

**CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E DA
COMPOSIÇÃO MINERAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE
RESTINGA DO LITORAL PAULISTA**

CLAUDIA AKEMI SATO

**Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”,
Campus de Rio Claro, para a obtenção do título de Mestre em
Ciências Biológicas (Área de Concentração: Biologia Vegetal)**

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Julho de 2007**

**CARACTERIZAÇÃO DA FERTILIDADE DO SOLO E DA
COMPOSIÇÃO MINERAL DE ESPÉCIES ARBÓREAS DE
RESTINGA DO LITORAL PAULISTA**

CLAUDIA AKEMI SATO

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Casagrande

**Dissertação apresentada ao Instituto de Biociências
da Universidade Estadual Paulista “Julio de
Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, para a
obtenção do título de Mestre em Ciências
Biológicas (Área de Concentração: Biologia Vegetal)**

**Rio Claro
Estado de São Paulo – Brasil
Julho de 2007**

Sato, Claudia Akemi
94 p. Caracterização da fertilidade do solo e da composição mineral de espécies arbóreas de restinga do litoral paulista / Claudia Akemi Sato – Rio Claro, 2007

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, 2007

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Casagrande

Banca examinadora: Prof. Dr. Luiz Mauro Barbosa, Prof. Dr. Márcio Roberto Soares

1. restinga. 2. fertilidade de solo. 3. alumínio. 4. salinidade do solo

Rio Claro - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal.

Pintes a vida

És artista de tua própria vida.
Tuas escolhas são os pincéis
a desenhar os caminhos.
Se tiveres medo de viver,
apenas sobram-te os rascunhos.
Ouses colorir
para pintares as mais belas artes.
Transformar lágrimas
em gotas de orvalho,
apagar a dor
e pincelar um sorriso.
Inventes e reinventes
dando formas e cores
à tela da vida.

Claudia Akemi Sato

*Dedico aos meus pais,
Antônio e Sue
e minha irmã Mary*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Carlos Casagrande pela orientação, inestimável compreensão e pelo apoio absoluto neste trabalho;

À Prof. Dra. Rose Mary Reis-Duarte por sua colaboração nos trabalhos de campo, sugestões, pelo carinho de mãe e pela amizade;

À Dra. Marie Sugiyama e à Suzana Ehlin Martins pelas valorosas sugestões, auxílio no trabalho de campo, nas revisões de literatura e pela amizade;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos;

Ao Laboratório do Depto. de Recursos Naturais e Proteção Ambiental da UFSCar, Campus de Araras pelas análises de solo e folhas;

Ao Instituto Florestal que possibilitou a realização das coletas nos Parques Estaduais;

Ao professores da ESALQ, Dr. Carlos Tadeu dos Santos Dias e Dr. Hilton Tadeu Zarate Couto e ao pesquisador do Instituto de Botânica de São Paulo, Dr. Eduardo Gomes pelas sugestões na análise estatística;

À Anamari Araújo pela amizade e carinho;

À Dra. Mariana Carvalhaes pelas sugestões e recomendações de campo;

Aos amigos do Instituto de Botânica de São Paulo pelo apoio e incentivo: Dr. José Marcos Barbosa, Dr. Luiz Mauro Barbosa, MSc. Elizabeth Neuenhaus (amiga-irmã), MSc. Maurício Augusto Rodrigues, MSc. Claudia Mascagni Prudente, MSc. Roberta Tubini, MSc. Karina Cavalheiro Barbosa, Cristiane Carvalho Guimarães e à Débora Marcouizos Guimarães pela ajuda nos trabalhos de campo, na revisão do abstract e pela amizade.

SUMÁRIO

	página
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. A Zona Costeira do Brasil.....	1
1.2. O litoral do estado de São Paulo.....	2
<i>1.2.1. Características gerais.....</i>	2
<i>1.2.2. Litoral Sul.....</i>	3
<i>1.2.3. Litoral Norte.....</i>	4
<i>1.2.4. Baixada Santista</i>	4
1.3. Restinga.....	5
1.4. Hipótese de Trabalho.....	7
1.5. Justificativa.....	8
1.6. Objetivos.....	8
<i>1.6.1. Objetivos Específicos.....</i>	9
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2.1. Floresta de Restinga.....	10
<i>2.1.1. Litoral Norte.....</i>	10
<i>2.1.2. Baixada Santista.....</i>	11
<i>2.1.3. Litoral Sul.....</i>	12

	página
2.2. Solo	13
2.3. Formação geológica do litoral paulista	14
2.3.1. <i>Histórico Geológico</i>	14
2.3.2. <i>Formação das Planícies Litorâneas</i>	16
2.4. Histórico de Ocupação	17
2.4.1. <i>Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar</i>	19
2.4.2. <i>Parque Estadual da Iha Anchieta</i>	20
2.4.3. <i>Bertioga</i>	21
2.4.4. <i>Estação Ecológica Juréia-Itatins</i>	22
2.4.5. <i>Ilha Comprida</i>	23
2.4.6. <i>Ilha do Cardoso</i>	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	25
3.1. Locais de estudo	25
3.2. Clima	26
3.3. Geologia e geomorfologia	27
3.4. Fauna	28
3.5. Vegetação	28
3.6. Descrição das áreas amostrais	30
3.6.1. <i>Litoral Norte</i>	30
3.6.2. <i>Baixada Santista</i>	37
3.6.3. <i>Litoral Sul</i>	39

	página
3.7. Amostragem	46
3.7.1. Solo.....	46
3.7.2. Folhas.....	47
3.7.3. Análise estatística	49
4. RESULTADO E DISCUSSÃO	50
4.1. Solo	50
4.1.1. Análise física.....	50
4.1.2. Análise química	51
4.1.3. Salinidade.....	61
4.2. Diagnose foliar	65
4.2.1. Correlação solo e vegetação.....	67
4.3. Principais parâmetros da fertilidade dos solos de restinga ... 68	68
4.3.1. Acidez.....	68
4.3.2. Matéria orgânica.....	68
4.3.3. Reserva de nutrientes.....	69
4.4. Considerações gerais	69
4.4.1. Oligotrofismo e toxidez por alumínio.....	69
4.4.2. Adaptações à toxidez por alumínio.....	72
4.4.3. Regeneração das florestas de restinga.....	75
5. CONCLUSÃO	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
ANEXO	91

LISTA DE FIGURAS

	página
Figura 1. Localização do litoral do Estado de São Paulo.....	25
Figura 2. Localização das áreas de estudo no Núcleo Picinguaba–Parque Estadual da Serra do Mar, Município de Ubatuba – SP.....	30
Figura 3. Área 1 – floresta baixa do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar. (a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta.....	31
Figura 4. Área 2 – floresta alta do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar. (a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta.....	32
Figura 5. Área 3 – floresta alta do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar. (a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta.....	33
Figura 6. Localização das áreas amostrais no Parque Estadual da Ilha Anchieta, Município de Ubatuba – SP.....	34
Figura 7. Área 4 – floresta baixa do P. E. da Ilha Anchieta. (a) Clareira intercalada com a vegetação, (b) Agrupamento formando uma moita.....	35
Figura 8. Área 5 – floresta alta do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (a) e (b) Interior da floresta.	35
Figura 9. Área 6 - floresta alta - Parque Estadual da Ilha Anchieta.....	36
Figura 10. Área 7 – floresta alta do Parque Estadual da Ilha Anchieta.....	36
Figura 11. Área 8 – floresta alta do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (a) e (b) Interior da floresta.	37
Figura 12. Mapa esquemático do Condomínio Riviera de São Lourenço, em Bertiooga.....	38

	página
Figura 13. Área 9 – floresta alta do Condomínio Riviera de São Lourenço – Bertiooga. (a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta com muitas bromélias terrícolas.....	38
Figura 14. Localização das áreas de estudo na Estação Ecológica Juréia-Itatins, Iguape, SP.....	39
Figura 15. Área 10 – floresta alta da Estação Ecológica Juréia-Itatins.....	40
Figura 16. Área 11 – floresta alta da Estação Ecológica Juréia-Itatins.....	40
Figura 17. Área 12 – floresta baixa da Estação Ecológica Juréia-Itatins.....	41
Figura 18. Imagem de satélite com a localização do Município de Ilha Comprida, SP.	42
Figura 19. Área 14 – floresta baixa Trilha do Juruvaúva, Ilha Comprida.....	42
Figura 20. Área 15 – floresta baixa Trilha da Praia, Ilha Comprida.....	42
Figura 21. Localização das áreas amostrais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP.....	43
Figura 22. Área 16 – floresta alta próxima à Estrada de Captação, Ilha do Cardoso. (a) Dossel mais aberto. (b) Bromélias terrícolas e epífitas.....	44
Figura 23. Área 17 – floresta baixa próxima à Estrada de Captação, Ilha do Cardoso. (a) Grande quantidade de bromélias terrícolas. (b) solo mais escurecido pela matéria orgânica.....	45
Figura 24. Área 18 – Grande quantidade de musgos e briófitas no solo da floresta baixa - Trilha Interpretativa – Ilha do Cardoso.....	45
Figura 25. Porcentagem de areia, silte e argila. (a) Litoral Norte, (b) Litoral Sul....	50

	página
Figura 26. Porcentagem relativa da matéria orgânica do solo, nas profundidades de 20 em 20cm (a) e de 5 em 5cm (b) para as fisionomias de florestas alta e baixa de restinga.....	55
Figura 27. Porcentagem relativa da capacidade de troca de cátions - CTC, das profundidades de 5 em 5cm (a) e de 20 em 20cm (b) para as fisionomias de florestas alta e baixa de restinga.....	56
Figura 28. Valores médios da CTC dos horizontes superficiais de 0 a 10cm (a) e de 0 a 20cm (b) nas florestas alta e baixa.....	57
Figura 29. Valores médios dos teores de alumínio, cálcio e magnésio das profundidades de 20 em 20cm e de 5 em 5cm para as fisionomias de florestas baixa (a, b) e alta (c, d) de restinga.....	59
Figura 30. Porcentagem da saturação por alumínio das profundidades de 20 em 20cm (a) e de 5 em 5cm (b) para as fisionomias de florestas alta e baixa de restinga.	60
Figura 31. Valores médios da condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação até 0,6m de profundidade para as florestas baixa (a) e alta (b), a cada 20cm e os valores padrões limites.....	64
Figura 32. Sistema radicular de <i>Psidium Cattleyanum</i> na restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba.....	71
Figura 33. Valores médios dos teores de alumínio na análise foliar das espécies estudadas, nas fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.....	74
Figura 34. Valores médios dos teores de cálcio na análise foliar das espécies estudadas, nas fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.....	74

LISTA DE TABELAS

	página
Tabela 1. Características fisionômicas das florestas baixa e alta de restinga, segundo a Resolução CONAMA 7/96.	29
Tabela 2. Áreas onde foram realizadas coletas de solo em floresta baixa e alta de restinga dos locais selecionados no litoral do estado de São Paulo.....	46
Tabela 3. Principais características ecológicas, locais de ocorrências e famílias das quatro espécies analisadas.....	47
Tabela 4. Áreas dos locais selecionados, onde foram coletadas as folhas para a análise química de quatro espécies.	48
Tabela 5. Análise múltipla de variância (MANOVA) dos parâmetros químicos do solo entre as fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.....	52
Tabela 6. Valores médios dos parâmetros químicos de solo, a cada 20cm até 0,6m de profundidade das florestas alta e baixa de restinga.....	52
Tabela 7. Análise múltipla de variância (MANOVA) dos parâmetros químicos do solo entre o litoral norte e sul do estado de São Paulo para as fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.....	53
Tabela 8. Valores médios dos parâmetros químicos de solo, a cada 5cm até 0,2m de profundidade das florestas alta e baixa de restinga.....	53
Tabela 9. Características dos solos salinos, sódicos e salinos-sódicos.....	61
Tabela 10. Valores médios da condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação até 0,6 m de profundidade das florestas alta e baixa, a cada 20 cm.....	62

	página
Tabela 11. Análise múltipla de variância (MANOVA) da condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação entre as fisionomias de floresta alta e baixa.....	62
Tabela 12. Valores médios dos teores foliares de macronutrientes e alumínio nas fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.	66
Tabela 13. Valores médios dos teores foliares de micronutrientes nas fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.	66
Tabela 14. Valores dos parâmetros químicos foliares em níveis baixos e altos.....	66
Tabela 15. Tipos de degradação e tempo de regeneração natural de algumas das áreas estudadas na floresta baixa de restinga.....	76
Tabela 16. Tipos de degradação e tempo de regeneração natural de algumas das áreas estudadas na floresta alta de restinga.....	76

RESUMO

Este trabalho abrangeu o Litoral do Estado de São Paulo, desde Ubatuba - litoral norte à Cananéia - litoral sul. Teve por objetivo correlacionar diferentes fisionomias da floresta de restinga com os parâmetros físicos, químicos e salinidade do solo e análises químicas de alumínio, macro e micronutrientes de espécies arbóreas. A amostragem do solo foi feita até 0,6m de profundidade, em camadas de 20cm e na profundidade até 0,2m a cada 5cm para as fitofisionomias alta e baixa. Para cada camada foram analisados pH, M.O., P, K, Ca, Mg, S, Al, H+Al, Na, B, Cu, Fe, Mn, Zn, m, SB, CTC e V, além da condutividade elétrica (CE), Relações de Adsorção de Sódio (RAS), Porcentagem de Sódio Trocável (PST), pH dos extratos de saturação e análises granulométricas. Foram coletadas oito folhas de cinco indivíduos por espécie para cada área de *Pera glabrata*, *Andira fraxinifolia*, *Ilex theezans* e *Psidium cattleyanum*, para análises químicas foliares (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Al). Os teores de areia, silte e argila não diferiram entre as áreas estudadas, sendo que a argila obteve teores iguais ou inferiores a 4% e a areia superiores a 90%. Independentemente dos processos geológicos, os solos de restinga são semelhantes entre si quanto à sua fertilidade. Os solos apresentaram elevada acidez, com o pH variando de 3,5 a 4,0. Na floresta alta, a matéria orgânica do solo obteve teores maiores, chegando a 4,5% nos primeiros 5cm, sendo que nos 10 cm superficiais concentraram-se 67% da MOS. As camadas superficiais foram mais representativas para ambas as fitofisionomias. A CTC na superfície do solo também foi mais elevada, tendo a camada de 0-5cm um valor de 89,3 mmol_c dm⁻³ para a fitofisionomia alta. A saturação por bases (V%) variou de 10 a 20%, sendo baixa para todas as profundidades e fitofisionomias. Portanto, os solos de restinga são distróficos, com escassez de nutrientes e elevada saturação por alumínio (chegando a valores de 73%), acompanhados pelos níveis de cálcio deficientes. Os solos de restinga não

são salinos, pois as médias da CE variaram de 0,16 a 1,17 dS/m, a PST de 0,82 a 2,88, a RAS de 0,65 a 1,77 e o pH de 6,0 a 6,7. Os teores foliares de N, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn encontraram-se em um nível razoável, para todas as espécies. A espécie *Psidium Cattleyanum* alcançou teores de alumínio maiores que 1.000 ppm, sendo portanto, uma acumuladora de Al. O desenvolvimento da floresta de restinga alta e baixa ocorre em função do tempo e não da fertilidade do solo, pois esta não possui diferenças expressivas entre as fitofisionomias alta e baixa.

Palavras-chave: restinga, fertilidade de solo, alumínio, salinidade do solo.

ABSTRACT

This work was carried out in the São Paulo State coast, since northern coast of Ubatuba until the south coast of Cananéia. The aim of this research was to correlate different physiognomies of the sand coastal plain vegetation - restinga forest - with the soil characteristics (texture, nutritional contents and salinity) and foliage analysis of native tree species. The soil samples were collected from low and high restinga forest physiognomies until 0,6m depth in each 20cm layers and until 0,2m depth in each 5cm layers. For each layer it was analyzed the organic matter, pH, P, Na, K, Ca, Mg, S, H + Al, Al, B, Cu, Fe, Mn, Zn, aluminum contents, base saturation, cation exchange capacity, electrical conductivity, sodium adsorption ratio, exchangeable sodium percentage and pH of the saturation extracts. For the foliage analyses (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn e Al), the species elected were *Pera glabrata*, *Andira fraxinifolia*, *Ilex theezans* and *Psidium cattleianum*. It was collected eight leaves from five trees of the each specie, in each site. The levels of sand, clay and silt did not differ between the sites and the physiognomies. The clay obtained values low or equal 4% and the sand obtained rates above 90%. Independently of the geologic process, the soil fertility of the restinga forest is similar for all sites and physiognomies. The soil showed elevated acidity with the pH varying between 3,5 and 4,0. In the high physiognomy the organic matter presented major values than in the low physiognomy, with 4,5% in the superficial horizon (0-5cm), and in the first 10cm concentrated 67% of MOS. The superficial horizons were more representative than others depths in both physiognomies. The cation exchange capacity in the soil surface was higher than in other depths. The horizon 0-5cm of the high physiognomy obtained 89,3 mmol_c dm⁻³. In all depths and physiognomies, the base saturation (V%) was low: it varied between 10 and 20%. Therefore the restinga soil is dystrophic, with lack of nutrients, high aluminium

saturation and low levels of calcium. It is not saline because the rates of electrical conductivity, exchangeable sodium percentage and sodium adsorption ratio varied, respectively, between 0,16 and 1,17 dS/m, 0,82 and 2,88% and 0,65 and 1,7, and pH of the saturation extract between 6,0 and 6,7. Foliage levels of N, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn are reasonable for the all species. *Psidium Cattleyanum* obtained ranges higher than 1000 ppm, then this species is an accumulator of aluminium. The development of high and low physiognomies of the restinga forest occurs due to the time instead of the soil fertility, because there are no expressive differences for this parameter in both physiognomies.

Key words: restinga, sand coastal plain vegetation, soil fertility, aluminium, soil salinity

1. INTRODUÇÃO

1.1. A Zona Costeira do Brasil

A costa brasileira apresenta aproximadamente 5.900 km de perímetro envolvente e mais de 9.200 km de comprimento real (SILVEIRA, 1964; AB'SABER, 2001). É banhada por águas quentes que ocupam grande parte das bordas tropicais e subtropicais do Atlântico Sul Ocidental, onde as variações espaciais e temporais dos fatores ambientais são distintas. Ocorrem diversos tipos de habitats, sistemas lagunares margeados por manguezais e marismas, costões e fundos rochosos, recifes de coral, bancos de algas calcáreas, plataformas arenosas, recifes de arenito paralelos à linha de praias e falésias, dunas, cordões arenosos e ilhas (AMBIENTEBRASIL, 2005).

Silveira (1964), modificado por Cruz *et al.* (1985), subdividiu a costa brasileira em cinco setores: norte, nordeste, leste, sudeste e sul. Ao norte, na foz do rio Amazonas, o material despejado e a expansão de energia (marés, correntes, ondas, ventos) produzem, por sua magnitude, uma infinidade de processos oceanográficos interdependentes e complexos que exercem uma forte influência sobre a distribuição dos recursos vivos da região. Os Golfões Marajoara e Maranhense representam complexos estuarinos bastante dinâmicos. Ao largo da região Nordeste, a ausência de grandes rios e a predominância das águas quentes da Corrente Sul Equatorial determinam um ambiente propício para a formação de recifes de corais (que se distribuem por cerca de 3.000 km). No Sudeste-Sul, a presença da Água Central do Atlântico Sul sobre a plataforma continental e a sua ressurgência eventual ao longo da costa contribui para o aumento da produtividade; mais ao sul, o deslocamento, na direção norte, nos meses de inverno, da Convergência Subtropical, formada pelo encontro das águas da Corrente do Brasil com a Corrente das Malvinas, confere à região características climáticas mais próximas às temperadas, influenciando profundamente na composição da fauna e flora locais (FUNDAÇÃO BIO RIO, 1999).

A Zona Costeira abriga um mosaico de ecossistemas de alta relevância ambiental, cuja diversidade é marcada pela transição de ambientes terrestres e marinhos, com interações que lhes conferem um caráter de fragilidade e que requerem, por isso, atenção especial do poder público, conforme demonstra sua inserção na Constituição brasileira como área de *patrimônio nacional*. Dessa forma, o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, através dos planos estaduais e municipais, teve por objetivo o planejamento e a administração da utilização dos recursos naturais da Zona Costeira, visando a melhoria da qualidade de vida das populações locais e promover a proteção adequada dos seus ecossistemas, para usufruto permanente e sustentado das gerações presentes e futuras. O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro define a Zona Costeira como um espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos ambientais, abrangendo as seguintes faixas:

-Faixa Marítima, que se estende mar adentro distando 12 *milhas marítimas* (22,2 Km) das *Linhas de Base* estabelecidas de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar, compreendendo a totalidade do Mar Territorial;

-Faixa Terrestre, formada pelos municípios do continente que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na Zona Costeira (MMA, 2005).

1.2. O litoral do estado de São Paulo

1.2.1. Características gerais

Segundo a SMA (2005), a Zona Costeira do estado de São Paulo, com extensão de 700km e área de 27.000 Km² aproximadamente, inclui 36 municípios, sendo que apenas 15 são banhados pelo mar e abriga a maior parte da Mata Atlântica remanescente no Estado. As pressões para a apropriação dos recursos naturais terrestres e marinhos ocorrentes nestes municípios provocam conflitos que o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro enfrenta, buscando alternativas para promover o desenvolvimento sócio-econômico com a manutenção e/ou recuperação da qualidade dos ecossistemas costeiros. Para tanto, o Litoral Paulista foi subdividido em quatro setores: Complexo Estuarino-Lagunar de Iguape e Cananéia (Litoral Sul); Vale do Ribeira; Região Metropolitana da Baixada Santista e Litoral Norte.

1.2.2. Litoral Sul

A subunidade sul do litoral paulista é composta pelos municípios de Iguape, Ilha Comprida e Cananéia, totalizando uma área de 3.414 km², onde se encontra o Complexo estuarino-lagunar de Iguape, Cananéia e Paranaguá, área reconhecida pela Unesco como parte da Reserva da Biosfera, devido à sua importância enquanto meio ambiente natural e de culturas tradicionais. Entre a Serra e o mar, há uma extensa planície litorânea, ocupada pela Mata Atlântica e por amplas áreas de manguezais. Cananéia é o município com maior área de manguezal, seguido por Iguape (CETESB, 2003).

Há várias unidades de conservação, tanto estaduais quanto federais, que se sobrepõem na região, no intuito de preservar a ampla gama de espécies da fauna e da flora locais. Entre elas, destaca-se a Estação Ecológica Juréia-Itatins (estadual), que abrange áreas de vários municípios, num total de 792,3 km², cujo uso é bastante restritivo; a Área de Proteção Ambiental Cananéia – Iguape – Peruíbe (federal), com área de 2.340 km², visando à conciliação das atividades humanas com o meio ambiente natural. A região abriga ainda 26 ilhas e ilhotas, pertencentes principalmente à Cananéia. Dentre elas destacam-se a Área de Proteção Ambiental de Ilha Comprida (estadual), que compreende todo o município de Ilha Comprida; o Parque Estadual da Ilha do Cardoso, que abrange toda a Ilha do Cardoso, entre outros (CETESB, 2003).

A população total da região é de aproximadamente 46.123 habitantes (IBGE, 2000), apresentando uma densidade demográfica bastante baixa (13 hab/km²). As atividades econômicas estão embasadas no setor primário, de subsistência, destacando-se a pesca, que ocupa aproximadamente 25% da população e é realizada principalmente nos mares internos, canais e lagoas salobras (SMA, 1999).

Apesar do solo pobre exigir investimentos técnicos, dificultando boa produtividade, a atividade agrícola ocupa grande parte da população rural, composta por sítiantes e pequenos proprietários, cuja produção é basicamente arroz, banana e horticultura. Outro destaque é o extrativismo vegetal de madeira e palmito que, devido à prática predatória ao longo de muitos anos, atualmente resulta numa atividade pouco lucrativa (SMA, 1999).

O turismo é incipiente na região, devido a pouca infra-estrutura e à distância dos grandes centros urbanos; restringe-se principalmente ao turismo de aventura, devido às belezas naturais (cachoeiras, trilhas, praias desertas, etc.). Segundo a Fundação Seade, a

população flutuante da região gira em torno de 25.200 pessoas anualmente, muito pouco se comparado às outras subunidades litorâneas (CETESB, 2003).

1.2.3. Litoral Norte

Conforme as informações obtidas da SMA (2005), o Litoral Norte abrange os municípios de Ubatuba, Caraguatatuba, São Sebastião e Ilhabela, articulados por uma precária ligação rodoviária, com baixos níveis de utilização de seu potencial hidroviário marítimo.

A região ainda apresenta problemas por sediar, em São Sebastião, um porto e o Terminal de Petróleo Almirante Barroso - TEBAR, fonte potencialmente poluidora devido aos acidentes eventuais já verificados durante o manuseio do petróleo e seus derivados (CETESB, 2003). Além disso, verifica-se um crescente desequilíbrio no fluxo turístico, podendo a população do Litoral Norte duplicar nos meses de verão, segundo informações da Fundação SEADE (2000), aumentando de forma excessiva a demanda por água potável, coleta de lixo e coleta de esgotos.

Essa região, onde a Serra do Mar mais se aproxima da costa, abriga ecossistemas diferenciados, com inúmeras praias de grande beleza, mas que vem sendo ocupados de forma desordenada. As atividades econômicas desenvolvidas na região induziram, ao longo do tempo, uma rápida urbanização em quase todos os municípios, provocando conurbação e transformando-a numa região de características metropolitanas (SMA, 2005). A base da economia local está no setor terciário, devido às atividades ligadas ao turismo (comércio, hotelaria, construção civil, prestação de serviços, entre outros). A agricultura é inexpressiva na região (CETESB, 2003).

1.2.4. Baixada Santista

A Baixada Santista é a mais urbanizada e populosa das três subunidades do litoral paulista. Possui 2.402 km² de área, distribuída entre os nove municípios que a compõem (SMA, 1999).

Abrange os municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, que se articulam regionalmente através do Conselho de Desenvolvimento Metropolitano da Baixada Santista. A região encontra-se já muito comprometida no que diz respeito à sua qualidade ambiental, em consequência das

atividades industriais e turísticas que desencadearam uma série de conflitos que indicam duas ações prioritárias: o controle e a recuperação ambiental (SMA, 2005).

A Mata Atlântica está concentrada em unidades de conservação, como o Parque Estadual da Serra do Mar e o Parque Estadual Xixová-Japui. Na Baixada Santista encontra-se a maior concentração de áreas de manguezais do litoral. E, nas áreas de restinga, apresenta-se bastante degradada devido à intensa ocupação. O município de Bertioga apresenta ainda largas faixas de restinga, que estão sofrendo pressão intensa de loteamentos, o mesmo acontecendo com os municípios de Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe (CETESB, 2003).

A população fixa dessa unidade é de aproximadamente 1.309.263 habitantes. A atividade industrial é intensa, principalmente nos municípios de Cubatão, Santos e Guarujá, onde se encontram grandes complexos industriais (químicos, petroquímicos, siderúrgicos, etc.). Essas atividades representam risco permanente tanto para o solo quanto para a água e o ar, afetando todo o ambiente e a qualidade de vida dessa região (IBGE, 2000).

Além da atividade industrial, devem ser destacadas aquelas geradas pelo Porto de Santos, o maior do Brasil. Diariamente inúmeros navios carregam e descarregam produtos que são armazenados em tanques. Essa atividade de tancagem, juntamente com as demais atividades marítimas realizadas no porto, tornam os acidentes ambientais comuns (CETESB, 2003). Segundo a SEADE (2000), o fato desses municípios receberem grande quantidade de banhistas para temporada (por volta de 947.000 pessoas), motivados principalmente pela proximidade da capital, acarreta em índices de balneabilidade mais críticos em relação às outras regiões do litoral paulista.

1.3. Restinga

O termo restinga é conhecido desde o século XV, de origem espanhola, e foi empregado para designar barras ou barreiras arenosas, especialmente quando estas feições fecham lagunas costeiras (SUGUIO, 1992). No Brasil, entretanto, ele tem sido utilizado indiscriminadamente, referindo-se a todos os tipos de depósitos arenosos litorâneos, de origens variadas (SOUZA, 1997). Lamego (1940) designa restinga como corpos de areia do litoral, tais como esporões, pontais, tômbolos, barras e cristas de praia.

Para Martin *et al.*(1987), Suguio & Tessler (1984), Suguio & Martin (1990), as planícies litorâneas arenosas do Brasil têm sido erroneamente chamadas de planícies de restinga, uma vez que as restingas referem-se a depósitos costeiros de origens diversas, enquanto que as planícies litorâneas arenosas brasileiras são, quase sempre, relacionadas unicamente aos cordões litorâneos regressivos. Dessa forma, esses mesmos autores propõem a substituição da denominação “planícies de restinga”, por planícies de cordões litorâneos.

Os cordões litorâneos regressivos, também denominados cristas de praia, feixes de restinga ou planície de restinga, são corpos arenosos alongados, dispostos paralelamente, ocupando amplas áreas em zonas costeiras em progradação (VILLWOCK *et al.*, 2005).

