

Mabel Gomes Moreira

**ASSOCIAÇÕES ENTRE OS SOLOS, OS AMBIENTES
SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS E AS FITOFISIONOMIAS DE
PLANÍCIE COSTEIRA E BAIXA ENCOSTA NAS BACIAS DOS RIOS
ITAGUARÉ E GUARATUBA (BERTIOGA-SP)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da
Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São
Paulo, como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de MESTRE em
BIODIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE na Área de
Concentração de Plantas Vasculares em Análise
Ambientais.

SÃO PAULO

2007

Mabel Gomes Moreira

**ASSOCIAÇÕES ENTRE OS SOLOS, OS AMBIENTES
SEDIMENTARES QUATERNÁRIOS E AS FITOFISIONOMIAS DE
PLANÍCIE COSTEIRA E BAIXA ENCOSTA NAS BACIAS DOS RIOS
ITAGUARÉ E GUARATUBA (BERTIOGA-SP)**

Dissertação apresentada ao Instituto de Botânica da
Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São
Paulo, como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de MESTRE em
BIODIVERSIDADE E MEIO AMBIENTE na Área de
Concentração de Plantas Vasculares em Análise
Ambientais.

Orientadora: Prof^a. Dra. CELIA REGINA DE GOUVEIA SOUZA

Ficha Catalográfica elaborada pela Seção de Biblioteca do Instituto de Botânica.

Moreira, Mabel Gomes
M838r Associações entre os Solos, os Ambientes Sedimentares Quaternários e as
Fitofisionomias de Planície Costeira e Baixa Encosta nas Bacias dos Rios Itaguaré e
Guaratuba (Bertioga-SP) / Mabel Gomes Moreira -- São Paulo, 2007.
157 p. il.
Dissertação (Mestrado) -- Instituto de Botânica da Secretaria de Estado do Meio
Ambiente, 2007.

Exatamente no dia em que passava por uma entrevista para o acesso ao mestrado, papai sofreu um repentino e forte processo de transformação. Daquela data em diante ele nunca mais foi o mesmo. A minha família mudou.

O que pode ser considerado um marco na história de nossas vidas?

Para que os marcos?

Para estabelecermos referências de nossa evolução. Então fica a certeza de que com o tempo, se evolui. Ele não passa simplesmente.

Vivemos em constante evolução: o sistema solar, o planeta, a política, o homem, nós mesmos...

Como é bom compreender isto!

Tudo que ainda não é perfeito, ao menos está a caminho da perfeição.

De tudo, ficaram três coisas:
A certeza de que estamos sempre começando...
A certeza de que precisamos continuar...
A certeza de que seremos interrompidos antes de terminar...

Portanto devemos...

Fazer da interrupção um caminho novo...
Da queda um passo de dança...
Do medo, uma escada...
Do sonho, uma ponte...
Da procura, um encontro.

Fernando Pessoa
(Certeza)

AGRADECIMENTOS

Todo meu trabalho e esforço,
não foi em vão,
Houve um prazeroso CRESCIMENTO
Sob um **paciente** chamado **amigo**,
um OLHAR ATENTO
um amoroso trabalho de ENSINAMENTO
não só pela transferência de CONHECIMENTO
mas também pelo VIVO EXEMPLO!

DEDICO ESTE TRABALHO

À amiga Célia,
pelo seu brilhantismo
vivenciado por mim
em muitas oportunidades;
a quem admiro e
tanto me ensina...

Também pela
Amizade,
Compreensão
Humanismo.

Ao amigo PIERRE

Quando um dia se fez presente,
e então ofereceu a ajuda necessária
em momento importante de realização
desta etapa em minha vida.

Aos meus PAIS
Pelo amor e vida
e família

OFEREÇO

Interessante nesta vida perceber...

Que em nossos caminhos surgem os AMIGOS,

que dedicam seu tempo

no qual partilhamos momentos,

sem “nada” em troca receber.

Receber e Troca: São palavras inerentes ao nosso mundo de sobrevivência material.

Mas uma centelha de amor nesta partilha se fez, e isto se deu entre nomes aqui presentes, em diferentes escalas que não se pode quantificar neste mundo material.

O MEU SINCERO SENTIMENTO DE GRATIDÃO!

À Profa. Dra. Celia Regina de Gouveia Souza, pela orientação, amizade, e confiança.

À Elizabete Aparecida Lopes, pela amizade e apoio de todas as formas neste trabalho.

