apresentaram resultados acima de 10,0, e 11% acima de  $20 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$ .

No presente estudo, 28% da fisionomia floresta baixa e 52% da floresta alta de restinga, nas áreas estudadas, apresentaram valores de Al superiores a  $10 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$  e 12% da fisionomia floresta alta de restinga, nas áreas estudadas, apresentaram valores superiores a  $20 \text{ mmol}_c\text{dm}^{-3}$ .

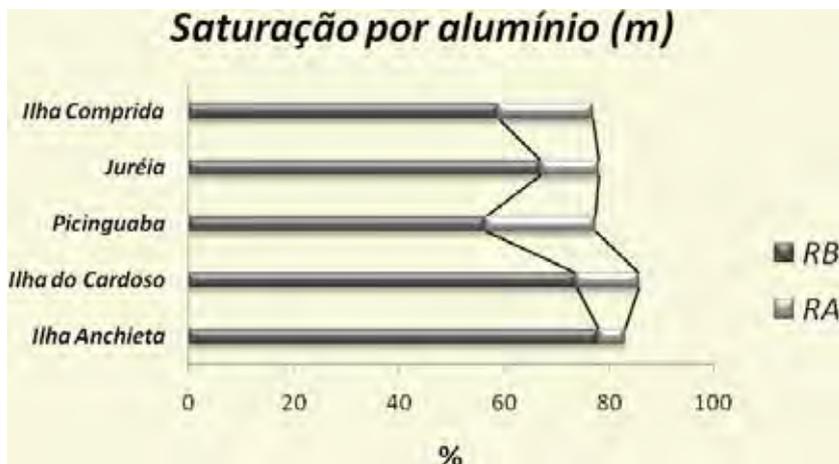


Figura 3. Valores médios de saturação por alumínio (m) na profundidades de 0 – 20 cm para as fitofisionomia floresta baixa (RB) e floresta alta (RA) de restinga em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida.

Os teores de Al foram mais elevados na profundidade de 40 a 60 cm, em relação à camada superior nos casos do horizonte espódico (floresta alta e baixa de restinga da Ilha Anchieta e floresta alta da Juréia-Itatins). Para Reis-Duarte (2004), o valor relativamente elevado de Al trocável e a escassez das bases trocáveis (Na, K, Ca e Mg), devem resultar numa das mais importantes limitações para a revegetação dos solos de restinga. Miyasaka et al. (1991) ressaltam que a toxidez do Al é um importante fator limitante do crescimento das plantas. Segundo Kochian (1995), quando o solo torna-se mais ácido, formas fitotóxicas do Al são liberadas para a solução do solo em níveis que afetam o desenvolvimento radicular e, por conseguinte, das plantas. O sintoma inicial da toxidez do Al é a inibição da alongação das raízes e, posteriormente, a inibição da absorção de água e nutrientes.

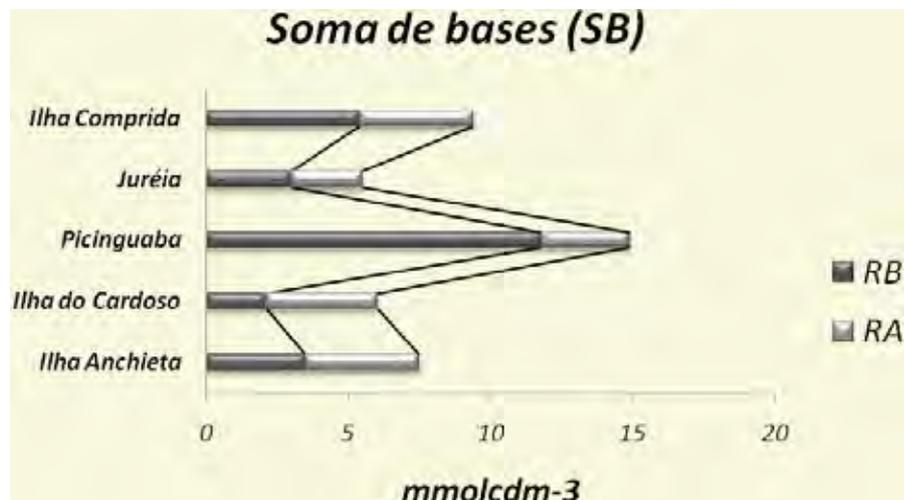


Figura 4. Valores médios de soma de bases (SB) na profundidades de 0 – 20 cm para as fitofisionomia floresta baixa (RB) e floresta alta (RA) de restinga em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida.

Os valores de soma de base (SB) encontrados (Tabelas 5 e 6 e Figura 4), variando de 2 a 12  $\text{mmol}/\text{dm}^3$ , sempre foram muito baixos, resultando em valores também baixos para saturação por bases, 2 a 20%, para todas as áreas estudadas, com exceção de Picinguaba.

A saturação por bases é sempre baixa, resultando em baixos valores de V% (Tabelas 5 e 6 e Figura 5), indicando baixa fertilidade em todo o perfil, já que a maior parte da CTC está ocupada pelo alumínio.

Segundo Tuaf et al. (2011), os solos em floresta de Restinga, apresentam alta acidez e baixos valores de soma de bases (S.B) e de saturação de base (V%), resultando em solos de baixa fertilidade. As maiores diferenças encontradas entre os perfis estão relacionadas aos parâmetros de matéria orgânica, acidez potencial, CTC e V%.

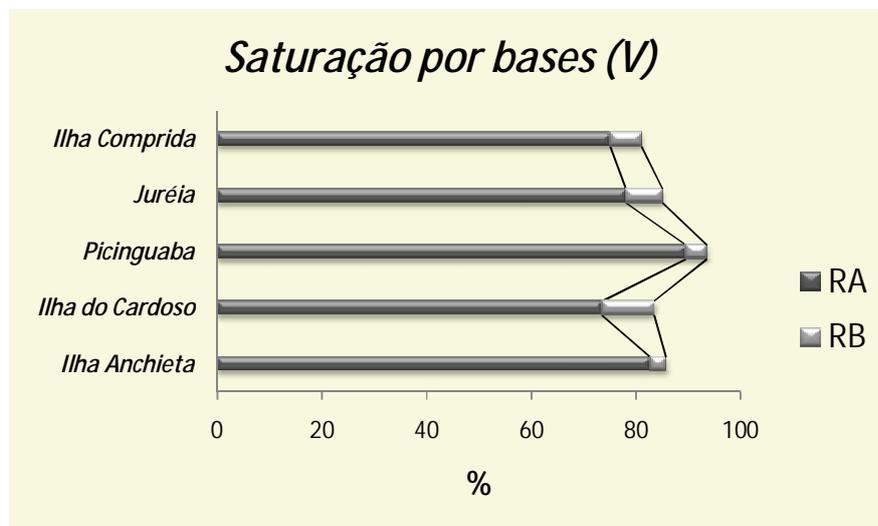


Figura 5. Valores médios de Saturação de base (SB) na profundidades de 0 – 20 cm para as fitofisionomia floresta baixa (RB) e floresta alta (RA) de restinga em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida.

Houve diminuição significativa dos teores de fósforo em profundidade (Tabelas 5 e 6), para todas as áreas estudadas, com exceção da restinga baixa da Ilha do Cardoso. Tal comportamento acompanha a distribuição da matéria orgânica do solo. Segundo Machado et al. (1993), o fósforo orgânico corresponde a 57% do fósforo total e existe correlação significativa entre o fósforo orgânico e a matéria orgânica do solo.

Os óxidos de Fe e Al são recobertos pela matéria orgânica, diminuindo a superfície de contato entre tais agentes fixadores e os íons fosfatos. Além de bloquear os sítios de absorção, adicionalmente a matéria orgânica retém os íons fosfatos cuja disponibilidade é aumentada no solo (MARTINS, 2010).

Menezes et al. (2010), verificaram que os teores de carbono orgânico, K, P, Ca+Mg, Al e H+Al diminuíram de acordo com a profundidade do solo, obtendo melhores respostas nos primeiros cinco centímetros da camada de solo.

As análises de textura do solo foram subdivididas em floresta alta e baixa de restinga e litoral norte (Parque Estadual da Ilha Anchieta e Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba) e sul (Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Estação Ecológica Juréia Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida).

O contato entre oceano e continente proporciona uma diversidade de sedimentos que constituem as formações geológicas deste setor do litoral paulista. Três formações são identificadas: a Formação Pariquera-Açu, constituída de sedimentos fluviais; a Formação Cananéia, de depósitos arenosos marinhos; e, a Formação Ilha Comprida, de ambiente misto. Estas formações se constituíram durante o Quaternário e juntas compõem o Grupo Mar Pequeno (SOUZA & CUNHA, 2011).

O mapa geomorfológico mostra que o litoral sul do Estado de São Paulo tem como característica a presença da Serra do Mar afastada da linha de costa, o que possibilita a ocorrência de contínuas áreas de acumulação recente. Verifica-se que há grandes extensões de terraços marinhos e acumulações fluviais (SOUZA & CUNHA, 2011).

Apesar de os depósitos do litoral sul, ser mais recente, os resultados revelaram que existem poucas diferenças entre as fitofisionomias e áreas estudadas para os teores de areia, de silte e argila e parâmetros químicos estudados (Figuras 3, 4 e 5) entre o litoral norte (Figura 6) e litoral sul (Figura 7).

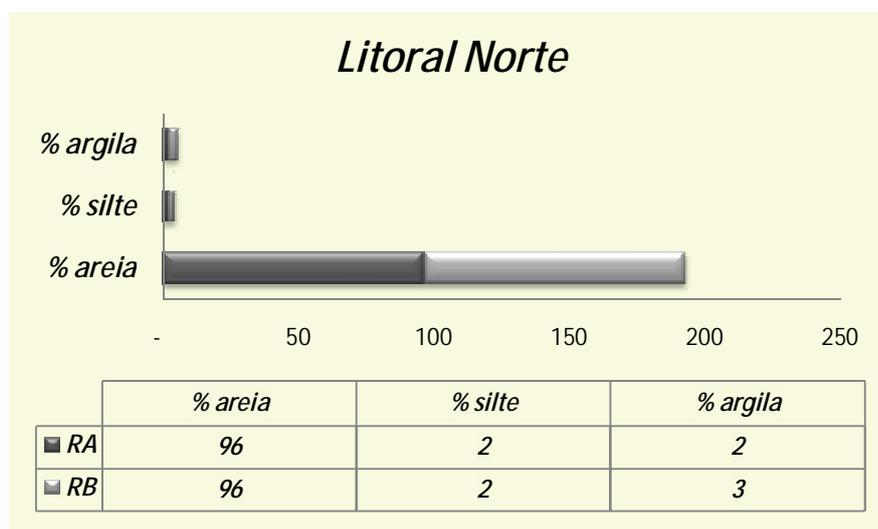


Figura 6. Valores médios de textura do solo (%), na profundidades de 0 – 20 cm para as fitofisionomia floresta baixa (RB) e floresta alta (RA) de restinga em estudo realizado nas áreas do litoral norte: Parque Estadual da Ilha Anchieta e Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba.

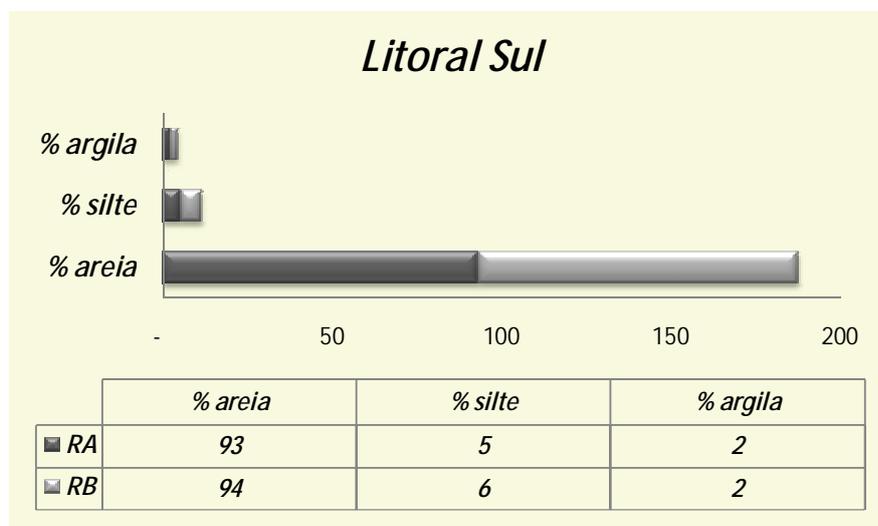


Figura 7. Valores médios de textura do solo (%), na profundidades de 0 – 20 cm para as fitofisionomia floresta baixa (RB) e floresta alta (RA) de restinga em estudo realizado nas áreas do litoral sul: Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Estação Ecológica Juréia Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida.

A areia é a fração dominante, sempre com teores médios superiores a 93%. Já os teores de argila são inferiores a 3 %. Esta textura define a densidade, porosidade, estrutura e capacidade de retenção de água que é muito baixa.

A predominância de areia e baixo teor de argila em outras florestas de restinga também foi constatado por Fabris (1995), Guedes et. al. (2006) e Brites (2005), Magnago (2010), Tuaf (2011).

Gomes et al. (2007) na floresta de Restinga da Ilha do Cardoso também encontraram a predominância de areia para áreas estudadas, com a presença de Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos.

A predominância de areia nos solos de fisionomias florestais confere uma permeabilidade elevada, com acentuada perda de nutrientes por lixiviação (Brites et al., 1997; Bigarella, 2001; Magnago, 2010).

O litoral paulista registra precipitação com médias anuais atingindo 2.200 mm (SANCHEZ et al., 1999), sem déficit hídrico anual. Esta precipitação, num solo extremamente arenoso acaba por promover a total lixiviação de nutrientes, principalmente abaixo dos primeiros 10 cm de profundidade (CASAGRANDE & SOARES, 2008), resultando em solos que conferem baixa resiliência ao ecossistema florestal de restinga, o que, na verdade, a caracteriza como edáfica.

#### 4. CONCLUSÕES

Independentemente dos processos geológicos, os solos de restinga são semelhantes entre si, quanto a sua fertilidade e textura;

Nas áreas em que ocorreram solos espódicos (floresta alta e baixa de restinga da Ilha Anchieta e floresta alta da Juréia - Itatins), ocorre valores mais elevados, em profundidade, de matéria orgânica, CTC e alumínio.

Os solos de floresta de restinga alta e baixa são naturalmente pobres em nutrientes, estando a maior reserva concentrada nas profundidades 0 – 5, 5 – 10 e 0 – 20 cm.

Areia é a fração dominante para todas as áreas estudadas de floresta alta e baixa de restinga, sempre com teores mínimos de 93%, e argila inferior a 3%. Este fato, aliado as altas precipitações do ambiente, contribui para a intensa lixiviação de nutrientes.

Destaca-se a importância da preservação do teor de matéria orgânica da camada superficial do solo de restinga para preservar o potencial de retenção de cátions.

## 5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE, M. A. B DE; LAMBERTI, A. **A** Vegetação. In: A **Baixada Santista: Aspectos Geográficos: As Bases Físicas**. vol. 1, p.151-179, 1965.
- ARATO, H. D. et al. Produção e decomposição de serapilheira em um sistema agroflorestal implantado para recuperação de área degradada em Viçosa-MG. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p. 715-721, 2003.
- ARAUJO, D.S.D.; LACERDA, L.D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, (Volume Especial ECO-92). vol. 6, n.33, p. 42-48, 1987.
- ARAUJO, D. S. D. Análise florística e fitogeográfica das Restingas do estado do Rio de Janeiro. 2000. Tese (Doutorado em Ecologia), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.
- ASSIS, M.A. et. al. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. **Biota Neotropica**, v.11, n.2, 2011.
- BIGARELLA, J. J. Contribuição ao estudo da Planície Litorânea do Estado do Paraná. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. TECPAR, Curitiba, v. jubilee. Dec. 2001.
- BRITEZ, R.M. Solos. p. 49-84. In: Marques, M.C.M. & Britez, R.M (orgs.). **História natural e conservação da Ilha do Mel**, Paraná, 2005.
- BRITEZ, R.M., et al. Nutrientes no solo de duas florestas da planície litorânea da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, n.4, p. 625-634, 1997.
- CAMARGO, O.A., et al. **Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agrônomo de Campinas**. Campinas, Instituto Agrônomo, 1986. 94p. (Boletim Técnico 106).
- CARRASCO, P. G. **Produção de mudas de espécies florestais de Restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando à recuperação de áreas degradadas em Ilha Comprida- SP**. 2003, 186f. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2003.
- CASAGRANDE, J. C. Considerações sobre Recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas. In: ANAIS DO SEMINÁRIO TEMÁTICO SOBRE

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 2003, São Paulo-SP. **Anais...** São Paulo, 2003. p. 92-93.

CASAGRANDE, J. C.; SOARES, M. R. Interação Solo-Planta: a importância da recuperação de solos degradados para reflorestamento heterogêneo. In: II Simpósio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas, 2008, Mogi-Guaçu. Anais do II Simpósio de Atualização em Recuperação de Áreas Degradadas. São Paulo - SP : Instituto de Botânica, 2008. v. 1. p. 126-131.

CASAGRANDE, J. C. et al. Manejo da Fertilidade do Solo para Implantação de Floresta de Restinga. In: XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas, XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo, VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 2010, Guarapari – ES. **Anais....** Guarapari, FERTBIO, 2010. Disponível em <<http://www.fertbio2010.com/TRABALHOS/1120.pdf> > Acesso em 2.11.10.

COELHO, M. R. et al. Fracionamento do alumínio por técnicas de dissoluções seletivas em espodossolos da planície costeira do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. 2010, v.34, n.4, p. 1081-1092.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). 1996. **Anexo da Resolução CONAMA 07/96, de 23 de julho de 1996**. Diário Oficial da União. Brasília. Publicado em 26.08.1996.

COSTA, G. S.; ANDRADE, A. G.; FARIA S. M. Aporte de nutrientes pela serapilheira de *Mimosa caesalpinifolia* (Sabiá) com seis anos de idade. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 3., 1997, Ouro Preto. Anais... Viçosa: SOBRADE/UFV, 1997. p. 344-349.

FABRIS LC. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES**. Rio Claro, 1995. 97p. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista. 1995.

GOMES, J.B.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B.; MENDONÇA, E.S. Solos de três áreas de restinga. I. Morfologia, caracterização e classificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p. 1907-1919, 1998.

GOMES, F.H., et. al. Solos sob vegetação de restinga na Ilha do Cardoso (SP): I. Caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1563-1580, 2007.

GOMES, J.B.; RESENDE, M.; REZENDE, S.B. & MENDONÇA, E.S. Solos de três áreas de restinga. I. Morfologia, caracterização e classificação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p. 1907-1919, 1998.

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 Botânica Brasilica**, v. 20, n. 2, p. 299-311, 2006.

GUEDES-SILVA, D.C. Florística, Estrutura e Informações sobre a Regeneração natural de fragmentos de florestas de restinga no Município de Bertioga – SP. 2003. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro–SP, 2003.

HAY, J.D. & LACERDA, L.D., 1984. Ciclagem de nutrientes no ecossistema de restinga. In: Lacerda, L.D., Araujo, D S D., Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs). Restinga: origem, estrutura, processos. Niterói: CEUFF. p. 461–477.

JUNIOR, J. L., CUZZUOL, G. R. F. Caracterização de solos de duas formações de restinga e sua influência na constituição química foliar de *Passiflora mucronata* Lam. (Passifloraceae) e *Canavalia rosea* (Sw.) DC. (Fabaceae). **Acta Botanica Brasilica**, v.23, n.1, p. 239-246, 2009.