Muito embora alguns autores prefiram utilizar o termo restinga somente no sentido geomorfológico, outros denominam as formações vegetais que se desenvolvem na região costeira, principalmente em substrato arenoso, como vegetação e/ou floresta de restinga.

Segundo Cerqueira (2000), restinga no sentido geomorfológico, em geral, engloba o conjunto de depósitos arenosos costeiros, enquanto que no sentido biótico, é o conjunto das comunidades existentes sobre estes depósitos. As planícies arenosas são ocupadas por uma grande variedade de comunidades vegetais devido à diversidade da sua origem geológica, topografia e das condições ambientais que ali vicejam, incluindo influências marinhas e continentais. Esta diversidade propicia a formação de muitos habitats e, conseqüentemente, de uma flora rica e variada, englobada na categoria geral de vegetação de restinga (ARAÚJO, 1984; ARAÚJO & LACERDA, 1987).

A expressão “vegetação de restinga”, quando encontrada na literatura, pode estar sendo utilizado para englobar diversas comunidades ou sejam, as praias, antedunas, cordões arenosos, depressões entre cordões e margens de lagoas (LACERDA *et al.*, 1982).

Esta vegetação foi conceituada de diversas maneiras por vários autores. De acordo com Silveira (1952), a vegetação de restinga pode ser classificada em dois tipos:

- a) vegetação sobre dunas e restingas recentes, formadas por arbustos e pequenas árvores de tronco fino, de 6-10 m de altura, constituindo freqüentemente bosques muito densos;
- b) vegetação sobre dunas e restingas antigas, formadas por mata fechada, semelhante à floresta interior, mais rica em espécies, mostrando evolução avançada para o clímax florestal do tipo floresta úmida e quente.

Eiten (1970) define a vegetação de restinga para o estado de São Paulo, como a faixa à

beira mar com aproximadamente 3 a 7Km de largura e, onde a planície for maior, ocorre a floresta alta de litoral. O autor ainda distinguiu quatro comunidades de restinga: floresta, escrube fechado, escrube aberto e vegetação de praia. Segundo Rizzini (1997), a vegetação de restinga é um conjunto de comunidades vegetais em mosaico, sem tipos próprios de vegetação (com vegetação vinda de outras comunidades).

Diante de tantas definições e conceitos nem sempre correlacionados entre si, foi criada pela Resolução CONAMA nº 7/96, uma proposta caracterizando essa vegetação de uma forma geral: “Entende-se por vegetação de restinga o conjunto das comunidades vegetais fisionomicamente distintas, sob influência marinha e flúvio-marinha. Essas comunidades, distribuídas em mosaico, ocorrem em áreas de grande diversidade ecológica, sendo consideradas comunidades edáficas por dependerem mais da natureza do solo que do clima. Essas formações, para efeito desta Resolução, são divididas em: vegetação de praias e dunas, vegetação sobre solos arenosos e vegetação associada às depressões.

A floresta baixa de restinga é constituída por estratos predominantemente arbustivo e arbóreo, possui fisionomia arbórea com dossel e estrato inferior abertos e árvores emergentes. As árvores, em geral, alcançam 3 a 10 metros de altura, sendo que as emergentes chegam a 15 metros e há grande número de plantas com caules ramificados desde a base. Embora haja uma diversidade de epífitas, com destaque para as bromeliáceas, orquídeas e aráceas, as trepadeiras são escassas. O é substrato arenoso e seco, com as raízes formando trama superficial. A serapilheira forma uma fina camada, com grande quantidade de folhas não decompostas, podendo ocorrer acúmulo em alguns locais.

Os aspectos que caracterizam a floresta alta de restinga são: fisionomia com estrato predominante arbóreo e dossel fechado; altura variando entre 10 e 15 metros, sendo que as emergentes podem atingir 20 metros; alta diversidade e quantidade de epífitas; significativa quantidade de trepadeiras e presença de sub-bosque de plantas jovens do estrato arbóreo. O substrato é arenoso, podendo haver deposição de argila de origem continental, ocorrendo inundações ocasionais em determinados pontos. Possui uma espessa camada de húmus e serapilheira, sendo esta variável de acordo com a época do ano.

1.4. Hipótese de Trabalho

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

1.5. Justificativa

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 infra-estrutura urbana (ANDRADE & LAMBERTI, 1965; ARAÚJO & LACERDA, 1987; SILVA *et al.*, 1993).

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. As experiências de recuperação de áreas de restinga ainda são preliminares, sem dados conclusivos, em função da dinâmica da água no solo e sua qualidade, intensidade e frequência (RODRIGUES & CAMARGO, 2000).

Os estudos desenvolvidos nas restingas são escassos e insuficientes para seu adequado manejo e recuperação, especialmente quanto à relação solo/planta. Existem muitas lacunas de conhecimento quanto às formações florestais litorâneas, em especial a restinga, havendo necessidade de parâmetros de solo e planta para dar subsídios aos modelos de reflorestamento heterogêneo com espécies nativas.

Este estudo buscou correlacionar as características edáficas às fisionomias florestais de restinga, em seis locais do litoral paulista, para fomentar conhecimentos que possam contribuir na orientação de procedimentos para recuperação de áreas degradadas.

1.6. Objetivo Geral

Correlacionar diferentes fisionomias da floresta de restinga com os parâmetros físicos, químicos e salinidade do solo e análises químicas de alumínio, macro e

micronutrientes de espécies arbóreas, buscando evidenciar a magnitude da influência das características edáficas nestas formações.

1.6.1. Objetivos Específicos

- Estudar parâmetros físicos e químicos do solo até 0,6m de profundidade, analisando as camadas a cada 0,2m;
- Comparar as características químicas e físicas dos solos a cada 0,05m de profundidade, até 0,2m;
- Averiguar as características do solo quanto à salinidade.
- Efetuar análises químicas foliares de espécies arbóreas ocorrentes nas áreas estudadas;

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Floresta de restinga

Em 1970, Eiten descreveu os vários tipos de vegetação do estado de São Paulo, inclusive as florestas de restinga. Entretanto, maior ênfase no estudo das restingas foi observada entre 1987 e 1990, quando a Academia de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP) realizou dois Simpósios sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste do Brasil, em 1987 e em 1990, reunindo vários especialistas em restinga. O Primeiro Simpósio da ACIESP teve como objetivo a síntese dos conhecimentos sobre os ecossistemas costeiros, no qual foi apresentado um único trabalho abordando comunidades vegetais em restinga, do Rio de Janeiro. O Segundo Simpósio da ACIESP teve como objetivo os estudos sobre estrutura, função e manejo. Foram apresentados 32 painéis sobre a vegetação das restingas, em seu sentido amplo, porém, os avanços no conhecimento sobre as planícies costeiras ainda eram pequenos. Neste simpósio foram feitas propostas no sentido de identificar as comunidades vegetais que ocorrem nas planícies arenosas costeiras, estudar os efeitos de impactos ambientais e como recuperar o ecossistema impactado (SUGIYAMA, 1993).

2.1.1. Litoral Norte

Os primeiros dados florísticos sobre a mata de restinga do Núcleo de Picinguaba, em Ubatuba (SP) foram apresentados por Furlan *et al.* (1989; 1990). Um resumo sobre a diversidade florística e estrutura da vegetação, no núcleo de Picinguaba, em Ubatuba (SP) foi publicado por Cesar *et al.* (1992).

Alterações florísticas e estruturais de florestas sobre e entre cordões arenosos em Caraguatatuba (SP), em pequena escala, foram estudados por Mantovani (1992). Piccolo (1992, 1994) elaborou um mapeamento com 21 unidades fitoecológicas para a planície litorânea de Picinguaba. Assis (1999) realizou um estudo envolvendo a florística e as características estruturais em cinco áreas da planície costeira de Picinguaba.

O trabalho desenvolvido por Reis-Duarte (2004) constatou alguns fatores ambientais e antrópicos que influenciaram direta e indiretamente a composição florística e estrutural da Restinga das Palmas no Parque Estadual da Ilha Anchieta em Ubatuba.

2.1.2. *Baixada Santista*

As florestas de restinga da Baixada Santista, atualmente, se encontram mais preservadas em Bertioga, representando em torno de 22%. O restante apresenta-se alterado por desmatamentos, poluição e construção civil (RODRIGUES, 2000).

Em 1965, Andrade e Lamberti apresentaram uma listagem das espécies ocorrentes na vegetação da Baixada Santista, considerando as restingas como a vegetação que vai da parte posterior das dunas até o sopé da Serra do Mar.

Na propriedade da Sociedade Técnica de Areias para Fundação (STAF) - município de São Vicente, cuja atividade principal é a extração e beneficiamento de areia quartzosa, Prudente (2005) analisou os aspectos morfológicos e germinativos das sementes de *Tibouchina clavata* (Pers.) Wurdack, além do desenvolvimento de plântulas e a regeneração natural. Essa espécie apresentou alto potencial de colonização, evidenciado pela elevada produção de sementes, boa capacidade de estabelecimento de plantas no campo, rusticidade, pouca dependência da fertilidade do solo e tolerância ao alumínio, o que permite sua indicação para iniciar e facilitar o processo de recuperação florestal.

Nesta mesma área de mineração, Rodrigues (2006) fez o levantamento florístico e fitossociológico, estudou a regeneração natural, chuva e banco de sementes no intuito de investigar quais espécies apresentariam amplo potencial para utilização na recuperação de áreas degradadas de restinga. *Tibouchina pulchra* Cogn. e *Clitoria laurifolia* Poiret foram selecionadas para análise da germinação, morfologia e potencial biótico. Ambas mostraram-se eficazes na dinâmica sucessional das áreas, apresentando várias características importantes para o processo de recuperação, tais como: alta produção de sementes, desenvolvimento vegetativo, germinação em amplas faixas de temperatura, rusticidade, plasticidade e desenvolvimento rápido.

Em Bertioga Guedes-Silva (2003) realizou levantamento florístico, fitossociológico e analisou também a dispersão de sementes em dois fragmentos de floresta de restinga. Os baixos valores de riqueza e densidade encontrados no banco de sementes demonstraram a pouca relevância desta estratégia na regeneração natural das áreas estudadas.

2.1.3. *Litoral Sul*

Dados preliminares sobre o fluxo de macronutrientes do folheto na mata de restinga da Ilha do Cardoso (SP), mostrando que as folhas contribuíram com a maior parcela para todos os nutrientes (N, P, K, Ca e S) foram apresentados por Moraes *et al.* (1992).

Analisando dados de correlação da vegetação, em trabalho realizado na Ilha do Cardoso, Pinto (1998) verificou a existência um gradiente crescente relacionado à diversidade e aos parâmetros biométricos dos de três estratos (sub-bosque, estrato intermediário e dossel), no sentido das matas de restinga para as planícies e encostas, bem como um gradiente inverso de densidade estabeleceu correlação entre o solo e a vegetação, mostrando que os fatores que melhoraram a fertilidade e a textura do solo favoreceram a diversidade e diminuíram a equabilidade.

Sugiyama (1998) avaliou a florística e a fitossociologia de duas áreas de restinga na Ilha do Cardoso e também analisou o solo, quanto a sua química e granulometria. As duas comunidades são essencialmente edáficas. As condições limitantes do solo refletem-se na vegetação, imprimindo características tais como escleromorfismo, nanismo, pequena diversidade específica e sistema radicular superficial.

Na Ilha Comprida (SP), KIRIZAWA *et al.* (1992) apresentaram um mapa da vegetação e fizeram a descrição das formações vegetais presentes, como as dunas, escrube, mata de restinga e mangue.

Em um estudo realizado por Carvalhaes (1997), na Estação Ecológica Juréia-Itatins, a flora do componente dominante da floresta analisada apresentou uma dissimilaridade florística com outras florestas sobre restinga comparadas, havendo contribuição relevante da flora ombrófila densa atlântica para colonização da planície litorânea.

De acordo com Carrasco (2003), há insuficiência de dados disponíveis e de correlações de teores de nutrientes do solo e fisionomias de vegetação, bem como das necessidades nutricionais das espécies florestais de restingas, pois, observou-se que, onde houve o abandono de áreas usadas para agricultura de subsistência familiar, sem grandes alterações do substrato, ou em terrenos que tiveram a vegetação removida como um preparo para o início de uma construção civil que não ocorreu, a regeneração natural é lenta.

2.2. Solo

Com o objetivo de reconhecer cartograficamente as formações vegetais brasileiras, Andrade-Lima (1966) e Veloso (1966) incluíram a região litorânea nas “formações edáficas”, salientando o papel do solo no condicionamento dos diferentes tipos vegetacionais costeiros. Silva & Vieira-Sommer (1984) fizeram o levantamento florístico preliminar das restingas, apresentaram as espécies ocorrentes e observaram que as formações arbóreas estavam na última faixa, mais distante do mar, onde também havia maior quantidade de matéria orgânica.

As ações impactantes em sua maioria são decorrentes das atividades da construção civil que promovem a remoção da camada superficial do solo ou a deposição de solo mais argiloso para a terraplanagem. Essas ações alteram completamente o regime hídrico do solo. Considerando-se que em geral a terra para depósito é transportada de regiões mais próximas, os impactos sobre as áreas vizinhas é ainda maior. Quando é retirada a terra superficial, pode ocorrer o afloramento do lençol freático (RODRIGUES, 2000).

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. Neste trabalho, as fitofisionomias atuais foram interpretadas como resultantes da intensidade do uso e tipo de manejo; do tempo de regeneração natural; da distribuição espacial das áreas e dos fatores abióticos (água e ventos marítimos), que interferiram significativamente para alterações das suas feições originais. O sistema radicular está exposto às alterações espaciais e temporais quanto às concentrações de nutrientes do solo (LAINÉ *et al.*, 1998). As plantas respondem a essa heterogeneidade por meio de modificações fisiológicas e morfológicas, de modo a alterar a arquitetura (configuração espacial) de seus sistemas radiculares. Tipicamente, as raízes crescem profusamente em direção a regiões de maior concentração de nutrientes (GROSS *et al.*, 1993; ROBINSON, 1996; VAN VUUREN *et al.*, 1996), provavelmente uma resposta adaptativa compensatória à variabilidade do solo (ROBINSON, 1994; 1996).

Dentre as restrições de fatores químicos de solos ácidos, os que mais afetam a absorção de nutrientes são os elementos tóxicos (alumínio, especialmente) e a própria deficiência de nutrientes, principalmente de fósforo e cálcio. O teor de alumínio no solo que provoca redução no crescimento das raízes varia com as espécies, cultivares e solos. As raízes não crescem nos solos deficientes em cálcio, que é essencial para a divisão celular e para a funcionalidade da membrana celular. A sua exigência, em termos quantitativos, é pequena, porém, deve estar presente nos pontos de crescimento, pois não há translocação do cálcio do floema para as raízes (RAIJ, 1991).

Em adição, um maior investimento em raízes adventícias, estimulado por baixo nível de fósforo, também é comum, aumentando, pois, a exploração dos horizontes do solo mais superficiais (MILLER *et al.*, 1998). Se, por um lado, o desenvolvimento superficial do sistema radicular é vantajoso para a aquisição de fósforo, por outro, pode acarretar desvantagens óbvias para a planta sob condições de disponibilidade hídrica limitada.

Os trabalhos desenvolvidos por Casagrande *et al.* (2002 a, b) e Reis-Duarte *et al.* (2002 a, b; 2003) indicam que as correlações entre a fertilidade do solo e o desenvolvimento da vegetação de Restinga proporcionaram informações determinantes para o melhor entendimento da degradação do ecossistema, assim como parâmetros de solo (matéria orgânica e nutrientes, em especial fósforo e cálcio) para composição de modelos de recuperação. Reis-Duarte (2004) verificou que a recomposição da vegetação de restinga do Parque Estadual Anchieta foi influenciada pelos teores de umidade do solo, as ações antrópicas praticadas na área e tempo de regeneração natural. Tais fatores estabeleceram os atuais parâmetros de fertilidade do solo, determinando assim, o tipo e desenvolvimento da vegetação encontrada no mosaico desta floresta secundária.

2.3. Formação geológica do litoral paulista

2.3.1. Histórico Geológico

Complexos e variados processos geológicos deram início à formação da região costeira do Brasil, há mais de 200 milhões de anos. Com a separação das placas, atualmente conhecidas como os continentes América do Sul e África, houve a invasão do mar que formou o Oceano Atlântico. Ao deslocar-se para oeste, a placa sul-americana colidiu com outra placa originando soerguimentos de rochas que hoje constituem a

Cordilheira dos Andes. Tais acontecimentos acarretaram outros eventos que se sucederam ao longo dos anos, moldando a estrutura do litoral brasileiro (MAGALHÃES, 2003).

Na região Sudeste, a complexa história da Serra do Mar registrada entre o Pré-cambriano e o Eopaleozóico, que deu origem a diversas associações migmatíticas e metamórficas, bem como a inúmeros complexos ígneos, explica a ampla variedade de tipos litológicos do embasamento exposto (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

Vignol-Lelarge *et al.* (1994) concluíram que há 86 milhões de anos a região sofreu um levantamento acompanhado de erosão da ordem de 2,5 km. A esse levantamento atribuíram o soerguimento da Serra do Mar. Há a considerar, todavia, não ser essa a idade da serra na posição que ela hoje ocupa. O Arco de Ponta Grossa é um elemento tectônico com predisposição para o soerguimento desde o Triássico que, no Cretáceo Superior, foi submetido à maior elevação. Com a serra ocupando sua posição atual não poderia fornecer à borda da Bacia de Santos elásticos grossos como os que são encontrados na Formação Santos, pela distância de até uma centena de quilômetros que as separa.

Segundo Almeida & Carneiro (1998), a Serra do Mar não apresenta evidências de ter resultado de importantes falhamentos neotectônicos ocorridos em seu sítio atual. A análise das estruturas e relevo evidencia que a serra resultou de erosão diferencial regressiva, adaptando-se nesse processo à extrema diversidade de estruturas geológicas e de resistência diferencial das rochas à erosão, bem como a morfotectônica que se manifestou no Planalto Atlântico durante o Paleógeno e o Mioceno. Essas condições causaram: a abertura do vale do rio Ribeira, sobretudo pela presença do Alinhamento de Guapiara; as características peculiares da serra granítica no estado do Paraná; a persistência de promontórios sustentados por intrusões de rochas graníticas e alcalinas e as numerosas ilhas abandonadas durante seu recuo para formar a plataforma continental rasa atual. Com o recuo erosivo das encostas da serra para oeste, estas vieram seccionando superfícies de erosão do planalto, que determinam freqüentemente o subnivelamento de seus cimos. Rios do planalto foram decapitados, como no recuo da Serra do Cubatão (SP), ou capturados, como o ribeirão das Lajes (RJ), ou ainda a drenagem que se faz do planalto para o mar foi seccionada, como a dos rios Itatinga (SP) e cabeceiras do rio Itapanhaú (SP).

Tais manifestações, aliadas a processos de origem vulcânica, se estenderam até cerca de 2 milhões de anos atrás, época em que o território brasileiro já apresentava seus traços gerais com a configuração do relevo atual.

2.3.2. Formação das Planícies Litorâneas

Morfologicamente, o litoral do estado de São Paulo pode ser dividido em duas áreas distintas: o sul, que se caracteriza pela presença de depósitos marinhos e flúvio-lagunares quartenários e pela grande extensão da planície entre as escarpas da Serra do Mar e o mar; e o norte, onde predominam os embasamentos metamórficos pré-cambrianos e a proximidade da Serra do Mar com o oceano (MARTIN *et al.*, 1979).

Na região de Ubatuba, a sedimentação quartenária é constituída de depósitos marinhos holocênicos, cobertos com colúvios e sedimentos aluviais, de origem continental, próximos ao embasamento cristalino (MARTIN & SUGUIO, 1975).

Nos canais de Bertioga, estuário de Santos e barra de São Vicente houve a ingressão das águas devido à transgressão marinha (entre 5.100 e 3.600 anos A.P.) que elevou as águas do Atlântico a mais de 3 metros por meio de movimentos eustáticos, ao mesmo tempo em que corriam os primeiros feixes de restingas arenosas que um dia iriam se estender pela faixa da chamada Praia Grande, que se transformou em terraços de construção marinha, um deles mais evidente do atual sítio urbano central de São Vicente. Na ocasião da diminuição do nível do mar e retomada da tropicalidade na costa de Santos, estabeleceram-se sedimentos argilosos e regulares a partir do sopé da Serra do Mar até os canais separadores das ilhas, projetando-se por deltas intralagunares e margens internas de canais e bordos de estuários (AB'SABER, 2001).

Melo & Ponçano (1983) acreditam que os depósitos quartenários da planície da Baixada Santista são de origem flúvio-marinha correlacionados com a transgressão Cananéia e a de Santos holocênica. Os registros de depósitos grosseiros de cascalhos fluviais encobertos por sedimentos atuais na Serra do Mar, dão indícios da oscilação climática do quartenário mais recente (TRICART, 1959).

Quanto ao litoral sul de São Paulo, a formação da planície quartenária de Cananéia e Iguape, em período muito mais recente, pode ser apresentado através de um modelo evolutivo dividido em cinco fases (SUGUIO & MARTIN, 1978).

Segundo os mesmos autores, por ocasião do máximo da transgressão Cananéia, o mar atingiu o sopé da Serra do Mar. Na plataforma continental, exposição aos ambientes subaéreos e marinhos foram responsáveis pela impressão do atual relevo superficial. Na segunda fase, com início da regressão, passaram a ser depositados cordões litorâneos no topo de depósitos arenosos, da formação Cananéia.

Kowsmann & Costa (1979) relatam que, durante todo o transcorrer desta terceira fase, o nível do mar foi inferior ao nível atual, quando a drenagem erodiu os sedimentos depositados durante a transgressão Cananéia, formando-se vales. Essa fase foi responsável pelo entalhamento dos canais na plataforma. A transgressão Flandriana (14.000 a 7.000 A.P.) caracterizou-se pela ascensão relativamente rápida do nível do mar.

Durante o último grande período transgressivo, na quarta fase, o mar penetrou inicialmente nas zonas baixas, estabelecendo-se então um extenso sistema de lagunas, onde foram depositados sedimentos argilo-arenosos ricos em matéria orgânica. Ao mesmo tempo, o mar erodiu as partes mais altas da Formação Cananéia. As areias resultantes dessa erosão foram ressedimentadas formando os depósitos marinhos holocênicos. Quando o mar retornou rumo ao seu nível atual na quinta fase, foram formados cordões litorâneos de regressão (KOWSMANN & COSTA, 1979). E, finalmente, no conjunto do sistema de restingas que caracteriza o litoral de Cananéia-Iguape, a Ilha Comprida funcionou como o último episódio responsável pela atual linha da Costa de São Paulo. Pela gênese e evolução, a ilha de 64 Km de extensão e largura reduzida (2,5 a 4Km) comporta-se como o mais recente cordão de areias do quartenário a participar do sistema de restingas e lagunas da região de Cananéia-Iguape, sendo o acidente fisiográfico de maior expressão no alongado conjunto do litoral sul, conforme Ab'Saber (2001).

Sua formação deve-se a um processo de deposição de sedimentos a partir do Morrote, uma pequena elevação rochosa com poucos metros de altitude e próxima à ponta sudoeste da Ilha. Originou-se uma restinga que, por sua vez, foi acrescida de material proveniente de cordões litorâneos mais recentes e de dunas que migraram do lado do oceano para o interior. O mesmo ocorreu na formação da Ilha de Cananéia, a partir do Morro de São João. O crescimento dessas ilhas possibilitou a formação do sistema estuarino-lagunar pelo barramento dos efeitos destrutivos das ondas do mar; são, por isso, chamadas de ilhas barreiras (MAGALHÃES, 2003).

2.4. Histórico de Ocupação

As alterações que ocorreram nos biomas costeiros no estado de São Paulo -Floresta Pluvial Tropical Atlântica, Vegetação nas Planícies Litorâneas e Manguezais - têm registro há aproximadamente 8 mil anos, quando populações de caçadores-coletores, após o declínio das populações dos grandes animais de caça na Floresta Pluvial Atlântica,

estabeleceram-se nas margens das baixadas litorâneas, onde encontraram pântanos de mangue e, nestes acumulando pilhas de conchas de mariscos, mexilhões e ostras de até trezentos metros de comprimento e 25 metros de altura, conhecidos como sambaquis (DEAN, 1997).

Após os primeiros grupos de agricultores (há mais de mil anos antes da colonização portuguesa), o litoral brasileiro foi ocupado pelos índios tupis e por seus parentes, os guaranis. Os tupis tiveram populações numerosas ao longo das planícies litorâneas, onde coletavam mais de uma centena de frutos da floresta, praticavam a caça e a pesca. Chegaram a ter aldeias com seiscentas pessoas, em média, controlando setenta quilômetros quadrados, onde praticavam a agricultura itinerante, o que sugere um potencial de degradação da Mata Atlântica superior ao de seus vizinhos no planalto (DEAN, 1997).

Em 1530, Dom João III enviou ao Brasil a expedição de Martim Afonso de Sousa, cujos principais objetivos eram verificar a existência de metais preciosos, explorar e patrulhar o litoral e estabelecer os fundamentos da colonização do Brasil. Martim Afonso tinha poderes para nomear autoridades e distribuir terras. Percorrendo quase todo o litoral brasileiro, enviou dois barcos de Pernambuco para explorar o litoral norte; organizou expedições rumo ao sertão, partindo de Cabo Frio e de Cananéia; chegou até a foz do rio da Prata e depois retornou ao litoral paulista, onde fundou a vila de São Vicente em 1532. Ali se organizaram alguns povoados, iniciaram o plantio da cana e foram construídos os primeiros engenhos da colônia (AZEVEDO & SERIACOPI, 2005).

Paralelamente ao estabelecimento da cultura da cana, o gado bovino foi introduzido nestas regiões, assim como a banana, que ainda é cultivada em áreas extensas destas planícies. Incursões ao interior do país foram feitas, também, na busca de metais e pedras preciosas, a partir de São Vicente, no rio Paraguai, até o genericamente denominado império inca, na Bolívia e no Paraguai, o que se deu através das serras costeiras, anteriormente trilhadas por várias tribos indígenas (CAMPOS & DOLHNIKOFF, 1993).

O Governador Geral do Brasil, Tomé de Sousa autorizou na Capitania de São Vicente a fundação das vilas de Nossa Senhora da Conceição de Itanhaém, em 1549 e de Cananéia, em 1600, no litoral, e de Santo André da Borda do Campo, em 1553, no planalto. Os jesuítas que acompanharam o Governador Geral tiveram importante papel na criação de escolas, como em São Vicente em 1552 e em São Paulo, em 1554. No Governo Geral de Mem de Sá, de 1558 a 1572 é estabelecido o escravismo de negros africanos,

ampliando a produção de açúcar em todo o litoral brasileiro. Entre 1570 e 1584, é descoberto ouro na região de Iguape (MANTOVANI, 2000).

A agricultura na região litorânea do estado de São Paulo, foi inicialmente dominada pela cana-de-açúcar. Havia também as culturas de subsistência, monocultura extensiva da banana, cultura do arroz e do chá, extração de recursos naturais das florestas e o estabelecimento da pecuária bovina. Dentre as espécies exploradas na Mata Atlântica, ressaltam-se o palmiteiro, amplamente distribuído, e a caxeta, exclusiva das planícies litorâneas alagadas, que têm legislação própria à exploração, embora venham sendo também extraídas ilegalmente (MANTOVANI, 2000).

2.4.1. Núcleo Picinguaba - Parque Estadual da Serra do Mar

Os índios Tupinambás foram os primeiros habitantes da região de Ubatuba. Com a chegada dos portugueses e franceses, que tentaram escravizá-los, os Tupinambás e Tupiniquins organizaram-se formando a Confederação dos Tamoios, com o intuito de lutar pela liberdade. Os padres José de Anchieta e Manoel da Nóbrega chegaram à região com a missão de pacificá-los. Na ocasião, Anchieta tornou-se prisioneiro dos índios, enquanto Nóbrega voltava a São Vicente para finalizar o tratado de paz, que seria firmado em 14 de Setembro de 1563, denominado "Paz de Iperoig" (OLIVEIRA, 2002).

O Litoral Norte paulista não esteve entre as áreas da Capitania ocupadas logo no começo da colonização portuguesa, mas poucos anos depois, com a pacificação dos índios tupinambás e com a expulsão dos franceses, esse assentamento tornou-se viável. Todavia, seu desenvolvimento foi relativamente lento. O povoamento de ambas localidades teria começado efetivamente por volta do ano de 1600, sendo que os povoados de São Sebastião (mais ao Sul) e Ubatuba (ao Norte) foram elevados à categoria de vilas na década de 1630.

O estudo da história da região antes de 1765 encontra-se dificultado pela escassez de documentos, ao ponto de Cerqueira (1966) afirmar que, após a fundação de Ubatuba “...os cento e quarenta anos seguintes foram mergulhados em trevas”. Bruno (1966) somente destaca que foram fundados dois engenhos de açúcar na ilha de São Sebastião, nas primeiras décadas do século XVII. Outra atividade importante para a economia do Litoral Norte cujas origens se localizam nesse período é a pesca da baleia; a primeira concessão foi outorgada em 1729, sendo a Armação da Ilha de São Sebastião efetivamente instalada em 1734 (ELLIS, 1969).