KOCHIAN, L. V. Cellular mechanisms of aluminum toxicity and resistance in plants. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, **Palo Alto**, v.46, n.1, p.237-260, 1995.

KOEHLER, C. W.; REISSMANN, C. B.; KOEHLER, H. S. Deposição de resíduos orgânicos (serapilheira) e nutrientes em plantio de *Araucaria angustifolia* em função do sítio. **Revista do Setor de Ciências Agrárias**, v. 9, p. 89-96, 1987.

MACHADO, M.I.C.S.; BRAUNER, J.L.; VIANNA, A.C.T. Formas de fósforo na camada arável de solos do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.17, n.3, p.331-336, set./dez. 1993.

MAGNAGO, L. F. S. et al. Gradiente fitofisionômico-edáfico em formações florestais de Restinga no sudeste do Brasil. **Acta Botânica Brasilica**, v.24, n.3, p. 734-746, 2010.

MARTINS, S. C. **Caracterização dos solos e serapilheira ao longo do gradiente altitudinal da Mata Atlântica, estado de São Paulo**. 2010. 155 f. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, Brazil, 2010.

MARTIN, L. et al. **Geologia do Quaternário costeiro do litoral norte do Rio de Janeiro e do Espírito Santo**. Belo Horizonte: CPRM/FAPESP, 1997.

- MENEZES, L. F. T. et. al. Estrutura comunitária e amplitude ecológica do componente lenhoso de uma floresta de restinga mal drenada no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 24, n. 3, Sept. 2010.
- MIYASAKA, S.C.; BUTA, J.G.; HOWELL, R.K.; FOY, C.D. Mechanism of aluminum tolerance in snapbeans. Root exudation of citric acid. **Plant Physiology**, Rockville, v.96, p.737-743, 1991.
- MORAES, R.M. **Ciclagem de nutrientes minerais em mata atlântica de encosta e mata sobre restinga, na Ilha do Cardoso**, Cananéia, SP: produção de serrapilheira e transferência de nutrientes. 1993. 151p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1993.
- MORAES, R.M.; DELITTI, W. B. C.; STRUFFALDI-DE-VUONO, Y. Litter fall and litter nutrient content two Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v.50, p.163-173, 1999.
- MOURA FILHO, G. Caracterização e uso de solos arenosos associados à foz do Rio São Francisco, no litoral sul de Alagoas. 1998. 169p. (Tese de Doutorado). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 1998.
- OLIVEIRA, A. P. et al. Pedogênese de espodosolos em ambientes da formação de barreiras e de restinga do sul da Bahia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, n.3, p. 847-860, 2010.
- PINTO, M. M. **Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de mata atlântica na Ilha do Cardoso**, Cananéia, SP. 1998. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- PIRES, L. A.; BRITZ, R. M.; MARTEL, G.; PAGANO, S. N. Produção, acúmulo e decomposição da serrapilheira em uma restinga da Ilha do Mel, Paranaguá, PR, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 1, p. 173-184. 2006.
- RAIJ, B. Fertilidade do solo e adubação. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS DA ACIDEZ DO SOLO, 2, 1989. Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1989. p.74-100.
- RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.
- REIS-DUARTE, R.M. **Estrutura da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP)**: Bases para Promover o Enriquecimento com Espécies Arbóreas

- Nativas em Solos Alterados. 2004. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2004.
- RODRIGUES, R.R. Recuperação de áreas degradadas em restinga. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA SERRA DO MAR E FORMAÇÕES FLORESTAIS LITORÂNEAS, 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 2000, p.98-105.
- RODRIGUES, M. A. et al. Avaliação da chuva de sementes em áreas de restinga em diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 34, n. 5, Oct. 2010.
- ROSS, J. L. S.; MOROZ, I. C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: IPT/FAPESP, 1997.
- ROSSI, M. **Fatores formadores da paisagem litorânea: A bacia do Guaratuba, São Paulo – Brasil**. São Paulo, Universidade de São Paulo, 1999. 159p. (Tese de Doutorado).
- SAMPAIO, D. et. al. **As árvores de restinga – guia de identificação**. Editora Neotrópica, São Paulo, SP, 2005.
- SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO FILHO, H.F.; CESAR, O. Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 22, n.1, p. 31-42. 1999.
- SATO, C. A. **Caracterização da fertilidade do solo e da composição mineral de espécies arbóreas de restinga do litoral paulista**. 2007, 97f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal), Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – SP, Rio Claro, 2007.
- SETZER, J. Distribuição normal das chuvas no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v.8, n.1, p. 3-69, 1946.
- SILVA, S. M., et. al. Levantamento Florístico da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. II. Fanerógamas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 40, 1993, Cuiabá (MT). **Resumos...** Cuiabá, 1993. p.179.
- SOUZA, J. A.; DAVIDE, A. C. Deposição de serrapilheira e nutrientes em uma mata não minerada e em plantações de bracatinga (*Mimosa scabrella*) e de eucalipto (*Eucalyptus saligna*) em áreas de mineração de bauxita. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 101-113, jan./mar. 2001.

SOUZA, T. A.; CUNHA, C. M. L. O Litoral Sul do Estado de São Paulo: uma proposta de compartimentação geomorfológica. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia v. 12, n. 37, p. 107 – 123 mar/2011.

SUGIYAMA, M. Estudo de Florestas da Restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v.11, p. 119-159, 1998.

SUGIYAMA, M. **Estudo de florestas na restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP**. 1993. 94f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP, 1993.

SUGUIO, K. **Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais {Passado + Presente = Futuro?}**. São Paulo: Paulo's Comunicação e Artes Gráficas, 2001. 300 p.

TUAF et al. Detecção de unidades geobotânicas em Floresta de Restinga sob sedimentos holocênicos através do sensoriamento remoto. **Anais... XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, Curitiba, PR, Brasil, INPE p.16-44, 2011.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO E INTERAÇÃO COM O SOLO SOB FLORESTA DE RESTINGA DO LITORAL PAULISTA**

## **CARACTERIZAÇÃO DA VEGETAÇÃO E INTERAÇÃO COM O SOLO SOB FLORESTA DE RESTINGA DO LITORAL PAULISTA**

**RESUMO** - Este trabalho abrangeu o Litoral do Estado de São Paulo, desde Ubatuba - litoral norte (Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba e Parque Estadual da Ilha Anchieta) até a Ilha do Cardoso - litoral sul (Estação Ecológica Juréia-Itatins, Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida e Parque Estadual da Ilha do Cardoso). O objetivo foi caracterizar o estrato arbóreo de dez áreas de florestas de restinga alta e baixa do litoral do estado de São Paulo, verificar se há similaridade florística entre as áreas e analisar se a similaridade está associada ao solo. A amostragem das espécies arbóreas foi feita por meio do “método de quadrantes”. O critério para inclusão amostral considerou todos os indivíduos arbóreos com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 1,6 cm, inclusive aqueles que apresentavam duas ou mais ramificações do caule abaixo de 1,30 m, cuja soma dos DAPs fosse igual ou maior do que 1,6 cm. Para as análises de fertilidade dos solos, foram utilizadas amostras na profundidade 0 - 10 cm, sendo analisados matéria orgânica, pH, P, Na, K, Ca, Mg, H + Al, Al, SB (saturação de bases) e CTC. Os resultados foram: as florestas de restinga apresentam alta similaridade florística; A maioria das espécies apresentou alta frequência, ou seja, um grande número de espécies teve indivíduos distribuídos em muitos pontos; Apresentou maior riqueza de espécies a floresta alta da Juréia e Picinguaba e para a floresta baixa a Ilha do Cardoso e Juréia; Na interação solo vegetação, para a mesma fitofisionomia, floresta baixa e alta da Juréia apresentaram maior similaridade, já para fitofisionomias diferentes a floresta baixa da Juréia e Ilha Anchieta apresentaram maior similaridade.

**Palavras-chave:** floresta, solos, estrato arbóreo, restinga.

## VEGETATION CHARACTERIZATION AND SOIL INTERACTION UNDER RESTINGA FOREST IN SÃO PAULO COAST

**ABSTRACT** - This work covered the coast of São Paulo, from Ubatuba - north coast (Serra do Mar State Park - Núcleo de Picinguaba and Ilha Anchieta State Park) to Ilha do Cardoso - south coast (Juréia Ecological Station – Itatins, Vila de Pedrinhas in the city of Ilha Comprida and the Cardoso Island State Park). This work's objective was to characterize the upper stratum from ten areas of high and low restinga forests of São Paulo coast, verify if there is floristic similarity among the areas and to analyze if similarity is associated to soil. Sampling of tree species was made through the "method of quarters". For the soils samples from 0-10 cm depth were used for multivariate analysis, being analyzed the organic matter, pH, P, Na, K, Ca, Mg, H + Al, Al, BS (base saturation) and CTC. It was found that restinga forests exhibit high floristic similarity; Most species showed high frequency, ie, a large number of species had individuals in many places; Juréia-Itatins high forest and Núcleo Picinguaba showed greater species richness, whereas Ilha do Cardoso and Juréia-Itatins showed greater species richness for low forest; In soil-vegetation interactions, for the same vegetation type, low and high Juréia-Itatins forests showed higher similarity, whereas for different vegetation types low restinga forest of Ilha Anchieta and Juréia showed greater similarity.

**Key words:** forest, soil, tree layer, restinga.

## 1. INTRODUÇÃO

As planícies arenosas das restingas são ocupadas por uma grande variedade de comunidades vegetais, devido à diversidade de sua topografia e diferentes condições ambientais, propiciando a formação de muitos habitats e conseqüentemente, de uma flora rica e variada (ARAÚJO, 1984).

Os solos arenosos, de modo geral, são os que apresentam a menor diversidade de plantas, entretanto, o efeito da fertilidade sobre o número de espécies vegetais que se desenvolvem nessas regiões não é tão claro assim.

Há predomínio de estudos florísticos em florestas altas de restinga. Dentre eles estão os trabalhos de Furlan et al. (1990), César e Monteiro (1995), Assis (1999) e Diniz (2009) em Picinguaba; Reis Duarte (2004), na Ilha Anchieta; Mantovani (1992), em Caraguatatuba; Girardi (2001) e Silva (2003), em Bertioga; Ramos Neto (1993) e Carvalhaes (1997) em Iguape; Carrasco (2003) e Silva (2006) em Ilha Comprida; Sztutman e Rodrigues (2002) em Pariguera- Açu; e De Grande e Lopes (1981), Barros et al. (1991) e Sugiyama (1998, 2003), na Ilha do Cardoso, Assis et al. (2011) em Picinguaba.

Objetivamos nesse trabalho caracterizar o estrato arbóreo de dez áreas de florestas de restinga alta e baixa sobre o litoral norte e sul do estado de São Paulo, verificar se há similaridade florística entre as áreas e analisar se a similaridade está associada ao solo.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado ao longo da Planície Litorânea do Estado de São Paulo, desde Ubatuba no litoral norte à Cananéia, localizada no litoral sul (Figura 1).



Figura 1. Localização do litoral do estado de São Paulo. Os pontos em vermelho indicam os locais amostrados neste estudo.

Em cada um dos locais de estudo, anteriormente definidos, foram analisadas duas fitofisionomias da vegetação da Restinga: floresta baixa e floresta alta de restinga, que são caracterizadas pela Resolução CONAMA, nº 7 de 23 de julho de 1996 como “Vegetação Sobre Cordões Arenosos”.

As áreas de amostragem foram alocadas no Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Estação Ecológica Juréia-Itatins, Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida e Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

O clima da região é do tipo Af, segundo Koppen, tropical constantemente úmido. A precipitação média anual é de 2,248 mm, sem ocorrência de estação seca. A temperatura média anual é de 21,3°C, podendo chegar a 29°C (SETZER, 1946; PINTO, 1998).

A amostragem das espécies arbóreas foi feita por meio do “método de quadrantes”.

Para diminuir as chances de amostragens subestimadas ou superestimadas ao longo dos gradientes, foram feitas visitas prévias às áreas de amostragem para determinar as linhas de “picadas” de modo adequado. Mediu-se a distância dos quatro indivíduos arbóreos mais próximos à demarcação e orientação da cruzeta, com diâmetro igual ou maior a 1,6 cm e foram plaqueados. Estes tiveram sua altura, circunferência e identificação anotadas, além de serem coletadas partes de ramos em estágio reprodutivo para identificação da espécie. A identificação do material botânico foi realizada através de análise morfológica utilizando microscópio estereoscópico, consultas à bibliografia especializada, comparação com exsicatas do herbário, bem como consultas a especialistas.

As exsicatas foram depositadas no Herbário Rio Clarence (HRCB), do Instituto de Biociências da UNESP, campus Rio Claro.

Foi realizada a curva do número de espécies *versus* número de indivíduos para determinar o número de pontos quadrantes necessários por transecto (MUELLER-DUMBOIS E ELLENBERG, 1974).

Para a análise dos parâmetros fitossociológicos foram obtidos a densidade, frequência, dominância, importância das espécies amostradas e diversidade. Foram calculados os Índices de Diversidade de Shannon ( $H'$ ), Simpson e a equabilidade (MAGURRAN, 1988). As análises fitossociológicas foram feitas com o auxílio do “software” FITOPAC 2 (SHEPHERD, 2007).

As amostras de vegetação e solos foram obtidas em cinco áreas de florestas baixa e cinco de florestas alta de restinga, num total de dez áreas de coleta, conforme pode ser verificado na Tabela 1.

Tabela 1. Áreas onde foram realizados os estudos florísticos, fitossociológicos e as coletas de solo da floresta baixa e alta de restinga: Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

Áreas	Coordenadas			
	Floresta alta (FA)		Floresta baixa (FB)	
<i>Ilha Anchieta</i>	22° 18' 54.66'' S	47° 22' 57.12'' W	22° 18' 54.66'' S	47° 22' 57.12'' W
<i>Ilha do Cardoso</i>	25° 04' 29.50'' S	47° 55' 41.10'' W	25° 04' 18'' S	47° 55' 24.20'' W
<i>Núcleo Picinguaba</i>	23° 20' 56.76'' S	44° 51' 02.58'' W	23° 21' 41.46'' S	44° 50' 47.40'' W
<i>Juréia- Itatins</i>	24° 33' 2.16'' S	47° 13' 41.16,80'' W	24° 32' 18,18'' S	47° 12' 25,44'' W
<i>Ilha Comprida</i>	25° 04' 29.50'' S	47° 55' 41.10'' W	25° 54' 33,30'' S	47° 46' 21.42'' W

As análises químicas do solo nas profundidades 0 – 5, 5 – 10, 10 – 15, 15 – 20, 0 – 20, 20 – 40 e 40 – 60 cm, foram realizadas com a finalidade de verificar qual a melhor profundidade para correlacionar parâmetros de fertilidade do solo com a vegetação. Para cada profundidade, foram analisados (CAMARGO et al., 1986): pH, M.O., P, K, Ca, Mg, S, Al, H+Al, Na, B, Cu, Fe, Mn, Zn, m, SB, CTC e V.

Para as análises físicas - granulometria - (CAMARGO et al., 1986), cada amostra de solo foi composta de 15 sub-amostras, para cada uma das profundidades e para cada fitofisionomia estudada.

Foram feitas análises multivariadas de e ordenação para as variáveis de solo e vegetação. Como o número de indivíduos foi diferente entre as localidades, a densidade de cada espécie foi corrigido pelo número total de indivíduos amostrados em cada área. Foram feitas análises de agrupamento utilizando-se o índice de Bray-Curtis, pois esse índice é adequado para dados de abundância (LEGENDRE & LEGENDRE 1998).

Realizou-se a Análise de Correspondência (CA), que permite verificar a ocorrência de gradientes ambientais na ordenação das amostras (KENT & COKER, 1992).

Para obtenção das ordenações foram feitas as análises de componentes principais (PCA) (JACKSON 1991). Foi feita a Análise Canônica de Correspondência (CCA) (BRAAK & SMILAUER 1998). A CCA foi feita a partir da matriz com os dados de abundância das espécies e da matriz com os dados de solo.

Foi feito o teste de Monte Carlo (MANLY, 1997) com 999 permutações para testar a significância dos eixos da CCA.

Todos as análises de agrupamento e de ordenação foram feitas com o auxílio do programa FITOPAC 2 (SHEPHERD 2007).

Para a análise química do solo, aplicou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 5 repetições. Para cada fitofisionomia foi considerado um ensaio individual (a análise de variância com teste F, com probabilidade de 1% e 5%: sendo as médias comparadas pelo teste de Scott Knott).

## **2.1 Descrição das áreas amostrais**

### **2.1.2 Parque Estadual da Ilha Anchieta**

O Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA) está localizado no litoral norte do estado de São Paulo (45°02' - 45°05'W e 23°31' - 23°34'S) e pertence ao município de Ubatuba (Figura 2) . O Parque ocupa toda a extensão da Ilha, abrangendo 828 ha. (GUILLAUMON et al., 1989).

A topografia da Ilha Anchieta é montanhosa com relevo bastante acidentado, predominando declividades superiores a 24°. As altitudes superiores a 300 m estão restritas aos picos que dividem os setores setentrionais (Pico do Papagaio, com 339 m) e o meridional, com 319 m. As inferiores a 6° prevalecem principalmente junto as Praias do Presídio e Praia Grande, na Restinga das Palmas (GUILLAUMON et al. 1989).

A vegetação encontrada na Ilha Anchieta é classificada como Floresta Atlântica de acordo com Rizzini (1997), porém a cobertura vegetal foi bastante alterada.

Reis-Duarte (2004) observou que as diversas fisionomias da vegetação caracterizam os estágios sucessionais da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta. Tais fisionomias revelam as ações de manejo que foram praticadas ao longo de sua história e que resultaram em alterações do solo. A madeira foi utilizada pelos moradores e presídio. Após a criação do Parque, em 1977, o rebanho de cabras foi retirado, implantada vigilância e o acesso à ilha limitado. Essas medidas criaram condições favoráveis à regeneração da vegetação natural.

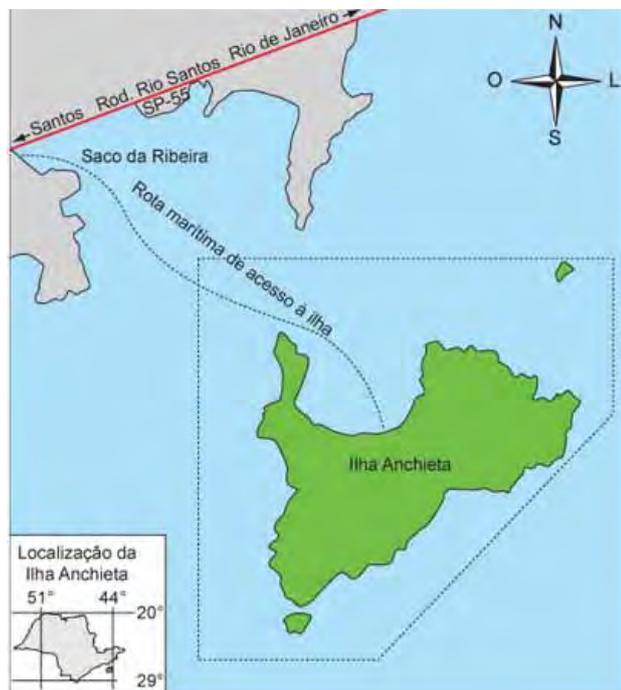


Figura 2: Localização da Ilha Anchieta

Foram estudados duas fitofisionomias, conforme a Figura 3. Floresta baixa (FBR) e alta de restinga (FAR) do Parque Estadual da Ilha Anchieta apresentam-se entre as coordenadas geográficas: (FBR -  $22^{\circ} 18' 54.66''$  S /  $47^{\circ} 22' 57.12''$  W e FAR -  $22^{\circ} 18' 54.66''$  S /  $47^{\circ} 22' 57.12''$  W).

a)



b)



Fotos Parque Estadual da Ilha Anchieta (PEIA): Sabonaro (2010).