Segundo Petrone (1968), o Litoral Norte e a região vale-paraibana começaram a apresentar uma lavoura canavieira mais significativa na década de 1780, atingindo o ponto mais alto de suas produções por volta do ano 1800. Em Ubatuba, a cana-de-açúcar era destinada principalmente ao fabrico de aguardente; nesse momento a produção de alimentos, sobretudo de farinha de mandioca, representava a ocupação principal de seus agricultores. Posteriormente, com a queda da produção de açúcar, houve o crescimento do café, tendo a partir de 1820 um aumento significativo (FERNÁNDEZ, 1996).

A construção da ferrovia Santos - Jundiá, aliada à decadência do Vale do Paraíba, que perdeu mercado para a maior produtividade da lavoura de café do Oeste Paulista (região de Campinas), determinaram o isolamento econômico da região do Litoral Norte e, em consequência, de Ubatuba. Inúmeras fazendas se instalaram ao longo da costa, a maioria, hoje, lembrada apenas pela presença de ruínas, ou pelo nome dado às praias como Lagoinha, Maranduba, Ubatumirim e Picinguaba (EXPLOREVALE, 2006).

O Núcleo Picinguaba, como atualmente é conhecido, foi anexado ao Parque Estadual da Serra do Mar em 1979.

2.4.2. Parque Estadual da Ilha Anchieta

Os primeiros grupos que habitavam a ilha eram indígenas da nação Tupinambá. Foi em torno do Cacique Cunhambebe que se articulou todo o trabalho do Padre Anchieta a fim de conseguir a paz entre portugueses e os Tamoios (OLIVEIRA, 2002).

A partir de 1800, a Ilha Anchieta abrigou um destacamento do exército português, com a finalidade de garantir a posse da terra. E em 1850 foi construída uma base naval para os cruzeiros ingleses encarregados da caça aos navios negreiros. A ilha, nessa época, era chamada pelos colonos de Tapira de Cunhabembe, na língua dos índios chamava-se Po-Quã, que significa pontuda (GUILLAMON, 1989).

Para o século XIX, pode-se dizer que a Ilha dos Porcos (outra denominação da ilha) era uma freguesia da comarca de Ubatuba bastante habitada. A existência do porto, capela, escola para meninos e um cemitério, apresenta praticamente todos os “elementos” essenciais da formação de um núcleo populacional (MARCOS CARRILHO, 1998).

Em 1908, inaugura-se a Colônia Correccional do Porto das Palmas, destinada a recolher os “homens considerados vadios”, todavia, decorridos seis anos, é desativada pela

difícil e dispendiosa manutenção. No ano de 1930, as instalações serviram de presídio político para recolher os opositores do Governo Vargas. Em comemoração ao 4º Centenário do nascimento do Padre José de Anchieta, no dia 19 de março de 1934, a Ilha passou a ser chamada de Ilha Anchieta (GUILLAMON, 1989).

Segundo Dias (1984), em 20 de junho de 1952, a ilha foi palco da maior rebelião de presos, sendo necessária a presença de policiais civis e marítimos, polícia militar do estados de São Paulo e Rio de Janeiro e até as Forças Armadas para contê-los. Em 1955, os presos foram transferidos para a Casa de Custódia de Taubaté, fechando assim a Colônia Penal.

Já em 29 de março de 1977, em terras de domínio público, através do Decreto 9.629, em acordo com o estabelecido pelo artigo 5º da Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965 (BRASIL, 1983), foi criado o Parque Estadual da Ilha Anchieta - PEIA, com a finalidade de preservar as instalações históricas e propiciar pesquisas culturais. A Ilha Anchieta foi tombada pela Secretaria da Cultura através de sua Resolução nº 40, de 06 de junho de 1985, a qual visou a preservação da natureza e a manutenção da qualidade ambiental da encosta Atlântica e das ilhas do litoral paulista (GUILLAUMON *et al.*, 1989).

Em março 1983 foram soltos na Ilha 159 animais, procedentes do Jardim Zoológico de São Paulo, entre eles: pacas, quatis, capivaras, cágados, veados-catingueiros, ratões-dobanhado, tamanduá, bicho preguiça e micos. Esta introdução de animais trouxe conseqüências para o ecossistema local, como o pasteio intenso das capivaras que prejudica a evolução natural dos estágios sucessionais da vegetação de restinga (GUILLAUMON & FONTES, 1992). Outro impacto que surgiu após a criação do PEIA e ocorre até os dias atuais é o turismo. A Ilha Anchieta é uma das mais visitadas, devido à prática de mergulho e à existência das ruínas do presídio (SMA, 1996).

2.4.3. *Bertioga*

Originalmente o território ora denominado Bertioga era habitado pelas tribos indígenas tupis e chamado de Buriquioca, que significa morada dos macacos grandes. Martim Afonso de Souza aportou no local em 1531 e fundou o vilarejo, considerado como ponto estratégico para a defesa da população contra os ataques indígenas. Em 1547 foi construída a primeira fortificação com o intuito de proteger os moradores da ameaça representada pelos tamoios (BERTIOGA, 2005).

Segundo Medeiros (1964), no séc. XVII desenvolveram-se as atividades de pesca e de produção de óleo de baleia para iluminação pública, com o declínio das mesmas no século seguinte. Fierz & Rosa (1999) relatam que, no início do séc. XX, Bertioga consistia-se de um pequeno núcleo de pescadores e somente na década de 40 foi dado início à sua função de centro balneário. A melhoria dos acessos viários da década de 1950, com a construção da ligação rodoviária com Guarujá e da ligação com São Sebastião (Rio-Santos), proporcionou um maior fluxo de turistas e o desenvolvimento local. A partir de 30 de novembro de 1944 Bertioga passou a distrito do município de Santos e só obteve sua emancipação em dezembro de 1991, através do Decreto Estadual Lei nº 7.664, após a realização de um plebiscito no mês de maio do mesmo ano. Após a construção da rodovia Rio-Santos, o processo de urbanização se intensificou, iniciando-se em 1986 a implantação do condomínio Riviera de São Lourenço (AFONSO, 1999).

2.4.4. Estação Ecológica Juréia-Itatins

O povoamento da região de Iguape remonta ao início da colonização brasileira. O nome é oriundo do tupi-guarani: Y de água e Guapé (ou aguapê), que significa “vegetação de água parada”. A região correspondia, no século XVI, ao limite setentrional do domínio português, sendo por isso, palco de intensas lutas entre portugueses, indígenas, franceses e espanhóis pela sua posse. Em 1635, foi fundada a Oficina Real de Fundição de Ouro, considerada a primeira Casa da Moeda do Brasil (SMA, 1992).

A plantação de arroz deu um impulso econômico para a região, tornando-se a maior produtora nacional no século XVIII, às custas da destruição do manguezal. E para facilitar o escoamento da produção de arroz, em torno de 1800, foi aberto um canal no Valo Grande. Devido à grande alteração no ambiente, gerada por esta obra, a pesca da região foi comprometida, além de culminar em processos erosivos (SMA, 1992).

Conforme Mendonça *et al.* (1993), em meados da década de 70 (século XX) houve uma tentativa de implantar um condomínio entre o Morrro do Grajaúna e o Maciço da Juréia, que fora inibido por movimentos populares em prol da sua preservação. Em 1980, a região foi escolhida para um projeto militar de construção de usinas nucleares. Devido a diversos fatores, entre eles, uma falha geológica da região, o projeto foi suspenso. Finalmente, em 1986 foi criada a Estação Ecológica Juréia-Itatins, possibilitando, dessa forma, a sua conservação e proteção.

2.4.5. *Ilha Comprida*

A ocupação da Ilha Comprida remonta da pré-história, tendo-se registros de aproximadamente 28 sambaquis catalogados em todo o município. Há indícios de que um aventureiro português (Cosme Fernandes) expatriado por problemas religiosos, teria chegado na região por volta do ano de 1502 com a Armada do espanhol Américo Vespúcio, sendo aprisionado pelos índios tupis e, posteriormente, adquirido a confiança da tribo a ponto de casar com a filha do cacique, a índia Caniné (INFORVALE, 2005).

A Ilha Comprida, ao longo de sua história, recebeu diversas denominações: Ilha do Mar, Ilha do Mar Pequeno, Ilha Grande da Costa do Mar, Ilha do Candapuí e Ilha Branca (ILHA COMPRIDA, 2005).

Em 1770 é fundada a Vila de Nossa Senhora da Conceição da Marinha, às margens do Mar Pequeno, onde hoje é Vila Nova que chegou a ter Câmara de Vereadores, igrejas e cemitério. Em 1779 foi extinta, permanecendo como ponto de parada para correio e viajantes, se tornando mais tarde uma vila de pescadores. No começo do século XX, a pesca e o extrativismo deram origem à Vila de Pedrinhas e, em 1938, o território de Ilha Comprida é dividido em 70% para Iguape e 30% para Cananéia (INFORVALE, 2005).

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 da vegetação, 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 a terra e aos recursos naturais renováveis (DIEGUES, 2002).

Em 1987, Ilha Comprida foi declarada Área de Proteção Ambiental Estadual (APA). O movimento pela emancipação ganhou força em 1990. Em 27 de outubro de 1991, o plebiscito deu a vitória à emancipação, com 87% dos votos. O município foi elevado à condição de Estância Balneária em 07 de dezembro de 1994 (ILHA COMPRIDA, 2005).

2.4.6. *Parque Estadual da Ilha do Cardoso*

Os sambaquis existentes na região de Cananéia, representam os restos da antiga civilização carijó, que geralmente habitava locais próximos aos manguezais e enseadas, antes da colonização européia (LANNING & PATTERSON, 1967). Esses sambaquis têm idade entre 2000 a 4000 AP, segundo as datações realizadas por Uchôa & Garcia (1983).

Quando os portugueses colonizaram a região, na Europa corria a notícia que esta área era abundante em ouro. A Coroa Portuguesa enviou então, uma grande expedição. Sob o comando de Martim Afonso de Souza, a armada atracou na Ilha do Bom Abrigo em Cananéia, no ano de 1531 e encontraram um povoado formado, com quase duzentas pessoas, dentre elas degredados ou náufragos espanhóis e portugueses que chegaram no início do Século XVI (AZEVEDO & SERIACOPI, 2005).

Em 1782 havia dezesseis estaleiros e uma frota de mais de duzentas embarcações produzidas. Já no século XIX tal atividade decaiu em função do avanço de extração madeireira destinada à exportação. Desta forma a "indústria naval" passou a servir quase que somente à pesca (INFORVALE, 2005).

Na Ilha do Cardoso, os habitantes utilizavam as encostas do morro para o cultivo de arroz, cana e mandioca, além de espécies frutíferas como laranjeiras, limoeiros, goiabeiras e bananeiras. Mas, em 1962 foi transformada em Parque Estadual, através do decreto 40.319, de 3 de julho de 1962, com a desapropriação de muitas propriedades particulares (MELO, 1991).

Hoje a região de Cananéia tem no turismo e na pesca suas principais atividades e se destaca por possuir unidades de conservação ambiental de grande importância, além de ser um núcleo urbano tombado como Patrimônio Histórico pelo CONDEPHAAT (INFORVALE, 2005).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Locais de estudo

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

A extensão do litoral paulista é de aproximadamente 860 km, considerando o contorno da linha costeira, possuindo 427 km praias, num total de 292 praias por toda a costa. Abrange 15 municípios, com área total de 7617 km² (CETESB, 2004).



Figura 1. Localização do litoral do estado de São Paulo. Os pontos em vermelho indicam os locais amostrados neste estudo. Fonte: CETESB (2006).

A seleção dos locais para a realização deste estudo teve por base os levantamentos florísticos e fitossociológicos feitos por Assis (1999) e Reis-Duarte (2004) em Ubatuba, Guedes-Silva (2003) em Bertioga, Carvalhaes (1997) em Iguape, Carrasco (2003) em Ilha Comprida e Sugiyama (1993, 2003) em Cananéia.

3.2. Clima

O clima que caracteriza grande parte do litoral paulista, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical e a temperatura média do mês mais quente é superior a 18°C. Não há estação seca e os verões são extremamente úmidos.

Uma das características dessa região é o pequeno desenvolvimento da planície costeira (principalmente no litoral norte e baixada santista), ou seja, as escarpas da Serra do Mar, geralmente encontram-se muito próximas às praias, determinando assim, precipitações mensais elevadas (CETESB, 2004). O Litoral Norte apresenta temperaturas elevadas com média anual de 22,4°C, tendo o verão médias de 30°C a 33°C, podendo chegar a 40°C e altos índices pluviométricos, com médias anuais acima de 2200mm. As chuvas são bem distribuídas e os menores índices de precipitação ocorrem entre os meses de junho a agosto, não sendo suficientemente reduzidos para caracterizar uma estação com déficit hídrico. A umidade relativa média geralmente encontra-se acima de 85% e as temperaturas absolutas mais baixas não são suficientes para a ocorrência de geadas (PICCOLO, 1992 e SANCHEZ *et al.*, 1999).

A temperatura média anual, na Baixada Santista é de 23°C, nos meses mais quentes varia entre 25° e 27°C e, nos meses frios, entre 19° e 20°C. No verão há a ocorrência de chuvas orográficas e no inverno, com a chegada da massa de ar polar atlântica, a ocorrência de chuvas frontais. Com valores médios anuais de precipitação de 1600mm a 3000mm, a umidade relativa do ar varia entre 65% e 97% (POMPÉIA *et al.* 1994).

Duas massas de ar influenciam o clima do litoral sul. A Tropical Atlântica, que atua durante todo o ano, tem ação direta na distribuição e no total de precipitações, enquanto que a Polar Atlântica ocasiona mudanças bruscas de temperatura, muito embora sua ação seja mais restrita. O avanço da massa de ar Polar pode ocasionar geadas nas serras e diminuir a temperatura na baixada em até 2°C. As médias anuais de temperatura, em torno de 21 a 22°C, podem atingir máximas de 35 a 40°C. A umidade relativa do ar é superior a 80% e a precipitação média anual é de 2200mm (CAMARGO *et al.*, 1972).

3.3. Geologia e geomorfologia

O sistema de montanhas representado pelas serras do Mar e da Mantiqueira constitui a mais destacada feição orográfica da borda atlântica do continente sul-americano. A Serra do Mar é um conjunto de escarpas festonadas com cerca de 1000km de extensão, em que termina o Planalto Atlântico no trecho voltado para a Bacia de Santos. Ela se estende do Rio de Janeiro ao norte de Santa Catarina, onde deixa de existir como unidade orográfica de borda escarpada de planalto, desfeita que se acha em cordões de serras paralelas e montanhas isoladas drenadas diretamente para o mar, sobretudo pela bacia do rio Itajaí. No Paraná configura uma cadeia de montanhas com cimos elevados até a 1800m de altitude. Em São Paulo, impõe-se como típica borda de planalto, freqüentemente nivelada pelo topo em altitudes de 800 a 1200m (ALMEIDA & CARNEIRO, 1998).

O traçado da Serra do Mar tem notável descontinuidade, entre as cercanias do Maciço de Itatins até a zona limítrofe de São Paulo e Paraná (CARNEIRO *et al.* 1981), onde a erosão avançou para o interior do continente, alcançando rochas da bacia Açungui, constituída de filitos, metarenitos, xistos, rochas carbonáticas e dolomíticas e, localmente, rochas metavulcânicas e formação ferrífera bandada. Dispostas em domínios adjacentes, cuja distribuição primária é de difícil recomposição, tais rochas foram afetadas por cavalgamentos, dobramentos e transcorrências (FIORI 1994).

A grande maioria das planícies litorâneas arenosas é constituída de feixes de cristas praias, formando uma planície de relevo muito suave denominada “terraço de construção marinha”. Essas superfícies, quando originadas concomitantemente ao abaixamento do nível relativo do mar, situação mais freqüente nas costas sul e sudeste brasileira, exibem declividade pouco acentuada rumo ao mar (SUGUIO & TESSLER, 1984).

O Litoral Norte caracteriza-se por apresentar uma área plana relativamente estreita, onde se intercalam inúmeras praias entre esporões rochosos que avançam para o mar e onde se destaca a Ilha de São Sebastião com 336km² e uma altitude máxima de 1375m (FUNDAÇÃO BIO RIO, 1999). Compreende a região de Ubatuba desde a Praia do Camburi do Norte (ao norte), Caraguatatuba, São Sebastião (Praia de Boracéia), até Bertioaga. As encostas da Serra do Mar acompanham todo o litoral paulista, possibilitando o surgimento de centenas de praias ricas em manguezais e restingas (AB’SABER, 2001).

A Baixada Santista e o Litoral Sul são dominados por praias longas e estuários de médio porte, estes com predomínio de manguezais em seu entorno (CASTELÕES, 2004).

Está localizada ao sul do Trópico de Capricórnio, abrangendo os municípios de Bertiooga, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe. Constitui uma unidade bem definida na área central do litoral paulista unindo as duas sub-regiões, Litoral Norte e Litoral Sul (AZEVEDO, 1965).

O Litoral Sul constitui uma área que se apresenta bem distinta em relação às outras. As escarpas da Serra do Mar, cada vez mais afastadas da linha de costa à medida que se avança para o sul, dão origem a extensas planícies litorâneas intercaladas por maciços isolados como o de Itatins e da Juréia. Nestas suas vastas planícies, distingue-se uma ampla área estuarina-lagunar, que é barrada por linhas de antigas restingas, como a ilha Comprida, de Cananéia e do Cardoso. Esta região abrange de Itanhaém, ao norte, até Cananéia - Ariri - ao sul (AZEVEDO, 1965; AB'SABER, 2001).

3.4. Fauna

Os levantamentos sobre a fauna de restinga são escassos. Mas, pode-se afirmar que não é muito específica. É possível observar aves migratórias; tartarugas marinhas; anfíbios e répteis que habitam as bromélias; crustáceos e moluscos (SOUZA, 1997).

Conforme Mantovani (2005), a fauna de mamíferos e de aves que ocorre nas florestas sobre a restinga é similar à da Mata Atlântica, indicando interações associadas às alternativas temporais e espaciais de recursos alimentícios, de abrigo e de nidificação.

São exemplos de animais encontrados nas planícies: caranguejo, maria-farinha, besourinho-da-praia, viúva-negra, gavião-de-coleira, gafanhoto-grande, barata-do-coqueiro, sabiá-da-praia, coruja-buraqueira, tié-sangue, perereca, jararacussu-do-brejo, todos estes são alguns dos habitantes da restinga (AMBIENTE BRASIL, 2005).

3.5. Vegetação

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”.

Tabela 1. Características fisionômicas 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/arbustiva, 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	fisionomia arbórea com dossel fechado estrato predominante arbóreo, presença de epífitas, lianas e herbáceas
	Tamanho (altura e diâmetro)	altura 10 e 15m, emergentes podem atingir 20m diâmetro 12 a 25 cm, com algumas ultrapassando 40cm
	Sub-bosque	presente: jovens do estrato arbóreo, arbustos poucas plantas no estrato herbáceo
	Serapilheira	espessa camada de húmus e serapilheira, sendo esta variável de acordo com a época do ano

3.6. Descrição das áreas amostrais

3.6.1. Litoral Norte

O Núcleo Picinguaba pertence ao Parque Estadual da Serra do Mar, município de Ubatuba, desde 1979. Foram escolhidas três áreas, conforme a figura 2.

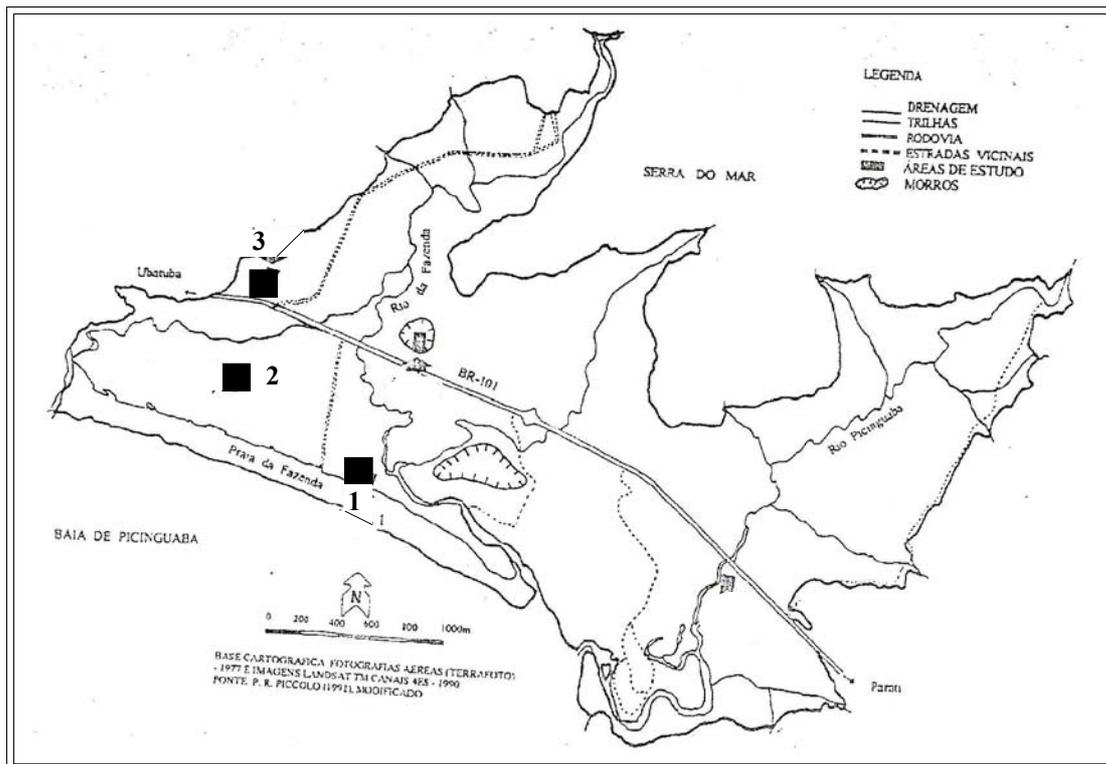


Figura 2. Localização das áreas de estudo (pontos em preto) no Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar, Município de Ubatuba – SP. Fonte: ASSIS (1999).

- Área 1: é uma floresta baixa localizada próxima à Praia da Fazenda entre as coordenadas geográficas $23^{\circ}21'690''$ S e $44^{\circ}50'797''$ W. Segundo Jocenice Cristo* - funcionário do Parque Estadual da Serra do Mar - as áreas 1 e 2 possuíam atividades agrícolas de subsistência como plantação de mandioca, até o ano de 1979. Com a implantação do Núcleo Picinguaba em 1986, iniciaram-se as ações de desapropriação. Desde 1988, quando a vegetação se constituía principalmente por gramíneas, a floresta foi se regenerando naturalmente.

* comunicação pessoal(2004).

Em observações feitas durante o trabalho de campo, na área 1 (floresta baixa) o dossel é aberto e a vegetação tem aproximadamente 6 m de altura. O estrato inferior é composto de gramíneas, árvores jovens e bromélias terrícolas. A presença de epífitas não é tão expressiva, podendo-se observar algumas bromeliáceas. O solo arenoso é seco e com uma fina camada de serapilheira (Figuras 3 a, b).



(a)



(b)

Figura 3. Área 1 – floresta baixa do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar.
(a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta.

- Área 2: é uma floresta alta e encontra-se após a zona de dunas entre as coordenadas geográficas 23°21'378" S e 44°51'113" W. A média de altura da vegetação está em torno de 8,7m e as copas das árvores são mais desenvolvidas em relação à área 1 (Figura 4 a, b). Observa-se também, uma grande quantidade de bromélias terrícolas, lianas e epífitas. O terreno é irregular, com ondulações provavelmente derivadas de alagamentos periódicos, já que o solo se apresenta mais úmido (ASSIS, 1999).

Fotos do Núcleo Picinguaba: R.M.Reis-Duarte e C.A.Sato (2004).

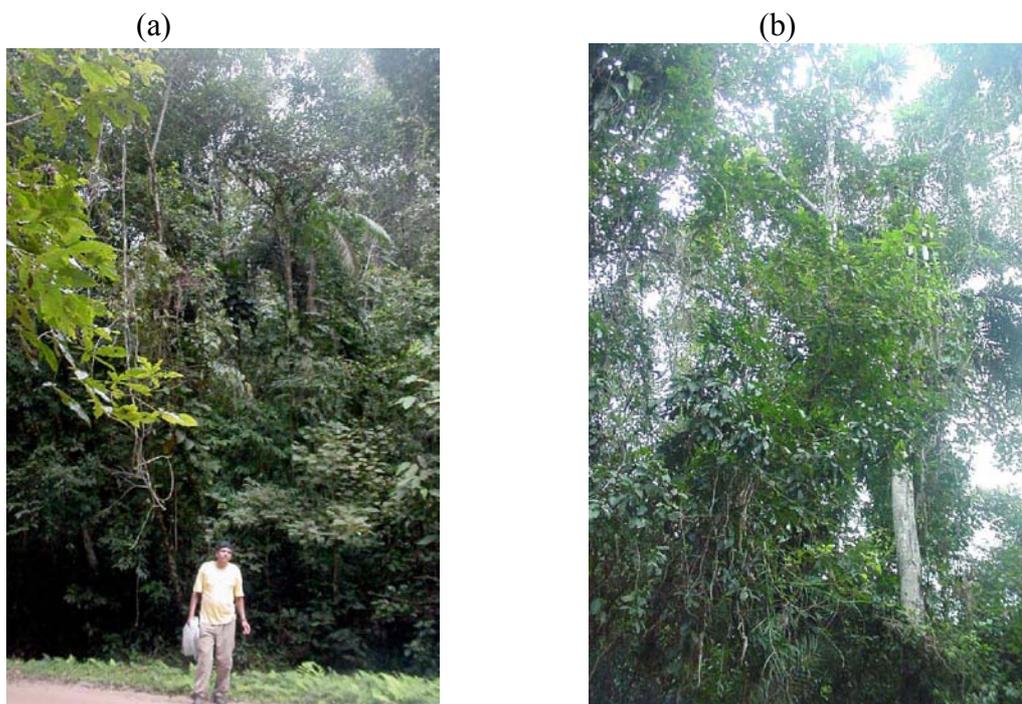


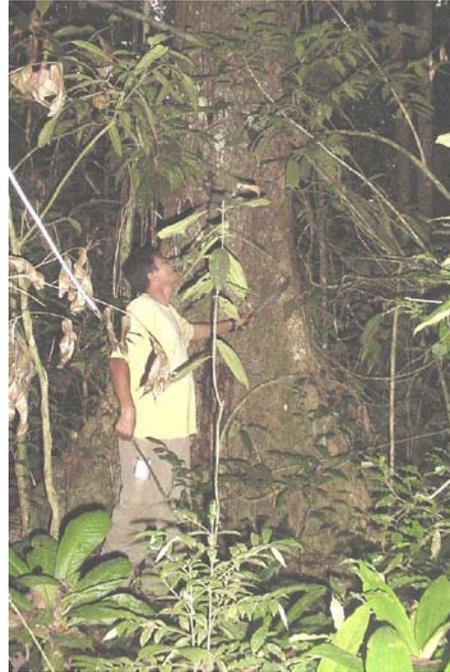
Figura 4. Área 2 – floresta alta do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar.
(a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta.

- A área 3 situa-se entre a serra e a Rodovia BR-101 (coordenadas geográficas: 23° 21'379" S e 44°51'115" W), distando 700m da Praia da Fazenda. O funcionário Cristo relatou que esta área foi completamente desmatada para comportar plantações de cana, café e mandioca. O posterior abandono destas culturas possibilitou a recomposição natural da floresta, que se sucede há pelo menos 50 anos. É uma floresta alta, com árvores de grande porte (Figura 5 a, b). Segundo ASSIS (1999), esta vegetação tem uma média de altura em torno dos 9,1m, com emergentes próximas dos 20m.

Verifica-se uma infinidade de epífitas e lianas e também há bromélias terrícolas. Mesmo durante o período diurno, o interior da área é bastante sombreado. O solo é arenoso e úmido, tendo uma espessa camada de serapilheira.



(a)



(b)

Figura 5. Área 3 – floresta alta do Núcleo Picinguaba – Parque Estadual da Serra do Mar.
(a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta.

O Parque Estadual da Ilha Anchieta, também integra o município de Ubatuba. Nas áreas de estudo, localizadas na Restinga das Palmas – PEIA (Figura 6), havia o registro de 15 propriedades em 1905. Atividades agrícolas de subsistência e comércio (cultivo de café, milho, batata, cana-de-açúcar, etc.) eram realizadas por 412 habitantes, que contavam com duas capelas, uma escola e um cemitério na restinga (CARVALHO, 1998).