Figura 3. Parque Estadual da Ilha Anchieta: (a) Floresta baixa de Restinga, (b) Floresta alta de Restinga.

### 2.1.2 Parque Estadual da Ilha do Cardoso

A Ilha do Cardoso, constitui uma exceção ao processo de ocupação do litoral. Seu território encontra-se protegido pela criação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, uma unidade de conservação que abriga um dos remanescentes da Mata Atlântica e apresenta uma amostra em pequena escala, da maioria dos tipos de vegetação ocorrentes na costa brasileira, como campus de altitude, florestas de encosta, florestas de restinga, vegetação de dunas e manguezais (SAMPAIO et al., 2005).

A Ilha do Cardoso situa-se no extremo sul do estado de São Paulo, na divisa com o estado do Paraná, no município de Cananéia (Figura 4), localizada entre os paralelos 25°04' e 25°20' S e os meridianos 47°54' e 48°05' W (NOFFS & BAPTISTA-NOFFS, 1982).

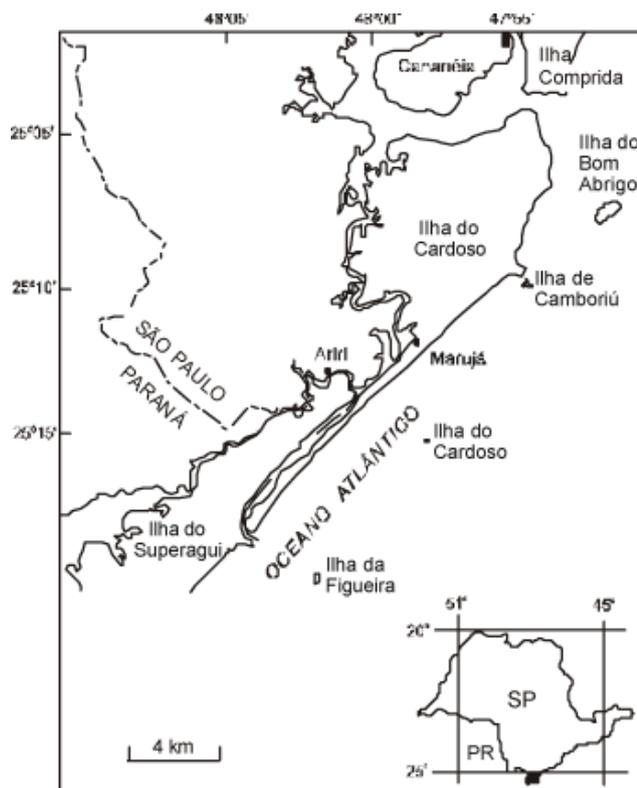


Figura 4: Localização da Ilha do Cardoso

Segundo a classificação de Koeppen, o clima é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, sem estação seca, com pluviosidade e umidade relativa elevadas (PFEIFER,

1981). A Ilha do Cardoso apresenta dois tipos climáticos diferenciados pela cota de 20 metros, sendo que a região situada em níveis inferiores, onde está a planície litorânea, é de clima tropical constantemente úmido. Nos níveis superiores a 20 metros é quente úmido, sem estiagem (SUGIYAMA, 1993). Utilizando-se o método de Thorntwaite & Matter observa-se no balanço hídrico mensal do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PFEIFER, 1981) que a evaporação é inferior à pluviosidade, não havendo, portanto déficit de água, com excesso nos meses de verão.

De acordo com Bernardi et al. (2005) são identificados na Ilha do Cardoso sete tipos de vegetação: Pioneira de Dunas, Restinga, Floresta Pluvial Tropical da Planície Litorânea, Floresta Pluvial Tropical de Encosta, Floresta Arbustiva de Topos Montanhosos, Vegetação Secundária e Vegetação de Manguê.

As formações vegetais das restingas são protegidas pela legislação brasileira, em parte por serem consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs) pelo Código Florestal (Lei Federal nº 4771) e pela resolução n.º 303/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em parte por pertencerem ao bioma da Mata Atlântica, o qual é protegido por diversos diplomas legais (SAMPAIO et al, 2005).

Foram estudados duas fitofisionomias, conforme a Figura 5. A Floresta baixa e alta de restinga da Ilha do Cardoso apresentam-se entre as coordenadas geográficas (FBR 25° 04' 18''S / 47° 55' 24.20''W e FAR 25° 04' 29.50''S / 47° 55' 41.10''W).

a)



b)



*Fotos Ilha do Cardoso: Sabonaro (2010).*

Figura 5. Ilha do Cardoso: (a) Floresta baixa de Restinga, (b) Floresta alta de Restinga.

### 2.1.3 Núcleo Picinguaba

O Núcleo Picinguaba pertence ao Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba, desde 1979.

Situado no município de Ubatuba, os cerca de 47.500 ha do Núcleo Picinguaba é a única porção do Parque Estadual da Serra do Mar que atinge a orla marinha (SMA 1996).

Geograficamente encontra-se posicionada no extremo norte do litoral do estado de São Paulo (Figura 6), cuja região litorânea caracteriza-se pela ocorrência descontínua de pequenas baías e praias estreitas, intercaladas pelos avanços da Serra do Mar (PONÇANO et al., 1981).

O acesso à região se dá pela Rodovia RB - 101, que atravessa a planície estudada e é responsável por inúmeras modificações no ambiente

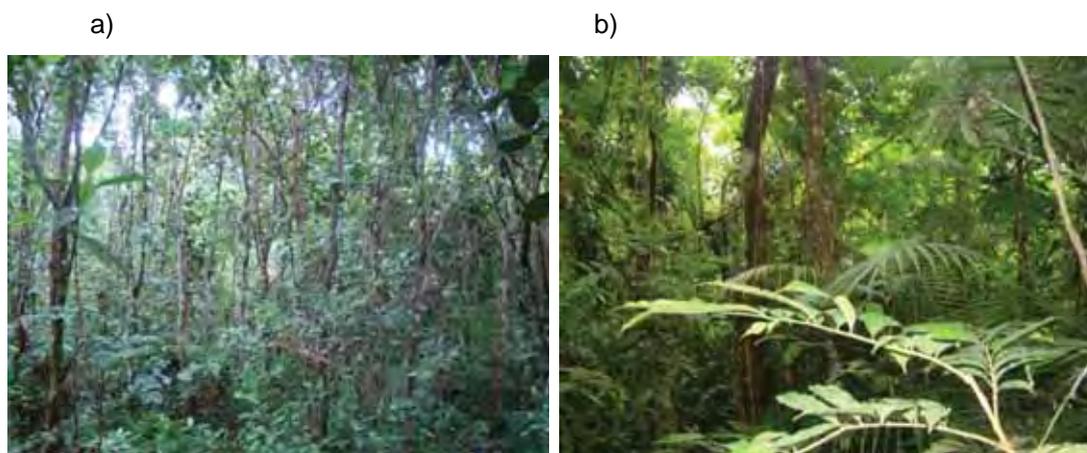


Figura 6: Localização do Núcleo Picinguaba

As altitudes no Núcleo Picinguaba variam do nível do mar a 1.340 metros. O clima regional é tropical úmido, sem estação seca (SETZER 1966), com uma precipitação média anual superior a 2.200 mm. Mesmo nos meses mais secos, junho a agosto, a precipitação média mensal nunca é inferior a 80 mm.

A vegetação desta planície está representada por um complexo de formações vegetais muito diversificadas segundo as formas, as extensões de suas áreas de ocupação e quanto aos seus aspectos fisionômicos. As principais influências para a composição deste mosaico de vegetação são as características fisiográficas, os fatores edáficos, o histórico da evolução e desenvolvimento da própria flora e as intervenções antrópicas (ASSIS, 1999).

Foram estudados duas fitofisionomias, conforme a Figura 7. A Floresta baixa e alta de restinga do Núcleo Picinguaba apresentam-se entre as coordenadas geográficas (FBR- 23° 21' 41.46''S / 44° 50' 47.40''W e FAR- 23° 20' 56.76''S / 44° 51' 02.58''W).



*Fotos do Núcleo Picinguaba: Sabonaro (2010).*

Figura 7. Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar: (a) Floresta baixa de Restinga, (b) Floresta alta de Restinga.

#### **2.1.4 Estação Ecológica da Juréia- Itatins**

A Estação Ecológica da Juréia- Itatins (EEJI) está localizada entre os paralelos 24° 17' - 24° 40' e 40° 00' - 47° 30'W, nos municípios de Iguape, Peruíbe, Miracatu e Itariri, a cerca de 210 Km da cidade de São Paulo. Com área aproximada de 80.000 ha, é a maior Estação Ecológica do estado de São Paulo (Figura 8).

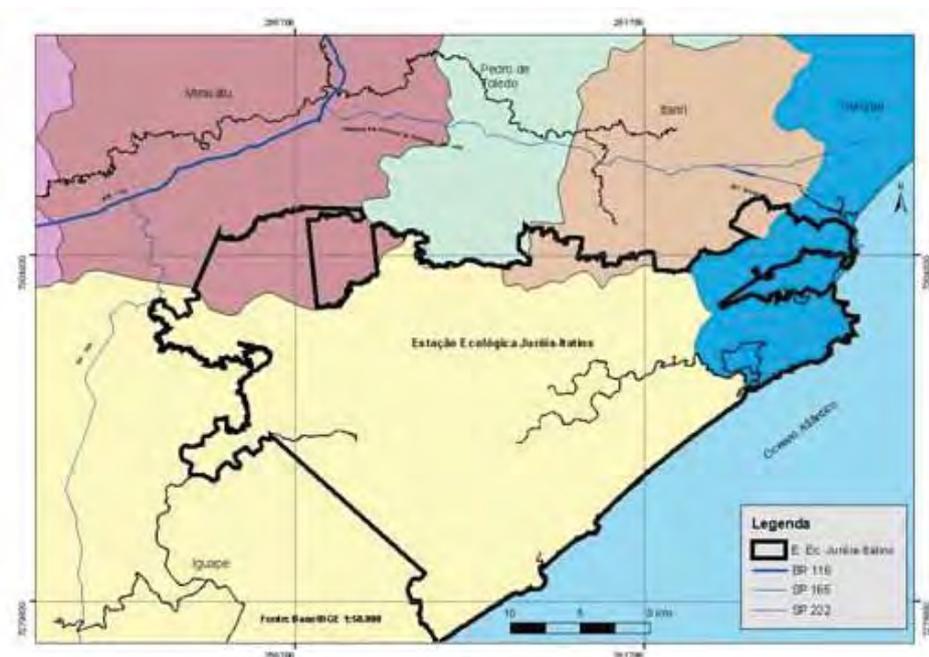


Figura 8: Localização da Estação Ecológica da Juréia- Itatins

Em termos fisiográficos podemos distinguir três unidades geomorfológicas: Morros e Serras, Planície Costeira e Praias (SOUZA; CAMPELLARI, 2004). A EEJI engloba um dos remanescentes mais relevantes do Estado de São Paulo de Mata Atlântica e ecossistemas associados (MAMEDE et al., 2001).

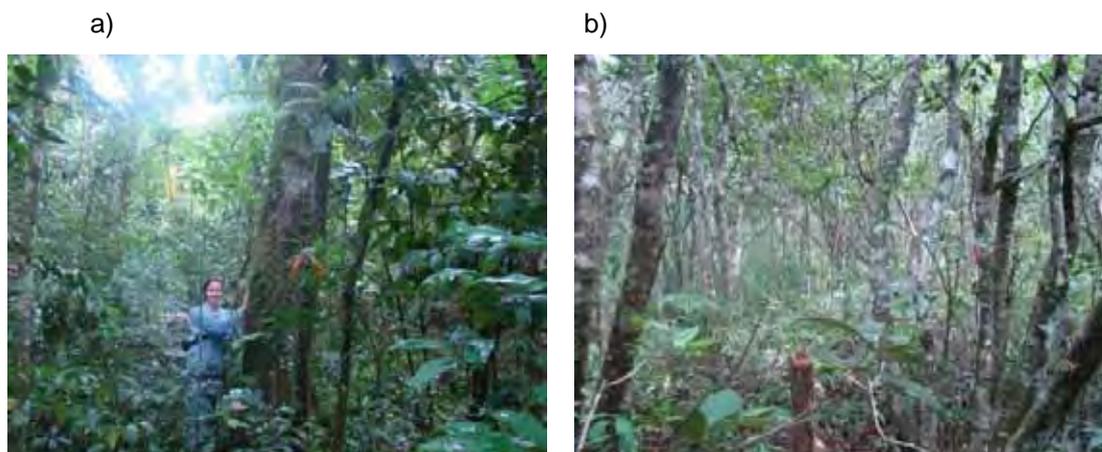
O solo na floresta de Restinga da EEJI é pobre, ácido e lixiviado, apesar da vegetação ter excelente desenvolvimento, com uma formação arbórea-arbustiva de médio porte (NAVARRA, 1984).

A Zona Costeira e Marinha onde está inserida a EEJI foi considerada pelo Ministério do Meio Ambiente (2008) como de importância biológica de muito alta a extremamente alta, que demanda uma prioridade de ação extremamente alta.

A região da Juréia foi considerada uma das áreas prioritárias para a conservação da flora e da biodiversidade da Mata Atlântica, indicando a realização de inventários biológicos nas unidades de conservação como uma das ações prioritárias para preencher a enorme lacuna sobre a biodiversidade.

As restingas da região da Juréia, apesar de terem sofrido algumas ações antrópicas, são consideradas como um dos locais mais protegidos da costa brasileira (SOUZA & CAPELLARI, 2004).

Foram estudados duas fitofisionomias, conforme a Figura 9. A Floresta baixa e alta de restinga da Estação Ecológica Juréia-Itatins apresentam-se entre as coordenadas geográficas (FBR - 24° 32' 18,18''S / 47° 12' 25,44''W e FAR - 24° 33' 2.16''S/ 47° 13'41.16,80''W).



*Fotos da Estação Ecológica Juréia-Itatins, SP: Sabonaro (2010).*

Figura 9. Estação Ecológica Juréia-Itatins, SP - (a) Floresta baixa de Restinga , (b) Floresta alta de Restinga.

### **2.1.5 Ilha Comprida**

O município de Ilha Comprida (Figura 10), localizado a aproximadamente 24°45'S e 47°33'W, no Boqueirão Norte, possui uma área territorial de 252km<sup>2</sup> e faz parte do Complexo Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape – SP. Com 74km de praias e 3 a 5 km de largura, sua menor distância da costa em linha reta é de 0,31km (ILHA COMPRIDA, 2010).

Apresenta clima tropical úmido, com uma temperatura média anual de 22°C. Mesmo tendo sofrido intenso processo de especulação imobiliária, ainda é um dos locais do litoral paulista que se encontra parcialmente preservado (LAMPARELLI, 1999) e foi selecionada tendo em vista esse estado de conservação das florestas de restinga.

Localizada no extremo sul do litoral do Estado de São Paulo, a Ilha Comprida teve sua origem a partir de depósitos sedimentares holocênicos do Cretáceo Superior (SUGUIO; MARTIN, 1987). O Morrete, com 42m de altitude, é a única elevação que se destaca no relevo baixo e plano, já que esta ilha exhibe altitudes

quase sempre inferiores a 5m e possui larguras que variam entre 3 e 5 km, com uma extensão de 74 km (ILHA COMPRIDA, 2010).

A Ilha é essencialmente arenosa, com exceção de uma intrusão alcalina, denominada Morrete, localizada na porção sul da Ilha. É separada do continente por canais do complexo estuarino-lagunar, de Cananéia-Iguape, cujas larguras variam de 400 m a 1200 m.

A partir de 1970, através da implantação de loteamentos, intensificou-se a ocupação e uso do solo em Ilha Comprida (SÃO PAULO, 1989).

A especulação Imobiliária veio aliada ao corte das vegetações, através da privatização de áreas de praias e das margens dos rios e estuários, resultando na expulsão de moradores tradicionais, dificultando o acesso dessas comunidades à terra e aos recursos naturais renováveis (DIEGUES, 2002).

O solo na planície costeira, desde o limite do litoral sul até aproximadamente a Ponta de Boracéia (no litoral central), caracteriza-se por ser mineral (Podzol Hidromórfico ou Espodossolo Cárbico Hidromórfico) e apresentar saturação com água em um ou mais horizontes, até 1m da superfície do solo, moqueado ou apresentando acúmulo de óxidos de ferro e/ou manganês (MANTOVANI, 2000), rico em alumínio (SUGIYAMA, 1998). Os Espodossolos Cárbicos Hidromórficos são muito pobres, moderada a fortemente ácidos, normalmente com saturação por bases muito baixa (EMBRAPA, 1999).

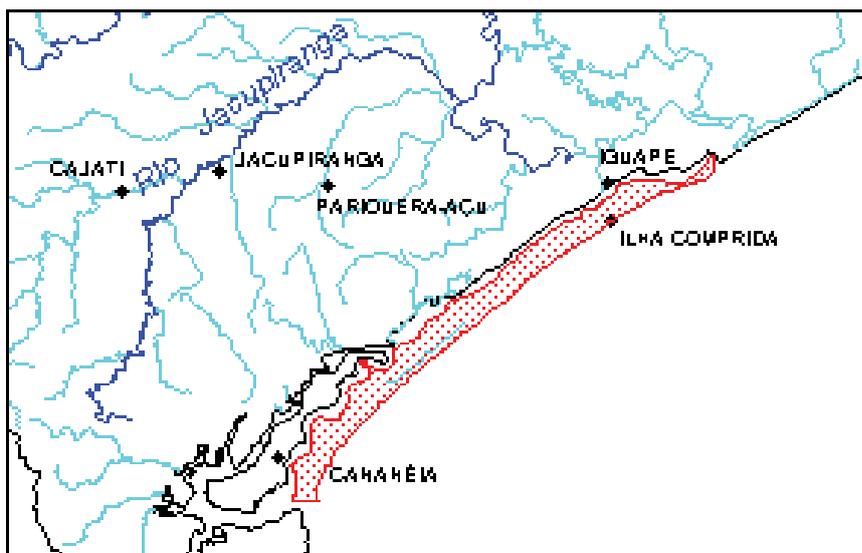


Figura 10: Localização da Ilha Comprida

Foram estudados duas fitofisionomias, conforme a Figura 11. A floresta baixa e alta de restinga da Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida apresentam-se entre as coordenadas geográficas (FBR - 25° 54' 33,30''S / 47° 46' 21.42''W) e FAR 25° 04' 29.50''S / 47° 55' 41.10''W).

a)



b)



*Fotos Ilha Comprida: Sabonaro (2010).*

Figura 12. Vila de Pedrinhas - Ilha Comprida: (a) Floresta baixa de Restinga, (b) Floresta alta de Restinga.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Florística

No levantamento florístico das espécies arbóreas do Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo Picinguaba (P), Estação Ecológica Juréia-Itatins (J) e Ilha Comprida - Vila de Pedrinhas. (CM), foram identificadas 74 espécies (70 espécies nativas e 4 espécies exóticas) e 25 famílias, listadas na Tabela 2, organizada em ordem alfabética.

Tabela 2 – Lista das famílias e espécies arbóreas amostradas em levantamento florístico das fisionomias Florestas alta e baixa, em áreas de Restinga no Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba (P), Estação Ecológica Juréia-Itatins (J) e Ilha Comprida - Vila de Pedrinhas. (CM).

FAMÍLIA	ESPÉCIE	ÁREAS				
		IA	IC	P	J	CM
Anacardiaceae	<i>Anacardium occidentale</i> L. (*)	X				
	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	X		X	X	
	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.		X	X		X
Annonaceae	<i>Annona glabra</i> L.	X	X	X		X
	<i>Guatteria australis</i> A. St. Hil.		X		X	X
	<i>Rollinia sericea</i> R. E. Fr.					X
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> Reiss.				X	
	<i>Ilex theezans</i> Mart.	X	X	X	X	X
	<i>Ilex theezans</i> var. <i>grandifolia</i>	X	X		X	
	<i>Ilex theezans</i> var. <i>acrodonta</i>		X			
Arecaceae	<i>Astrocaryum aculeatissimum</i> (Schott)		X			
	<i>Burret</i>					
	<i>Euterpe edulis</i> Mart.		X	X	X	X
	<i>Geonoma schottiana</i> Mart.		X	X	X	
	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)		X	X	X	
Bignoniaceae	<i>Jacaranda puberula</i> Cham.	X		X		
	<i>Tabebuia chrysotricha</i> Mart.	X				
	<i>Tabebuia cassinoides</i> (Lam.) DC.	X			X	
Boraginaceae	<i>Cordia curassavica</i> (Jacq.) Roem & Schult.	X		X		
Celastraceae	<i>Maytenus obtusifolia</i> Mart.	X				
	<i>Maytenus litoralis</i> Car-Okano	X				
Clusiaceae	<i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess.	X	X	X	X	X
	<i>Clusia criuva</i> Cambess.	X	X	X	X	X
Combretaceae	<i>Terminalia cattapa</i> L. (*)	X		X		
Cunoniaceae	<i>Weinmannia paulliniifolia</i> Pohl ex Ser.		X			
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum pulchrum</i> A. St.-Hil.	X				
	<i>Erythroxylum vacciniifolium</i> Mart.		X			
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müell. Arg.	X		X		X
	<i>Croton floribundus</i> Spreng.	X				

**Continuação**

<b>Continuação</b>					
<b>Fabaceae</b>					
	<i>Andira fraxinifolia</i> Benth	X	X	X	X
	<i>Dalbergia ecastophyllum</i> (L.) Taub.	X			
		X			
<b>Lauraceae</b>					
	<i>Nectandra oppositifolia</i> Ness	X	X	X	X
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees			X	
	<i>Ocotea pulchra</i> Vattimo-Gil		X		
<b>Malvaceae</b>					
	<i>Talipariti tiliaceum</i> (L.) Fryxell	X		X	X
	var. <i>pernambucense</i> (Arruda) Fryxell				
<b>Melastomataceae</b>					
	<i>Balizia pedicellaris</i> (D.C) Barneby e J. W. Grimes				X
	<i>Clidemia bisserrata</i> DC.	X			X
	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana	X	X		
	<i>Miconia cinnamomifolia</i> (DC.) Naudin	X			
	<i>Miconia cubatanensis</i> Hoehne		X		
	<i>Miconia prasina</i> (Sw.) DC.	X			
	<i>Miconia rigidiuscula</i> Cogn.	X			
	<i>Tibouchina clavata</i> (Pers.) Wurdack	X			X
	<i>Clidemia bisserrata</i> DC.				
	<i>Tibouchina pulchra</i> Cogn.	X			
<b>Meliaceae</b>					
	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl.	X	X	X	
<b>Mimosaceae</b>					
	<i>Abarema brachstachya</i> (DC.) Barneby & J. W. Grimes	X		X	
	<i>Inga marginata</i> Willd.				X
	<i>Inga edulis</i> Mart.	X			
	<i>Macrosamanea pedicellaris</i> (DC) Benth.		X		
<b>Myrsinaceae</b>					
	<i>Rapanea ferruginea</i> (Ruiz & Pav.) Mez	X		X	X
	<i>Rapanea umbellata</i> (Mart.) Mez	X	X	X	X
	<i>Rapanea venosa</i> (A. DC.) Mez	X	X	X	X
<b>Myrtaceae</b>					
	<i>Calyptanthes clusiifolia</i> (Miq.) O. Berg.				X
	<i>Calyptanthes concina</i> DC.	X			
	<i>Eugenia stigmatoria</i> DC.	X			X
	<i>Eugenia umbelliflora</i> O. Berg	X			
	<i>Gomidesia fenziiana</i> O. Berg	X	X	X	X
	<i>Marlierea eugeniopsoides</i> (D. Legrand & Kausel) D. Legrand	X			
	<i>Myrcia acuminatissima</i> O. Berg	X		X	
	<i>Myrcia bicarinata</i> (O. Berg)	X			X
	<i>Myrcia fallax</i> (Rich.) DC.	X	X		
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	X	X	X	X
	<i>Psidium guajava</i> L. (*)	X	X		X
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston (*)	X			

**Continuação**

<b>Continuação</b>					
Nyctaginaceae					
	<i>Guapira nitida</i> (Schmidt) Lundell	X			X
	<i>Guapira opposita</i> (Vell.) Reitz	X	X		
	<i>Syzygium jambos</i> (L.) Alston				X
Peraceae					
	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp.	X	X	X	X
Rubiaceae					
	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.			X	X
	<i>Amaioua intermedia</i> Mart.	X			X
	<i>Psychotria glaziovii</i> Muell. Arg.	X			
	<i>Psychotria nuda</i> (Cham. & Schltdl.) Wawra	X		X	
Sapindaceae					
	<i>Allophylus petiolulatus</i> Radlk.			X	
	<i>Cupania oblongifolia</i> Mart.	X			
Theaceae					
	<i>Ternstroemia brasiliensis</i> Cambess.	X	X	X	X

(\*) espécies exóticas

As famílias com maior riqueza de espécies foram Myrtaceae (12 espécies), seguida por Melastomataceae (10 espécies) e Rubiaceae (10 espécies).

As famílias Fabaceae, Myrtaceae e Rubiaceae são citadas entre as principais famílias dos ecossistemas brasileiros (SOUZA e LORENZI, 2005; TONHASCA-JUNIOR, 2005). A representatividade florística dessas famílias nas Restingas é mencionada por diversos autores (OLIVEIRA-FILHO e CARVALHO, 1993; FABRIS e CESAR, 1996; BASTOS, 1996; PEREIRA e ASSIS, 2000; PEREIRA e ARAUJO, 2000; ASSIS et al., 2004; MENEZES et al., 2010; ASSIS et al., 2011, EISENLOHR et al. 2011).

As espécies comuns a todas as áreas foram: *Ilex theezans*, *Calophyllum brasiliense*, *Clusia criuva*, *Nectandra oppositifolia*, *Psidium cattleianum* e *Pera glabrata*. Comparando com outros estudos, estas espécies são consideradas comuns em floresta de restinga.

As espécies arbóreas comuns nas restingas do Estado de São Paulo, destacam-se *Amaioua intermedia*, *Andira fraxinifolia*, *Calophyllum brasiliense*, *Clusia criuva*, *Eugenia stigmatorosa*, *Guapira opposita*, *Ilex theezans*, *Ilex dumosa*, *Maytenus robusta*, *Myrcia multiflora*, *Nectandra oppositifolia*, *Ocotea pulchella*, *Pera glabrata*, *Psidium cattleianum*, *Tabebuia cassinoides* e *Tapirira guianensis*. Estes táxons ocorrem em mais de 75% dos levantamentos consultados (DE GRANDE & LOPES 1981; MANTOVANI 1992; SUGIYAMA 1998; CARVALHAES & MANTOVANI 1998; GUEDES et al. 2006).

### 3.2 Similaridade florística

Pode-se verificar através dos resultados apresentados na Figura 13 que as áreas com maior similaridade, em relação às demais, são floresta alta de Restinga em Picinguaba, floresta alta de restinga na Juréia e floresta baixa de Restinga em Picinguaba.

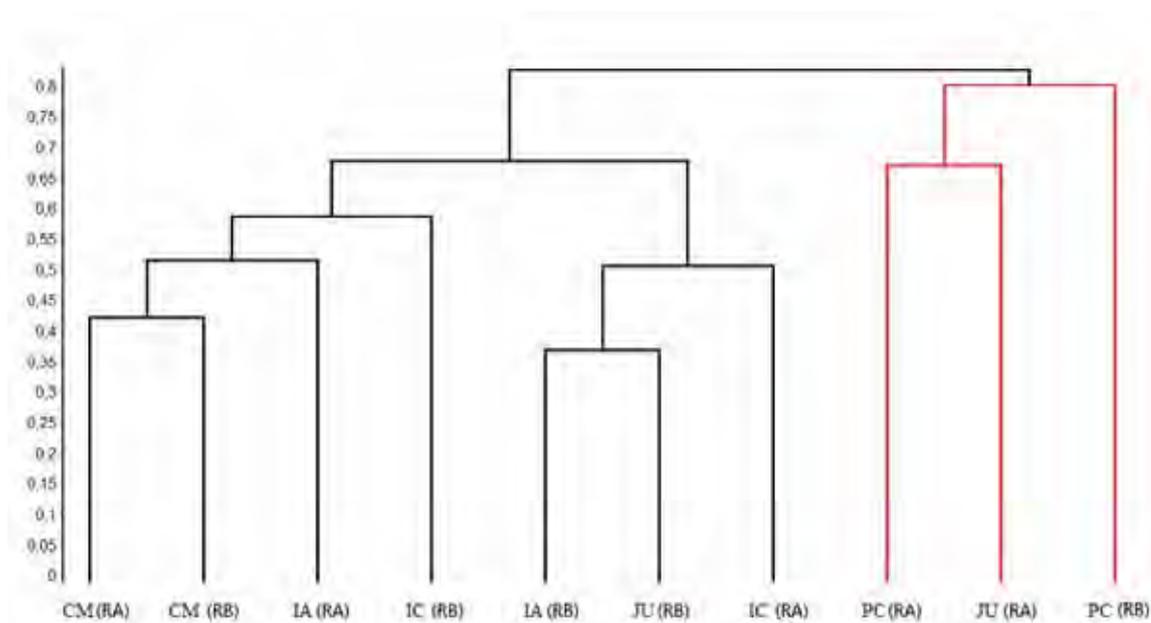


Figura 13. Dendrograma de similaridade entre as florestas de restinga, altas (RA) e baixas (RB), do litoral do estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia- Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

A Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU), litoral sul do estado de São Paulo, apresenta maior similaridade florística com Picinguaba que está localizada ao norte. Assim sendo, pode-se dizer que a similaridade florística destas áreas não está diretamente relacionada com a posição geográfica e com a origem geológica, que é bastante diferente, como pode-se observar na Figura 14.

Segundo Sugiyama (2003), diferenças na metodologia empregada e histórico de ocupação da área no passado certamente influenciam na similaridade florística.

Mesmo em áreas próximas de restinga, como da Juréia, em Iguape, litoral sul de São Paulo, Carvalhaes e Mantovani (1998) e Ramos Neto (1993), obtiveram baixa similaridade florística. Segundo Sugiyama (2003), diferenças na metodologia empregada e histórico de ocupação da área no passado certamente influenciam na similaridade florística.

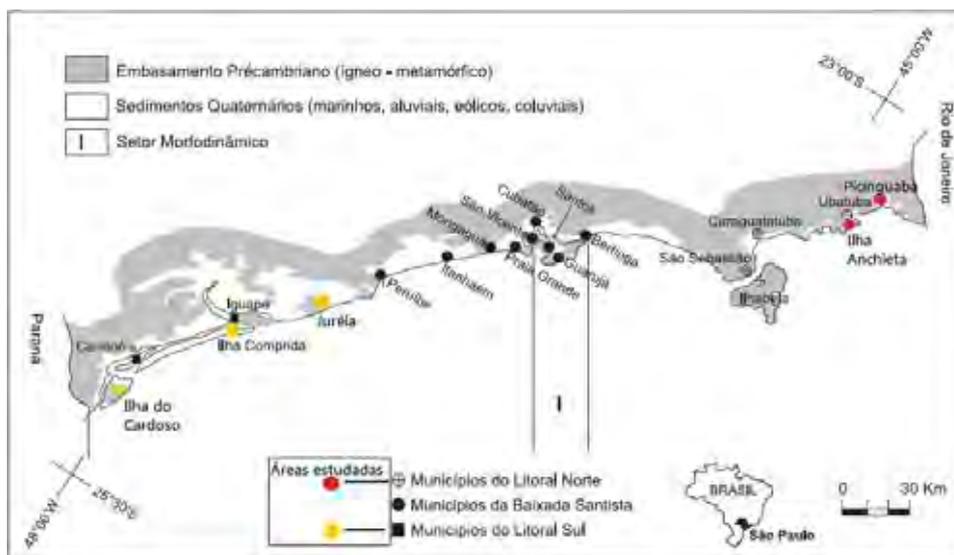


Figura 14 - Municípios litorâneos e compartimentação morfodinâmica do litoral paulista (SOUZA & SUGUIO 1996).

Diferentes fatores como idade geológica, proximidade com o continente, grau de influência marinha, regime de inundação e a história de antropização local (CARVALHAES, 1997; REIS-DUARTE, 2004) são fatores que podem explicar esta aparente contradição.

Pode-se dizer que o conceito de Floresta alta e Floresta baixa de Restinga também não estão diretamente relacionado à similaridade florística, e sim, aos estádios sucessionais de florestas secundárias de restinga SUGIYAMA, 2003; REIS-DUARTE, 2004; SATO, 2007.

Considerando ainda, a afirmação de Tabarelli et al. (1994), Sugiyama (2003), Rodrigues (2006), diferenças observadas na composição florística das áreas podem estar relacionadas aos critérios de levantamento e, principalmente, ao estágio sucessionais de cada floresta, o que enfatiza as ações de degradação causadas pela ocupação humana do litoral como uma das principais causas.

### 3.3 Vegetação

A Floresta alta de Restinga da Juréia apresentou maiores valores de densidade (DE). Com relação à dominância (Dom), destacou-se a floresta alta da Ilha Anchieta. Para a frequência (F) o maior destaque foi para a Juréia e Picinguaba.

Para floresta baixa de restinga apresentaram maiores valores de frequência a Ilha do Cardoso e Ilha Comprida. Com relação à área basal a Ilha Anchieta obteve maior destaque (Tabela 3). Para a densidade (DE) destacou-se a Ilha Anchieta. Os valores de área basal foram próximos dos encontrados por outros autores que estudaram a planície arenosa como Silva (1998), Carvalhaes (1997) em floresta de restinga.

Para as classes de frequência, a maioria das espécies distribuiu-se nas menores classes, ou seja, um grande número de espécies teve indivíduos distribuídos em poucos pontos (Tabela 3), o que pressupõe a distribuição preferencial de algumas espécies, provavelmente adaptadas às condições ambientais da área de estudo.

Tabela 3: Relação dos parâmetros fitossociológicos das fisionomias florestas alta e baixa, em áreas de Restinga no Parque Estadual da Ilha Anchieta, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Ilha Comprida - Vila de Pedrinhas.

<i>Levantamento</i>	<i>DE</i> (ind ha <sup>-1</sup> )	<i>Dom</i>	<i>F</i>	<i>DO</i> (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )
RB Ilha Anchieta	4067,5	112,7	100	0,401
RA Ilha Anchieta	1902,0	35,4	310,0	2,36
RB Ilha do Cardoso	1498,6	3,5	325,0	0,112
RA Ilha do Cardoso	1557,3	6,2	313,3	0,555
RB Picinguaba	1903,9	2,8	273,3	0,093
RA Picinguaba	1907,7	14,5	321,7	0,672
RB Juréia	2879,1	5,65	256,5	0,176
RA Juréia	2233,7	10,07	316,6	0,514
RB Ilha Comprida	1478,3	8,37	340,0	0,353
RA Ilha Comprida	1699,7	10,0	300,0	0,422

Floresta alta de restinga (RA), floresta baixa de restinga (RB), DE: densidade absoluta, Dom: dominância, F (frequência total), DO: área basal absoluta.

### 3.4 Índices Fitossociológicos

As áreas que apresentaram maiores valores para o Índice de diversidade de Shannon foram a floresta alta de restinga da Juréia (2,79) e Ilha Anchieta (2,49) (Tabela 4 e Figura 15). Para a floresta baixa de restinga destacou-se a Ilha do Cardoso (2,22) e Ilha Comprida (2,25).

Para o índice de Simpson, houve destaque para a floresta alta de restinga da Ilha do Cardoso (0,15) e para a floresta baixa da Juréia (0,31).

As área que apresentou maior valor para o Índice de equabilidade foi a Floresta alta de Restinga da Ilha Anchieta (0,90) (Tabela 4 e Figura 15). Para a floresta baixa de restinga destacou-se a Ilha do Cardoso (0,89) e Ilha Comprida (0,89).

Tabela 4 - Índices de diversidade de espécies arbóreas nas fitofisionomias floresta baixa (FB) e floresta alta (FA) de restinga da áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta, Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida.

Fitofisionomias	<i>I. Anchieta</i>		<i>I. Cardoso</i>		<i>Picinguaba</i>		<i>Juréia</i>		<i>I.Comprida</i>	
	RA	RB	RA	RB	RA	RB	RA	RB	RA	RB
Índice Shannon-Weiner (H')	2,49	1,73	2,55	2,22	2,47	2,01	2,79	1,78	2,28	2,25
Equiv. de Shannon em espécies	12,1	5,65	12,8	9,24	11,79	7,48	16,3	5,96	9,77	9,51
Equabilidade (J)	0,90	0,72	0,76	0,89	0,84	0,76	0,84	0,63	0,86	0,89
Índice Simpson (D)	0,09	0,23	0,15	0,11	0,10	0,18	0,08	0,31	0,11	0,11

Floresta alta de restinga (RA), floresta baixa de restinga (RB)

As áreas em estudo apresentaram diversidade de espécies considerada média, uma vez que o Índice de Diversidade de Shannon tende a variar de 1,5 a 3,5 (MARTINS, 1993).

A restinga alta da Ilha do Cardoso apresentou menores valores de equabilidade (J), porém obteve maior índice de Simpson (D) (Figura 15).

A menor equabilidade está relacionada a uma maior concentração de poucas espécies e mais indivíduos, aumentando a redundância na amostragem (MARTINS & SANTOS 1999). Isto promove o aumento do índice de Simpson (D), que é menos sensível à riqueza do que à distribuição de abundância entre as espécies (MAGURRAN, 1988).

Segundo Reis Duarte (2004), apesar da Restinga da Ilha Anchieta ter sofrido intensas ações antrópicas durante a ocupação humana, com a consequente alteração do substrato, onde as possibilidades de chegada de propágulos são restritas, o índice de Shannon permaneceu dentro da faixa encontrada para outras áreas mais preservadas no estado de São Paulo.