Em 1969, numa tentativa de constituir uma estação de quarentena para gado, a Restinga das Palmas passou por uma significativa degradação, devido a um grande desmatamento na área 4, com a utilização de máquinas que removeram a camada superficial do solo, em toda borda até a praia. As áreas 6 e 7 foram pouco utilizadas para as atividades agrícolas. Desde a criação do Parque Estadual da Ilha Anchieta, com a implantação do zoneamento proposto pelo Plano de Manejo, as ações antrópicas na Restinga das Palmas ficaram restritas ao turismo (GUILLAUMON *et al.* 1989).

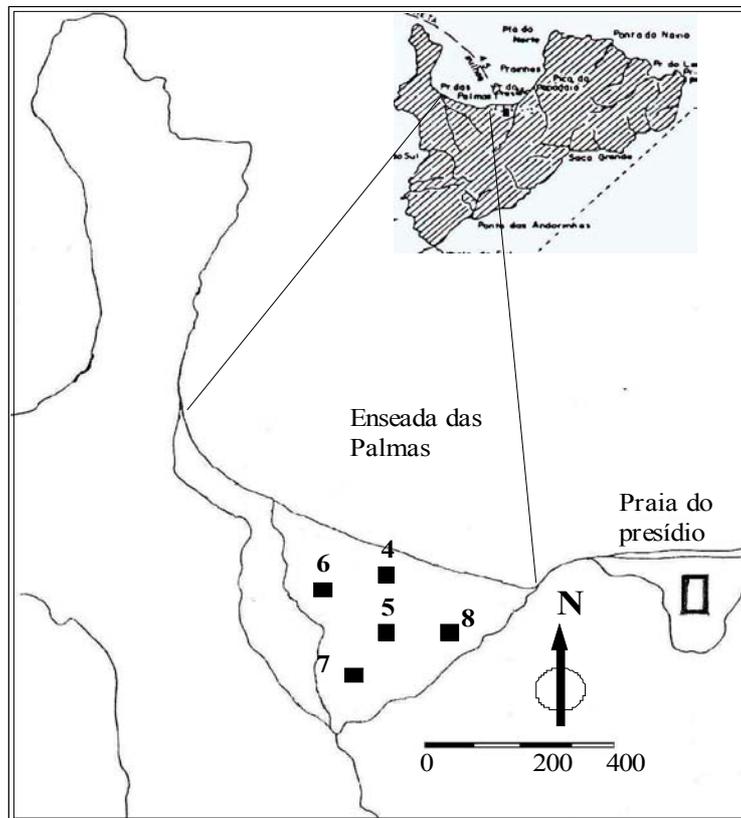


Figura 6. Localização das áreas amostrais (pontos em preto) no Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP.

- A área 4: (coord. geogr.: 23°32'239" S e 45°04'186" W) forma uma faixa de vegetação baixa posterior ao escrube. A fisionomia é arbustivo-arbórea com dossel aberto. Esta vegetação é composta por um grande número de plantas com caules ramificados desde a base. Alguns espécimes arbustivos e arbóreos, formam moitas separadas por áreas de solo desnudo, conforme as figuras 7 (a, b). As árvores têm de 3 a 5m de altura, algumas emergentes podem chegar a 10m. As áreas abertas entre moitas apresentam solo desnudo ou cobertura vegetal rala constituída por espécies herbáceas (gramíneas) e musgos. Pequena quantidade de lianas e bromeliáceas de pequeno porte. O solo é arenoso e seco, tem uma camada fina de folhedo (entre 2 e 4cm), com grande quantidade de folhas não decompostas acumuladas nas moitas. Há uma pequena trama superficial formada pelas raízes (REIS-DUARTE, 2004).



(a)



(b)

Figura 7. Área 4 – floresta baixa do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (a) Clareira intercalada com a vegetação, (b) Agrupamento formando uma moita.

- Área 5: (coord. geogr.: 23°32'220" S e 45°04'279" W), considerada como uma floresta alta, tem o dossel fechado e a altura média é de 7 a 8m, contudo, parece haver um gradiente do sentido praia – morro. Por alguns metros adentro, a fisionomia mostra-se com um porte maior, tendo emergentes em torno dos 15m. As plantas ramificam-se desde o colo (Figuras 8 a, b). Há poucas epífitas; o solo é arenoso e úmido, sendo que acima dele,



(a)



(b)

Figura 8. Área 5 – floresta alta do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (a) e (b) Interior da floresta.

as raízes secundárias formam um emaranhado juntamente com a matéria orgânica, coberta por uma camada de serapilheira semidecomposta.

- Áreas 6 (coord. geogr.: 23°32'146" S e 45°04'386" W), 7 (coord. geogr.: 23°32'254" S e 45°04'305" W) e 8 (coord. geogr.: 23°32'221" S e 45°04'202" W) são florestas altas com características semelhantes. Fisionomia arbórea com grande diversidade de espécies e dossel fechado. Árvores de até 15m de altura com algumas emergentes de 20m. Presença de sub-bosque com plantas jovens do estrato arbóreo. Poucas plantas no estrato herbáceo. Na área 7 (Figura 10) há uma representatividade maior de epífitas como líquens, briófitas, pteridófitas, bromeliáceas, orquídeas, piperáceas e aráceas; e a área 8 (Figuras 11 a, b) possui grande diversidade e quantidade de pteridófitas, epífitas e trepadeiras.

As três áreas possuem substrato arenoso, tendo espessa camada de folheto em adiantado estado de decomposição, ocorrendo inundações sazonais em determinadas áreas. Nas áreas 4 e 5 há pequenos pontos esparsos de alagamento permanente pela superficialidade do lençol freático (REIS-DUARTE, 2004).



Figura 9. Área 6 - floresta alta - Parque Estadual da Ilha Anchieta



Figura 10. Área 7 - floresta alta - Parque Estadual da Ilha Anchieta

Fotos da Ilha Anchieta: R.M.Reis-Duarte(2002/2003)



(a)



(b)

Figura 11. Área 8 – floresta alta do Parque Estadual da Ilha Anchieta. (a) e (b) Interior da floresta.

3.6.2. *Baixada Santista*

- Área 9: é uma floresta alta de restinga (Figura 13a), localizada no Módulo 24 do condomínio Riviera de São Lourenço (Bertioga), entre as coordenadas 23°47'473'' S e 46°02'112'' W (figura 12). Tem o estrato predominantemente arbóreo, com alturas superiores a 20m. Apresenta alta diversidade de epífita e significativa quantidade de trepadeiras. Através da figura 13b, pode-se verificar a ocorrência de muitas bromélias terrícolas.

Esta floresta ocorre nas partes altas dos cordões litorâneos, não ficando sujeita a alagamentos prolongados. Neste local o solo apresenta-se seco, arenoso e com uma camada de material orgânico superficial. Tem formato retangular com 385.000m² e apresenta acesso pelo rodovia Rio-Santos na altura do km 212 (GUEDES-SILVA, 2003).

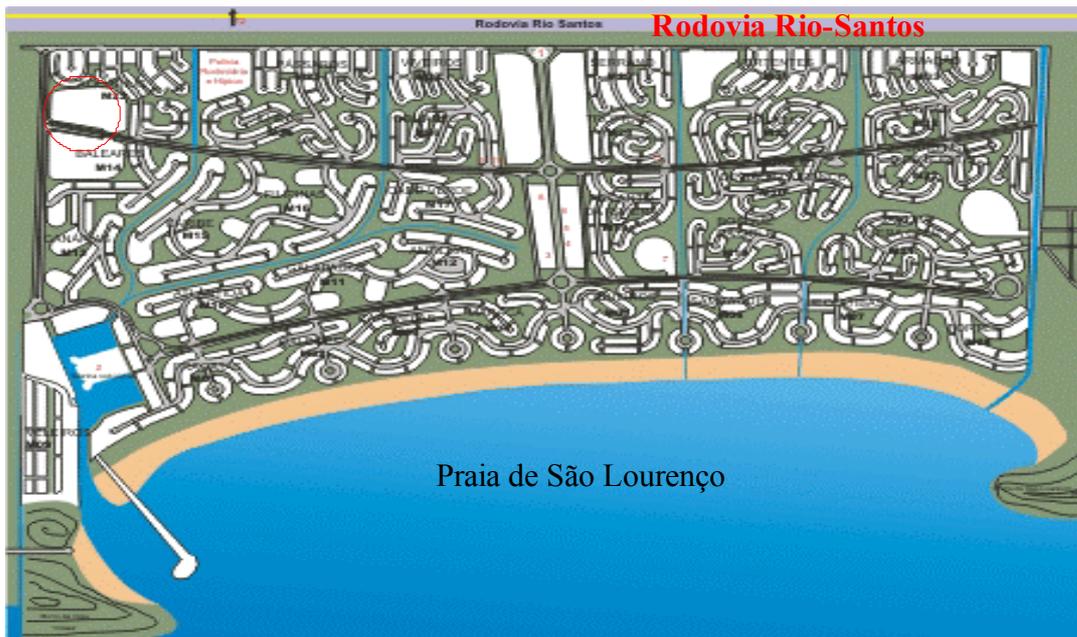


Figura 12. Mapa esquemático do Condomínio Riviera de São Lourenço, em Bertioga. O círculo vermelho indica a área amostrada. Fonte: Portal Bertioga (2007).



(a)



(b)

Figura 13. Área 9 – floresta alta do Condomínio Riviera de São Lourenço - Bertioga. (a) Vista externa da vegetação, (b) Interior da floresta com muitas bromélias terrícolas.

Fotos de Bertioga: S.E. Martins e D.C. Guedes- Silva (2002).

3.6.3. Litoral Sul

No município de Iguape encontra-se a Estação Ecológica Juréia-Itatins (Figura 14). Segundo Valdir Prado*, morador da região, antes da Juréia ser considerada uma Estação Ecológica, ali residiam várias famílias e em toda a extensão da planície houve o corte raso da vegetação para dar lugar à agricultura de subsistência. Havia plantações de café, milho e arroz e nos sopés dos morros se localizavam os pastos para o gado. A regeneração natural ocorre há, aproximadamente, 43 anos. Atualmente existem apenas alguns moradores em processo de desapropriação.

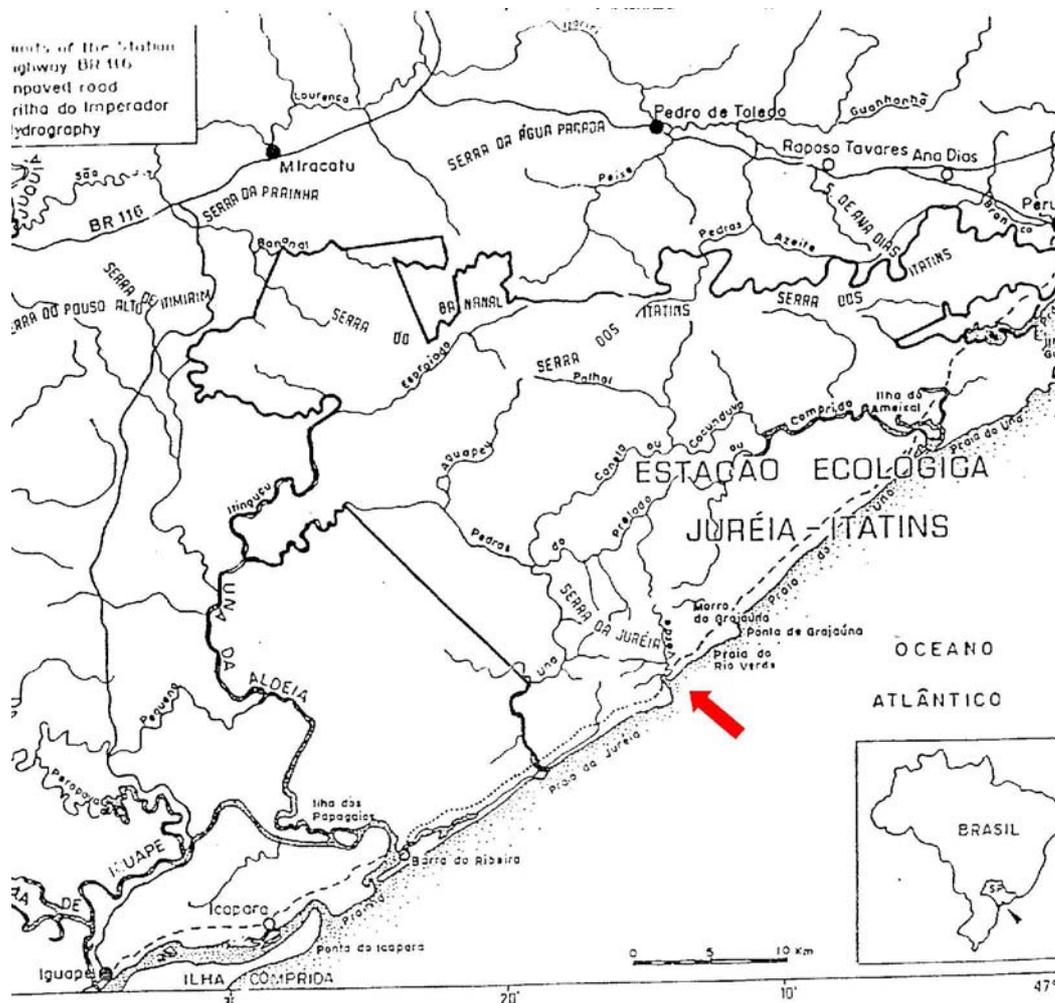


Figura 14. Localização das áreas de estudo (seta vermelha) na Estação Ecológica Juréia-Itatins, Iguape, SP. Fonte: Carvalhaes (1997).

*comunicação pessoal (2005)

- Áreas 10 (24°33'08" S e 47°13'21" W) e 11 (24°33'02" S e 47°13'16" W) localizam-se próximas ao alojamento do Núcleo do Rio Verde. São florestas altas com dossel fechado e altura em torno dos 12m (Figuras 15 e 16). Há presença de lianas e epífitas e árvores jovens no substrato inferior. O porte da vegetação da área 10 é um pouco menor em relação à área 11. Ambas possuem serapilheira semidecomposta, em torno de 3cm de espessura.



Figura 15. Área 10 – floresta alta, Estação Ecológica Juréia-Itatins



Figura 16. Área 11 - floresta alta, Estação Ecológica Juréia-Itatins

- Área 12 (24°33'19" S e 47°13'44" W), é uma floresta baixa de restinga próxima ao Rio Verde. Segundo Carvalhaes (1997), no solo arenoso, nota-se o desenvolvimento de sistemas radiculares superficiais, formados por finas raízes que se interlaçam com uma estreita camada de húmus e uma camada espessa de serrapilheira. O componente arbóreo é composto por diversas espécies de Myrtaceae, Aquifoliaceae e Leguminosae. Muitos indivíduos arbóreos apresentam troncos ramificados, bastante tortuosos (Figura 17), além do crescimento horizontal de raízes laterais. O dossel tem 8m de altura, podendo haver alguns indivíduos emergentes, com até 12m. Nota-se a presença de poucas epífitas. O estrato herbáceo é descontínuo, formado por representantes de Bromeliaceae, Cyperaceae, Marantaceae e pteridófitas; são encontrados em agregados ou distribuídos ao acaso.



Figura 17. Área 12 – floresta baixa da Estação Ecológica Juréia-Itatins

Em Ilha Comprida, a localização das áreas pode ser verificada na figura 18.

- Área 13: floresta baixa que se localiza na Trilha da Costa do Ouro, onde há ruínas de uma construção civil, com as seguintes coordenadas: 24°55'05" S e 47°46'53" W. Possui dossel aberto e altura média de 6m. As árvores têm ramificações desde o colo, grande quantidade de epífitas, como as bromeliáceas e as orquídeas. O substrato é arenoso e possui uma fina camada de serapilheira.

- Área 14: floresta baixa que se situa na Trilha do Juruvaúva (24°54'12" S e 47°47'52" W). Uma antiga plantação de mandioca, abandonada há 33 anos foi recolonizada naturalmente pelas espécies da região (VENTURA, *apud* CARRASCO, 2003). Este local também sofre com o intenso movimento em uma trilha que se situa bem próxima (Figura 19). Há predominância de espécies arbóreas, com alturas que variam de 3 a 8m. Dentre as epífitas, estão as bromeliáceas e orquídeas. No estrato inferior há bromeliáceas, pteridófitas e árvores jovens. O substrato é arenoso, úmido, de cor clara (branco-acinzentado), com topografia suavemente ondulada, apresentando áreas onde se formam pequenos cursos d'água e charcos nos períodos chuvosos; camada fina de serapilheira com folhas parcialmente decompostas e trama de raízes superficiais (CARRASCO, 2003).

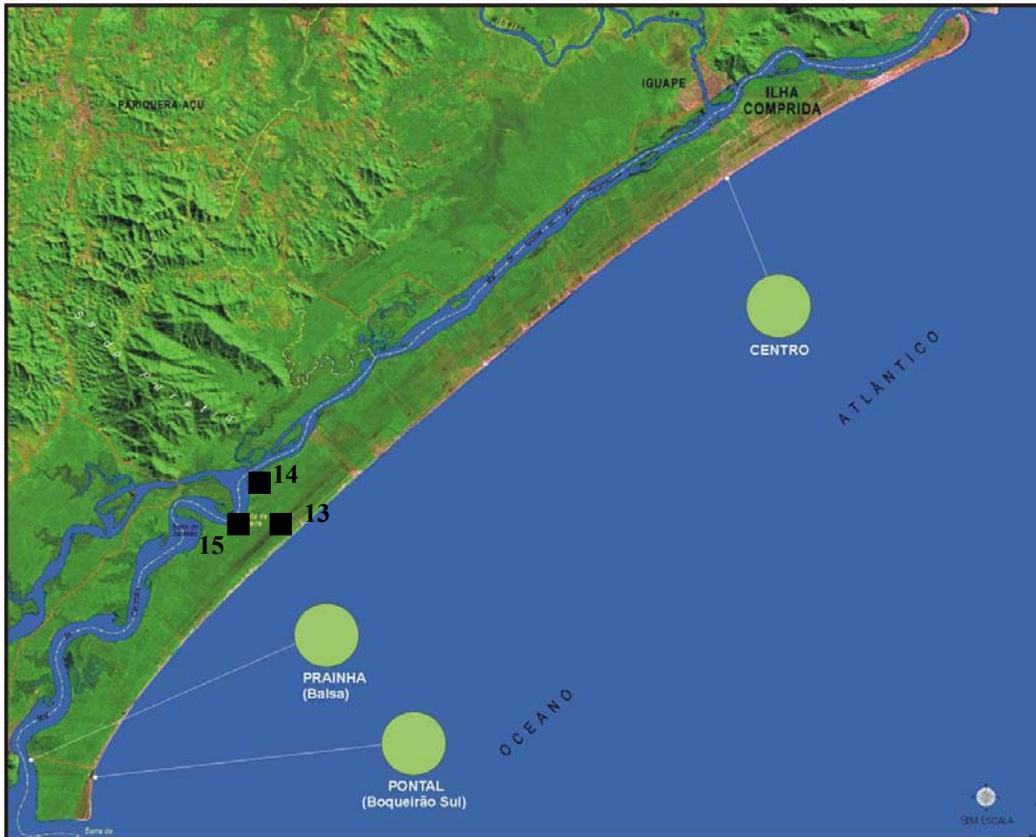


Figura 18. Imagem de satélite com a localização do Município de Ilha Comprida, SP. Os pontos em preto indicam as áreas de estudo. Fonte: CETESB (2002).



Figura 19. Área 14 – floresta baixa, Trilha do Juruvaúva, Ilha Comprida



Figura 20. Área 15 - floresta baixa, Trilha da Praia, Ilha Comprida

- Área 16: (coordenadas: 25°04'37.0" S e 47°55'34.2") é uma floresta alta localizada próxima à Estrada de Captação. Embora seu interior seja sombreado e úmido, o dossel permite que alguns raios de luz penetrem na floresta, conforme figura 22 a, b. Algumas espécies apresentam tronco ramificado desde a base e há grande quantidade de epífitas (principalmente bromeliáceas e orquídeas). As árvores têm altura média de 9 m, sendo que o dossel pode chegar a 15m. O solo é arenoso, úmido e de cor mais escurecida devido ao húmus, que pode chegar a 10 cm. Há também, grande quantidade de folhedo (SUGIYAMA, 1998).



(a)



(b)

Figura 22. Área 16 – floresta alta próxima à Estrada de Captação, Parque Estadual da Ilha do Cardoso. (a) Dossel mais aberto. (b) Bromélias terrícolas e epífitas.

- Área 17: floresta baixa também adjacente à Estrada de Captação (coordenadas: 25°04'31.2" S e 47°55'33.1" W). Há mais árvores que ramificam desde a base e a altura média fica em torno dos 6 m. Existe grande quantidade de bromélias terrícolas, conforme a figura 23a. O solo é mais escuro devido à matéria orgânica (Figura 23b). A camada de serapilheira compõe-se, principalmente, de folhas semidecompostas.

Fotos da Ilha Comprida e Ilha do Cardoso: R.M.Reis-Duarte (2005)



(a)



(b)

Figura 23. Área 17 – floresta baixa próxima à Estrada de Captação, Parque Estadual da Ilha do Cardoso. (a) bromélias terrícolas. (b) solo escurecido pela matéria orgânica.

- Área 18: floresta baixa localizada na Trilha Interpretativa (coordenadas: 25°04'24.2" S e 47°55'30.3" W). Sua fisionomia caracteriza-se com uma floresta baixa (SUGIYAMA, 2003). A média de altura é de 6 m e há epífitas bromeliáceas e orquídeas. Há espessa camada de matéria orgânica e serapilheira. Em alguns pontos existem tapetes de musgos e briófitas no solo (Figura 24).



(a)



(b)

Figura 24. Área 18 – Floresta baixa da Trilha Interpretativa, Parque Estadual da Ilha do Cardoso. (a) e (b) Grande quantidade de musgos e briófitas no solo.

3.7. Amostragem

3.7.1. Solo

As amostras de solo foram obtidas em oito fisionomias de floresta baixa e em dez florestas altas de restinga, num total de dezoito áreas de coleta, conforme pode ser verificado na tabela 2.

Tabela 2. Áreas onde foram realizadas coletas de solo em floresta baixa e alta de restinga dos locais selecionados no litoral do estado de São Paulo.

Locais	PESM- Núcleo			P.E. Ilha Anchieta				Bertioga	E.E.			Ilha			P.E. Ilha do			
	Picinguaba								Juréia-Itatins			Comprida			Cardoso			
Áreas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fisionomia	FB	FA	FA	FB	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FB	FB	FB	FB	FA	FB	FB
PESM – Parque Estadual da Serra do Mar; P.E. – Parque Estadual; E.E. – Estação Ecológica; FB – Floresta baixa; FA – Floresta alta.																		

Para cada uma das dezoito áreas selecionadas, a amostragem do solo foi feita até 0,6m de profundidade, em camadas de 20cm e também foi coletado de 5 em 5cm até a profundidade de 0,2m. Foram escolhidos quinze pontos aleatórios por área para compor as subamostras de cada camada.

As coletas foram realizadas no Núcleo Picinguaba (P.E.S.M.), Bertioga, P.E. da Ilha do Cardoso e E.E. Juréia-Itatins. Para as análises de solo da Ilha Comprida e do P.E. da Ilha Anchieta, foram utilizados os dados obtidos nos trabalhos desenvolvidos por Carrasco (2003) e Reis-Duarte (2004), respectivamente, uma vez que a metodologia adotada por estes autores corresponde àquela aplicada neste presente estudo.

Para cada camada foram feitas análises químicas (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, determinando-se assim, a fertilidade. Através das Relações de Adsorção de Sódio (RAS), Condutividade Elétrica (CE), Porcentagem de Sódio Trocável (PST) que, juntamente com o pH dos extratos de saturação foi possível classificar o solo como salino, sódico ou salino – sódico, para as camadas de 20 em 20cm. A RAS e o PST foram obtidos pelas equações: $RAS = Na^+ / ((Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2)^{1/2}$ e $PST = 100(Na^+ / CTC)$.

Também se efetuou análises granulométricas das amostras feitas a cada 20cm até 0,6m.

3.7.2. Folhas

Para verificar se algumas plantas da Restinga são acumuladoras de alumínio, foram feitas análises químicas foliares de *Pera glabrata*, *Andira fraxinifolia*, *Ilex theezans* e *Psidium cattleianum*. Analisou-se também os macro (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) para correlacionar com a fertilidade do solo de cada área. Para a escolha destas espécies foi considerada a ampla ocorrência das mesmas, em todo o litoral paulista, possibilitando dessa maneira uma comparação mais abrangente. Na tabela 3 pode-se verificar uma descrição geral das espécies selecionadas.

Tabela 3. Principais características ecológicas, locais de ocorrências e famílias das quatro espécies analisadas.

Espécie	Família	Ocorrência	Características
<i>Andira fraxinifolia</i> Benth,	Fabaceae	de MA até SP nas florestas pluviais da encosta atlântica, em capoeiras e em outros estágios da sucessão secundária.	É uma planta perenifólia, heliófila e seletiva higrófila
<i>Ilex theezans</i> Mart.	Aquifoliaceae	abrange os estados da BA, RJ e MG até o RS, freqüente na mata atlântica e restinga litorânea, onde por vezes se torna muito abundante na vegetação arbustiva da restinga.	Planta perenifólia, heliófila ou de luz difusa, indiferente às condições físicas do solo
<i>Pera glabrata</i> Poepp. ex Baill	Euphorbiaceae	pode ser encontrada no RJ e MG até SC, em cerrados e florestas latifoliadas semidecíduas. É também encontrada no interior de floresta primária densa, em áreas bem drenadas de topos de morros como em matas ciliares.	Tem como características básicas: perenifólia, heliófila e pioneira
<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	Myrtaceae	possui uma ampla ocorrência que compreende a BA ao RS. É encontrada na floresta atlântica pluvial, na mata de altitude, principalmente em áreas úmidas. Ocorre também em áreas úmidas de restingas e nas capoeiras de várzeas.	Planta perenifólia ou semidecídua, heliófila e seletiva higrófila.

Fonte: Lorenzi (1992)

A literatura não dispõe de informações sobre amostragem foliar para espécies florestais nativas. A amostra de folha, no entanto, para refletir corretamente o estado nutricional da planta, deve corresponder a: folha adequada, época certa de coleta e número suficiente. Quanto à folha adequada, diz-se que é a recém madura (Malavolta *et al.*, 1989). Para tanto, foram escolhidas folhas já desenvolvidas, evitando a ponta dos ramos com folhas menores e, portanto, mais jovens. Foram evitadas folhas com manchas visíveis e colorações diferentes do padrão da espécie. Quanto à época de coleta, foram realizadas independentemente da estação do ano, pois as distâncias dos locais selecionados dificultavam a simultaneidade da amostragem. Em algumas áreas não foram encontradas certas espécies ou não havia indivíduos suficientes. *Andira fraxinifolia* foi coletada nas oito áreas de floresta baixa e em nove florestas altas; *Ilex theezans*, em quatro fitofisionomias baixas e sete altas; *Pera glabrata*, em sete baixas e sete altas; *Psidium cattleyanum*, também foi encontrada nas oito áreas de floresta baixa e seis altas. A tabela 4 apresenta as áreas em que foram coletadas as espécies selecionadas.

Tabela 4. Áreas dos locais selecionados, onde foram coletadas as folhas para a análise química de quatro espécies.

Locais	PESM- Núcleo			P.E. Ilha Anchieta				Bertioga	E.E.			Ilha			P.E. Ilha do			
	Picinguaba			4	5	6	7		8	Juréia-Itatins			Comprida			Cardoso		
Áreas	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Fisionomia	FB	FA	FA	FB	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FA	FB	FB	FB	FB	FA	FB	FB
<i>Andira fraxinifolia</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Ilex theezans</i>			X	X	X	X	X		X	X	X	X				X	X	X
<i>Pera glabrata</i>	X	X	X	X	X	X	X		X	X			X	X	X	X	X	X
<i>Psidium cattleyanum</i>	X			X	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X

PESM – Parque Estadual da Serra do Mar; P.E. – Parque Estadual; E.E. – Estação Ecológica; FB – Floresta baixa; FA – Floresta alta.

Quanto ao número de folhas, foram coletadas oito folhas de cinco indivíduos, num total de quarenta folhas por espécie para cada área. Considerando o número de uma mesma

espécie por hectare ou área, o total de quarenta folhas é cerca do dobro do que se recomenda para essências florestais cultivadas, como eucalipto, pinus e seringueira.

As amostras de folhas foram acondicionadas em sacos de papel perfurado, identificadas e enviadas ao laboratório. Foram lavadas, secadas em estufa a 65°C e moídas em moinho de aço inoxidável, passando a amostra em peneira de malha de 1,0 mm.

3.7.3. *Análise estatística*

Utilizou-se a análise múltipla de variância (MANOVA), adotando-se o nível de 5% de significância ($p < 0,05$) para avaliar as diferenças de cada um dos parâmetros químicos do solo entre o litoral norte e sul e entre as florestas alta e baixa de restinga do estado de São Paulo. E para cada fitofisionomia se averiguou qual média das variáveis do solo entre as profundidades diferiram ($p < 0,05$) através do teste de Kramer-Tukey.