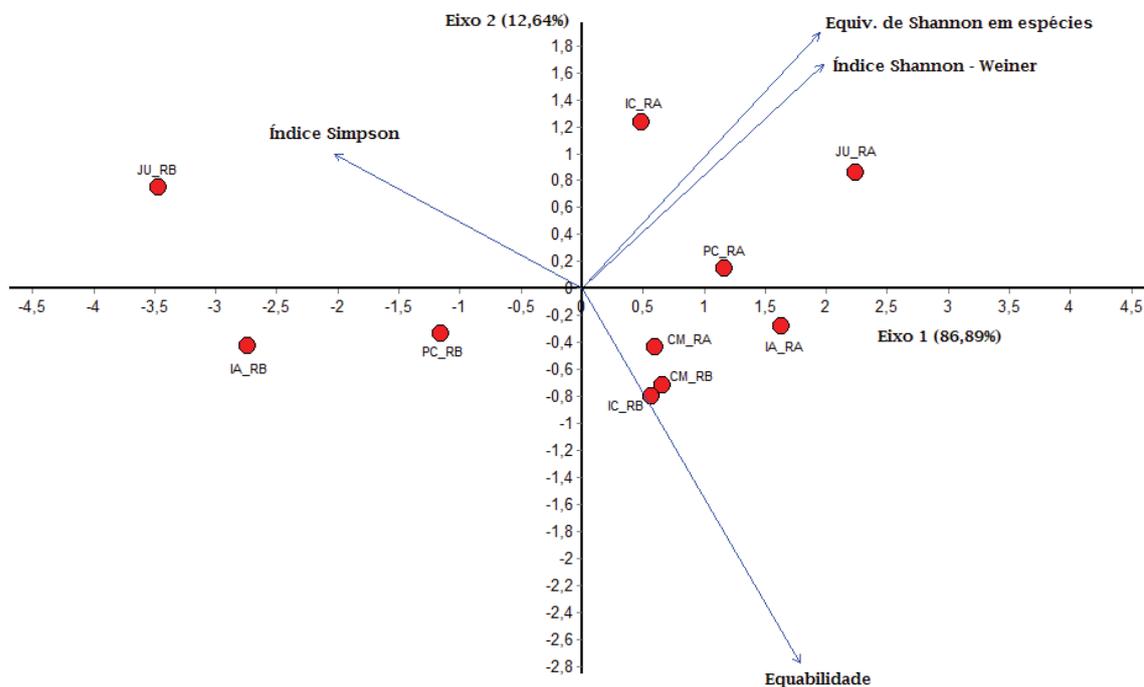


Figura 15 - Ordenação dos índices de diversidade utilizando-se parâmetros estruturais, obtidos por uma análise de componentes principais (PCA). Dendrograma de similaridade entre as florestas de restinga, altas (RA) e baixas (RB), do Litoral do Estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas: Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

### 3.5 Parâmetros Fitossociológicos

As espécies registradas em função dos pontos amostrados foram representadas na curva do coletor para as fitofisionomias floresta alta (FA) e floresta baixa (FB) de restinga (Figuras 16 e 17). De modo que foi possível constatar que o número de pontos amostrados nos dois ambientes foi suficiente para refletir a fitodiversidade dos locais estudados, possivelmente limitada pela degradação.

Para a fitofisionomia floresta alta de Restinga (Figura 16), constatou-se que o aparecimento de novas espécies foi progressivo com crescimento ascendente, conforme visualizado na curva do coletor, significando o surgimento de novas espécies a cada ponto amostrado. A curva permaneceu constante a partir do vigésimo, vigésimo, décimo oitavo, vigésimo e décimo quarto ponto, respectivamente para a Ilha Anchieta, Ilha do Cardoso, Picinguaba, Juréia e Ilha Comprida.

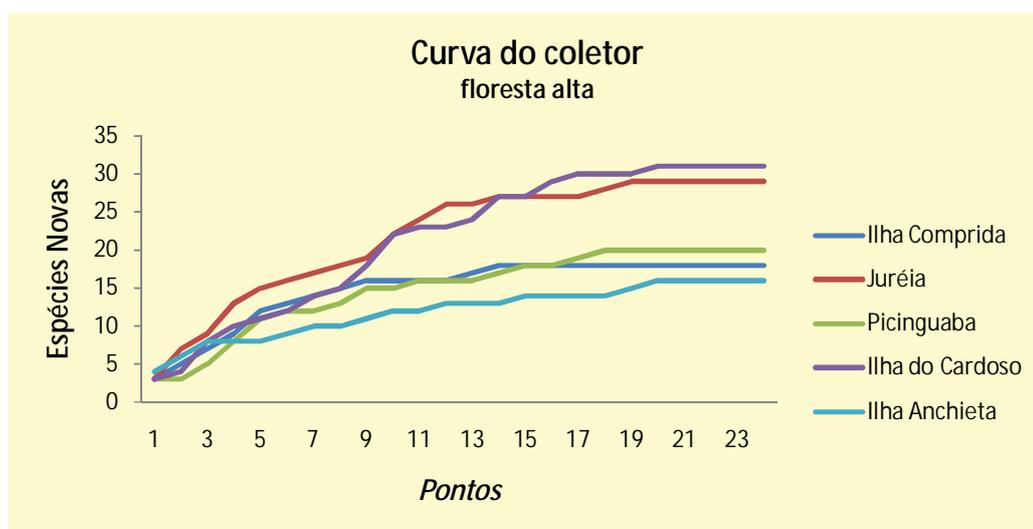


Figura 16 – Curva espécies/pontos amostrados na Floresta alta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba, Ubatuba, SP, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida.

Para a fitofisionomia floresta baixa de restinga (Figura 17), constatou-se que o aparecimento de novas espécies foi progressivo, conforme visualizado na curva do coletor, com crescimento ascendente, significando o surgimento de novas espécies a cada ponto amostrado. A curva permaneceu constante a partir do décimo segundo, décimo, décimo terceiro, décimo quarto ponto, décimo segundo,

respectivamente para a Ilha Anchieta, Ilha do Cardoso, Picinguaba, Juréia e Ilha Comprida.

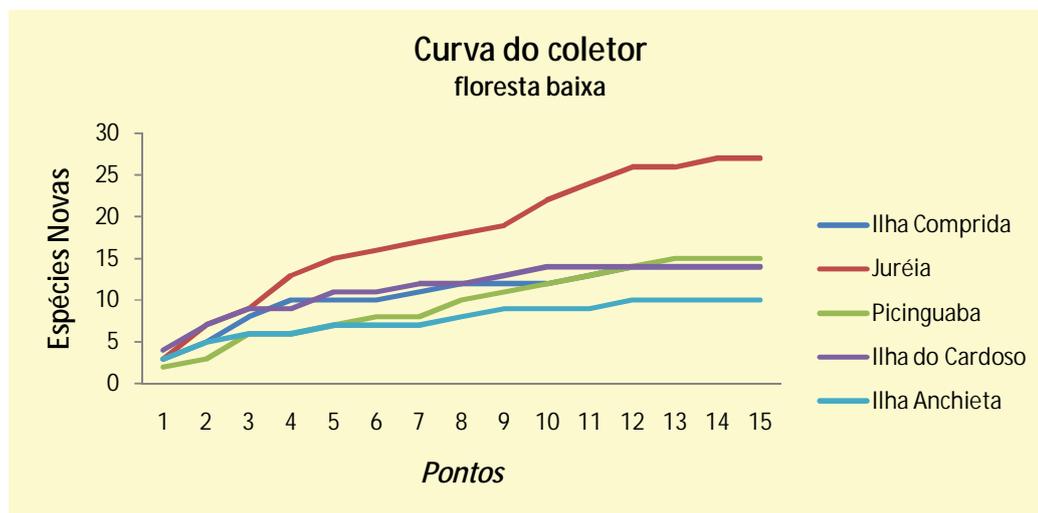


Figura 17 – Curva espécies/pontos amostrados da Floresta baixa de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ilha do Cardoso, Parque Estadual da Serra do Mar - Núcleo de Picinguaba, Ubatuba, SP, Estação Ecológica Juréia-Itatins e Vila de Pedrinhas no município de Ilha Comprida.

Na floresta baixa (FB) de restinga da Ilha Anchieta, pode-se verificar predominância de espécies arbóreas, o dossel é fechado, há baixa ocorrência de aráceas (*Philodendron* sp), orquídeas, briófitas, pteridófitas e líquens. Foram amostrados 60 indivíduos distribuídos em 11 espécies e 10 famílias.

De acordo com os parâmetros fitossociológicos obtidos, a espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (46,92), densidade relativa (41,61) e valor de importância (111,6) foi *Ilex theezans* (Tabela 5). O destaque para *Ilex theezans*, como espécie de maior valor de importância, ocorre principalmente a elevada densidade e frequência. A segunda espécie com maior valor de importância (97,94) foi *Myrcia bicarinata*, com dominância absoluta 42,78 e dominância relativa de 37,94.

Tabela 5 - Parâmetros fitossociológicos (espécies) da floresta baixa e alta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta.

<b>Floresta baixa</b>	DoA	DoR	VI
<i>Ilex theezans</i>	46,92	41,61	111,61
<i>Myrcia bicarinata</i>	42,78	37,94	97,94
<i>Andira fraxinifolia</i>	8,36	7,41	30,74
<i>Psidium cattleianum</i>	7,30	6,47	26,47
<i>Pera glabrata</i>	1,54	1,37	8,03
<i>Guarea macrophylla</i>	1,76	1,56	4,89
<i>Abarema brachystachya</i>	1,63	1,45	4,78
<i>Guapira opposita</i>	0,90	0,79	4,13
<i>Tapirira guianensis</i>	0,57	0,51	3,84
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0,50	0,45	3,78
<b>Floresta alta</b>	DoA	DoR	VI
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	18,77	53,01	73,52
<i>Pera glabrata</i>	2,72	7,67	35,58
<i>Psidium cattleianum</i>	1,05	2,96	29,44
<i>Tapirira guianensis</i>	2,53	7,15	27,66
<i>Jacaranda puberula</i>	2,54	7,18	24,95
<i>Clusia criuva</i>	2,18	6,15	23,91
<i>Ilex theezans</i>	1,95	5,51	23,28
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,59	1,66	12,87
<i>Alchornea triplinervia</i>	1,48	4,18	11,82
<i>Miconia rigidiuscula</i>	0,37	1,05	10,59
<i>Calyptanthes concina</i>	0,31	0,89	6,61
<i>Caliptrantes Clusifolia</i>	0,19	0,55	6,27
<i>Guarea Macrophylla</i>	0,17	0,48	6,20
<i>Rapanea umbellata</i>	0,30	0,84	2,75
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,15	0,41	2,32
<i>Tabebuia cassinoides</i>	0,11	0,30	2,21

DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

Para a floresta alta de restinga da Ilha Anchieta verificou-se predominância do estrato arbustivo-arbóreo, o herbáceo é escasso e esparsos, constituído por gramíneas e musgos. Pequena quantidade e diversidade de lianas, bromeliáceas de pequeno porte e pteridófitas são raras e inexistem no solo.

Na floresta alta de restinga da Ilha Anchieta foi amostrado 120 indivíduos arbóreos, distribuídos em 17 espécies e 11 famílias. A espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (18,77), dominância relativa (53,01) e valor de importância (73,52) foi *Calophyllum brasiliensis* (Tabela 5).

A família Myrtaceae apresentou as maiores frequência absoluta (53%) e relativa (18,4%) para esta fitofisionomia. Comparando o presente estudo com outros trabalhos de levantamento fitossociológico, em ambientes de restinga, como os de Reitz (1961), Rossoni & Baptista (1995), Menezes-Silva (1998), Assumpção &

Nascimento (2000) e Pereira & Assis (2000), foi possível constatar que a família Myrtaceae apresentou maior frequência entre as famílias de maior riqueza específica. É possível que Myrtaceae, além de ser característica de locais com solos pobres, também tolere solos mal drenados por curtos períodos e se aproveite competitivamente do ambiente (MENEZES et al., 2010).

Para a floresta baixa da Ilha do Cardoso, pode-se verificar que ocorrem grupos de espécimes arbustivos e arbóreas, formando moitas separadas por áreas de solo recoberto por bromélias. Foram amostrados 48 indivíduos arbóreos, distribuídos em 12 espécies e 10 famílias.

As três famílias mais ricas em espécies foram Lauraceae, Clusiaceae e Myrtaceae. Segundo Sugiyama (1993, 2003) as famílias mais importantes na Ilha do Cardoso foram Myrtaceae, Theaceae e Clusiaceae.

A espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (1,05), dominância relativa (29,74) e valor de importância (61,79) foi *Ocotea pulchra*. A segunda espécie com maior valor de importância (61,50) foi *Clusia criuva* (Tabela 6).

Em estudo das espécies arbóreas da Mata Atlântica, em área de Restinga, na Ilha do Cardoso, Melo & Mantovani (1994), encontraram maiores valores de VI respectivamente para as espécies: *Ocotea pulchella*, *Clusia criuva*, *Ilex theezans* e *Ternstroemia brasiliensis*.

A floresta alta de Restinga da Ilha do Cardoso é formada predominantemente por espécies arbóreas, o dossel é fechado, há alta ocorrência de bromeliáceas, orquidáceas, briófitas, pteridófitas e líquens.

Foram amostrados 119 indivíduos arbóreos, distribuídos em 30 espécies arbóreas e 21 famílias. A espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (1,85), dominância relativa (29,77) e valor de importância (90,34) foi *Ilex theezans* (Tabela 6). A segunda espécie foi *Ocotea pulchra*, com valor de importância de 28,32 (Tabela 6). SUGIYAMA (1998), em estudo na Ilha do Cardoso obteve valor destaque para VI para o gênero *Ilex*.

Tabela 6 - Parâmetros fitossociológicos (espécies) da Floresta baixa e alta de restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

<b>Floresta baixa</b>	DoA	DoR	VI
<i>Ocotea pulchra</i>	1,05	29,74	61,79
<i>Clusia criuva</i>	0,73	20,63	61,50
<i>Ilex theezans</i>	0,73	20,68	48,08
<i>Psidium cattleianum</i>	0,16	4,65	27,89
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	0,24	6,70	20,64
<i>Myrcia fallax</i>	0,16	4,44	20,47
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,11	3,03	12,32
<i>Rapanea umbellata</i>	0,10	2,81	12,11
<i>Pera glabrata</i>	0,09	2,63	11,92
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i>	0,05	1,39	10,69
<i>Eugenia stigmatica</i>	0,10	2,84	7,49
<i>Hibiscus tiliaceus</i>	0,02	0,46	5,10
<b>Floresta alta</b>	DoA	DoR	VI
<i>Ilex theezans</i>	1,85	29,77	90,34
<i>Ocotea pulchra</i>	0,45	7,24	28,32
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	1,48	23,90	25,84
<i>Ternstroemia brasiliensis</i>	0,18	2,85	20,04
<i>Euterpe edulis</i>	0,11	1,77	15,92
<i>Tapirira guianensis</i>	0,61	9,78	13,65
<i>Pera glabrata</i>	0,46	7,44	13,25
<i>Miconia cubatanensis</i>	0,03	0,55	10,25
<i>Myrcia fallax</i>	0,09	1,38	9,14
<i>Psidium cattleianum</i>	0,05	0,83	6,65
<i>Erythroxylum vacciniifolium</i>	0,03	0,41	6,23
<i>Campomanesia Xanthocarpa</i>	0,14	2,30	6,18
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,13	2,11	5,99
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0,09	1,53	5,40
<i>Rapanea venosa</i>	0,06	1,00	4,87
<i>Clusia criuva</i>	0,03	0,50	4,38
<i>Gutteria australis</i>	0,02	0,25	4,13
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,05	0,76	3,54
<i>Macrosamanea pedicellaris</i>	0,09	1,38	3,32
<i>Weinmannia paulliniifolia</i>	0,07	1,17	3,11
<i>Astrocaryum aculeatissimum</i>	0,01	0,22	3,00
<i>Ilex microdonta</i>	0,05	0,79	2,73
<i>Amaioua intermédia</i>	0,04	0,66	2,60
<i>Jacaranda puberula</i>	0,03	0,52	2,46
<i>Gomidesia fenziiana</i>	0,03	0,41	2,35
<i>Guarea Macrophylla</i>	0,01	0,21	2,15
<i>Maytenus robusta</i>	0,01	0,18	2,12
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,01	0,08	2,02

DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

A floresta baixa de restinga do Núcleo Picinguaba, forma uma faixa de vegetação posterior a ante duna, ao longo da praia. Ocorrem grupos de espécimes arbustivos e arbóreos, formando moitas separadas por áreas de solo desnudo. Há predominância do estrato arbustivo-arbóreo, o herbáceo é constituído por baixa quantidade e diversidade.

Foram amostrados 60 indivíduos, distribuídos em 14 espécies e 10 famílias. A família com destaque no estrato arbóreo para floresta baixa de restinga foi Myrtaceae, apresentando 73,33% de frequência absoluta e 30,56% de frequência relativa (FR). Segundo Mantovani (1992), em áreas de restinga há predominância das famílias Myrtaceae e Fabaceae, que têm sido apontadas como as famílias mais representativas nesta formação em todo o Brasil.

A espécie que apresentou maior valor de importância (91,2) foi *Myrcia bicarinata* (Tabela 7). A espécie com maior valor de dominância absoluta (0,97) e dominância relativa (31,83) foi *Calophyllum brasiliensis*, com valor de importância de 79,54 (Tabela 7).

Tabela 7 - Parâmetros fitossociológicos (espécies) da floresta baixa e alta de restinga do Núcleo Picinguaba.

<b>Floresta baixa</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,90	31,83	91,22
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0,97	34,26	79,54
<i>Gomidesia fenziana</i>	0,15	5,40	25,93
<i>Schinus terebinthifolius</i>	0,15	5,36	25,89
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,16	5,71	15,59
<i>Jacaranda puberula</i>	0,10	3,57	13,45
<i>Amaioua guianensis</i>	0,08	2,81	8,58
<i>Terminalia catappa</i>	0,10	3,43	7,53
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,07	2,33	6,43
<i>Erythrina speciosa</i>	0,05	1,93	6,04
<i>Abarema brachystachya</i>	0,04	1,23	5,34
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,03	1,03	5,14
<i>Pera glabrata</i>	0,02	0,62	4,72
<i>Psidium cattleianum</i>	0,01	0,48	4,59
<b>Floresta alta</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>
<i>Tapirira guianensis</i>	7,69	53,17	66,45
<i>Euterpe edulis</i>	0,44	3,05	43,44
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,51	3,55	31,19
<i>Cabralea canjerana</i>	0,88	6,05	27,73
<i>Ocotea puberula</i>	0,41	2,86	22,10
<i>Pera glabrata</i>	1,98	13,69	22,09
<i>Guarea Macrophylla</i>	0,12	0,83	18,99
<i>Amaioua guianensis</i>	0,98	6,77	18,96
<i>Polyandrococos caudescens</i>	0,23	1,58	8,89
<i>Centrolobium tomentosum</i>	0,11	0,73	8,04
<i>Virola bicuhyba</i>	0,77	5,32	7,76
<i>Rollinia silvatica</i>	0,10	0,66	5,54
<i>Allophylus puberulus</i>	0,10	0,68	3,12
<i>Syagrus botryophora</i>	0,06	0,38	2,82
<i>Garcinia gardneriana</i>	0,04	0,25	2,69
<i>Pouteria pachycarpa</i>	0,03	0,19	2,62
<i>Ilex theezans</i>	0,01	0,10	2,53
<i>Tachigali multijuga</i>	0,01	0,09	2,52
<i>Psichotria nuda</i>	0,01	0,07	2,51

DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

A floresta alta de restinga do Núcleo Picinguaba é formada predominantemente por espécies arbóreas, apresentando espécies com diâmetro e altura superiores as outras áreas estudadas, o dossel é fechado, há alta ocorrência de aráceas (*Philodendron* spp), orquidáceas, briófitas, pteridófitas e líquens. No estrato arbóreo há predominância de: *Tapirira guianensis*, *Euterpe edulis* e *Myrcia bicarinata* (Tabela 7).

Foram amostrados 92 indivíduos arbóreos, distribuídos em 19 espécies arbóreas e 16 famílias. Segundo Diniz (2009) dentre as espécies encontradas no sub-bosque da restinga alta de Picinguaba, 82% possui hábito arbóreo, e apenas 18% possui hábito arbustivo. No entanto, as espécies consideradas arbustivas são as mais abundantes, perfazendo 44% do total de indivíduos. Sozinhas, as quatro espécies de *Psychotria* detêm 40% desse total.

A espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (7,69) e valor de importância (66,45) foi *Tapirira guianensis* (Tabela 7). Analisando a espécie de maior valor de importância (VI) nesse estudo, nota-se que *Tapirira guianensis* também obteve esta posição na floresta de restinga inundável do Parque Nacional de Jurubatiba (RJ), com 16,7% do VI total e no Parque Estadual da Campina do Encantado (SP), com 21,1% do VI total (SZTUTMAN & RODRIGUES 2002). Assim como neste estudo, estes resultados podem ser atribuídos aos expressivos valores de dominância, frequência e densidade relativas desta espécie nas áreas estudadas. Em outras formações vegetais de restinga que não sofrem inundação do solo, essa espécie também aparece algumas vezes entre aquelas de maior VI (KLEIN, 1990), indicando sua tolerância à solos mal drenados.

Na floresta baixa de restinga da Juréia, a fisionomia é arbustivo-arbórea com dossel aberto. No estrato arbóreo, há predominância de: *Ilex theezans* e *Myrcia bicarinata*. No levantamento realizado foram amostrados 92 indivíduos, distribuídos em 19 espécies e 12 famílias. De acordo com os parâmetros fitossociológicos obtidos para a floresta baixa de restinga da Juréia (Tabela 8), a espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (2,82%) e dominância relativa (49,95%) e valor de importância (132,34) foi a *Ilex theezans*. O destaque para *Ilex theezans* como espécie de maior VI deve principalmente às sua elevada densidade e frequência. A segunda espécie com maior VI (42,44) foi *Myrcia bicarinata*, com dominância absoluta (0,55) e dominância relativa (9,67).

Tabela 8 - Parâmetros fitossociológicos (espécies) da floresta baixa e alta de restinga da Juréia-Itatins.

<b>Floresta baixa</b>	DoA	DoR	VI
<i>Ilex theezans</i>	2,82	49,95	135,41
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,55	9,67	42,44
<i>Pera glabrata</i>	0,17	2,97	16,88
<i>Rollinia silvatica</i>	0,12	2,11	16,02
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,11	2,01	11,44
<i>Rapanea ferruginea</i>	0,46	8,17	10,95
<i>Tibouchina pulchra</i>	0,46	8,17	10,95
<i>Psidium cattleyanum</i>	0,09	1,52	9,87
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	0,21	3,72	9,29
<i>Miconia cubatanensis</i>	0,19	3,42	8,99
<i>Tapirira guianensis</i>	0,26	4,63	7,41
<i>Endlicheria paniculata</i>	0,06	1,09	3,87
<i>Clusia criuva</i>	0,05	0,89	3,67
<i>Jacaranda puberula</i>	0,03	0,50	3,28
<i>Inga uruguensis</i>	0,03	0,50	3,28
<i>Caliptrantes clusifolia</i>	0,02	0,37	3,15
<i>Rapanea umbellata</i>	0,02	0,33	3,11
<b>Floresta alta</b>	DoA	DoR	VI
<i>Endlicheria paniculata</i>	1,35	13,41	52,32
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,72	7,17	34,93
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,80	7,93	20,74
<i>Ilex theezans</i>	0,59	5,85	19,73
<i>Swartzia langsdorffii</i>	0,90	8,91	17,34
<i>Ocotea puberula</i>	0,30	2,96	16,24
<i>Pseudobombax simplicifolium</i>	1,41	13,98	15,88
<i>Guarea Macrophylla</i>	0,28	2,75	11,18
<i>Vitex cymosa</i>	0,52	5,13	10,82
<i>Amaioua guianensis</i>	0,24	2,37	10,79
<i>Euterpe edulis</i>	0,29	2,92	10,51
<i>Alchornea triplinervia</i>	0,82	8,14	10,04
<i>Vochisia bifalcata</i>	0,13	1,33	8,69
<i>Senna pendula</i>	0,09	0,92	8,51
<i>Senna bicapsularis</i>	0,22	2,23	7,92
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,22	2,18	5,98
<i>Inga uruguensis</i>	0,20	2,02	5,82
<i>Rapanea umbellata</i>	0,37	3,65	5,54
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,32	3,19	5,08
<i>Miconia cubatanensis</i>	0,03	0,32	4,11
<i>Psidium cattleyanum</i>	0,06	0,59	2,49
<i>Jacaranda puberula</i>	0,06	0,56	2,46
<i>Guatteria australis</i>	0,05	0,50	2,40
<i>Rollinia silvatica</i>	0,04	0,35	2,24
<i>Calyptranthes clusiifolia</i>	0,02	0,19	2,08
<i>Eugenia stigmatorosa</i>	0,02	0,19	2,08
<i>Cabralea canjerana</i>	0,02	0,19	2,08
<i>Rapanea ferruginea</i>	0,01	0,10	2,00

DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

A floresta alta de restinga da Juréia é formada predominantemente por espécies arbóreas, o dossel é fechado, há alta ocorrência de aráceas (*Philodendron* spp), orquidáceas, briófitas, pteridófitas e líquens. No estrato arbóreo há predominância de: *Endlicheria paniculata* e *Myrcia bicarinata*. Foram amostrados 120 indivíduos arbóreos, distribuídos em 29 espécies arbóreas e 19 famílias.

A espécie que apresentou maior valor de dominância absoluta (1,35), dominância relativa (13,41) e valor de importância (52,32) foi *Endlicheria paniculata*. A segunda espécie com maior valor de importância (42,44) foi *Myrcia bicarinata* (Tabela 5), com de dominância absoluta (0,55) e dominância relativa (9,67) (Tabela 8).

Na floresta baixa de restinga da Ilha Comprida há predominância do estrato arbustivo-arbóreo, o herbáceo é constituído por baixa quantidade e diversidade. No estrato arbustivo-arbóreo, há predominância de: *Ilex theezans* e *Myrcia bicarinata*. Embora a distribuições diamétricas e de alturas evidenciem poucos indivíduos de grande porte, o trecho da floresta estudado encontra-se caracterizado por poucas espécies representadas por muitos indivíduos.

As duas famílias mais ricas em espécies foram Myrtaceae e Clusiaceae. Segundo Silva (2006) as famílias Myrtaceae, Theaceae, Clusiaceae e Lauraceae apresentaram maior valor de importância na Ilha Comprida. A presença das famílias Myrtaceae, Theaceae, Clusiaceae e Lauraceae são importantes nos ambientes em regeneração. A espécie que apresentou maiores valores de dominância absoluta (2,18), dominância relativa (26,03) foi *Caliptrantes Clusifolia* (Tabela 9). Para o valor de importância a espécie que se destacou foi *Clusia criuva* (64,57).

Tabela 9 - Parâmetros fitossociológicos (espécies) da floresta baixa e alta de restinga da Ilha Comprida.

<b>Floresta baixa</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>
<i>Clusia criuva</i>	1,65	19,67	64,57
<i>Psidium cattleianum</i>	1,20	14,32	48,64
<i>Caliptrantes Clusifolia</i>	2,18	26,03	47,79
<i>Tapirira guianensis</i>	0,71	8,51	30,28
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,74	8,88	25,05
<i>Ilex theezans</i>	0,40	4,80	22,64
<i>Rapanea umbellata</i>	0,21	2,46	15,01
<i>Pera glabrata</i>	0,13	1,58	12,46
<i>Guapira opposita</i>	0,58	6,94	10,57
<i>Rollinia sericea</i>	0,26	3,07	8,37
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	0,22	2,59	6,22
<i>Guateria australis</i>	0,08	0,90	4,53
<i>Calophyllum brasiliensis</i>	0,02	0,25	3,88
<b>Floresta alta</b>	<b>DoA</b>	<b>DoR</b>	<b>VI</b>
<i>Ilex theezans</i>	0,18	17,02	57,44
<i>Pera glabrata</i>	0,23	21,95	49,47
<i>Tapirira guianensis</i>	0,27	25,79	37,80
<i>Rapanea umbellata</i>	0,07	7,19	35,61
<i>Caliptrantes Clusifolia</i>	0,05	4,58	30,63
<i>Nectandra oppositifolia</i>	0,16	15,33	25,87
<i>Psidium cattleianum</i>	0,01	1,31	21,80
<i>Myrcia bicarinata</i>	0,01	1,09	11,62
<i>Guateria australis</i>	0,02	2,32	7,30
<i>Endlicheria paniculata</i>	0,01	1,00	5,98
<i>Clusia criuva</i>	0,02	1,75	5,26
<i>Cupania oblongifolia</i>	0,00	0,34	3,86
<i>Rapanea ferruginea</i>	0,00	0,19	3,70
<i>Andira fraxinifolia</i>	0,00	0,15	3,66

DoA = dominância absoluta; DoR = dominância relativa; VI = valor de importância.

A floresta alta de restinga da Ilha Comprida é formada predominantemente por espécies arbóreas, o dossel é fechado. No estrato arbóreo há predominância de: *Ilex theezans* e *Pera glabrata* e *Tapirira guianensis*. Foram amostrados 68 indivíduos arbóreos, distribuídos em 15 espécies arbóreas e 10 famílias.

A espécie que apresentou maiores valores de densidade absoluta (0,27), densidade relativa (25,79) foi *Tapirira guianensis*. Para o valor de importância houve destaque para *Ilex theezans* (57,44). A segunda espécie com maior valor de importância (49,47) foi *Pera glabrata*, com dominância absoluta (0,23), dominância relativa (21,95%) e valor de importância de 49,47 (Tabela 9).

### 3.6 Comparação Fitossociológica da Floresta alta e baixa de Restinga

A maioria das espécies apresentou alta frequência relativa, ou seja, um grande número de espécies teve indivíduos distribuídos em muitos pontos.

As famílias com destaque no estrato arbóreo para floresta baixa de restinga foram Myrtaceae, Aquifoliaceae e Clusiaceae. As espécies que se destacaram foram: *Myrcia bicarinata*, *Ilex theezans*, *Clusia criuva*, *Psidium cattleianum* e *Calophyllum brasiliensis*.

No levantamento fitossociológico realizado, observa-se que os resultados relacionados às principais famílias são bastante próximos. Devido à grande riqueza de espécies adaptadas às mais variadas condições ambientais.

### 3.7 Multivariada

A CA distinguiu as florestas alta e baixa de Restinga mais próximas (Figura 18), com uma variância de 46,63% nos dois primeiros eixos (eixo 1 = 26,41%), (eixo 2 = 20,22 %).

Através da Análise de Correspondência (CA) (Figura 18) pode-se verificar que as fitofisionomias florestas alta e floresta baixa de restinga estão relacionadas entre si, apresentando similaridade entre elas.

A fitofisionomia floresta baixa de restinga da Ilha Anchieta apresentou maior similaridade com a Floresta alta de Restinga da Ilha Comprida. Em segundo lugar está a Floresta alta de Restinga da Ilha Comprida com a Floresta alta de Restinga da Ilha Anchieta.

A similaridade florística geralmente é alta quando se considera o mesmo tipo de unidade vegetacional, a proximidade espacial e a ocorrência das áreas analisadas na mesma bacia hidrográfica (RODRIGUES & NAVE, 2000). A composição florística da comunidade também pode apresentar variações devido aos fatores espaciais e ambientais (COTTENIE, 2005) tais como clima, precipitação, temperatura e condições edáficas, que influenciam a distribuição das espécies e atuam diretamente na similaridade florística entre as áreas (MEIRA-NETO, et al. 1989, IVANAUSKAS et al. 2000, MARIMON et al. 1998, OLIVEIRA & NELSON 2001, OLIVEIRA-FILHO et al. 2001, BROTEL et al. 2002).

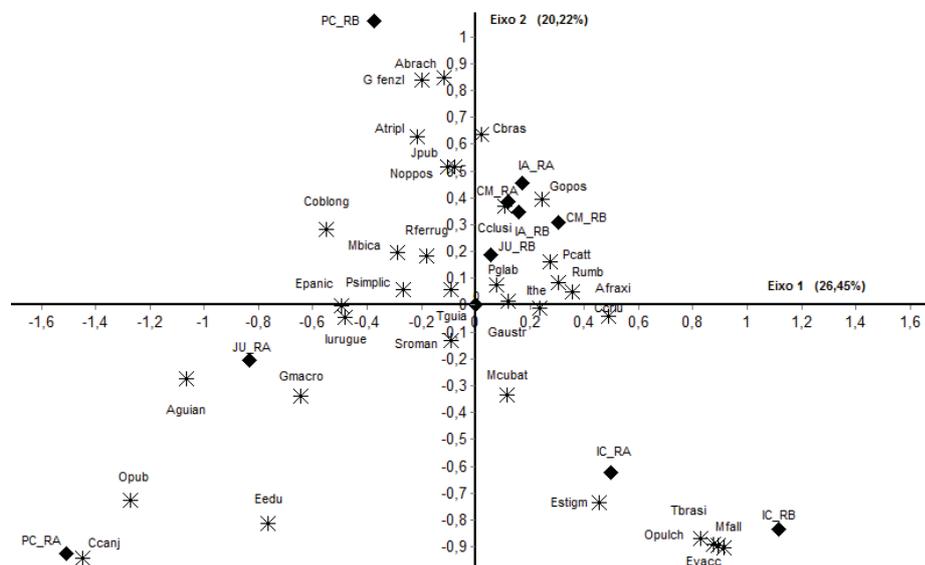
Negrelle (1995), dentre outros autores constatou que diferenças latitudinais e altitudinais influem significativamente na diferença entre as diversas áreas, em floresta atlântica.

Apresentam maior similaridade a Floresta alta e baixa de Restinga da Ilha Anchieta, Floresta baixa de restinga da Ilha Comprida, Floresta alta de Restinga da Ilha Comprida e Floresta baixa de Restinga da Juréia. Sendo que Ilha Comprida e Juréia estão em área com maior proximidade e esta localizadas no litoral sul. As espécies que melhor caracterizam estas áreas são: *Clusia criuva* Cambess, *Ilex theezans* Mart., *Andira fraxinifolia* Benth., *Pera glabrata* (Schott) Poepp. ex Baill., *Psidium cattleianum* Sabine, *Guapira opposita* (Vell.) e *Calophyllum brasiliensis* Cambess.

Pode - se verificar ainda que Floresta alta de Picinguaba, Floresta baixa de Picinguaba, Floresta alta da Juréia, Floresta alta da Ilha do Cardoso e Floresta baixa da Ilha do Cardoso apresentam menor similaridade em relação às demais áreas.

Quanto às restingas alta e baixa da Ilha do Cardoso, pode-se verificar que apresentam similaridade entre elas, um possível fator seria por estarem em área preservada.

As análises de similaridade, mostram que a conservação da diversidade de espécies de Restinga é garantida pela conservação de áreas distintas. A alta complementaridade entre as áreas indica a importância que a conservação dos fragmentos remanescentes tem em garantir a diversidade de uma área. Assim, o padrão de similaridade florística indica que a eficiência da manutenção da diversidade está em garantir a conservação de fisionomias em áreas complementares. Assim, o planejamento de estratégias para conservação deve considerar não somente dados sobre riqueza local de espécies, mas também, complementaridade entre as unidades de conservação (HOWARD et al. 1998).



**Abrach** - *Abarema brachstachya*; **Afraxi** - *Andira fraxinifolia*; **Aguian**-*Amaioua guianensis*; **Atripi** - *Alchornea triplinervia*; **Cbras** - *Calophyllum brasiliensis*; **Ccanj** - *Cabralea canjerana*; **Cclusi** - *Clusia criuva*; **Coblong** - *Cupania oblongifolia*; **Eedu** - *Euterpe edulis*; **Epanic** - *Endlicheria paniculata*; **Estigm**-*Eugenia stigmata*; **Evacc** - *Erythroxylum vacciniifolium*; **Gaustr** - *Guatteria australis*; **Gfenzi** - *Gomidesia fenziiana*; **Gmacro** - *Guarea Macrophylla*; **Gopos** - *Guapira oposita*; **Ithe** - *Ilex theezans*; **Lurugue** - *Inga uruguensis*; **Jpub** - *Jacaranda puberula*; **Mfall** - *Myrcia fallax*; **Mbica** - *Myrcia bicarinata*; **Mcubat** - *Miconia cubatanensis*; **Noppos**- *Nectandra oppositifolia*; **Opub** - *Ocotea puberula*; **Opulch** - *Ocotea pulchra*; **Pcatt**- *Psidium cattleianum*; **Pglab** - *Pera glabrata*; **Psimplic** - *Pseudobombax simplicifolium*; **Rferrug** - *Rapanea ferruginea*; **Rumb** - *Rapanea umbellata*; **Srom** - *Syagrus romanzoffiana*; **Tbrasi** - *Ternstroemia brasiliensis*; **Tguia** - *Tapirira guianensis*.  
 Figura 18. Ordenação indireta dos levantamentos de florestas alta (RA) e baixa de Restinga (FB) utilizando-se parâmetros estruturais, obtida por uma análise de componentes principais (CA) do Litoral do estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010. \* Espécies; ◆ Áreas estudadas.

### 3.8 Interação solo vegetação

A PCA (Análise de componentes principais) distinguiu as florestas baixa e alta de restinga (Figura 19), com uma variância de 79,18% nos dois primeiros eixos (eixo 1 = 34,48%), (eixo 2 = 44,70%). Pode-se verificar maior similaridade entre as áreas do litoral sul, representadas pela Floresta alta e baixa da Juréia e Ilha do Cardoso. Para a mesma fitofisionomia, na Juréia, Florestas alta e baixa, apresentaram maior similaridade.

A maior similaridade em áreas do litoral sul pode ser explicada pelos processos geológicos sucedidos no passado, possuindo características geomorfológicas distintas entre o litoral norte e sul. Para Suguio (2001), os movimentos de crosta ocorridos durante o Quaternário representam um elo entre o passado geológico e o presente, além de explicar muitas feições geomorfológicas e ambientes naturais em geral.

Apresentou maiores teores de V%, Ca e Mg a Floresta baixa de Picinguaba, sendo que os níveis de K, Ca, Mg representam a soma de bases. A fitofisionomia Floresta baixa de restinga de Picinguaba também se destacou em relação à soma de bases (Tabela 10). Através da análise de componentes principais (PCA) pode-se verificar maior proximidade da floresta baixa de Picinguaba com as variáveis Ca, Mg e SB (Figura 10). O destaque para soma de bases na floresta baixa de restinga de Picinguaba deve-se, provavelmente, a maior proximidade da ante duna. A soma de bases é relativamente baixa em solos das regiões costeiras devido textura predominantemente arenosa. Diferentes autores encontraram baixos valores de soma de bases em diferentes solos costeiros do Brasil (FABRIS 1995; CESAR & MONTEIRO 1995; GUEDES et al., 2006; BRITZ 2005; GOMES et al. 2007).

Verificou-se que os teores de matéria orgânica (MO), CTC, fósforo (P), H+Al foram maiores para a floresta baixa e alta de restinga da Ilha Anchieta. No entanto, apresentaram os menores valores de pH (Tabela 10). Através da análise de componentes principais (PCA) pode-se verificar maior proximidade da floresta baixa e alta de restinga da Ilha Anchieta com as variáveis MO, CTC, P e H+Al (Figura 19).