O mesmo procedimento foi realizado para a média de cada parâmetro na análise da diagnose foliar entre as fitofisionomias. Também foi feita análise de correlação e regressão linear entre os parâmetros químicos de solo e nutrientes foliares, utilizando o coeficiente de Pearson. Todas as análises estatísticas foram realizadas com o software SAS versão 8.2.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Solo

4.1.1. Análise física

As análises físicas foram agrupadas como litoral norte (Núcleo Picinguaba, Ilha Anchieta e Bertioga*) e sul (Juréia, Ilha Comprida e Ilha do Cardoso). Os processos geológicos sucedidos no passado conferem ao litoral paulista características distintas nestes dois compartimentos sob o ponto de vista morfológico. Devido à diferença de resistência das rochas às erosões ocasionadas pelas diversas transgressões e regressões marinhas, a encosta da serra no Vale do Ribeira recuou formando uma extensa planície ao sul, enquanto que ao norte a serra permanece mais próxima ao mar. Além disso, os processos de deposição sedimentar que formaram a planície de Cananéia e Iguape ocorreram em período mais recente. Mesmo assim, os teores médios de areia, silte e argila (Figura 25)

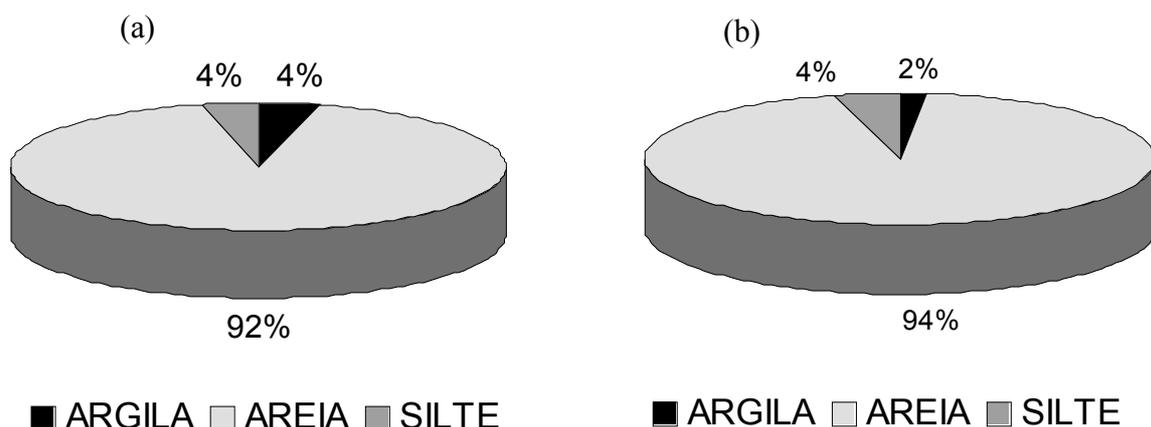


Figura 25. Porcentagem de areia, silte e argila. (a) Litoral Norte, (b) Litoral Sul.

praticamente não diferiram entre si, para todas áreas estudadas e para as três profundidades (0-20, 20-40 e 40-60). Como também obtidos por Moraes (1993), Sugiyama (1998), Pinto (1998), Guedes-Silva (2003), Carrasco (2003) e Reis-Duarte (2004), os teores de argila, que é a fração ativa do solo, foram iguais ou inferiores a 4%. Teores superiores a 5%

* Bertioga foi incluída neste grupo pela sua proximidade ao litoral norte.

somente são encontrados nas regiões de transição entre a restinga e a mata atlântica, quando ocorre transporte de solo argiloso para a restinga, como observado em duas áreas no Parque Estadual da Ilha Anchieta, conforme descrito por Reis-Duarte (2004).

A areia é a fração dominante, sempre com teores superiores a 92%. Esta textura define a densidade, porosidade, estrutura e capacidade de retenção de água que é muito baixa. Por outro lado, sabe-se que o litoral paulista tem precipitação significativamente superior às outras regiões do estado de São Paulo, atingindo médias anuais de 2200 mm (CAMARGO *et al.*, 1972; PICCOLO, 1992 e SANCHEZ *et al.*, 1999). Considerando a composição arenosa do solo e a elevada precipitação a que está submetido, ocorre intensa lixiviação de nutrientes essenciais ao desenvolvimento vegetal. Portanto, sendo estes solos de baixo potencial de produção vegetal, o processo de regeneração florestal torna-se lento quando há ações impactantes como o desmatamento.

4.1.2. Análise química

Os diferentes processos geológicos ocorridos no litoral norte e sul de São Paulo, também não influenciaram o padrão de fertilidade do solo, sendo que apenas enxofre e alumínio tiveram diferença estatística para a floresta alta (Tabela 7).

A análise dos parâmetros químicos de fertilidade do solo de todas as fitofisionomias de todos os locais estudados, a cada 20cm, até 0,6m de profundidade (Tabela 6), e a cada 5cm, até 0,2m (Tabela 8) de profundidade, mostrou que os solos apresentam elevada acidez, com valores de pH variando de 3,5 a 4,0 e 3,5 a 3,7, respectivamente. No primeiro caso, tanto para a floresta alta como a baixa, o pH da camada de 0-20cm foi significativamente inferior ao da camada de 20-40cm, embora não haja diferença entre as fitofisionomias (Tabela 6). Pode-se dizer que há um gradual aumento do pH com a profundidade. A intensa lixiviação potencializa a acidez mais elevada na superfície. 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). 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).

Tabela 5. Análise múltipla de variância (MANOVA) dos parâmetros químicos do solo entre as fisionomias de floresta alta e baixa de restinga

Parâmetros do solo	pH	M.O. ¹	P	S	Na	K	Ca	Mg	H+Al ²	Al	SB ³	CTC ⁴	m ⁵	V ⁶	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Nível de significância (p)	0.065	0.002*	0.047*	0.608	0.271	0.873	0.785	0.219	0.001*	0.011*	0.809	0.001*	0.101	0.010*	0.027*	0.098	0.000*	0.399	0.298

* significativo a partir de $p < 0,05$; ¹ matéria orgânica; ² acidez potencial; ³ soma de bases; ⁴ capacidade de troca de cátions; ⁵ saturação por alumínio; ⁶ saturação por bases

Tabela 6. Valores médios dos parâmetros químicos de solo, a cada 20cm até 0,6m de profundidade das florestas alta e baixa de restinga

Físio	Prof	pH	M.O. ¹ %	P mg dm ⁻³	S	Na	K	Ca	Mg mmol _c dm ⁻³	H+Al ²	Al	SB ³	CTC ⁴	m ⁵	V ⁶ %	B	Cu	Fe mg dm ⁻³	Mn	Zn
FB	0-20	3,5 a	2,31 a	2,7 a	13,3 a	1,2 a	0,7 a	2,3 a	2,6 a	30,0 a	7,2 a	6,2 a	36,2 a	55,1 a	17,2 a	0,27 a	0,67 a	55,70a	1,62 a	0,78 a
	20-40	3,7ab	0,82 b	1,5 b	10,8 a	0,8 b	0,4 b	1,6 b	1,6 b	17,1 b	5,4 a	3,9 b	21,0 b	58,3 a	19,2 a	0,13 b	0,55 a	25,70 b	0,68 b	0,50a b
	40-60	3,9 b	0,51 b	1,1 b	12,1 a	0,8 b	0,4b	1,6 b	1,5 b	17,7 b	5,6 a	3,7 b	21,4 b	57,6 a	20,3 a	0,17 b	0,56 a	20,70 b	0,43 b	0,35 b
FA	0-20	3,6 a	3,01 a	3,8 a	12,3 a	1,3 a	0,8 a	3,0 a	2,5 a	41,3 a	8,7 a	6,7 a	47,6 a	57,0 a	14,6 a	0,37 a	0,71 a	82,30a	4,08 a	0,76 a
	20-40	3,8ab	1,43 b	1,8 b	10,0 a	0,6 b	0,4 b	1,5 b	1,1 b	31,5 a	7,7 a	3,1 b	34,4 a	68,8 ab	11,1 a	0,28 a	0,52 a	48,10 b	1,28 b	0,41 b
	40-60	4,0 b	0,86 b	1,6 b	11,3 a	0,5 b	0,3b	1,1 b	1,0 b	28,3 a	8,3 a	3,6 b	31,0 a	73,6 b	10,0 a	0,13 b	0,63 a	51,20 b	0,78 c	0,61 c

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

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Tabela 7. Análise múltipla de variância (MANOVA) dos parâmetros químicos do solo entre o litoral norte e sul do estado de são Paulo para as fisionomias de floresta alta e baixa de restinga

Parâmetros do solo	pH	M.O. ¹	P	S	Na	K	Ca	Mg	H+Al ²	Al	SB ³	CTC ⁴	m ⁵	V ⁶	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Nível de significância (p)	FB	0.154	0.327	0.422	0.526	0.637	0.720	0.492	0.670	0.888	0.322	0.602	0.764	0.900	0.679	0.373	0.748	0.332	0.374	0.136
	FA	0.279	0.310	0.326	0.017*	0.834	0.133	0.579	0.373	0.055	0.008*	0.517	0.055	0.252	0.239	0.713	0.319	0.321	0.265	0.099

* significativo a partir de $p < 0,05$; ¹ matéria orgânica; ² acidez potencial; ³ soma de bases; ⁴ capacidade de troca de cátions; ⁵ saturação por alumínio; ⁶ saturação por bases

Tabela 8. Valores médios dos parâmetros químicos de solo, a cada 5cm até 0,2m de profundidade das florestas alta e baixa de restinga.

Fisio	Prof	pH	M.O. ¹ %	P mg dm ⁻³	S	Na	K	Ca	Mg mmolc dm ⁻³	H+Al ²	Al	SB ³	CTC ⁴	m ⁵ %	V ⁶	B	Cu	Fe mgdm ⁻³	Mn	Zn
FB	0-5	3,5 a	3,28 a	4,7 a	13,7 a	1,7 a	0,9 a	4,2 a	4,1 a	42,0 a	6,9 a	9,6 a	51,6 a	49,5 a	20,1 a	0,47 a	0,68 a	56,7 a	3,55 a	1,10 a
	5-10	3,4 a	2,70a b	3,7 ab	13,3 a	1,6 a	0,8 ab	2,3 b	2,6 b	34,0 ab	7,1 a	6,1 b	40,0a b	58,0 ab	15,5 a	0,30a b	0,50 a	61,6 a	1,73 b	0,70ab
	10-15	3,5 a	1,70b c	2,5 bc	11,1 a	1,3 b	0,6 bc	2,0 b	1,8 bc	25,8 ab	6,2 a	4,6 c	30,0 b	61,0 ab	15,7 a	0,20a b	0,52 a	49,0 a	0,92 c	0,50bc
	15-20	3,5 a	1,30c	1,7 c	10,2 a	1,2 b	0,4 c	1,6 b	1,3 c	22,3 b	5,9 a	3,7 c	26,1 b	64,0 b	15,0 a	0,17 b	0,37 a	37,8 a	0,63 c	0,36 c
FA	0-5	3,6 a	4,51 a	7,1 a	12,8 a	2,0 a	0,9 a	4,5 a	4,1 a	79,3 a	10,9 a	10,0 a	89,3 a	50,0 a	15,2 a	0,40 a	0,50 a	96,6 a	4,05 a	1,18 a
	5-10	3,6 a	3,40a b	4,6 ab	12,6 a	1,4 ab	0,8 ab	3,6 ab	2,6 b	69,1 b	9,6 a	7,3 b	67,4 b	56,1a	15,1 a	0,30a b	0,40 a	87,7 a	3,00a b	0,70a b
	10-15	3,6 a	2,27 b	3,2 ab	9,6 a	1,1 b	0,5 bc	1,7 b	1,6 bc	50,1bc	7,6 a	4,1 c	54,3 b	62,0 ab	11,6 a	0,20a b	0,46 a	67,5 b	2,00b c	0,60bc
	15-20	3,7 a	1,46 b	2,3 b	9,0 a	0,8 b	0,4 c	1,3 b	1,1 c	30,8 c	6,2 a	3,1 c	31,0 c	64,2 b	11,1 a	0,21 b	0,47 a	51,7 b	1,41 c	0,43 c

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

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Quanto à matéria orgânica do solo, os teores observados na floresta alta foram superiores aos da floresta baixa para todas as profundidades estudadas (Tabelas 6 e 8), provavelmente devido a sua maior fitomassa. Para as duas fitofisionomias, os teores de matéria orgânica das camadas de 0-20cm de profundidade foram superiores às camadas de 20-40 e 40-60cm. Os valores de 3,1% e 2,31% da camada superficial diminuíram significativamente para 1,43% e 0,82%, respectivamente, indicando que a camada rica em matéria orgânica é a de 0-20cm. Não houve diferença entre as camadas de 20-40 e 40-60cm de profundidade. Para as camadas de 5cm, até 20cm de profundidade, os teores para os primeiros 5cm, tanto para a floresta alta como a baixa, foram significativamente superiores às profundidades de 10-15 e 15-20cm, indicando elevado teor de matéria orgânica na superfície. Casagrande *et al.* (2002), em estudos realizados no Parque Estadual da Ilha Anchieta, averiguou que a pequena reserva nutricional existente encontra-se nos primeiros 5cm de profundidade, resultando em um sistema radicular superficial e mostrando que a biomassa representa a principal reserva de nutrientes.

Inúmeros trabalhos indicam a diminuição do teor de matéria orgânica em profundidade, como aqueles desenvolvidos em restingas: Moraes (1993), Sugiyama (1998), Pinto (1998), Guedes-Silva (2003), Carrasco (2003) e Reis-Duarte (2004). Uma das principais implicações da matéria orgânica do solo é sobre sua capacidade de troca de cátions (CTC), responsável por cerca de 70% da CTC da camada superficial de solos do estado de São Paulo (RAIJ, 1989).

A CTC é responsável pela retenção de Na, K, Ca, Mg, além dos nutrientes que são cátions metálicos como cobre, manganês e zinco. 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 0-20cm, representou 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. Quando o teor de matéria orgânica é reduzido, há também uma diminuição da capacidade de retenção de água do solo, pois a MOS funciona como agente cimentante entre as partículas, influenciando a formação de agregados e, conseqüentemente, a estrutura do solo e a porcentagem de microporos (BRADY, 1989).

Considerando as porcentagens de variação dos teores de matéria orgânica com a profundidade do solo, tem-se: para as camadas de 20cm, na floresta baixa, o horizonte superficial representou 63%, sendo quase o triplo em relação à profundidades de 20-40 e cerca de quatro vezes maior que a camada de 40-60cm (Figura 26a). Na floresta alta, a camada superficial também foi a mais representativa, com 57%. Comparando com a profundidade de 20-40cm chega a ser o dobro e para 40-60cm é mais que o triplo. A figura 26b mostra que, para as camadas de 5cm, floresta baixa, a MOS da camada superficial representou 37% e o horizonte de 5-10cm, 30%. Ou seja, até a profundidade de 20cm, os primeiros 10 cm correspondem a 67% da MOS. A floresta alta possui proporções semelhantes aos da fitofisionomia baixa. Estes dados mostram que a reserva de matéria orgânica do solo está nos primeiros 20cm e, na profundidade de 0-10cm, a MOS é cerca de 200% superior à camada de 10-20cm, tanto para floresta alta como a baixa.

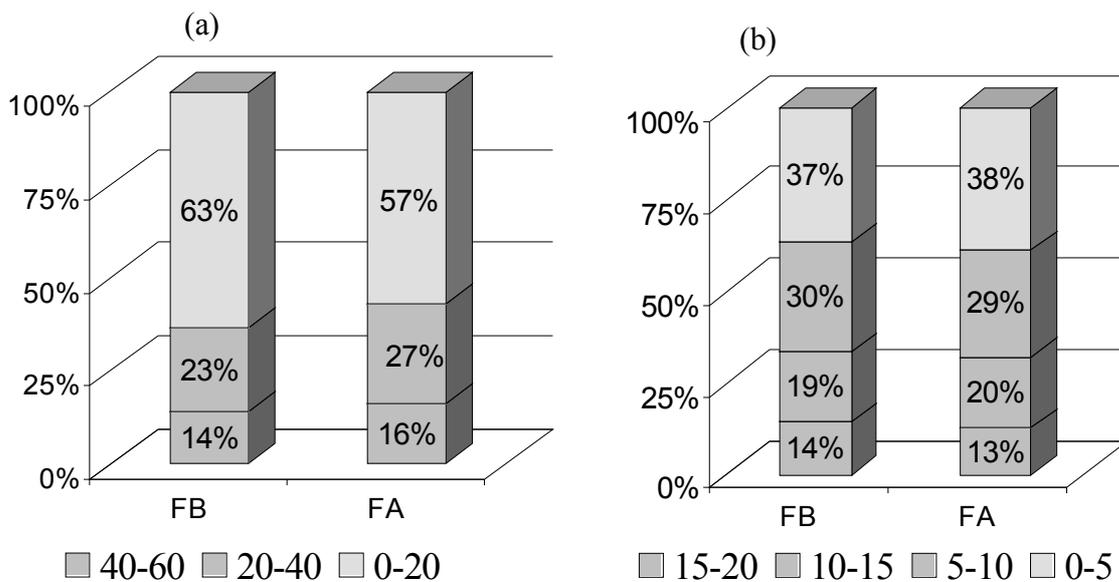


Figura 26. Porcentagem relativa da matéria orgânica do solo, nas profundidades de 20 em 20cm (a) e de 5 em 5cm (b) para as fisionomias de florestas alta (FA) e baixa (FB) de restinga.

A capacidade de troca de cátions é diretamente proporcional ao teor de matéria orgânica do solo. Esta relação é evidente nas tabelas 6 e 8. Houve diferença significativa da CTC da camada superficial de 20cm com as de 20-40 e 40-60cm para floresta baixa, e da camada de 0-5cm com as demais para floresta alta e com 10-15 e 15-20cm para floresta baixa. Os primeiros 5cm da floresta alta representaram 37% da CTC, e de 5-10, 10-15 e

15-20cm foram equivalentes a 28%, 22% e 13%, respectivamente (Figura 27a). Os valores para a fitofisionomia baixa são semelhantes à alta, exceto para a camada de 15-20cm, que representou 18%, enquanto para a alta foi de 13%. Considerando a CTC de 0-10cm, em relação a 10-20cm, a camada superior teve uma representatividade de 62% para floresta baixa e 65% para alta. Na figura 27b, as duas fitofisionomias tiveram porcentagens semelhantes, sendo que os horizontes superficiais representaram cerca de 40% da CTC.

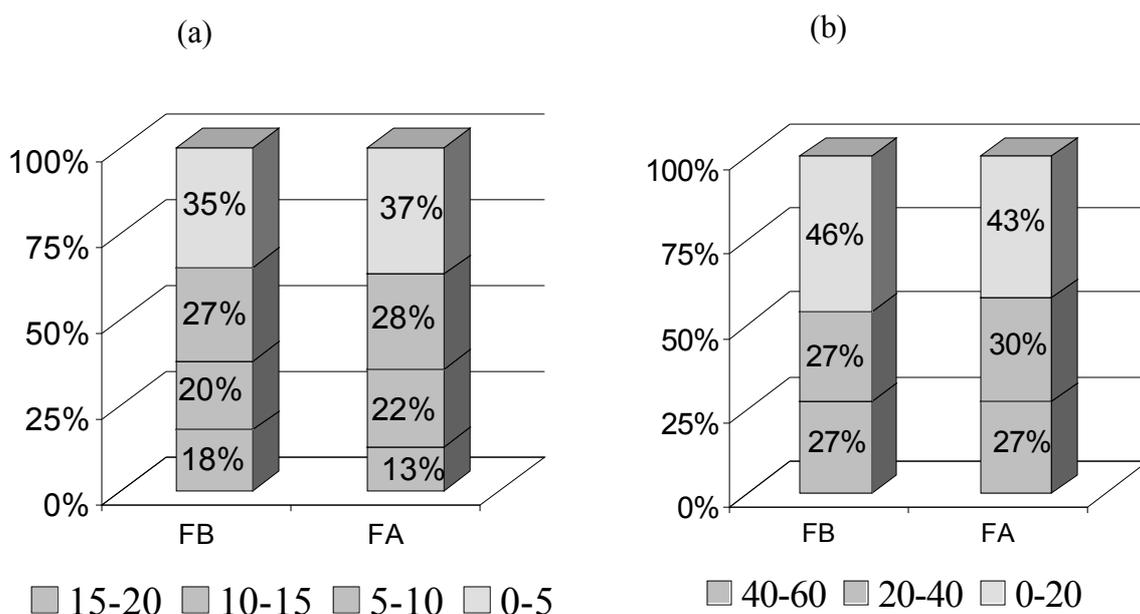


Figura 27. Porcentagem relativa da capacidade de troca de cátions - CTC, das profundidades de 5 em 5cm (a) e de 20 em 20cm (b) para as fitofisionomias de florestas alta (FA) e baixa de restinga (FB).

Comparando-se as fitofisionomias, a floresta alta teve a CTC dos 10cm superficiais 42% superior ao da floresta baixa (Figura 28a). Para a profundidade de 20 cm (Figura 28b) foi 24% maior. Dessas considerações, 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.

Mesmo com as diferenças observadas quanto aos teores de matéria orgânica do solo e para os valores de CTC dos horizontes estudados nas florestas alta e baixa de restinga, os valores encontrados para a saturação por bases (V%) não diferiram entre si em profundidade para cada fitofisionomia estudada, tanto para as camadas de 20 em 20cm como para 5 em 5cm. Isto indica que as quantidades de cátions (Na, K, Ca e Mg), que

representam a soma de bases (SB), em relação a CTC (SB+H+Al), estão presentes na mesma proporção em todos os casos, ou seja, mesmo com soma de H+Al diminuindo com a profundidade para a floresta baixa (0 até 60cm) e para ambas as fisionomias, de 5 em 5cm, os valores são semelhantes entre si.

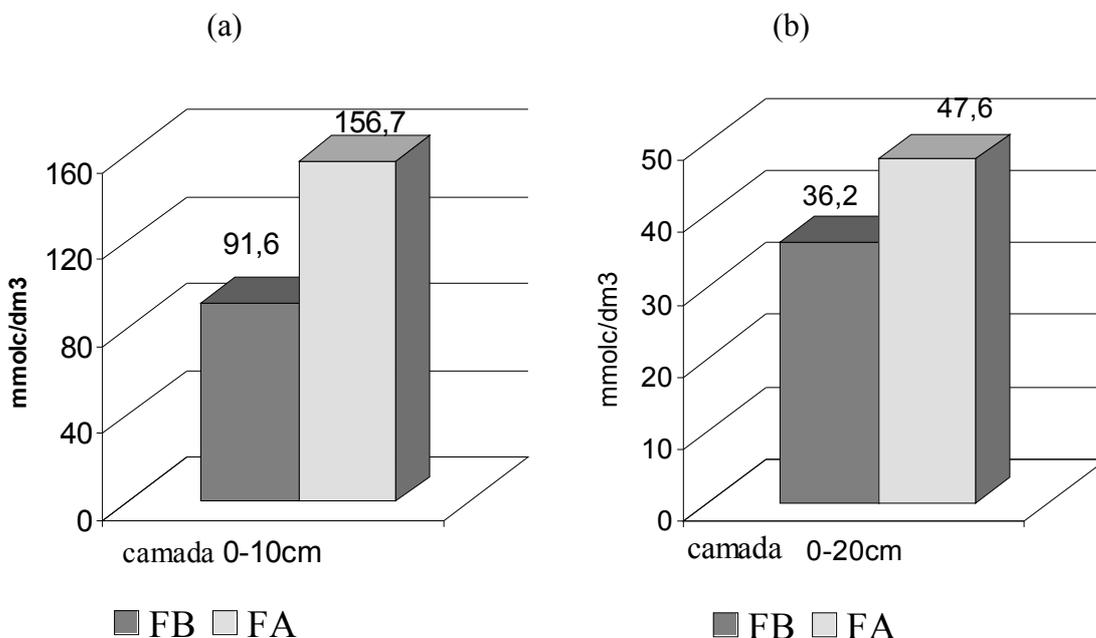


Figura 28. Valores médios da CTC das camadas superficiais do solo de 0 a 10cm (a) e de 0 a 20cm (b) nas florestas alta (FA) e baixa (FB) de restinga.

Na prática, isto representa que, embora a CTC na superfície do solo seja mais elevada, assim como o teor de matéria orgânica, a porcentagem de cátions presentes é sempre baixa, conferindo-lhe uma baixa saturação por bases, caracterizando todo o perfil como de baixa fertilidade. No caso de recuperação do solo, no entanto, a maior CTC representará maior capacidade de reter nutrientes e, portanto, maior potencial de produção.

Os valores de V estão entre 10 a 20%, sendo que a recomendação de calcário para as espécies típicas da Mata atlântica deve ser feita quando o V% for inferior a 40% (RAIJ et al., 1997). A saturação por bases deve ser um dos parâmetros a receber maior atenção do ponto de vista de condições adequadas de fertilidade do solo para o desenvolvimento vegetal, pois se trata de um número índice que relaciona os teores de Na, K, Ca, Mg (SB) com a capacidade de troca de cátions do solo (CTC), o que significa dizer que V% representa a porcentagem de cátions trocáveis do solo. Quando o valor de V é baixo, os níveis de K, Ca e Mg também são baixos, além de haver excesso de Al, com elevada

saturação por alumínio. Entre as fitofisionomias, no entanto, houve diferença estatística, com valores de V% mais elevados para floresta baixa, embora, do ponto de vista de fertilidade do solo, todos os valores obtidos sejam baixos. De acordo com RAIJ *et al.* (1997), valores de V abaixo de 25% são considerados muito baixos.

Para todas as áreas estudadas, os níveis de cálcio e magnésio no solo foram baixos, para todas as profundidades (0-20, 20-40 e 40-60cm), notadamente no subsolo (Tabela 6). Nas camadas de 5 em 5cm, até a profundidade de 20cm (Tabela 8), apenas nos 5cm superficiais, tanto para floresta alta como baixa, os teores foram ligeiramente superiores a 4,0 mmol_c dm⁻³. Valores entre 4,0 e 7,0 mmol_c dm⁻³ de Ca são interpretados como teores médios, enquanto para Mg está entre 5,0 e 7,0 mmol_c dm⁻³ (RAIJ *et al.*, 1997). A esses níveis baixos de Ca e Mg estão associados elevados níveis de alumínio e saturação por alumínio (Tabelas 6 e 8), para florestas altas e baixas de restinga, para todas as profundidades estudadas. A ordem de grandeza para esses dois parâmetros foi semelhante em todos os casos e estão ilustrados na figura 29.

O excesso de alumínio causa toxidez, impedindo que o sistema radicular se desenvolva, tornando as raízes curtas, engrossadas e com baixa eficiência para absorção de nutrientes e água (PAVAN, 1982). Por outro lado, a falta de cálcio no próprio ambiente de absorção de água e nutrientes também impede o desenvolvimento do sistema radicular, pois as plantas não translocam este nutriente pelo floema até as raízes (RITCHEY, 1982). Como resultado, as raízes não penetram em subsolos deficientes em cálcio. Como as plantas respondem às variações das concentrações de nutrientes no solo, alterando a configuração espacial de seus sistemas radiculares, com as raízes crescendo em direção às regiões de maior concentração (ROBINSON, 1996; VAN VUUREN *et al.*, 1996), as raízes da vegetação de restinga desenvolvem-se superficialmente, onde é maior a concentração de cálcio e menor a saturação por alumínio, explorando um pequeno volume de solo.

Para as profundidades de 20 em 20cm, para floresta alta e baixa o teor de Al variou de 5,46 a 8,73 mmol_c dm⁻³ e a saturação por alumínio (m) de 55,1 a 73,6%. Para as profundidades de 5 em 5cm, variou de 5,9 a 10,9 mmol_c dm⁻³ para Al e de 49,5 a 64,2% para m (Figuras 29 e 30).