Segundo Santos & Camargo (1999) maiores teores de MO promovem o aumento da CTC do solo facilitando a troca de cátions essenciais ao crescimento vegetal (Ca, Mg, Cu, Zn e K) por íons H<sup>+</sup>. Esse mecanismo de troca iônica poderia ter causado a redução do pH nas camadas superficiais do solo onde se verificou

maior teor de MO e, conseqüentemente, maior capacidade de retenção de íons H<sup>+</sup>. Comportamento similar foi verificado em solos de região amazônica e do cerrado onde a redução da MO foi acompanhada por maiores valores de pH nas camadas mais profundas de seus solos (DEMATTÊ & DEMATTÊ 1993).

Os menores valores de pH foram encontrados na floresta alta de restinga da Ilha Anchieta (Tabela 10). Os baixos valores de pH em solos sob vegetação de restinga são comuns, visto que os solos se desenvolvem sob sedimentos arenosos originalmente pobres em bases. A condição de pH baixo limita a presença de organismos decompositores, conseqüentemente aumenta o tempo para a degradação do material vegetal, o que permite a formação de uma espessa camada de serrapilheira. A degradação lenta da serrapilheira promove um retorno gradual de nutrientes para o solo e minimiza as perdas por lixiviação (MORAES et al., 1999).

Os maiores teores de saturação por alumínio foram encontrados na floresta alta de restinga de Picinguaba. A saturação por alumínio, variável notavelmente associada à floresta de restinga, também é um componente importante na seletividade ambiental, uma vez que em elevado teor limita o crescimento e/ou o desenvolvimento dos vegetais (OLMOS & CAMARGO, 1976), principalmente pela inibição do crescimento das raízes (TECCHIO et al., 2005).

Tabela 10: Valores dos parâmetros químicos de solo, na profundidade 0 - 10 cm entre as florestas de restinga, altas (RA) e baixas (RB), do Litoral do estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

	P	M.O. <sup>1</sup>	pH	K	Ca	Mg	H+Al <sup>2</sup>	Al	SB <sup>3</sup>	CTC <sup>4</sup>	V <sup>5</sup>	m <sup>6</sup>	
													Resina
RA	IA	18a	77a	2,97d	0,7a	1b	4a	229a	24,50b	5,69b	235,59a	2b	81,19b
	IC	8b	43b	3,38b	0,4b	1b	4a	47c	11,52c	5,31b	52,41c	10a	68,92c
	PC	4b	40b	3,75a	0,4b	2b	1b	107b	34,49a	3,85b	110,45b	3b	90,02a
	JU	4b	15d	3,30b	0,5b	1b	2b	37c	8,88d	3,49a	40,49c	9a	71,91c
	CM	7b	29c	3,19c	0,4b	4a	4a	67c	12,56c	8,90a	75,90c	12a	60,15a
	CV	37,46	21,66	2,38	22,39	51,43	32,1	25,99	12,15	29,45	24,60	34,79	6,9
	F	18,0**	33,7**	66,4**	5,9**	7,9**	9,2**	48,3**	116,3**	9,2**	48,19**	13,6**	24,7**
RB	IA	20a	54a	3,18b	0,4b	2b	6b	153a	17,95a	8,44b	161,34a	5b	69,62a
	IC	4c	26b	3,35b	0,2c	2b	2c	35b	11,93b	4,55b	39,75c	13b	71,04a
	PC	8b	30b	3,72a	0,6a	11a	10a	67b	17,72a	21,63a	89,03b	23a	47,70b
	JU	3c	20b	3,25b	0,4b	1b	2c	43b	7,42b	3,60b	46,30c	8b	67,20a
	CM	3c	29b	3,60b	0,5b	4b	4b	49b	8,88b	8,89b	58,39c	17a	49,62b
	F	43,7**	6,25**	17,18**	6,6**	4,3*	14,52**	16,9**	9,4**	15,5**	16,25**	8,26**	6,14**
CV	30,75	36,6	3,6	27,13	13,3	40,3	37,6	27,9	43,48	34,97	42,5	16,85	

<sup>1</sup>matéria orgânica; <sup>2</sup>acidez potencial; <sup>3</sup>soma de bases; <sup>4</sup>capacidade de troca de cátions; <sup>5</sup>saturação por bases; <sup>6</sup>saturação por alumínio

RA: restinga alta; RB: restinga baixa, IA: Ilha Anchieta, IC: Ilha do Cardoso, PC: Picinguaba; JU: Juréia e CM: Ilha Comprida.

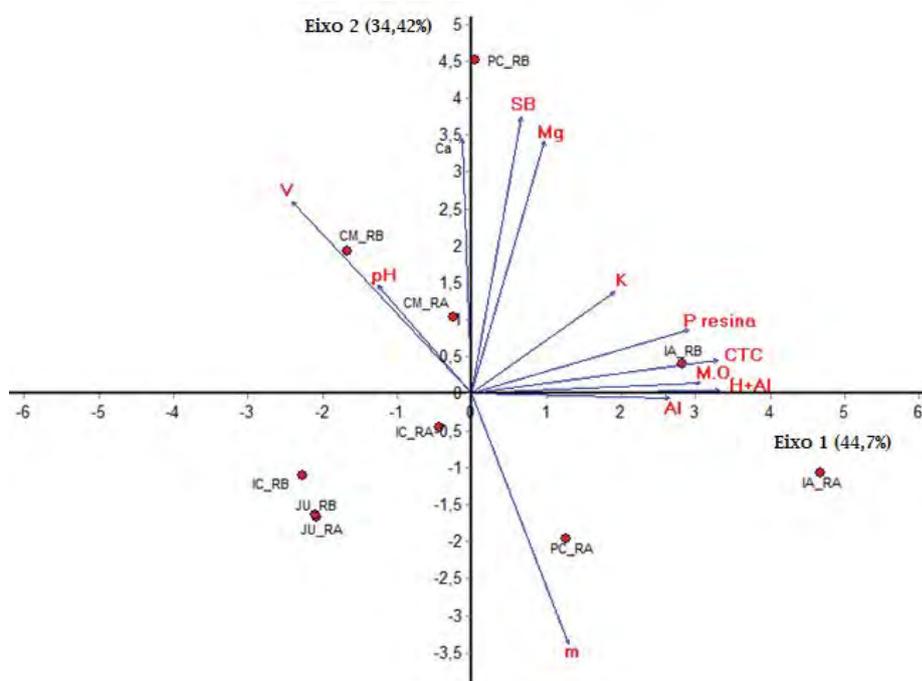


Figura 19. Ordenação indireta dos levantamentos de florestas alta e baixa de restinga com as espécies utilizando-se parâmetros estruturais, obtida por uma análise de componentes principais (PCA) entre as florestas de restinga, altas (RA) e baixas (RB), do Litoral do estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

Para a avaliação da distribuição das áreas estudadas com as variáveis ambientais (química do solo), foram analisados os diagramas de ordenação referentes aos eixos de maior significância segundo o Teste de Monte Carlo.

Através da Análise Canônica de Correspondência (CCA), pode-se verificar que os auto-valores para os três primeiros eixos da ordenação apresentaram valores de 0,5895, 0,4444 e 0,3867 (Tabela 11). O teste de Monte Carlo foi significativo, com valores de 0,0380, 0,0550 e 0,0060 respectivamente para os eixos 1, 2 e 3 da análise (Tabela 11), o que indica que os resultados obtidos não se devem ao acaso.

A CCA distinguiu as florestas alta e baixa de restinga (Figura 11), com uma variância de 38,95% nos dois primeiros eixos (eixo 1 = 21,98%), (eixo 2 = 16,97 %).

Tabela 11 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre o valor dos índices de diversidade e as variáveis ambientais (química do solo) na floresta baixa e alta de Restinga da Ilha Anchieta, Ilha do Cardoso, Juréia, Ilha Comprida e Picinguaba.

<b>Eixos</b>	<b>Auto-valor</b>	<b>AV max</b>	<b>AV min</b>	<b>Monte Carlo</b>
Eixo 1	$\lambda=0,5895$	0,6131	0,3661	$p=0,0380$
Eixo 2	$\lambda= 0,4444$	0,4761	0,2647	$p=0,0550$
Eixo 3	$\lambda=0,3867$	0,3963	0,1786	$p=0,0060$

Através da Análise Canônica de Correspondência (CCA) pode-se verificar que apresentaram maior proximidade o Ca e Mg com a floresta baixa de restinga de Picinguaba (Figura 20), em função desta área apresentar maiores valores de Ca e Mg (Tabela 10).

Em relação à matéria orgânica apresentou maiores valores a floresta alta de restinga da Ilha Anchieta (Tabela 7). Através da CCA, representada pela Figura 20, pode-se verificar a proximidade da variável M.O com a floresta alta da Ilha Anchieta.

Em relação ao alumínio e pH apresentaram maiores teores a floresta alta de restinga de Picinguaba e menores teores a floresta alta de restinga da Ilha Anchieta (Tabela 10 e Figura 20). Segundo Casagrande (2003), as dificuldades para o estabelecimento da vegetação sobre solos predominantemente arenosos e deficientes em nutrientes (notadamente cálcio), cujo pH ácido os torna ainda mais indisponíveis, são acentuadas pelos altos teores de alumínio, que contribuem para a formação de um sistema radicular pouco desenvolvido e superficial.

A floresta baixa de restinga da Ilha Anchieta e a floresta baixa de restinga da Juréia apresentaram maior similaridade, o que significa dizer que apresentam características mais próximas em relação aos parâmetros de solo com as áreas analisadas. Porém mais próximo não significa dizer que são iguais, já que dependem de um conjunto de fatores, como parâmetros físicos e microbiológicos do solo, clima, localização, entre outros.

Para a mesma área, floresta alta com floresta baixa de restinga de Picinguaba apresentaram menor similaridade, ou seja, as características do solo e da vegetação analisados apresentam maior diferença em relação às demais áreas estudadas.

As florestas de restinga apresentam uma constituição em mosaico devido à influência recebida pelo clima de cada região, da estrutura e composição das formações adjacentes e principalmente pelas características do solo (SILVA 1999, SUGIYAMA 2003, REIS DUARTE, 2004), fazendo com que não exista uma restinga idêntica à outra (CARRASCO 2003).

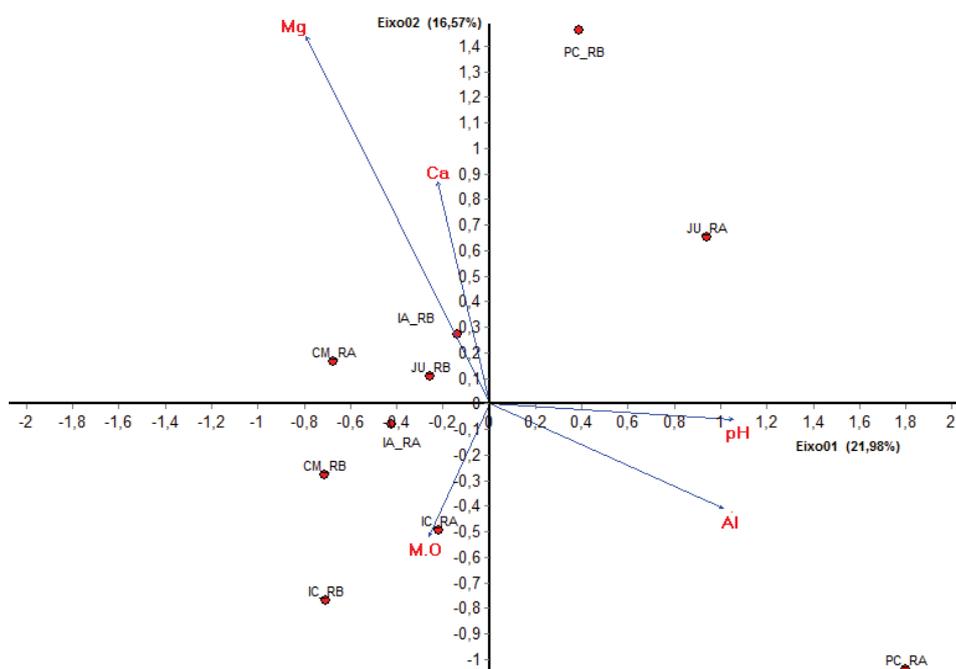


Figura 20. Ordenação dos levantamentos de florestas alta e baixa de restinga com as espécies utilizando-se parâmetros estruturais, obtida por uma Análise Canônica de Correspondência (CCA), entre as florestas de restinga, altas (RA) e baixas (RB), do Litoral do estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

Para a avaliação da distribuição das áreas estudadas com as variáveis ambientais (textura do solo), foram analisados os diagramas de ordenação referentes aos eixos de maior significância segundo o Teste de Monte Carlo. Os auto-valores para os três primeiros eixos da ordenação foram 0,0474, 0,0078 e 0,0097 (Tabela 12). O teste de Monte Carlo foi altamente significativo ( $p = 0,001$ ) para os dois primeiros eixos da análise (Tabela 12), o que indica que os resultados obtidos não se devem ao acaso.

Tabela 12 - Resultados do Teste de Permutação de Monte Carlo das correlações entre o valor dos índices de diversidade e textura do solo na floresta baixa e alta de Restinga da Ilha Anchieta, Ilha do Cardoso, Juréia, Ilha Comprida e Picinguaba.

<b>Eixos</b>	<b>Auto-valor</b>	<b>AV max</b>	<b>AV min</b>	<b>Monte Carlo</b>
Eixo 1	$\lambda=0,0474$	0,0446	0,00073	$p=0,0010$
Eixo 2	$\lambda=0,0078$	0,0072	0,00047	$p=0,0010$
Eixo 3	$\lambda=0,0097$	0,0048	0,00054	$p=0,0560$

Pode-se verificar que as variáveis de maior correlação foram teor de areia para a floresta alta de restinga da Ilha Comprida, Picinguaba, Ilha Anchieta e Ilha do Cardoso.

Os resultados da CCA indicaram que as áreas estão correlacionadas com os baixos teores de argila e altos teores de areia no solo para todas as áreas. Este fato pode ser evidenciado na Figura 21, onde se verificou que a floresta alta e baixa da Ilha Comprida, floresta alta da Ilha do Cardoso, floresta alta da Ilha Anchieta e floresta alta de Picinguaba estão fortemente correlacionadas com o teor de areia no solo. Assim, a quantidade de areia e argila no solo parecem ser os fatores relacionados com as semelhanças da composição e distribuição de espécies nas áreas estudadas.

Os solos de restinga são de relevo plano e de elevada infiltração. Devido ao baixo teor de argila (normalmente de 1 a 5%), estes solos estão sujeitos a intensa lixiviação pela baixa capacidade de retenção de cátions (CTC), além de serem solos originalmente pobres em nutrientes (CASAGRANDE, 2003).

Urbanetz (2010), em estudo na área de restinga, investigando a influência do microrelevo, de nutrientes e de fatores granulométricos do solo na determinação, mostrou que há um gradiente decrescente de areia, do oceano para o continente. As parcelas mais próximas do mar apresentaram os maiores teores de areia e menores teores de argila, e o as mais distantes apresentaram os menores teores de areias e os maiores teores de argila.

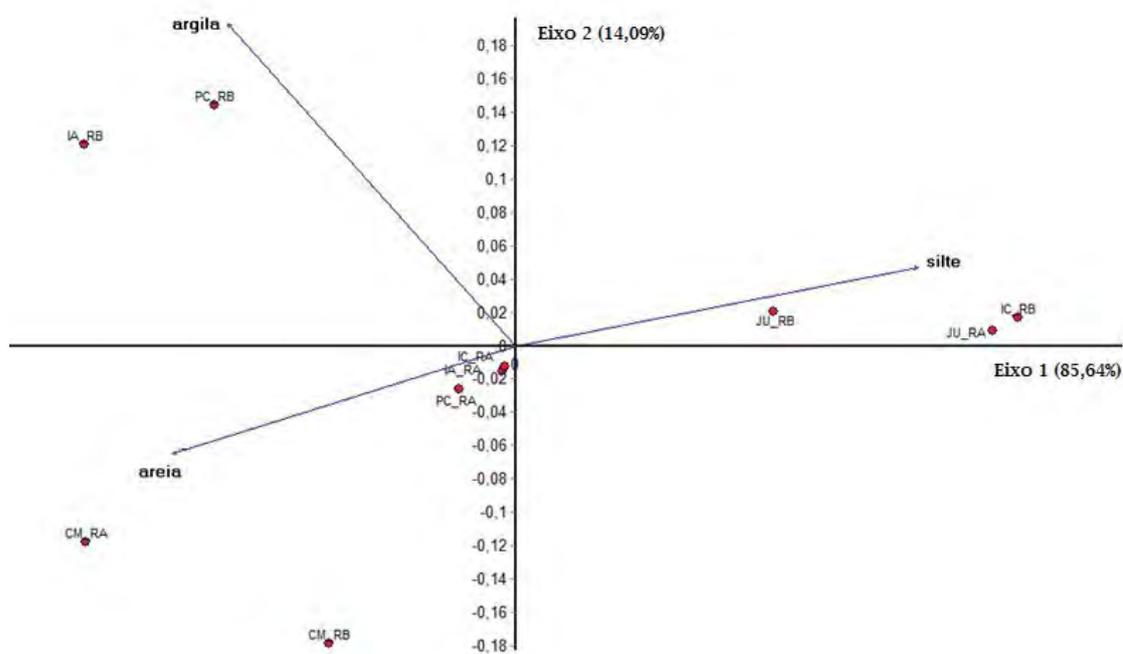


Figura 21. Ordenação indireta de classificação da vegetação e granulometria dos solos utilizando-se parâmetros estruturais, obtida por uma análise de componentes principais (PCA) entre as florestas de restinga, altas (RA) e baixas (RB), do Litoral do estado de São Paulo, em estudo realizado nas áreas Parque Estadual da Ilha Anchieta (IA), Parque Estadual da Ilha do Cardoso (IC), Parque Estadual da Serra do Mar, Núcleo Picinguaba (PC), Estação Ecológica Juréia-Itatins (JU) e Vila de Pedrinhas, Ilha Comprida (CM), em 2009 e 2010.

#### **4. CONCLUSÕES**

As florestas alta e baixa de restinga apresentam alta similaridade florística;

A maioria das espécies apresentou alta frequência, ou seja, um grande número de espécies teve indivíduos distribuídos em muitos pontos;

Apresentaram maior riqueza de espécies as florestas altas da Juréia e entre as florestas baixa a Ilha do Cardoso e Juréia;

Na interação solo vegetação, para a mesma fitofisionomia, floresta baixa e alta da Juréia apresentaram maior similaridade. Para fitofisionomias diferentes, a floresta baixa da Juréia e Ilha Anchieta apresentaram maior similaridade.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, D.S.D. & HENRIQUES, R.P.B. **Análise florística das restingas do Estado do Rio de Janeiro**. In: LACERDA, L.D. et al. (orgs), Restinga: Origem, Estrutura, Processos. Niterói, CEUFF. 1984. p. 159-193.
- ASSIS, M.A. et al. Florestas de restinga e de terras baixas na planície costeira do sudeste do Brasil: vegetação e heterogeneidade ambiental. **Biota Neotropica**, v.11, n.2, 2011.
- ASSIS, A. M. de; THOMAZ, L. D.; PEREIRA, O. J. Florística de um trecho de floresta de restinga no município de Guarapari, Espírito Santo, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.18, n.1, p. 191-201, 2004.
- ASSIS, M. A. **Florística e Caracterização das Comunidades Vegetais da Planície Costeira de Picinguaba, Ubatuba – SP**. 1999. 254 f. Tese (Biologia Vegetal) - Instituto de Biologia, Campinas, 1999.
- ASSUMPÇÃO, J. & NASCIMENTO, M. T. 1998. Fitofisionomia de uma restinga no extremo norte do litoral fluminense: um novo elemento no mosaico. In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. ACIESP, São Paulo. p. 158-164.
- BARROS, F. de; MELO, M. M. R. F. de; CHIEA, S. A. C.; KIRIZAWA, M.; WANDERLEY, M. das G. L. & JUNG-MENDAÇOLLI, S. L. 1991. Caracterização geral da vegetação e listagem das espécies ocorrentes. In: Melo, M. M. R. F. de et al. (eds.). **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso**. São Paulo, v.1., 1991.
- BASTOS, M. N. C., 1996. **Caracterização das formações vegetais da restinga da Princesa, Ilha de Algodoal, Pará**. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade Federal do Pará e Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém.
- BERNARDI, J. V. E. et al. Estudo Espacial do gradiente de vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil. **HOLOS Environment**, v. 5, n. 1. UNESP, São Paulo, SP, 2005.
- BRAAK, C. J. F.; SMILAUER, P. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for canonical community ordination (version 4). Microcomputer Power (Ithaca, NY USA) 352 p, 1998.
- BRASIL. Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L4771.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L4771.htm)>. Acesso em: 18 jun. 2008.