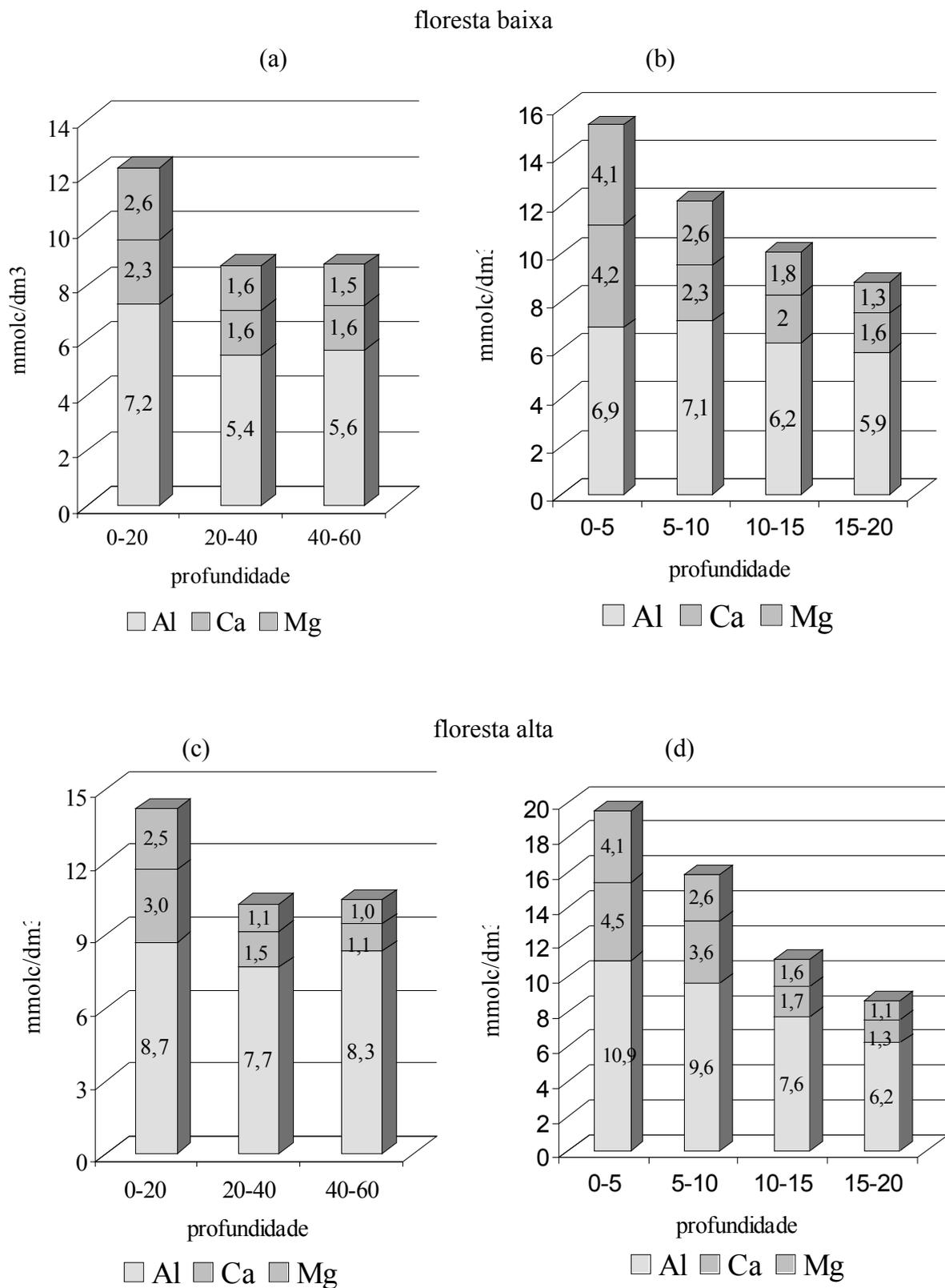


Figura 29. Valores médios dos teores de alumínio, cálcio e magnésio nas profundidades de 20 em 20cm e de 5 em 5cm para as fisionomias de florestas baixa (a, b) e alta (c, d) de restinga.

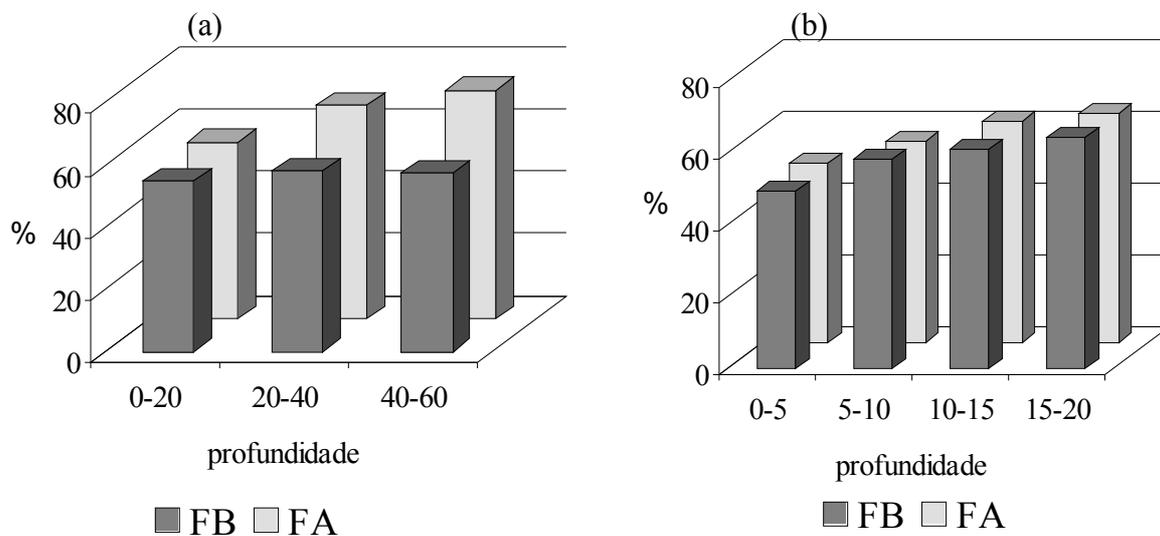


Figura 30. Porcentagem da saturação por alumínio das profundidades de 20 em 20cm (a) e de 5 em 5cm (b) para as fisionomias de florestas alta (FA) e baixa de restinga (FB).

Lopes (1984), verificou que das 518 amostras superficiais de solos dos cerrados de Minas Gerais e Goiás, a maioria delas situou-se entre 2,5 e 10,0 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ e que apenas 15% foi superior a 10,0 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$. Quanto à restinga, outros autores também encontraram altos teores de Al: Sugiyama (1993), na Ilha do Cardoso, 8,0 e 13,0; Guedes e Silva (2003), em Bertioga, 19,0 e 25,0; Carrasco (2004), em Ilha Comprida, 4,0, 7,6, 9,0 e 9,1 e Casagrande (2004), em Picinguaba, 6,5, 10,1, 11,1, 12,0 e 18,8 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ na camada superficial do solo. Dessas amostras de solo de restinga anteriormente citadas, 63% apresentaram resultados acima de 10,0 e 11% acima de 20 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$. Tais números indicam que os teores de alumínio trocável, na camada superficial do solo de restinga, foram superiores aos valores encontrados no cerrado. 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.

4.1.3. Salinidade

Do ponto de vista químico, os solos afetados por sais são classificados como salinos, sódicos e salinos-sódicos. Os critérios de separação entre eles são:

Tabela 9. Características dos solos salinos, sódicos e salinos-sódicos.

Classificação	CE ¹	PST ²	RAS ³	PH ⁴
Salinos	> 4,0	< 15	< 13	< 8,4
Sódicos	< 4,0	> 15	> 13	> 8,4
Salino/sódicos	> 4,0	> 15	> 13	< 8,4

¹Condutividade elétrica no extrato de saturação expressa em dS/m a 25°C, ²porcentagem de sódio trocável, ³relação de adsorção de sódio e ⁴pH do extrato de saturação.

Fonte: Richards (1954) citado por Oliveira (1996).

Os solos salinos são o resultado do processo de salinização, que resulta na acumulação de sais solúveis de Na, Ca, Mg e K nos horizontes do solo. A salinização está relacionada a climas áridos e semi-áridos e a condições de restrição de drenagem, envolvendo lençol freático alto ou permeabilidade baixa do solo. Em solos sódicos há predominância de Na trocável e menor quantidade de Ca, Mg e K. Já os solos salinos-sódicos contêm uma combinação de sais solúveis e Na trocável em abundância. O processo de salinização pode ser causado pela invasão de água salgada, sendo característico de regiões costeiras e é o único que ocorre em regiões úmidas (RIBEIRO *et al.*, 2003). Neste contexto, o litoral paulista seria o único local do Estado onde esse processo poderia acontecer, pois é uma região de elevada pluviosidade.

Segundo Kuhlmann (1977) nas regiões litorâneas, o estabelecimento vegetal enfrenta problemas devido à ocorrência de solos extremamente arenosos, com alta salinidade, baixo teor de matéria orgânica, altas taxas de infiltração e conseqüente baixa retenção de umidade, com superaquecimento das camadas superficiais expostas à insolação. No entanto, para Schimper (1935) os solos em que estão radicadas as plantas litorâneas são arenosos contendo pouco sal, pois este, trazido pelo vento, logo é lavado pelas chuvas. O mesmo autor ainda cita valores de teor salino, na época chuvosa, entre 0,52 e 0,40% e na época seca entre 0,71 e 0,64%, e que, essa concentração pedológica é reduzida demais para determinar seca fisiológica.

Conforme exposto pela tabela 11, não houve diferença entre as fisionomias alta e baixa quanto à condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação. As médias da condutividade elétrica variaram de 0,16 a 1,17 dS/m, a porcentagem de sódio trocável de 0,82 a 2,88, a relação de adsorção de sódio de 0,65 a 1,77 e o pH de 6,0 a 6,7 (Tabela 10).

Tabela 10. Valores médios da condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de Sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação até 0,6 m de profundidade das florestas alta e baixa, a cada 20 cm.

Fisionomia	Profundidade cm	CE dS/m	RAS	PST %	pH
FB	0-20	1,06 a	1,67 a	2,88a	6,0 a
	20-40	0,45 b	1,22 a	2,00 b	6,5 b
	40-60	0,16 b	0,66 b	1,17 c	6,7 b
FA	0-20	1,07 a	1,77 a	2,35 a	5,6 a
	20-40	0,48 b	1,28 a	1,70 a	6,2 ab
	40-60	0,22 b	0,65 b	0,82 b	6,7 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Tabela 11. Análise múltipla de variância (MANOVA) da condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de sódio (RAS), porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação entre as fisionomias de floresta alta e baixa.

Parâmetros	CE	RAS	PST	pH
Nível de				
significância (p)	0.959	0.689	0.148	0.162

* significativo a partir de $p < 0,05$

Para a condutividade elétrica, a camada superficial das duas fisionomias diferiu estatisticamente das outras profundidades. Isto está relacionado com o maior teor de sódio na camada superficial, em função da maior de retenção, dada pela CTC mais elevada, a qual é função do maior teor de matéria orgânica do solo. Considerando os valores de CE da tabela 9, apenas os solos sódicos apresentam $CE < 4,0$ dS/m, mas este é de ocorrência apenas em clima semi-árido, não se enquadrando para a região litorânea estudada. Para RAS e PST, também existem diferenças entre as camadas, com valores maiores na superfície (0-20cm), enquanto que para o pH, os valores aumentaram com a profundidade.

Casagrande *et al.* (2006), estudando solos de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, obteve resultados próximos aos encontrados neste estudo. A variação da CE foi de 0,10 a 1,29, da PST de 0,01 a 3,97, da RAS de 0,01 a 2,02 e do pH foi de 3,9 a 7,4.

Uma vez que os valores da CE na tabela 10 são inferiores a 4,0, os solos de restinga do litoral paulista não são salinos. Ao apresentarem $PST < 15$, $RAS < 13$ e $pH < 8,4$, não se caracterizam como sódicos. E não podem, também, ser considerados salinos-sódicos, pois a CE, PST e RAS possuem valores abaixo aos da tabela 9.

A figura 31 mostra os valores médios obtidos para pH, PST, RAS e CE para floresta de restinga alta e baixa, para as camadas de 0-20, 20-40 e 40-60cm de profundidade, comparativamente aos valores padrões para solos salinos (Tabela 9).

Um dos fatores que deve contribuir para a baixa retenção de sais no perfil do solo de restinga, segundo Casagrande *et al.* (2006), é a baixa capacidade de retenção de cátions (CTC) e ânions (CTA), resultante do baixo teor de argila e matéria orgânica, principalmente no subsolo. Cabe também lembrar que o íon sódio (RAIJ, 1991) tem baixa energia de ligação com os colóides do solo, o que facilita a lixiviação ao longo do perfil. Para Oosting & Billings (1942) a alta pluviosidade, associada à granulometria arenosa do solo, permite uma rápida lixiviação dos sais juntamente com a água, que facilmente percola o perfil do solo.

A influência do solo no desenvolvimento da vegetação de restinga foi amplamente destacada por Araújo (1984, 1987), Araújo & Lacerda (1987) e Lacerda *et al.* (1982), que a consideraram como comunidade edáfica, por depender mais da natureza do solo que do clima. A não apresentação de sintomas visuais de toxicidade causada por salinidade, como crescimento e perfilhamento reduzidos e desenvolvimento de áreas necróticas, com secamento que se inicia na ponta e se prolonga pelas margens, dá suporte ao fato de que o solo de restinga não é salino.

Hueck (1955) e Assumpção & Nascimento (1998), compararam a fitofisionomia de quatro zonas de restinga, da praia até 2,5 Km para o interior: zona 1, com espécies psamófilas e halófilas; zona 2, coberta por espécies psamófilas, aparecendo as primeiras moitas com arbustos; zona 3, com uma drástica redução da cobertura psamófila, permanecendo areia nua entre as moitas, compostas de arbustos e arvoretas, com maior riqueza em espécies; e zona 4, com adensamento das moitas, formando uma mata contínua.

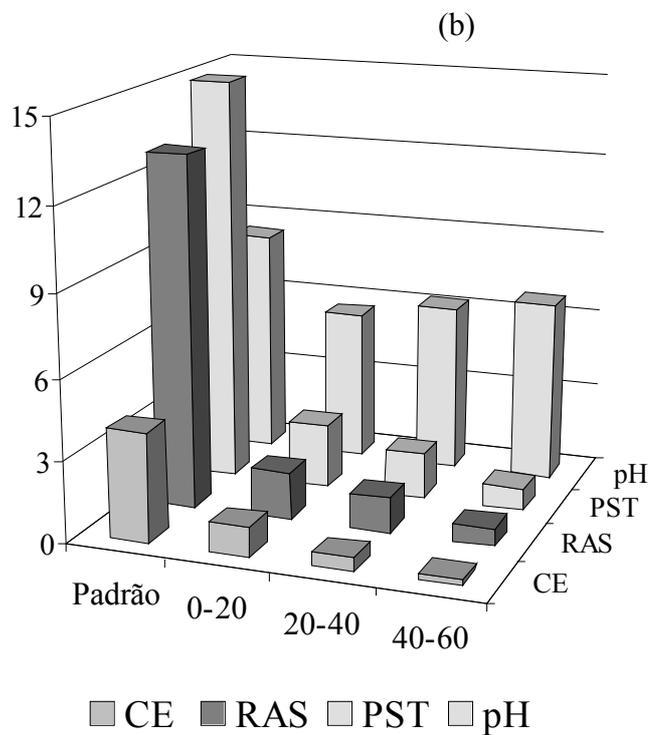
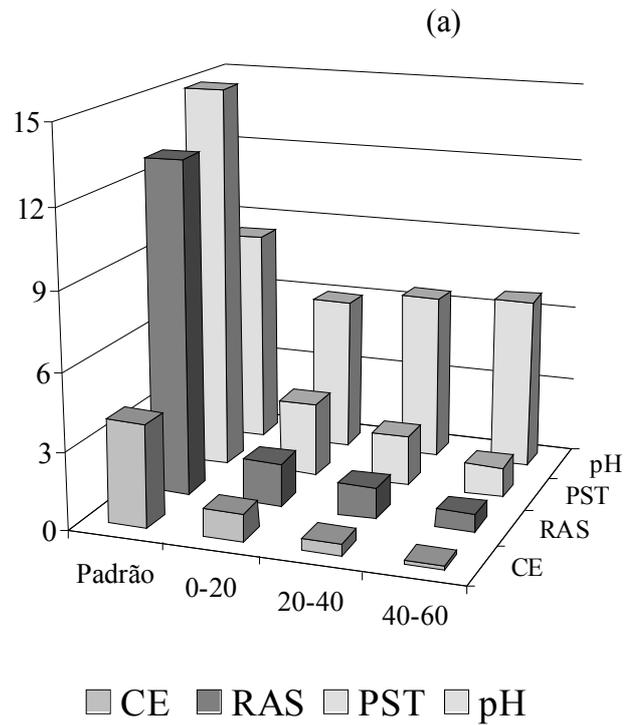


Figura 31. Valores médios da condutividade elétrica (CE), relação de adsorção de sódio (RAS), Porcentagem de sódio trocável (PST) e pH dos extratos de saturação até 0,6m de profundidade para as florestas baixa (a) e alta (b), a cada 20cm e os valores padrões.

Espécies halófitas podem ser encontradas na zona próxima à praia. Entretanto, nas áreas mais afastadas, não aparecem plantas com tais características em meio à vegetação. Reitz (1961) fez um levantamento florístico para o litoral de Santa Catarina, agrupando as plantas segundo as suas funções ecológicas. Considerou a vegetação das praias e dunas primárias como “xerossara” arenosa, etapa da anteduna, halófitas e psamófitas”, evidenciando assim, o caráter sucessional da vegetação costeira.

4.2. Diagnose foliar

Nas análises de macro e micronutrientes foliares, além do alumínio, *A. fraxinifolia* mostrou diferenças significativas entre as florestas alta e baixa para N, Ca, Fe e Al; *Pera glabrata* para Fe, Mn e Al; *Ilex theezans* para K, Cu, Fe, Mn, Zn e Al; *Psidium cattleianum* para K, Ca, Fe, Mn, Zn e Al (Tabelas 12 e 13). Os valores de P, Mg, S e B não diferenciaram entre as fitofisionomias para as quatro espécies estudadas. Notadamente, *I. theezans* apresentou teores maiores para os micronutrientes Fe, Mn e Zn na fitofisionomia baixa de restinga, em relação às outras espécies.

Para as florestas tropicais, são poucos os estudos que investigaram a concentração de nutrientes foliares. Porém, deve-se considerar que as formações florestais tropicais são bastante heterogêneas, apresentando grande diversidade de espécies com diferentes formas de vida e ciclos vitais, ocorrendo sobre grande variedade de solos e climas, em diferentes condições de estresse hídrico. Como resultado, as concentrações de nutrientes associadas com as deficiências diferem caso a caso e as concentrações ótimas ainda não foram definidas para as plantas destes sistemas (DRECHSEL & ZECH 1991). Entretanto, para as cultivares, Mills & Jones (1996) compilaram valores baixos e altos para os macro e micronutrientes foliares, de um modo geral (Tabela 14).

Fazendo-se uma análise geral pelos resultados obtidos nas tabelas 12 e 13 e comparando com a tabela 14, verificou-se que os teores de P, foram muito baixos para a todas as espécies, resultado este que corresponde ao esperado, já que os teores no solo também foram baixos (Tabelas 6 a 8). Para o K, somente *P. cattleianum* alcançou o mínimo, enquanto as outras espécies apresentaram valores bem inferiores. O mesmo ocorreu com o B em relação a *I. theezans*.

Tabela 12. Valores médios dos teores foliares de macronutrientes e alumínio nas fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.

Espécies	Fision.	%						Al ppm
		N	P	K	Ca	Mg	S	
<i>Andira</i>	FA	2,50 a	0,13 a	0,87 a	0,64 a	0,25 a	0,20 a	208 a
<i>fraxinifolia</i>	FB	1,86 b	0,12 a	0,73 a	0,45 b	0,20 a	0,25 a	147 b
<i>Ilex</i>	FA	1,30 a	0,09 a	1,19 a	0,49 a	0,34 a	0,23 a	927 a
<i>theezans</i>	FB	1,33 a	0,09 a	0,83 b	0,55 a	0,38 a	0,29 a	540 b
<i>Pera</i>	FA	1,66 a	0,08 a	0,64 a	0,56 a	0,36 a	0,20 a	216 a
<i>glabrata</i>	FB	1,32 a	0,09 a	0,59 a	0,55 a	0,37 a	0,26 a	168 b
<i>Psidium</i>	FA	1,47 a	0,10 a	1,71 a	0,49 a	0,24 a	0,18 a	1941 a
<i>cattleyanum</i>	FB	1,32 a	0,09 a	1,22 b	0,67 b	0,29 a	0,20 a	1242 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Tabela 13. Valores médios dos teores foliares de micronutrientes nas

Espécies	Fision.	fisionomias de floresta alta e baixa de restinga.				
		B	Cu	Fe	Mn	Zn
ppm						
<i>Andira</i>	FA	17,4 a	11,8 a	170,5 a	104,8 a	32,7 a
<i>fraxinifolia</i>	FB	17,5 a	10,7 a	128,0 b	102,5 a	33,4 a
<i>Ilex</i>	FA	23,2 a	5,7 a	149,5 a	176,8 a	33,0 a
<i>theezans</i>	FB	20,7 a	9,0 b	165,7 b	335,5 b	48,7 b
<i>Pera</i>	FA	18,0 a	9,5 a	171,0 a	77,8 a	22,7 a
<i>glabrata</i>	FB	17,7 a	10,8 a	151,0 b	106,7 b	29,2 a
<i>Psidium</i>	FA	12,0 a	10,6 a	104,5 a	35,6 a	74,5 a
<i>cattleyanum</i>	FB	17,5 a	8,3 a	117,1 b	72,0 b	28,6 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si (Tukey 5%).

Tabela 14. Valores dos parâmetros químicos foliares classificados em níveis baixos e altos.

Níveis	%						ppm				
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Baixo	<1,0	<0,2	<1,5	<0,5	<0,15	<0,15	<20	<2	<50	<10	<15
Alto	>6,0	>0,5	>4,0	>1,5	>0,40	>0,50	>70	>20	>75	>200	>20

Fonte: Mills & Jones (1996).

Os teores de N, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn encontram-se entre os níveis baixo e alto da tabela 14, para todas as espécies. Apenas, o Fe apresentou teores muito acima do indicado como alto (Tabela 13).

Goodland (1971) fez referências sobre os efeitos do alumínio na vegetação de cerrado. Embora não seja um elemento essencial para as plantas, algumas espécies podem acumulá-lo em alta quantidade, mesmo sendo tóxico. O autor considera que 200 ppm seria um teor regular. Na tabela 12, verifica-se que as quatro espécies estudadas chegaram a valores próximos ou ultrapassaram os 200 ppm. Segundo Chenery (1949), para uma planta ser qualificada como acumuladora, o teor seria igual ou superior a 1.000 ppm. Dentre todas, *Psidium cattleianum* foi a espécie que obteve os maiores valores, chegando a 1.941 ppm. Verificou-se também que todas as espécies, da floresta alta apresentaram valores maiores daquelas da floresta baixa. Provavelmente, os teores de Al no solo das florestas altas influenciaram esses resultados, uma vez que os valores encontrados no solo da fitofisionomia baixa foram menores (Tabelas 6 a 8), embora a acidez para as duas fisionomias seja elevada.

Em solos com toxicidade por alumínio, a absorção de cálcio pelas raízes torna-se restrita, devido à competição por sítios de ligação na absorção radicular (MILLS & JONES, 1996). Schmehl *et al.* (1952) observaram que 10 ppm de Al reduziram a absorção de cálcio para um décimo do nível regular. No entanto, pelos dados das tabelas 12 e 13, é possível verificar que *P. cattleianum*, embora possua altos valores de alumínio, também obteve a maior porcentagem de cálcio, se comparadas às outras espécies, demonstrando a necessidade de melhor conhecimento das exigências nutricionais dessas espécies, principalmente quanto à elevada acidez do solo, com altos teores de Al e baixos de Ca, situação comum em solos de restinga.

4.2.1. Correlação solo e vegetação

Fazendo-se uma análise ampla dos resultados, constatou-se a dificuldade em interpretá-los, devido a uma grande variação nas correlações entre parâmetros do solo e folhas para uma mesma espécie. Os gráficos gerados pela correlação de Pearson estão em anexo (figuras de I a VIII).

4.3. Principais parâmetros relacionados à fertilidade dos solos de restinga.

4.3.1. Acidez

A acidez do solo pode ser entendida e avaliada por um conjunto de parâmetros correlacionados: pH, m, H+Al, Al, Ca e Mg. Esta elevada acidez, como já discutido anteriormente, gera severas limitações ao desenvolvimento vegetal, principalmente tratando-se de área degradada, provocando destruição acelerada da matéria orgânica e intensa lixiviação de nutrientes, dando lugar ao H e Al que passam a ocupar a maior parte da capacidade de troca de cátions do solo. Dessa forma, haverá falta de Ca e excesso de Al, levando as plantas a explorarem pequeno volume do solo, conseqüentemente com menor reserva de água e nutrientes.

Diante dessa situação haverá a necessidade de um cuidadoso e adequado manejo do solo. Nos casos de reflorestamento e/ou recuperação do solo, particularmente de restingas, que possuem constituição arenosa e teor de argila normalmente abaixo de 5%, poderia ser indicada a adição criteriosa de calcário em função de sua CTC, a qual reflete o teor de argila e matéria orgânica do solo. Nestas condições de CTC muito baixa, o cuidado com os teores de Ca e Mg adicionados pelo calcário deve ser observado para não causar um desbalanço nutricional no solo, principalmente quanto ao potássio, que também é um íon trocável, competindo com os mesmos sítios de retenção da CTC do solo. O excesso de um deles resultará na lixiviação de outro.

Uma alternativa que parece interessante nessas condições, seria a utilização de calcário com baixo poder de neutralização total (PRNT), o qual se solubilizaria mais lentamente no solo, gerando condições adequadas de disponibilidade de Ca e Mg e de forma mais duradoura. Uma outra alternativa seria fracionar as aplicações. Tais considerações, dadas às características químicas e físicas dos solos de restinga, tornam-se ainda mais relevantes pela ausência de resultados de trabalhos de fertilização e nutrição mineral em condições de campo de longa duração.

4.3.2. Matéria orgânica

Se a retirada da vegetação arbórea resulta em perdas altamente significativas de matéria orgânica e nutrientes pelo solo, este tipo de degradação é ainda mais expressiva para os solos que possuem de 2 a 3% de argila. Caso também haja a retirada da camada superficial do solo, os primeiros 20 a 30cm tornam-se praticamente estéreis: a matéria orgânica terá desaparecido, assim como o banco de sementes e a ciclagem de nutrientes,

instalando-se um processo exclusivamente de perdas. O manejo para a revegetação da área, nessas circunstâncias, representará certamente, um grande desafio, já que a recomposição do teor original da matéria orgânica do solo é resultado de um processo em longo prazo. O nível de estabilidade da M.O.S. que existia quando a floresta estava presente, somente ocorrerá quando a regeneração da floresta atingir o seu estado anterior. A M.O.S. age sobre o potencial do solo, por influir diretamente na sua microbiologia, ser capaz de reter de nutrientes, determinada pela CTC, e na capacidade de reter de água, pela melhoria da estrutura do solo.

4.3.3. Reserva de nutrientes

Os solos da floresta de restinga podem ser considerados de fertilidade muito baixa (Tabela 6 e 8). Na ausência da vegetação as perdas por lixiviação são intensas e o empobrecimento dos solos é acentuado. A necessidade de repor os nutrientes (aqueles elementos químicos que desempenham funções vitais na planta, na ausência do qual seu ciclo não se completa, comprometendo o desenvolvimento da vegetação) no caso do solo de restinga é ainda mais crucial, pois sua condição de fertilidade reflete na sua baixa resiliência. As recomendações nutricionais para espécies florestais nativas nesse meio ainda são limitadas e não específicas.

A baixa reserva de nutrientes dos solos de restinga, assim como a elevada acidez devem atuar nas formações das fitofisionomias como alta e baixa em função do tempo, pois sendo um ecossistema edáfico, as limitações impostas pela fertilidade do solo deve representar as principais limitações ao desenvolvimento da vegetação. Sob esse ponto de vista, seria interessante analisar a formação de mosaicos da restinga.

4.4. Considerações gerais

4.4.1. Oligotrofismo e toxidez por alumínio

Nos habitats oligotróficos há uma deficiência geral de nutrientes e este é o fator determinante no crescimento das espécies e no espectro das formas de vida das comunidades vegetais que os ocupam. Especialmente severa é a deficiência em elementos organogênicos, principalmente nitrogênio e fósforo. As causas primárias da deficiência mineral nos solos são: solos originalmente pobres (por exemplo, solos com grande quantidade de areia quartzosas), solos altamente lixiviados ou degradados, mas

principalmente, a decomposição lenta e incompleta da matéria orgânica contida na serapilheira. Inclusive, a lenta decomposição da serapilheira em solos de restinga, possibilita um tempo maior de permanência dos nutrientes próximos às áreas de absorção, visto que o sistema radicular é superficial (HAY & LACERDA, 1984).

Espécies que ocupam locais permanentemente oligotróficos apresentam estratégias eficientes (ERNST, 1983) e, apesar dessa situação de baixa oferta de nutrientes, alcançam a necessária atividade metabólica para manter sua capacidade competitiva. Ainda, segundo o mesmo autor, isso pode ocorrer por meio de um aumento na eficiência da absorção mineral (por exemplo, um intenso crescimento do sistema radicular) ou eficiência de utilização dos nutrientes (retranslocação). Essa reutilização possibilita, portanto, a conservação dos nutrientes adquiridos no corpo da planta durante um período maior.

Solos carentes em nutrientes e com excesso de alumínio são problemas, há muito tempo, reconhecidos no cerrado (GOODLAND, 1971). O Al é o metal mais abundante e o terceiro elemento mais comum na crosta terrestre. 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. Assim, a toxidez do Al é o principal fator limitante para o crescimento das plantas em solos ácidos. Os sintomas da toxidez do Al são a inibição da alongação das raízes e a inibição da absorção de água e nutrientes (KOCHIAN, 1995). Em estudos feitos na Restinga das Palmas - Ilha Anchieta, Reis-Duarte (2004) evidenciou que a falta de cálcio e a elevada saturação por alumínio acarretaram na ausência do sistema radicular nos horizontes de subsuperfície figura 32.