BRITEZ, R.M.; PIRES, L.A.; REISSMANN, C.B.; PAGANO, S.N.; SILVA, S.M.; ATHAYDE, S.F. & LIMA, R.X. Ciclagem de nutrientes na planície costeira. p. 145-168. In: M.C.M. Marques & R.M. Britez (orgs.). História Natural e Conservação da Ilha do Mel. Curitiba, Editora da Universidade Federal do Paraná, 2005.

BROTEL, R.T et. al. Influência do solo e topografia sobre as variações da composição florística e estrutura da comunidade arbóreo-arbustiva de uma floresta estacional semidecidual em Ingá, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p. 195-213, 2002.

CAMARGO, O.A.; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas, Instituto Agronômico, 1986. 94p. (Boletim Técnico 106).

CASAGRANDE, J. C. ; DUARTE, R. M. R. A interação solo-planta para Recuperação de Áreas Degradadas, um estudo visando a indicação de espécies arbóreas nativas. In: Workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo, 2006, Mogi Guaçu. Workshop sobre recuperação de áreas degradadas em matas ciliares do estado de São Paulo, 2006.

CARVALHAES, M.A. **Florística e estrutura de mata sobre restinga na Juréia, Iguape, SP**. 1997. 107p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1997.

CASAGRANDE, J. C. Considerações sobre Recuperação da fertilidade do solo para áreas degradadas. In: Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas. São Paulo, SP, p. 92-93, 2003.

CARRASCO, P. G. **Produção de mudas de espécies florestais de Restinga, com base em estudos florísticos e fitossociológicos, visando a recuperação de áreas degradadas em Ilha Comprida- SP**. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro. 2003. 186f.

CARVALHAES, M.A. **Florística e estrutura de mata sobre restinga na Juréia, Iguape, SP**. 1997. 107p. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo. 1997.

CARVALHAES, M.A. & MANTOWANI, W. 1998. Florística de mata sobre restinga na Juréia, Iguape, SP. Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. Publicação Aciesp v.104, n.2, p.37-48.

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**, p. 20, p. 89-105, 1995.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Brasil). 1996. **Anexo da Resolução CONAMA 07/96, de 23 de julho de 1996**. Diário Oficial da União. Brasília. Publicado em 26.08.1996.

CONAMA - Conselho Nacional de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 341, de 25 de Setembro de 2003**. Dispõe sobre critérios para a caracterização de atividades ou empreendimentos turísticos sustentáveis como de interesse social para fins de ocupação de dunas originalmente desprovidas de vegetação, na Zona Costeira. Publicado no Diário Oficial da União no 213, de 3 de Novembro de 2003, Seção 1, página 62.

COTTENIE, K. Integrating environmental and spatial processes in ecological community dynamics. **Ecology Letters**, v. 8, p.1175-1182, 2005.

DE GRANDE, D.A.; LOPES, E.A. Plantas da restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). **Hoehnea**, v. 9, p. 1-22, 1981.

DEMATTÊ, J.L.I.; DEMATTÊ, J.A.M. Comparações entre as propriedades químicas de solos das regiões da floresta Amazônica e do Cerrado do Brasil Central. **Scientia Agricola**, v.50, n.2. p.272-286, 1993.

DIEGUES, A. C. S. (org.). Povos e águas: inventário de áreas úmidas. São Paulo: NUPAUB-USP, 2002.

DINIZ, F. V. **Florística, composição e estrutura fitossociológica da regeneração natural na floresta de restinga alta em Picinguaba** (Parque Estadual da Serra do Mar), município de Ubatuba, SP, Brasil. 2009. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro – SP, 2009.

EISENLOHR, P.V., MELO, M.M.R.F., IVANAUSKAS, N.M., SOUZA, V.C., RODRIGUES, R.R., DUARTE, A.R., BREIR, T.B. & UDULUTSCH, R.G. 2011. Floresta Ombrófila Densa Atlântica: bases conceituais e estudo de caso no Parque Estadual Carlos Botelho, SP, Brasil. In *Fitossociologia no Brasil: Métodos e Estudos de Caso* (J.M. Felfili, P.V. Eisenlohr, M.M.R.F. Melo, L.A. Andrade & J.A.A. Meira-Neto, orgs.). Editora UFV, Viçosa.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999.

FABRIS, L.C. **Composição florística e fitossociológica de uma faixa de floresta arenosa litorânea do Parque Estadual de Setiba, Município de Guarapari, ES.** Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal). Rio Claro, Universidade Estadual Paulista, 1995.

FABRIS, L. C.; CÉSAR, O. 1996. Estudos florísticos em uma mata litorânea no sul do estado do Espírito Santo. **Boletim do Museu de Biologia**, v. 5, p.15-46, 1995.

FURLAN, A.; MONTEIRO, R.; CESAR, O.; TIMONI, J.L. 1990. Estudos florísticos das matas de restinga de Picinguaba, SP. p. 220-227. In: Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. v. 3. Águas de Lindóia. São Paulo, ACIESP.

GIRARDI, A.C.S.; SANTOS, R.F. & MANTOVANI, W. 2005. Subsídios metodológicos para o planejamento e gestão de restingas - Estudo de caso - Bertioga, SP. Pp. 321-344. In: W. Mantovani. (org.). **Caminhos de uma ciência ambiental**. São Paulo, Annablume.

GOMES, F.H. et. al. Solos sob vegetação de Restinga na Ilha do Cardoso (SP). I - caracterização e classificação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p.1563-1580, 2007.

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 Botânica Brasílica**, v.20, n. 2, p. 299-311, 2006.

GUILLAUMON, J.R.; MARCONDES, M.A.P.; NEGREIROS, O.C.; MOTA, I.S.; EMMERICH, W.; BARBOSA, A.F.; BRANCO, I.H.D.C.; CAMARA, J.J.C.; OSTINI, S.; PEREIRA, R.T.L.; SCORVO FILHO, J.D.; SHIMOMICHI, P.Y.; SILVA, S.A.; MELO NETO, J.E. 1989. Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Anchieta. IF-Série Registros, n 1, p. 1-103.

HAY, J. D., LACERDA, L. D. & TAN, A. L. Soil cation increase in a tropical sand dune ecosystem due to a terrestrial bromeliad. **Ecology**, v.62, n.5, p.1392-1395, 1981.

HOWARD, P. C. et. al. Complementarity and the use of indicator groups for reserve selection in Uganda. **Nature**, v. 394, n. 33, p. 472-475, 1998.

ILHA COMPRIDA (Prefeitura Municipal). Ilha Comprida – Vale do Ribeira – São Paulo – Brasil. Ilha Comprida, 2010. 1 folder.

IVANAUSKAS, N.M., MONTEIRO, R. & RODRIGUES, R.R. Similaridade florística entre áreas de Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Ecology**, n. 1, p.71-81, 2000.

- JACKSON, J.E. A user's guide to principal components. Wiley, New York, 1991.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. **Numerical ecology**. Elsevier Science, Amsterdam, 1998.
- LAMPARELLI, C.C. **Mapeamento dos ecossistemas costeiros do Estado de São Paulo**. Secretaria do Meio Ambiente/CETESB, São Paulo, 1999.
- LEGENDRE, P. ; LEGENDRE, L. 1998. **Numerical ecology**. Elsevier Science, Amsterdam.
- KENT, M.; COKER, P. **Vegetation Description and Analysis. A Practical Approach**. Chichester, UK. John Willey, 1994.
- KLEIN, R. M. Estrutura, composição, florística, dinamismo e manejo da "Mata Atlântica" (Floresta Ombrófila Densa) do Sul do Brasil. In: II Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileira. **Aciesp**. v. 1. p. 259-286, 1990.
- MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton: Princeton University Press, 179p, 1988.
- MAMEDE, M.C.H.; CORDEIRO, I.; ROSSI, L. Flora vascular da Serra da Juréia, município de Iguape, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v. 15, p. 63-124, 2001.
- MANTOVANI, W. A região litorânea paulista. In: Barbosa, L. M. (Coord.). **Recuperação de áreas degradadas da serra do mar e formações florestais litorâneas**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, p. 23 – 32, 2000.
- MANTOVANI, W. 2003. A degradação dos biomas brasileiros. In: Ribeiro, W.C. (Org.). Patrimônio Ambiental Brasileiro. Uspiana: Brasil 500 anos. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. Imprensa Oficial do Estado de São Paulo.
- MANTOVANI, W. 1998. Dinâmica da floresta pluvial Atlântica. Pp.1-20. In: Anais do IV Simpósio de Ecossistemas Brasileiros. v.2, ACIESP, São Paulo.
- MANTOVANI, W. 1992. A vegetação sobre a restinga de Caraguatatuba, SP. Pp.139-144. In: **2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. v.4. São Paulo, Instituto Florestal.
- MANLY, B. J. F. 1997. **Randomization, Bootstrap and Monte Carlo Methods in Biology**, 2 nd edition. London: Chapman and Hall.
- MARIMON, B.S., VARELLA, R.F.; MARIMON-JUNIOR, B. Fitossociologia de uma área de cerrado de encosta em Nova Xavantina, Mato Grosso. **Boletim do Herbário Ezechias Paulo Heringer**, v. 3, p.82-101, 1998.

- MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Editora da UNICAMP. Campinas. 246p. 1991.
- MARTINS, F. R., 1993, **A estrutura de uma floresta mesófila**. 2<sup>a</sup> ed., UNICAMP, Campinas, 246p.
- MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. Técnicas usuais de estimativa da biodiversidade. **Holos**, n.1, p.236-267, 1999.
- MEIRA-NETO, J.A.A. et. al. Composição florística da floresta semidecídua de altitude do Parque Municipal da Grota Funda (Atibaia, Estado de São Paulo). **Acta Botanica Brasilica**, v.3, p.51-74, 1989.
- MELO, M.M.R.F.; MANTOVANI, W. Composição florística e estrutura de trecho de Mata Atlântica de encosta na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). **Boletim do Instituto de Botânica**, v.9, p.107-158, 1994.
- MENEZES, L.F; ARAÚJO, D. S.; NETTESHEIM; F.C. Estrutura comunitária e amplitude ecológica do componente lenhoso de uma floresta de restinga mal drenada no sudeste do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v.24, n.3, p.825-839, 2010.
- MENEZES-SILVA, S. 1998. **As formações vegetais da planície litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. 1998, 262 p. Tese de doutorado (Ciências Biológicas). Instituto de Biologia. Universidade Estadual de Campinas.
- MORAES, R.M.; Delitti, W.B.C. & Struffaldi-De-Vuono, Y. Litter fall and litter nutrient content in two Brazilian Tropical Forest. **Revista Brasileira de Botânica**, v.50, p. 163-173, 1999.
- MUELLER- DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. **Aims and methods of vegetation ecology**. John Wiley, New York.
- NAVARRA, C. T. 1984. Praias e restingas da Juréia. In: Lacerda, L.D., Araujo, D.S.D., Cerqueira, R. & Turcq, B. (orgs.). Restingas: origem, estrutura, processos. Niterói: CEUFF. p.27-34.
- NEGRELLE, R. R. B. **Composição florística, estrutura fitossociológica e dinâmica de regeneração da Floresta Atlântica da Reserva de Volta Velha, Município de Itapoá, SC**. São Carlos, tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal de São Carlos-SP, 1995.

- NOFFS, M.S. & BAPTISTA-NOFFS, L.J. 1982. Mapa da vegetação do Parque Estadual da Ilha do Cardoso - as principais formações. In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATURAIS. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão. p. 613-619.
- OLIVEIRA, A.A. & NELSON, B.W. Floristic relationships of terra firme forests in the Brazilian Amazon. **Forest Ecology and Management**, v.146, p.169-179, 2001.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T., CURI, N., VILELA, E.A. & CARVALHO, D.A. Variation in tree community composition and structure with changes in soil properties within a fragment of semideciduous forest in south-eastern Brazil. **Edinburgh Journal of Botany**, v. 58, p.139-158, 2001.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; CARVALHO, D. A. Florística e fisionomia da vegetação no extremo norte do litoral da Paraíba. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 16, n.1, p. 115-130, 1993.
- OLMOS, I.L.J.; CAMARGO, M.N. 1976. Ocorrência de alumínio tóxico nos solos do Brasil, sua caracterização e distribuição. **Ciência e Cultura**. v.28, n.2, p.171-180, 1976.
- PFEIFER, R.M. Levantamento semidetalhado dos solos do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP. **Silvicultura em São Paulo**, v.15, p. 91-115, 1981.
- PEREIRA, O. J. & ASSIS, A. M. 2000. Florística da Restinga de Camburi, Vitória, Espírito Santo. **Acta Botânica Brasílica**. São Paulo, v.14, n.1, p.57-69.
- PEREIRA, O. J. & ARAUJO, D. S. D. 2000. Análise florística das restingas dos Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro. p. 25-63. In: F. A. Esteves & L. D. Lacerda (eds.). *Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras*. NUPEM/UFRJ, Macaé.
- PINTO, M. M. **Fitossociologia e influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de mata atlântica na Ilha do Cardoso**, Cananéia, SP. 1998. 112 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.
- PONÇANO, W.L. et. al. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas. 1981. 94 p.
- RAMOS-NETO, M. B. R. **Análise florística e estrutural de duas florestas sobre a restinga, Iguape, SP**. 1993. 145 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

- REIS-DUARTE, R.M. **Estrutura da floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): bases para promover o enriquecimento com espécies arbóreas nativas em solos alterados.** 2004. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro - SP, 2004.
- REITZ, R. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia.** v.13, p. 17-115, 1961.
- RIZZINI, C. 1997. **Tratado de Fitogeografia do Brasil.** 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural. 747p.
- ROCHA, CFD., ESTEVES, FA. and SCARANO, FR., 2004. Pesquisas ecológicas de longa duração na Restinga de Jurubatiba. **Ecologia, História Natural e Conservação.** Editora Rima, São Carlos, p. 376.
- RODRIGUES, R.R. & NAVE, A.G. Heterogeneidade florística das matas ciliares. *In* Matas ciliares: conservação e recuperação (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho, eds.). Edusp/Fapesp, São Paulo, p.45-71, 2000.
- RODRIGUES, M. A. et al. Avaliação da chuva de sementes em áreas de restinga em diferentes estágios de regeneração. **Revista Árvore,** Viçosa, v. 34, n. 5, Oct. 2010.
- ROSSONI, M. G. & BAPTISTA, L. R. M. Composição florística da mata de restinga, Balneário Rondinha Velha, Arroio do Sal, RS, Brasil. **Pesquisas Botânica.** v.45, p.115-131, 1995.
- SAMPAIO, D. et. al. **As árvores de restinga – guia de identificação.** Editora Neotrópica, São Paulo, SP, 2005.
- SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. 1999. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** Porto Alegre, Gênese.
- SÃO PAULO (Estado). Macrozoneamento do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape e Cananéia – plano de gerenciamento costeiro. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1989.
- SATO, C. A. **Caracterização da fertilidade do solo e da composição mineral de espécies arbóreas de restinga do litoral paulista.** 2007.97f.Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – SP, Rio Claro, 2007.

- SETZER, J. **Atlas climatológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia do Paraná-Paraguai. São Paulo, CESP, 1996.
- SETZER, J. **Atlas Climático e Ecológico do Estado de São Paulo**. Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguai, 1966. 61p.
- SHEPHERD, G.J. 2007. FITOPAC-SHELL v. 1.6.1.29. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 78p.
- SILVA, D. C. G. **Florística, estrutura e informações sobre a Regeneração natural de fragmentos de Floresta de Restinga no município de Bertioga – SP**. 2003. 109f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “ Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro, SP.
- SILVA, G. P. et al. Caracterização química, física e mineralógica de estereis e rejeito de mineração de ferro da mina de Alegria, Mariana-MG. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.45-52, 2006.
- SILVA, S. M. 1998. **As formações vegetais da Planície Litorânea da Ilha do Mel, Paraná, Brasil: Composição florística e principais características estruturais**. Campinas, 1998. 262 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1998.
- SILVA, S. M. 1999. Diagnóstico das Restingas no Brasil. In: Fundação BIO RIO, **Workshop Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade na Zona Costeira e Marinha**. Porto Seguro, Anais Eletrônicos.
- SMA – SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. 1996. **Atlas das Unidades de Conservação do Estado de São Paulo**. Parte 1. Litoral. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente & CESP.
- SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: Guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2005.
- SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K. 1996. Coastal erosion and beach morphodynamics along the State of São Paulo (SE Brazil). **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 68, pp. 405-424.

- SOUZA, V. C.; CAMPELLARI JR., L. A vegetação das dunas e restingas da Estação Ecológica Juréia-Itatins. In: MARQUES, O. A. V.; DULEBA, W. (Ed.). Ambientes físico, flora e fauna. Ribeirão Preto: Holos, 2004. cap. 9, p.103-114
- SUGIYAMA, M. Estudo de Florestas da Restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**, v.11, p.119-159, 1998.
- SUGIYAMA, M. **Estudo de florestas na restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP**. 1993. 94f. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, SP, 1993.
- SUGIYAMA, M. 2003. **Estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades vegetais de restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP**. 2003. 134 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- SUGUIO, K. Tópicos em Geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. **Revista do Instituto de Geociências, USP**, 2001.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do sudeste e sul do Brasil. Pp. 1-28. In: Anais do I Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: síntese dos conhecimentos. Cananéia. São Paulo, ACIESP.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1990. Geomorfologia das Restingas. Pp. 185-205. In: Anais do II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira: estrutura, função e manejo. v. 2. Águas de Lindóia. São Paulo, ACIESP.
- SZTUTMAN, M. & RODRIGUES, R.R. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Pariquera-Açu, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 25, p.161-176, 2002.
- TABARELLI, M.; VILLANI, J.P.; MANTOVANI, W. Estudo comparativo da vegetação de dois trechos de floresta secundária no Núcleo Santa Virgínia, Parque Estadual da Serra do Mar, SP. **Revista do Instituto Florestal**, v.6, p.1-11, 1994.
- TECCHIO, M.A. et. al. Avaliação de variáveis fisiológicas em porta-enxertos de videira cultivados em solução nutritiva com a adição de alumínio. **Ciência e agrotecnologia**. v.29, n.2, p.274-283, 2005.
- TONHASCA - JUNIOR, A. **Ecologia e história natural da Mata Atlântica**. Rio de Janeiro: Interciência, 2005.

URBANETZ, C. **Fatores abióticos e variação espacial na estrutura da floresta ombrófila densa atlântica**. Campinas, Instituto de Biologia – Unicamp. 113p. 2010. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), 2010.