Nos cerrados, Lopes (1984) encontrou variações de Al entre 2,5 e 10,0 mmol_c dm⁻³. Muito embora as médias apresentadas nas tabelas 6 e 8 estejam dentro destes resultados obtidos para o cerrado, em alguns locais, como a Ilha Anchieta, o valor máximo chegou a 23,5 mmol_c dm⁻³. Este mesmo autor verificou, ainda, que a amplitude de saturação por alumínio em regiões de cerrados foi de 1,1% a 89,4%, com mediana de 59,0%. Estes altos valores de m e Al trocável, provavelmente, se devem à elevada acidez do solo. Em solos muito ácidos são liberados íons Al, Fe e Mn em excesso que, por outro lado, tornam-se pobres em íons Ca, Mg, K, P e Mo, ou ainda, este último grupo de íons encontra-se ligado na forma de compostos de difícil absorção (LARCHER, 2000). Assim, devido ao fato do alumínio interferir na disponibilidade de vários nutrientes, pode-se dizer que o excesso de Al é uma das causas principais do oligotrofismo (GOODLAND, 1971).



Figura 32. Sistema radicular de *Psidium Cattleyanum* na restinga do P.E.da Ilha Anchieta, Ubatuba. Fonte: ReisDuarte (2004).

Loefgren, em 1898, numa publicação sobre a distribuição das plantas dentro dos grupos florísticos no Estado de São Paulo, mencionou a semelhança fisionômica entre a vegetação de restinga e o cerrado.

Ferri (1958) afirmou que o cerrado não é uma vegetação xérica apesar de ter características xeromorfas; em geral, as plantas do cerrado não sofrem falta de água; o cerrado ocorre principalmente nos solos altamente lixiviados com carência de nutrientes. As estruturas morfo-anatômicas, até então consideradas xeromórficas, são devidas à produção excessiva de carboidratos e gorduras, visto que as plantas do cerrado têm condições suficientes de luz, água e ar, podendo fotossintetizar tais metabólitos. O próprio termo xeromorfismo, muitas vezes, não é empregado de forma adequada, segundo Arens *et al.* (1958), pois uma planta de aspecto xérico nem sempre pertence a uma vegetação xérica. O escleromorfismo é considerado xérico quando há, realmente, deficiência hídrica. Partindo dessa premissa, os mesmos autores sugeriram a hipótese de escleromorfismo oligotrófico. Nesse contexto, Goodland (1971) ainda denomina esta característica da vegetação como fisionomia oligotrófica ou xeromorfismo oligotrófico.

Assim, ao observar que o aspecto fisionômico da vegetação do cerrado é consequência da marcante carência nutricional e não do déficit hídrico, embora tenha características semelhantes as xéricas, provavelmente, o mesmo fato ocorra no caso das restingas.

Conforme Larcher (2000), sobre os solos que apresentam deficiências de nutrientes, acidez e alto conteúdo de areia, desenvolvem-se charnecas e formações arbustivas esclerofilas, com arbustos anões, geralmente, arranjados em grupos. Sugiyama (1993), estudando a restinga da Ilha do Cardoso, observou que estas formações eram essencialmente edáficas e as condições limitantes do solo refletiam-se na vegetação, imprimindo-lhes características como o escleromorfismo, o nanismo, a pequena diversidade florística e o desenvolvimento de sistema radicular superficial.

De fato, é notório que a natureza física dos solos de restinga dificulta a retenção de água e promove intensa lixiviação dos nutrientes. Entretanto, a região litorânea paulista apresenta altos índices pluviométricos, com médias anuais acima de 2.200 mm. Ainda que o verão tenha médias de temperatura em torno dos 30°C, podendo ter picos de 40°C, a umidade relativa média, geralmente alcança valores próximos a 85%, não havendo estação seca, portanto, sem déficit hídrico. Embora a percolação da água no solo seja rápida, a alta pluviosidade e a conseqüente umidade do ar são atenuantes para a vegetação de restinga. Andrade (1964), ao estudar a vegetação de dunas do litoral do estado de São Paulo, constatou que as plantas não necessitam economizar água de uma forma intensa, possivelmente porque o ambiente costeiro é caracterizado por uma atmosfera constantemente úmida. A falta de nutrientes, dessa forma, deve ter o principal papel sobre as características fisionômicas desta formação florestal.

4.4.2. Adaptações à toxidez por alumínio

Em 1949, Chenery estabeleceu que para uma planta ser qualificada como acumuladora o teor mínimo equivaleria a 1.000 ppm. Goodland (1971) classificou as plantas do cerrado em quatro grupos: não-acumuladoras sensíveis, não-acumuladoras tolerantes; acumuladoras facultativas e acumuladoras obrigatórias. No entanto, sem dados experimentais, não há como diferenciar as acumuladoras facultativas e as não-acumuladoras tolerantes.

O metabolismo das plantas acumuladoras, provavelmente, deve ser diferenciado, pois, ao absorver os nutrientes, o alumínio também é absorvido. Hutchinson (1943)

encontrou uma grande massa de succinato de alumínio na cavidade do tronco da proteácea *Orites excelsa*. Esse mesmo autor concluiu que a acumulação de alumínio é uma estratégia rara e dispendiosa. Todavia, essa capacidade de viver em solos saturados por Al talvez possa conferir vantagens competitivas às plantas acumuladoras, em relação às outras espécies. Outro benefício que essa estratégia pode oferecer é tornar as folhas menos palatáveis aos fitófagos.

As espécies tolerantes à toxidez do Al podem sobreviver reduzindo a absorção do Al ou excluindo do seu tecido. A baixa CTC das raízes tem sido sugerida como um mecanismo de tolerância ao Al (VOSE & RANDALL, 1962). Uma vez o alumínio presente no tecido vegetal, outros mecanismos de tolerância podem operar. Em certas espécies lenhosas, por exemplo, o Al citoplasmático é complexado por moléculas orgânicas, evitando danos ao metabolismo celular (JONES, 1961).

O íon Al pode diminuir a permeabilidade, coagulando proteínas (FOY & BROWN, 1963) e inibindo a divisão celular. A interferência direta do alumínio sobre a síntese das proteínas (CLARKSON, 1969) pode explicar o raquitismo e o nanismo das árvores do cerrado em geral.

Algumas acumuladoras são restritas aos solos distróficos, enquanto outras são indiferentes quanto à fertilidade do solo. A ocorrência de uma formação dominada por uma única espécie acumuladora de Al também foi relatada por Nascimento & Cunha (1989) no Pantanal mato-grossense. Para os espécimes vegetais da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Reis-Duarte (2004) supõe que são tolerantes ao excesso de alumínio, tendo a vegetação um lento desenvolvimento ao longo do tempo, passando por diferentes estágios sucessionais.

As tabelas 12 e 13, que apresentam os teores foliares dos nutrientes e o teor de Al (Figura 33), apontam a espécie *Psidium. cattleyanum*, como acumuladora de alumínio – segundo a classificação de Chenery (1949). Curiosamente, esta mesma espécie também obteve a maior porcentagem de cálcio (Figura 34), se comparadas às outras.

Resultados semelhantes foram estudados por Haridasan (1982), ao apresentar dados de concentração foliar de Al e de nutrientes essenciais em todas as espécies arbóreas e arbustivas de uma área de 50 m x 10 m de um cerrado *sensu stricto* na Fazenda Água Limpa, comprovando que as altas concentrações de Al nas acumuladoras não estão associadas às baixas concentrações foliares de nutrientes essenciais. O mesmo autor (1987), ainda afirma que os altos teores de cálcio nos solos mesotróficos não diminuiram

as concentrações foliares de Al em acumuladoras indiferentes como *Qualea grandiflora* em comparação com as observadas em solos distróficos.

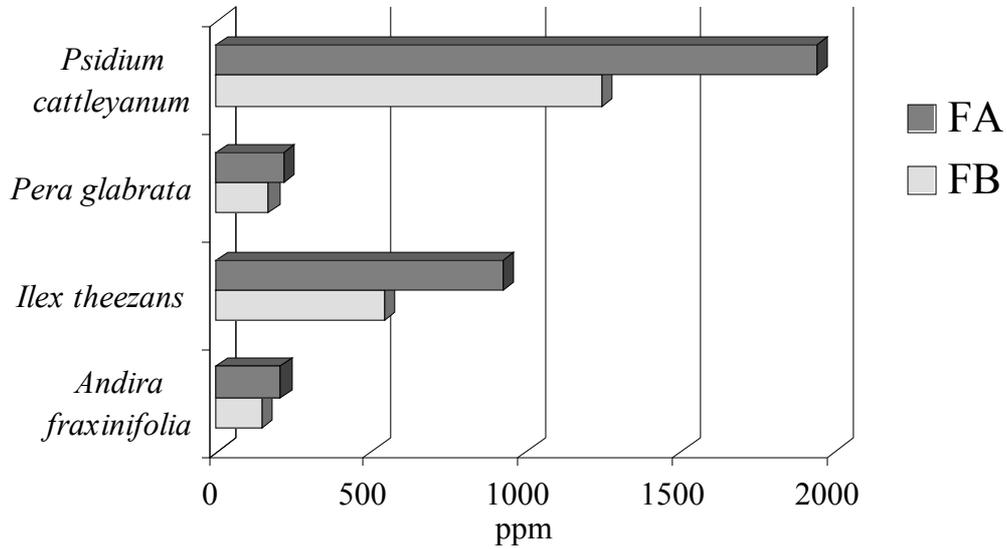


Figura 33. Valores médios dos teores de alumínio na análise foliar das espécies estudadas, nas fisionomias de floresta alta (FA) e baixa de restinga (FB).

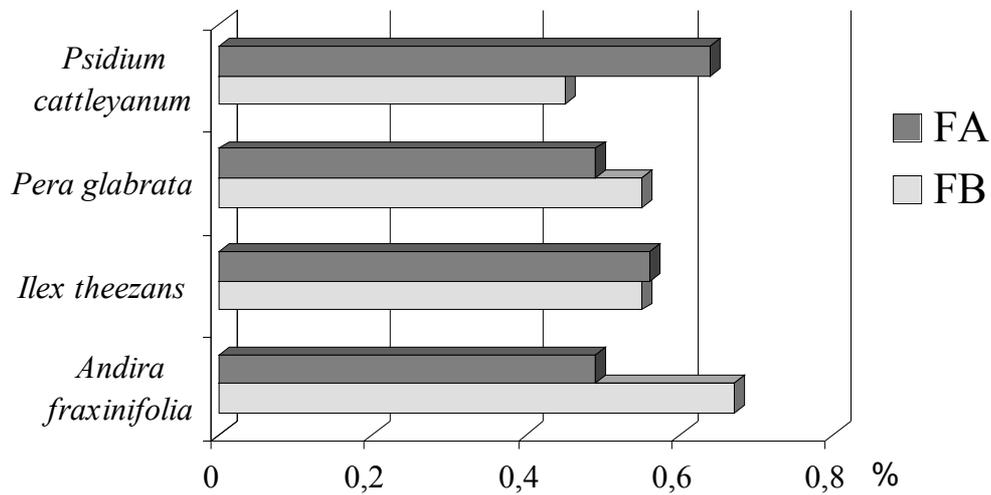


Figura 34. Valores médios dos teores de cálcio na análise foliar das espécies estudadas, nas fisionomias de floresta alta (FA) e baixa de restinga (FB).

Outra espécie interessante é a *Andira fraxinifolia*. Os teores de Al foram os mais baixos, além de obter uma porcentagem de Ca próxima ao de *P.cattleyanum*. Estudos mais detalhados destas espécies, quanto ao comportamento em relação ao Al, poderão evidenciar as suas adaptações e o potencial delas em solos com toxicidade por alumínio. Embora algumas espécies pareçam ter se adaptado ao excesso de alumínio no solo, segundo Rizzini (1997), a vegetação de restinga é um conjunto de comunidades vegetais em mosaico, sem tipos próprios de vegetação (com vegetação vinda de outras comunidades). No caso do litoral paulista, a Floresta Ombrófila Densa é a fonte maior de espécies para as restingas. Possivelmente, este fato corrobore para o lento processo inicial de estabelecimento da vegetação de restinga.

4.4.3. Regeneração das florestas de restinga

A Restinga, de todos os ecossistemas associados à Mata Atlântica, é o mais frágil e susceptível às perturbações antrópicas (ANDRADE & LAMBERTI, 1965; ARAÚJO & LACERDA, 1987; SILVA *et al.*, 1993). Diante dessa constatação, uma vez que ocorra algum tipo de degradação como o desmatamento, a regeneração da floresta será bastante crítica.

Nas tabelas 15 e 16 pode-se verificar quais foram as degradações que algumas das áreas estudadas sofreram e o tempo de regeneração natural. Se a fertilidade do solo não possui diferenças expressivas entre as fitofisionomias alta e baixa, o que as distingue é o tempo de recuperação.

Para a maioria das áreas estudadas o histórico de degradação é semelhante: corte da vegetação para agricultura de subsistência ou para construção civil, extrativismo vegetal e introdução de espécies exóticas.

Nas áreas de floresta alta (tabela 16), com exceção da área 2 em Picinguaba, percebe-se que o período de regeneração foi muito longo. Considerando o tempo médio de regeneração dos locais estudados, a floresta alta possui cerca de 15 anos a mais que a floresta baixa. Caso o tipo de impacto seja muito agressivo, como a retirada da camada superficial (área 4, P.E. Ilha Anchieta - tabela 15) ou os processos de degradação não cessem, a floresta terá um desenvolvimento bem mais lento.

Tabela 15. Tipos de degradação e tempo de regeneração natural de algumas das áreas estudadas na floresta baixa de restinga.

Local	Área	Regeneração Natural Em anos	Degradação	
			Antes	Atual
P.E.S.M. - Núcleo Picinguaba	1	20	agricultura	
P.E. Ilha Anchieta	4	35	retirada do top soil	turismo / pasteio de capivaras
E.E. Juréia-Itatins	12	45	agricultura	
Ilha Comprida	13		construção civil	
	14	35	agricultura	turismo/extrat veget/ espécies exóticas
	15			palmiteiros
P.E. Ilha do Cardoso	17			
	18			

Tabela 16. Tipos de degradação e tempo de regeneração natural de algumas das áreas estudadas na floresta alta de restinga.

Local	Area	Regeneração Natural Em anos	Degradação	
			Antes	Atual
P.E.S.M. - Núcleo Picinguaba	2	20	agricultura	
P.E. Ilha Anchieta	3	50	agricultura	
	5	45	agricultura	
	6	70	agricultura	
	7	70	agricultura	
Bertioga	8	45	agricultura	
	9			
E.E. Juréia-Itatins	10	45	agricultura	
	11	45	agricultura	
P.E. Ilha do Cardoso	16			

5. CONCLUSÕES

Para as restingas do litoral do estado de São Paulo contempladas neste estudo concluiu-se que:

- Os solos de restinga, tanto para a floresta baixa quanto para alta, são distróficos, com escassez de nutrientes e elevada saturação por alumínio, acompanhados pelos níveis de cálcio deficientes, principalmente no subsolo;
- Os solos de restinga não são salinos;
- A espécie *Psidium Cattleianum* apresentou-se como acumuladora de alumínio em suas folhas;
- Independentemente dos processos geológicos, os solos de restinga são semelhantes entre si quanto a sua fertilidade;
- O desenvolvimento da vegetação de restinga nas fisionomias alta e baixa ocorre em função do tempo e não da fertilidade do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB SABER. **O Litoral Brasileiro.**, São Paulo: Metalivros, 2001. p. 212 – 240.
- AFONSO, C.M. **Uso e ocupação do solo na zona costeira do Estado de São Paulo, uma análise ambiental.** Annablume. FAPESP. 1999. São Paulo.
- ALMEIDA, F.F.M. & CARNEIRO, C.D.R. Origem e Evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, vol. 28, p. 135-150, 1998.
- AMBIENTE BRASIL. **Restinga.** Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/composer.php3?base=./agua/salgada/index.html&conteudo=./natural/biomas/restinga.html> Acesso em 21/04/05.
- ANDRADE, M. A. B. **Contribuição ao conhecimento da ecologia das plantas das dunas dp litoral do estado de São Paulo.** 1964. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Departamento de Botânica, São Paulo, 1964.
- ANDRADE, M. A. B DE & LAMBERTI, A. A Vegetação. In: **A Baixada Santista.: Aspectos Geográficos:** As Bases Físicas.1965. vol. 1, p.151-179.
- ANDRADE-LIMA, D. **Atlas Geográfico do Brasil.** Rio de Janeiro. IBGE. 1966.
- ARAÚJO, D. S. D. Comunidades vegetais. In: Lacerda, D. L. et al. (Coord.). Niterói, CEUF. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R; TURCQ, B. (Eds.) **Restingas: Origem, Estrutura e Processos.** Niterói: CEUFF, 1984. p.157.
- ARAÚJO, D. S. D.; LACERDA, L. D. A natureza das restingas. **Ciência Hoje**, v. 6, n.33, p.42-48, 1987.
- ARENS, K.; FERRI, M.G.; COUTINHO, L.M. Papel do fator nutricional na economia de água das plantas do cerrado. **Revista de Biologia** (Lisboa) 1: 313-324. 1958.
- ASSIS, M. A. **Florística e caracterização das comunidades vegetais da planície costeira de Picinguaba, Ubatuba - SP.** 1999. 254p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, 1999.

ASSUMPÇÃO, J.; NASCIMENTO, M. T. Estrutura e composição florística de quatro formações vegetais de restinga no Complexo Lagunar Grussaí/Iquiparí, São João da Barra, RJ, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, 1998. São Paulo, v.14, n.3, p. 301-315. 2000.

AZEVEDO, A. (Coord.). **A Baixada Santista - Aspectos Geográficos 1**. As bases físicas. São Paulo, EDUSP. 1965. 178 p.

AZEVEDO, G.; SERIACOPI, R. **História Série Brasil**. Ed. Atica, 2005. 592 p.

BERTIOGA. Prefeitura do Município de Bertiooga. Disponível em: <<http://www.bertiooga.sp.gov.br/historia.asp>>. Acesso: 24/06/05.

BRADY, N.C. **Natureza e propriedades do solo**. 7ª ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1989. 878 p.

BRASIL, leis, decretos, etc. s.d. Portaria nº N-056, de 10 de novembro de 1983. Lei nº4771, de 15 de setembro de 1965. **Instituto do novo Código Florestal**. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/civil/código/norma>>. Acesso em 10/06/03.

BRUNO, E.S. **Viagem ao país dos paulistas**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1966.

CAMARGO, J. C. G. **Estudo fitogeográfico e ecológico da bacia hidrográfica paulista do Rio Ribeira**. São Paulo, Instituto de Geografia da USP. (Série Bibliográfica, 5). 1972.

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 Agrônomo de Campinas**. Instituto Agrônomo-FUNDAG, Campinas 94 p. 1986. (Boletim Técnico 106).

CAMPOS, F.; DOLHNIKOFF, M. **Atlas: História do Brasil**. São Paulo: Scipione, 1993. 80 p.

CARNEIRO, C.D.R.; BISTRICHI, C.A.; PONÇANO, W.L.; ALMEIDA, M.A. DE.; ALMEIDA, F.F.M. DE.; SANTOS, M.C.S.R. 1981. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo, ao milionésimo**. (Monografia) Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo: IPT. 1981.

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**. 2003. Tese (Doutorado) - Instituto de Biociências, Biologia Vegetal, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro –SP, 2003.

CARVALHAES, M., A. **Florística e estrutura de mata sobre restinga na Juréia, Iguape, SP**. 1997. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Ecologia Geral, Universidade de São Paulo, SP. 1997.

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: CONGRESSO DA SOCIEDADE DE BOTÂNICA DE SÃO PAULO, 14, 2002. Rio Claro (SP) **Resumos...** 2002 (a). Cd-rom. EBR-31.

CASAGRANDE, J. C.; REIS-DUARTE, R. M.; SILVA, O. A.; BARBOSA, L.M. Desenvolvimento da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP) Influenciado pelo Teor de Alumínio do Solo: Avaliação Preliminar. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53, 2002 (b). Recife (PE). **Resumos...** 2002 (b). p. 405

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. 2003.p. 92-93.

CASAGRANDE, J. C.; SATO, C.A.; REIS-DUARTE, R.M.; SANTOS, D.A.; GALVÃO-BUENO, M.S. Avaliação da Salinidade de Solos da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta – SP. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 57, 2006. Gramado (RS). **Resumo...**2006.

CASTELÕES, L. O desafio de identificar a biodiversidade marinha. **Com Ciência - Revista eletrônica de Jornalismo Científico**. mar. 2003. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/litoral>> Acesso em: 11/06/2004.

CERQUEIRA, B. W. **Um estudo da escravidão em Ubatuba**. Vol.1. Estudos Históricos. Marília, p. 7-58, 1966.

CERQUEIRA, R. Biogeografia das Restingas. In: ESTEVES, F. A. & LACERDA, L. D. (Eds.) **Ecologia de Restingas e Lagoas Costeiras**. Macaé: NUPEM/UFRJ, 2000. p. 65-75.

CESAR, O.; MONTEIRO, R.; TIMONI, J. L. Diversidade e estrutura da restinga arbórea do Núcleo de Picinguaba, Município de Ubatuba (SP). In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2, 1992, São Paulo. **Resumos...** São Paulo, 1992. p. 24.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Mapa do litoral paulista**. Disponível em <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 15/07/06.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias**. 2003. Disponível em <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 03/01/06.

CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. **Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias**. 2004. Disponível em <www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 03/01/06.

CHENERY, E. M. 1949. **Aluminum in plant world**. Kew Bull.4: 463-473.

CLARCKSON, D.T. Metabolic aspects of aluminium toxicity and some possible mechanisms for resistance. In: RORISON, I.H. (ed.) **Ecological aspects of mineral nutrition of plants**. Blackwell, Oxford, 1969. 484 p.

CONAMA, **Resolução Conama Nº 007, de 23 de julho de 1996**. Conama, 1996. Disponível em: <http://www.lei.adv.br/007-96.htm>. Acesso em: 31 de agosto de 2002.

CRUZ, O.; COUTINHO, P.N.; DUARTE, G.M.; GOMES, A.M.B. Brazil. In: BIRD, E.C.F. & SCHWARTZ, M.L. (Eds). **The world's coastline**. New York: Van Nostrand Reinhold Co. 1985. p. 85-91.

DEAN, W. **A ferro e fogo: A história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1997. 484p.

DIEGUES, A.C. Médio Curso do Rio Araguaia e Ilha do Bananal, In: DIEGUES, A.C. (Ed.). **Povos e Águas: inventário de áreas úmidas brasileiras**. São Paulo, UPAUB, USP, 2002. 2ª ed. p. 210-216.

DRECHSEL, P. & ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad-leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil** **131**: 29-46. 1991.

EITEN, G. A vegetação do Estado de São Paulo. **Boletim do Instituto de Botânica**, **7**: 1-147. 1970.

ELLIS, M. **A baleia no Brasil colonial**. São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1969.

ERNST, W. Variation in the mineral contents of leaves of trees in Miombo Woodland in South Central África. **Journal of Ecology**, v. 63, p. 801-807, 1983

FERNANDEZ, R.G. Os lavradores de cana de São Sebastião. **Revista do Instituto de Estudos Brasileiros**, USP, n. 40, p. 173-90. 1996.

FERRI, M.G. & COUTINHO, L.M. Contribuição ao conhecimento da ecologia do cerrado. Estudo comparativo da economia d'água de sua vegetação, em Emas (Est. de São Paulo), Campo Grande (Est. de Mato Grosso) e Goiânia - Goiás. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da USP**, Botânica 1958. v.15:103-150.

FIERZ, M.S.S.; ROSA, F.S. 1999. A paisagem x evolução do uso e ocupação do solo em Bertioaga, Litoral Paulista. **Revista do Departamento de Geografia** **13**: 259-287.

FIORI, A.P. Evolução geológica da bacia Açungui. **Boletim Paranaense de Geociências**, n. 42, p. 7-27. 1994.

FOY, C.D.; BROWN, J.C. Toxic factors in acid soils. I. **Soil Sci. Soc. Amer. Proc.** **27**: 403-407. 1963.

FUNDAÇÃO BIO RIO. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha.** WORKSHOP, Porto Seguro (BA), outubro, 1999. Disponível em: < <http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/restinga>>. Acesso em 19/04/2004.

FURLAN, A.; CESAR, O.; MONTEIRO, R.; TIMONI, J. L.; MELO NETO, J. E. A Vegetação da Restinga do Núcleo de Desenvolvimento Picinguaba, Parque Estadual da Serra do Mar. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 40, 1989, Cuiabá. **Resumos...** Cuiabá, 1989. p.145.

FURLAN, A.; CESAR, O.; MONTEIRO, R.; TIMONI, J. L. Estudos Florísticos das Matas de Restinga de Picinguaba, SP. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2., 1990, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: ACIESP, v.71, n. 3, 1990. p.220-227.

GOODLAND, R. **Oligotrofismo e alumínio no cerrado.** In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 2, 1971. Universidade de São Paulo. EDUSP, São Paulo, 1971.

GROSS, M. J.; MILLER, M. H.; BAILEY, L. D.; GRANT, C.A. Root growth and distribution in relation to nutrient availability and uptake. **European Journal of Agronomy**, 2:57-67, 1993.

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

GUILLAUMON, J. R. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha Anchieta.** São Paulo: Instituto Florestal. (Série Registros). 1989. 103 p.

GUILLAUMON, J. R.; FONTES, M.A. Estudo para manejo dos campos antrópicos do Parque Estadual da Ilha Anchieta – Zona de Recuperação. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, 2, 1992, São Paulo (SP). **Revista do Instituto Florestal**, v. 4, 1992, p. 867-879.

HARIDASAN, M. Aluminium accumulation by some cerrado native species of central Brazil. **Plant and Soil**, 65:265-273, 1982.

HARIDASAN, M.. Distribution and mineral nutrition of aluminium accumulating species in different plant communities of the cerrado region of central Brazil. In: San José, R. R. e Montes, R. (Ed.) **La capacidad Bioprodutiva de Sabanas.** IVIC./CIET, Caracas, Venezuela, 1987.309-348.

HAY, J. D. & LACERDA, L. D. Ciclagem de Nutrientes do Ecossistema de Restinga. In: LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S. D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (Eds.) **Restingas: Origem, Estrutura e Processos.** Niterói: CEUFF, 1984. p. 459-475.

HUECK, K. Plantas e formações organogênicas das dunas do litoral paulista. **Secr. Agr. Inst. Bot.**, São Paulo, 130 p., 1955.

HUTCHINSON, G.E. The biogeochemistry of aluminium and certain related elements. **Quart. Rev. Biol.** 18: 1-29. 1943.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2000: Características da População e dos Domicílios**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em 10/06/2005.

ILHA COMPRIDA. Prefeitura Municipal de Ilha Comprida. Disponível em: <http://www.rgt.matrix.com.br/ilhacomp/historia.htm>. Acesso em 12/03/05.

INFORVALE. Ilha Comprida. Disponível em: <http://www.inforvale.com/ilhacomprida/historia.php3> Acesso em 16/04/05.

JONES, L.H. Aluminium uptake and toxicity in plants. **Plant and Soil**, 1961. 13, 297–310.

KIRIZAWA, M.; LOPES, E.A.; PINTO, M.M.; LAM, M.; LOPES, M.I.M.S. Vegetação da Ilha Comprida. Aspectos fisionômicos e florísticos. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2, 1992. São Paulo, SP. **Revista do Instituto Florestal**, edição especial, 4 (2): 386-391. 1992.

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

KOWSMANN, R. O. & COSTA, M. P. A. Sedimentação quaternária da margem continental brasileira e das águas oceânicas adjacentes. In: **Projeto REMAC, Reconhecimento global da margem continental brasileira**. Rio de Janeiro, PETROBRÁS/CENPES/SINTEP, 1979. v.8, p.1-55.

KUHLMANN, E. Vegetação. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Geografia do Brasil**; região Nordeste. Rio de Janeiro, 1977. p. 85-110.

LACERDA, L. D.; ARAÚJO, D. S.; MACIEL, N. C. **Restingas brasileiras: uma bibliografia**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 1982. 48 p.

LAINÉ, P.; OURRY, A.; SALETTE, J. Effect of a localized supply of nitrate on NO₃⁻ uptake rate and growth of roots in *Lolium multiflorum*. **Lam. Plant and Soil**, 202:61-67, 1998.

LAMEGO, A.R. 1940. Restinga na costa do Brasil. **Boletim do serviço geológico e mineralógico do Brasil**. Rio de Janeiro, n. 96, 63 p.

LANNING, E.A. & PATTERSON, T. Early man in South America. **Scientific American**, 1967. 217(5):44-50.

LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. Ed. 1, editora Rima, pg. 531.

LOEFGREN, A.. Ensaio para uma distribuição dos vegetais nos diversos grupos florísticos do Estado de São Paulo. **Boletim da Comissão Geographica e Geológica**, 11: 5-50. 1898

LOPES, A. S. **Solos sob cerrado – Características, propriedades e manejo**. Instituto da Potassa & Fosfato e Instituto Internacional da Potassa. Piracicaba, 1984, 162p.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 1 ed. Nova Odessa: Plantarum, 1992. v. 1, 373 p.

MAGALHÃES, N.W. **Descubra O Lagamar**. 2 ed. Terragraph, São Paulo. 2003.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. 1989. **Avaliação do estado nutricional das plantas – princípios e aplicações**. Potafos ed. Piracicaba – SP. 201 p.

MANTOVANI, W. A região litorânea paulista. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA SERRA DO MAR E FORMAÇÕES FLORESTAIS LITORÂNEAS, 2000, São Paulo (SP). **Anais...** 2000. p. 23 - 32.

MANTOVANI, W. **Restinga**. Disponível em: <www.mre.gov.br> Acesso em: 23/11/05.

MARCOS CARRILHO ARQUITETOS S/C LTDA. Projeto de Museologia. **Relatórios: Fase I, II, III e IV, apresentados à Unidade Gerenciadora do Projeto Ilha Anchieta** – Convênio MMA / PNMA / PED 97 CV 047. São Paulo (SP), 1998.

MARTIN, L. & SUGUIO, K. The state of São Paulo marine quaternary geology. **Anais Acade. Bras. Cienc.**, Rio de Janeiro, 47 (suplemento): 249 – 263. 1975.

MARTIN, L. FLEXOR, J.M.. Porque a planície costeira do rio Paraíba do sul não pode ser denominada de clássico delta denominado por ondas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOLOGIA REGIONAL RJ-ES. Rio de Janeiro, 1987 **Anais...** SBG. p. 70-84. 1987.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. The State of São Paulo Costal Marine Quaternary Geology – The ancient strandlines. 1975. **Anais da academia Brasileira de Ciências**, v. 47, 1975. p. 249-263.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M. Le quaternaire marin du littoral brésilien entre Cananéia (SP) e Barra de Guaratiba (RJ). In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUARTENARY, 1979. São Paulo. **Anais...** p. 296-331.

MEDEIROS, V.B. 1964. Bertioga. In: AZEVEDO, A. **Baixada Santista, aspectos geográficos**. EDUSP, São Paulo. P. 173-175.

MELO, M.M.R.F.; BARROS, F.; WANDERLEY, M.G.L.; KIRIZAWA, M.; MENDAÇOLI, S.L.J.; CHIEA, S.A.C. **Flora Fanerogâmica da Ilha do Cardoso**. Instituto de Botânica – Secretaria de Estado do Meio Ambiente. 1991, 184 p.

MELO, M.S.de & PONÇANO, W.L. **Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos Cenozóicos no Estado de São Paulo**. (Monografia) Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo: IPT. 1983. 74 p.

MENDONÇA, A.L.F.; CANELA, G.V.M.; JOVCHELEVICH, P.; SANCHES, R.A. **Levantamento etnobiológico na Estação Ecológica Juréia-Itatins**. 1993. 60 p.

MILLER, C. R.; NIELSEN, K. L.; LYNCH, J. P.; BECK, D. **Adventitious root response in field-grown common bean: a possible adaptive strategy to low-phosphorus condition**. In: FLORES, H. E.; LYNCH, J. P.; EISSENSTAT, D., Eds. *Advances and perspectives on the functions and plant roots*. Rockville: American Society of Plant Physiologists, 1998, p.394-396.

MILLS, H.A. & JONES, J.B. **Plant Analysis Handbook II**. Micromacro Publishing. 1996, 422 p.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Projeto de Gestão Integrada dos Ambientes Costeiros e Marinho**. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso 12/09/2005.

MORAES, R. M.; DELITTI, W. B. C.; STRUFFALDI-DE VOOU, Y. Fluxo de macronutrientes através do folheto na mata de restinga e na floresta pluvial tropical do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP). In: CONGRESSO DE ESSÊNCIAS NATIVAS, CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 1992, São Paulo. Résumés... São Paulo, 1992. p.44.

NASCIMENTO, M. T.; CUNHA, C. N. Estrutura e composição florística de um cambarazal no Pantanal de Poconé - MT. **Acta Botânica Brasiliensis**, 3:3- 23, 1989.

OLIVEIRA, M. 1997. Gênese, classificação e extensão dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campo Grande: SBEA/UFPB, p. 1-35.

OLIVEIRA, S.M. **Ilha Anchieta. Rebelião, fatos e lendas - 50 anos**. 2º ed. Ubatuba: São Benedito, 2002. 141p.

OOSTING, F.L.;BILLINGS, W.D. **Factors effecting vegetational zonation on coastal dunes**. *Ecol.*, v. 23, n. 2, p. 131-142, 1942.

PAVAN, M. A . Efeitos tóxicos de alumínio em mudas de cafeeiro em relação à nutrição de cálcio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.6, p.209-213, 1982.

PETRONE, M.T.S. **A lavoura canavieira em São Paulo: expansão e declínio (1765 / 1851)**. São Paulo: Difel, 1968.

PICCOLO, P.R. **Ensaio metodológico sobre a ocupação humana e as transformações no mosaico ambiental na Fazenda de Picinguaba – SP (Parque Estadual da Serra do Mar), nos períodos de 1962 e 1990**. Rio Claro. 1992. 197 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. 1992.

PICCOLO, P.R. Ensaio metodológico visando a inserção da biodiversidade no planejamento geoambiental: Estudo de caso - Picinguaba – SP (Parque Estadual da Serra do Mar). **Geografia**, v. 9, n. 2, p. 113-129. 1994.

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 p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1998.

POMPÉIA, S.L. A degradação dos ecossistemas da Baixada Santista, São Paulo. In: SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA BRASILEIRA, 3, 1994. **Anais**. V.1, pp.

PORTAL BERTIOGA. Bertioga. Disponível em: <http://www.portalbertioga.com.br/mapa_riviera.asp>. Acesso em 22/01/2007.

PRUDENTE, C.M. **Produção e germinação de sementes, morfologia de plântulas e regeneração natural de *Tibouchina clavata* (pers.) Wurdack. (melastomataceae) em área de restinga degradada pela mineração**. 2005. Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2005. 81 p.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H. & FURLANI, P.R. Efeito, na reação do solo, da absorção de amônio e nitrato pelo sorgo, na presença e na ausência de gesso. **R. Bras. Ci. Solo**, 12:131-136, 1989.

RAIJ, B. van; FURLANI, P.R.; QUAGGIO, J.A. & PETTINELLI JR., A. Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem. **R. Bras. Ci. Solo**, 22:101-108, 1997.

REIS-DUARTE, R.M. A.; SILVA, O. A.; CASAGRANDE, J. C.; BARBOSA, L. Fisionomias da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP) influenciadas pela fertilidade do solo. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 53, 2002, Recife - PE **Resumos ... 2002 (a)** p.405.

REITZ, P.R. Vegetação da zona marítima de Santa Catarina. **Sellowia**, v.13:17-115, 1961.

REIS-DUARTE, R. M. B; CASAGRANDE, J. C.; SANTOS, D.; A.; SILVA, O. A.; BARBOSA, L. M. Fisionomias da Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP), Brasil, Influenciadas por Fatores Edáficos. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BOTÂNICA, 8 & CONGRESSO COLOMBIANO DE BOTÂNICA, 2, 2002. Cartagena de Índias, Colômbia. **Resúmenes ...** 2002 (b), p. 446.

REIS-DUARTE, R.M.; SILVA, O.A.; CASAGRANDE, J.C.; BARBOSA, L.M.; SATO, C.A. Ações Antrópicas e Naturais no Estabelecimento de uma Floresta Secundária na Restinga das Palmas, Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. IN: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 6, 2003. FORTALEZA - CE. **Resumos...** 2003.

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. 230 p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociência, Área de concentração: Biologia Vegetal. Rio Claro, 2004.

RIBEIRO, M.R.; FREIRE, F.J.; MONTENEGRO, A.A.A. 2003. **Solos halomórficos no Brasil: ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável.** P. 166-208.

RICHARDS, L.A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils.** Washington D.C. United States Salinity Laboratory. United States Department of Agriculture handbook, 1954. 160 p.

RITCHEY, K.D. O potássio nos Oxissolos e Ultissolos dos trópicos úmidos. Piracicaba : Instituto Internacional da Potassa, **Boletim Técnico**, 7. 1982. 69p.

RIZZINI, C. T. **Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos.** Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997. 747 p.

ROBINSON, D. Resource capture by localized root proliferation: why do plants bother? **Annals of Botany**, v.77, p.179-185, 1996.

ROBINSON, D. **The responses of plants to non-uniform supplies of nutrients.** The New Phytologist, v.127, p.635-674, 1994.

RODRIGUES, R.R. & CAMARGO, A. Recuperação de Áreas Degradadas em Restinga. In: WORKSHOP SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS DA SERRA DO MAR E FORMAÇÕES FLORESTAIS LITORÂNEAS, 2000, São Paulo (SP). **Anais...** p.89.

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, **Anais...** São Paulo (SP).

RODRIGUES, M.A. **Avaliação da chuva e banco de sementes em áreas de restinga, morfoecologia e potencial biótico de espécies ocorrentes nestes locais.** 2006. 125 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociência, Área de concentração: Biologia Vegetal. Rio Claro, 2006

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.

SÃO PAULO (Estado). **Macrozoneamento do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape e Cananéia** – plano de gerenciamento costeiro. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, 1989.

SCHIMPER, A.F.W. 1935. **Pflanzengeographie auf physiologischer grundlage.** Gustav Fisher. Jena. 588 p.

SCHMEHL, W.R.; PEECH, M.; BRADFIELD, R. Cause of poor growth of plants on acid soils and beneficial effects of liming. In: **Evaluation of factors responsible for acid injury.** Soil Sci. 73, 11–21. 1952.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. **Cadernos do Fórum São Paulo Século XXI: habitação e desenvolvimento urbano.** São Paulo, Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo, 2000.

SILVA, J. G.; VIEIRA-SOMMER, G. Restinga da Marica (RJ): levantamento preliminar da flora. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34, 1984, Porto Alegre -RS. **Anais...** Porto Alegre, 1984. p. 351-365.

SILVA, S. M., SOUZA, W. S., BRITZ, R. M. & GUIMARÃES, O. A. Levantamento Florístico da Ilha do Mel, Paranaguá, PR. II. Fanerógamas. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 40, 1993, Cuiabá (MT). **Resumos...** 1993. p.179.

SILVEIRA, J. D. Baixadas litorâneas quentes e úmidas. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo.** (Série Geografia). São Paulo, v. 152, n. 8, p. 119-159, 1952.

SILVEIRA, J.D. Morfologia do Litoral. In: **Brasil: A Terra e o Homem.** São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1964. v. I, p. 253-305.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Macrozoneamento do Litoral norte: Plano de gerenciamento costeiro.** São Paulo. Série documentos, 202 p. 1996.

SMA – Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Programa de Educação Ambiental do Vale do Ribeira.** Série documentos, 1992.

SMA - Secretaria do Meio ambiente do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso: 04/07/2005.

SMA - Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Mapeamento dos Ecossistemas Costeiros do Estado de São Paulo**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Cetesb, 1999.

SOUZA, C.R.G. **As células de deriva litorânea e a erosão nas praias do Estado de São Paulo**. 1997. Tese (doutorado) Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1997.

SUGIYAMA, M. **Estudo de florestas na restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia (SP)**. 1993. 115 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SUGIYAMA, M. Estudo de floresta da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Botânica**. São Paulo, n.11: 119-159.

SUGIYAMA, M. **Estudos florísticos e fitossociológicos em comunidades vegetais de restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia (SP)**. 2003. 134 p. Tese (Doutorado) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2003.

SUGUIO, K. 1992. **Dicionário de geología marinha**. T.A. Queiroz (ed.). 171 p.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul-fluminense. INTERN. SIMPOSY OF COAST EVOLUCION IN THE QUARTENARY, SP., Publ. 1 Brazil Work group for IGPC-Project 611. IG-SBG-USP. 1978.

SUGUIO, K.; MARTIN, L. Geomorfologia das Restingas. In SIMPÓSIO DE ECOSSISTEMAS DA COSTA SUL E SUDESTE BRASILEIRA: ESTRUTURA, FUNÇÃO E MANEJO, 2, 1990, Águas de Lindóia, SP. **Anais...** Águas de Lindóia, SP: **ACIESP**, 1990. p. 185-207.

SUGUIO, K.; TESSLER, M. G. Planícies de Cordões Litorâneos Quaternários do Brasil: Origem e Nomenclatura. In: **RESTINGAS: ORIGEM, ESTRUTURA, PROCESSOS**, 1984, Niterói. **Resumos...** Niterói, 1984. p. 15-26.

TRICART, J. Divisão morfoclimática do Brasil atlântico central. Associação de Geografia Brasileira. **Boletim Paulista de Geografia**, São Paulo, 31:3-44, 1959.

UCHOA, D. P. ; GARCIA, C. D. R. . Cadastramento dos Sítios Arqueológicos da Baixada Cananeia-Iguape, Litoral do Estado de São Paulo, Brasil.. **Revista de Arqueologia**, v. 1, p. 19-29, 1983.

VAN VUUREN, M.M.I.; ROBINSON, D.; GRIFFITHS, B.S. Nutrient inflow and root proliferation during the exploitation of a temporally and spatially discrete source of nitrogen in soil. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.178, p.185-192, 1996.

VELOSO, H. P. **Atlas florestal do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, Serviço de Informações, 1966. 82p.

VIGNOL-LELARGE, M.L.M.; SOLIANI JR., E.; POUPEAU, G. Datação pelos traços de fissão do domínio meridional da Serra do Mar (Arco de Ponta Grossa - Brasil). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 38, Baln. Camboriú, 1994. **Resumos Expandidos...** Baln. Camboriú:SBG. v. 2, p. 379-380.

VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ANGULO, R.J.; DILLENBURG, S.R. 2005. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: **Quartenário do Brasil**. p. 94.

VOSE, P.B.; RANDALL, P.J. Resistance to aluminum and manganese toxicities in plants related to variety and CEC. **Nature** 196: 85-86, 1962.

ANEXO

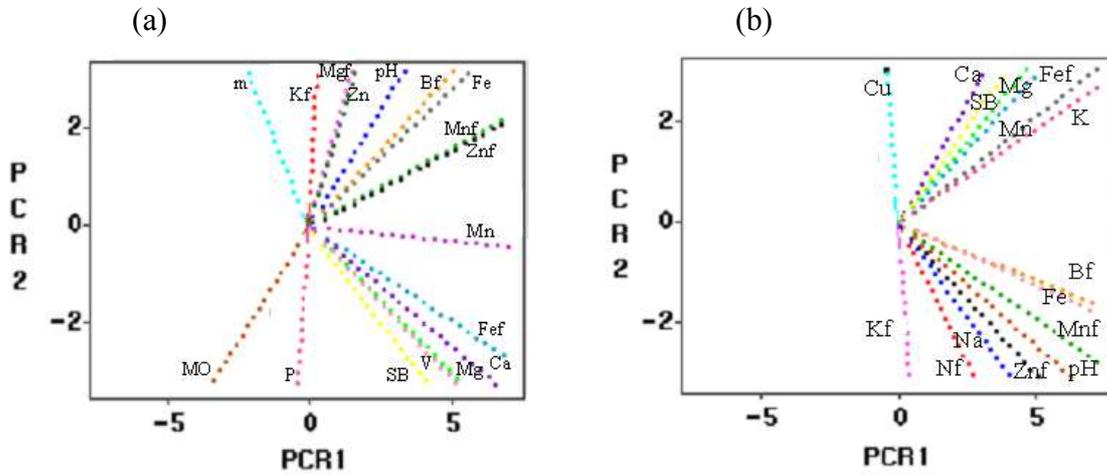


Figura I. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *A. fraxinifolia* na floresta baixa.

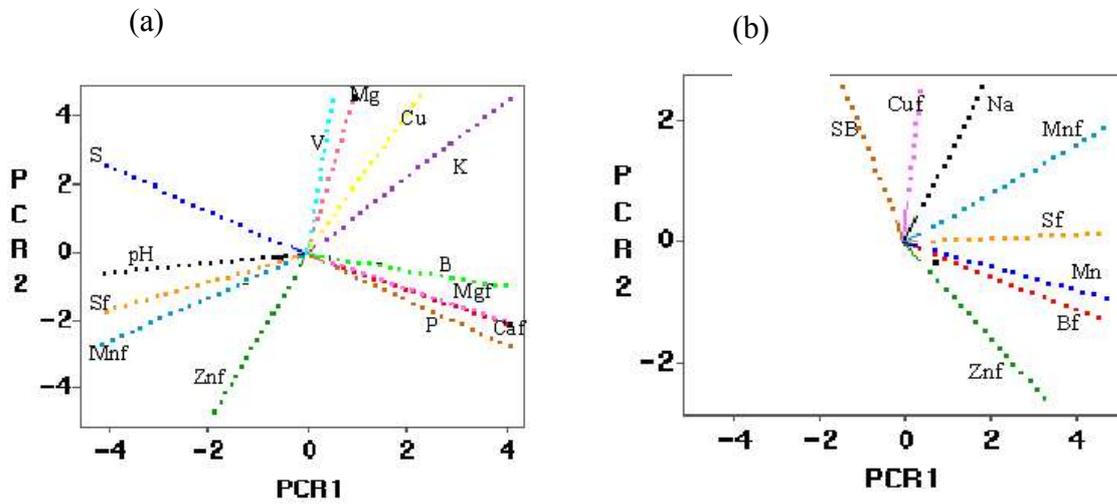


Figura II. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *A. fraxinifolia* na floresta alta.

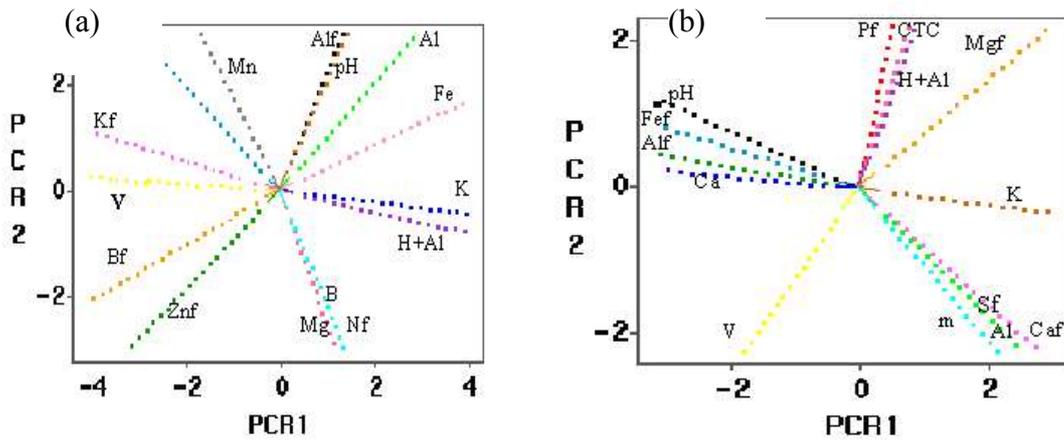


Figura III. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *I.theezans* na floresta baixa.

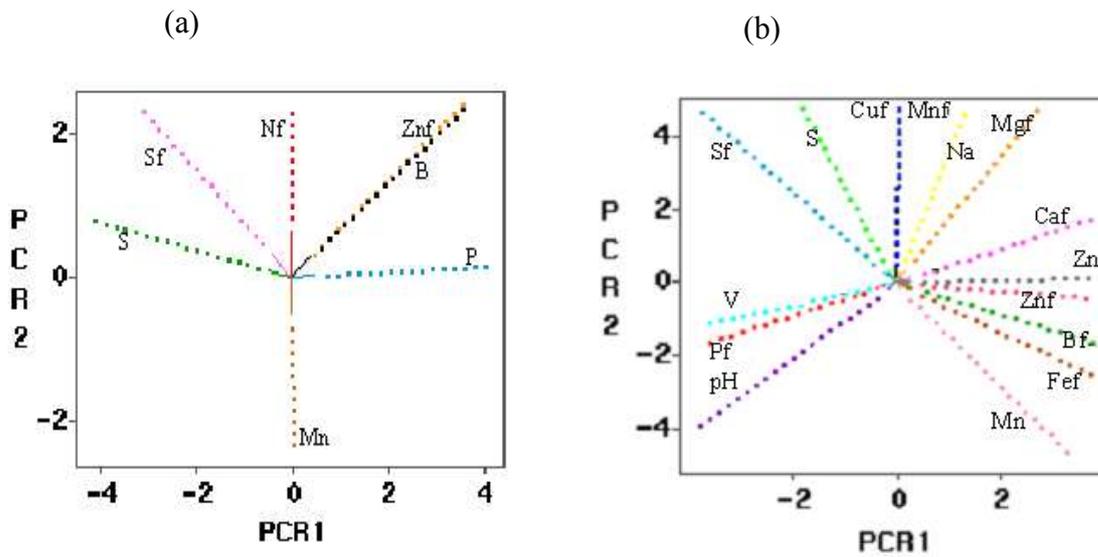


Figura IV. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *I.theezans* na floresta alta.

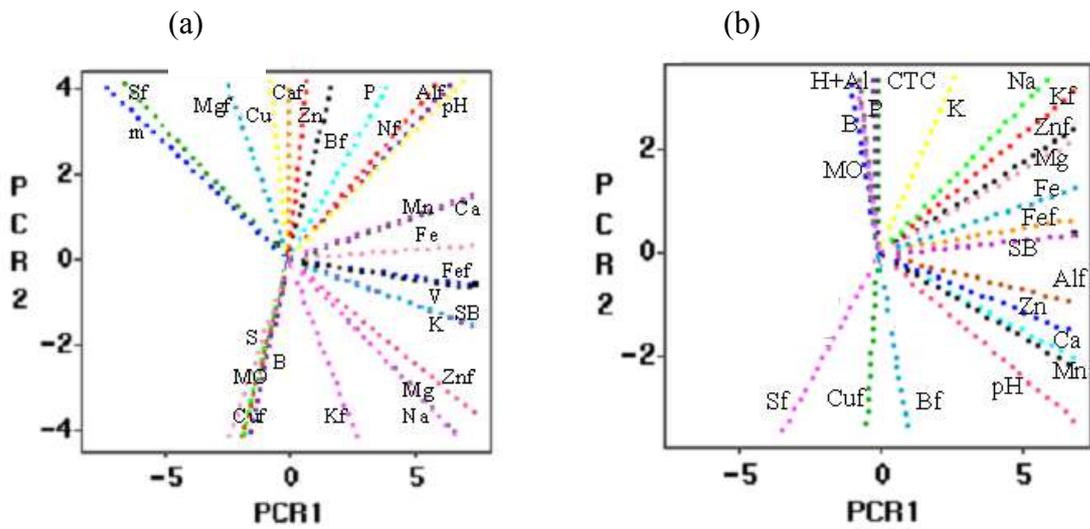


Figura V. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *P. glabrata* na floresta baixa.

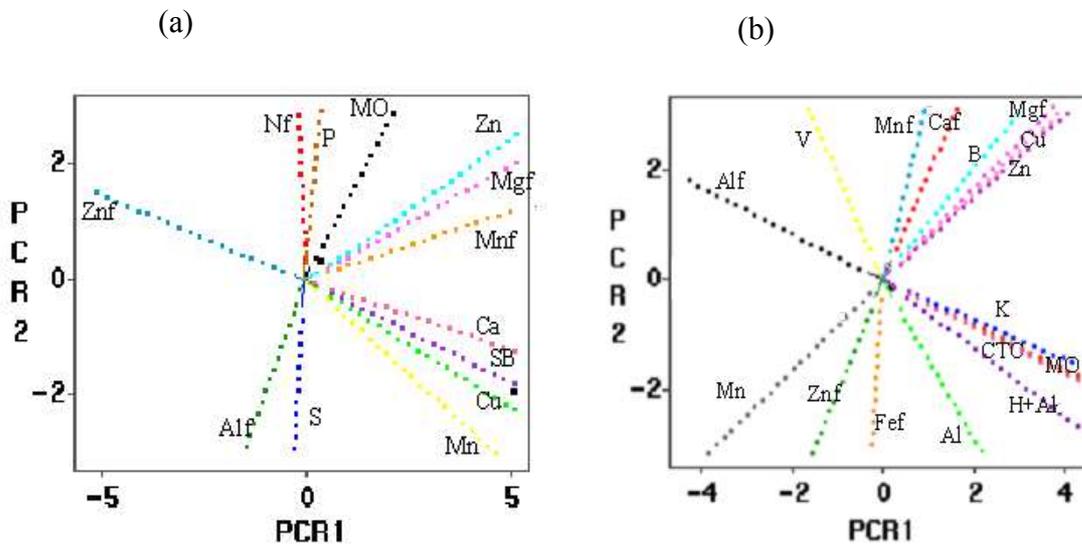


Figura VI. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *P. glabrata* na floresta alta.

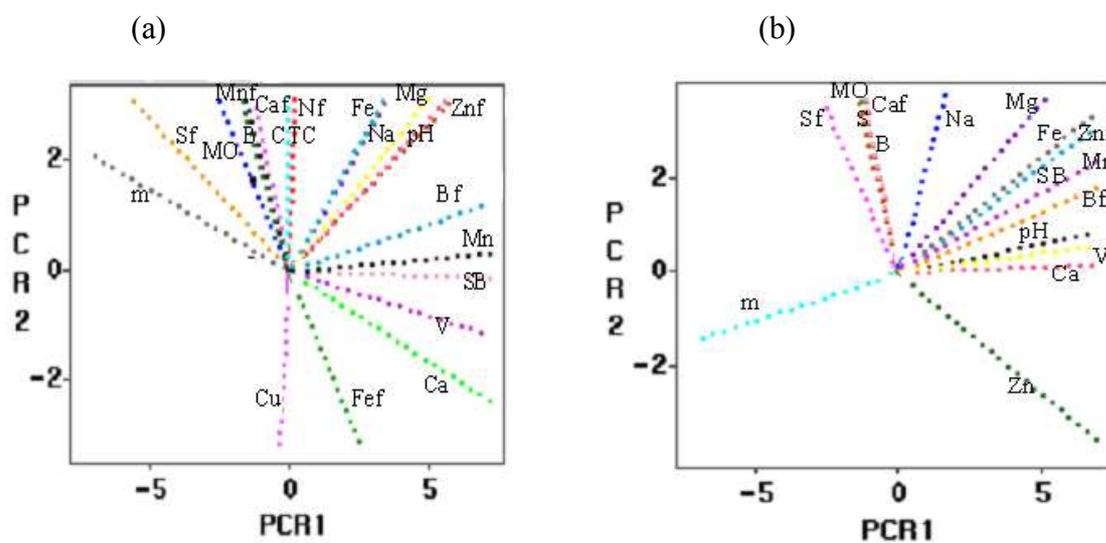


Figura VII. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *P. cattleyanum* na floresta baixa.

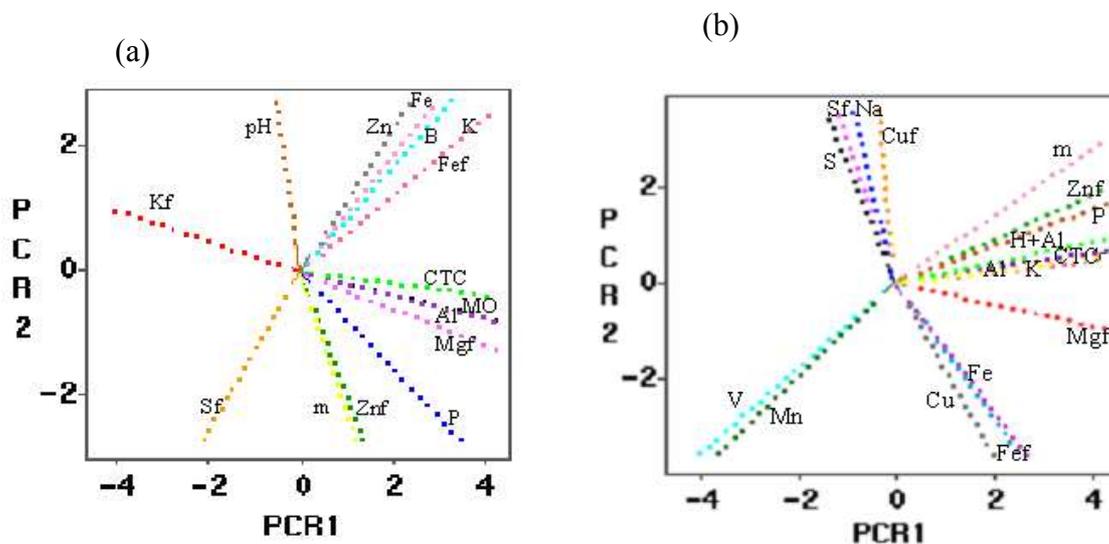


Figura VIII. Gráfico de correlação entre os parâmetros químicos de solo de 0-20 cm (a), 0-5cm (b) e folhas da espécie *P. cattleyanum* na floresta alta.