Ao paciente e sempre presente amigo “Agenor-Anjonor”.

Ao Instituto de Botânica e sua pós-graduação em nome de todas as pessoas envolvidas: idealizadores, coordenadores, professores, alunos e funcionários - pela oportunidade que me foi conferida e de tornarem real um curso em biodiversidade ambiental, criado e desenvolvido em meio aos tantos desafios. Agradeço especialmente aos professores Dra. Márcia Inês M. Silveira Lopes e Dr. Eduardo L. Martins Catharino pelas importantes críticas e sugestões.

Aos pesquisadores e funcionários do Instituto Geológico, em especial aos funcionários do Laboratório de sedimentologia Sra. Ivete e Sr. Alves pelas análises. Ao pesquisador e amigo Rogério, pelos momentos no SINAGEO. Á estagiária Gracielle, pelo zelo, dedicação e paciência no trabalho de geoprocessamento e tratamento das imagens.

À ESALQ/USP, através do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, em especial na pessoa do Prof. Dr. Pablo Vidal-Torrado que co-orientou parte desta pesquisa e viabilizou a realização integrada do projeto em campo e laboratório. Agradeço, pela convivência aos meus mais novos amigos e doutorandos da ESALQ MSc. Vanda Moreira Martins (Universidade Estadual do Paraná) - pelos conselhos e auxílio em Piracicaba e São Paulo; e MSc. Maurício Rizatto Coelho (pesquisador da Embrapa/RJ), - pela classificação de solos em campo. Também aos funcionários do Departamento de solos da ESALQ Sr. Dorival pela amizade e apoio de campo, Udiso Roberto pela amizade, dedicação profissional, e apoio no preparo das amostras e laboratório; e ao Eng. Agro. Marcos Fabiano e Eng. Quím. Luiz Antonio Silva Júnior pela orientação na elaboração das análises de solos no laboratório da ESALQ.

A todos que de diferentes maneiras participaram de nossa etapa de campo: Lairton (nosso guia), dona Alzira (nosso suporte), Wander, César, família da D.Madalena (*in memorian*), Pacífico, enfim àqueles que de uma maneira ou de outra permitiram nosso acesso às áreas mais remotas da planície costeira e baixa encosta (funcionários dos condomínios Morada da Praia, Costa do Sol, condomínio Guaratuba, Fazenda dos Pintos, comunidade indígena do Rio Silveira, Família Peralta)

Ao Departamento Estadual de Proteção aos Recursos Naturais da Secretaria Estadual de Meio Ambiente (DEPRN) na pessoa do Sr. Diretor Domingos Ricardo Oliveira Barbosa, Maria Francisca Alhambra Bartolome, Ana Lúcia Buccolo e demais funcionários estagiários pelo uso das fotografias aéreas.

À Prefeitura Municipal de Santos, pelo apoio durante o período de mestrado nas pessoas: Eng.Flávio Rodrigues Correia (Secretário Municipal de Meio Ambiente), Carlos Tadeu Eizo (Chefe do Departamento de Políticas e Controle Ambiental), Ligia Maria Comis Dutra

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	x
1.INTRODUÇÃO.....	01
2.OBJETIVOS.....	04
3. ASPECTOS GERAIS SOBRE A ÁREA DE ESTUDO.....	05
3.1 Histórico da Ocupação e Degradação dos Ecossistemas Costeiros.....	07
3.2 Clima.....	10
3.3 Unidades Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta.....	13
3.3.1 Evolução da Planície Costeira do Estado de São Paulo.....	13
3.3.2 Geologia e Geomorfologia de Planície Costeira de Baixa Encosta em Bertioga.....	15
3.4 Vegetação.....	21
3.5 Solos.....	29
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
4.1 Trabalhos de Escritório.....	34
4.2 Trabalhos de Campo.....	37
4.3 Trabalhos de Laboratório	41
4.4 Forma de Análise dos Dados.....	42
5. RESULTADOS.....	46
5.1 Unidades Geológicas Quaternárias (UQ).....	46
5.1.1. Características Gerais das UQ.....	46
5.1.2. Relações Topográficas entre as UQ.....	47
5.1.3. Profundidade do Lençol Freático (NA) nas associações “UQ/Vegetação”	51
5.1.4. Características Texturais das UQ.....	54

5.2. Os Solos e suas Relações com as Associações UQ/Vegetação.....	58
5.2.1. Classes de Solos e suas Características Texturais Gerais.....	58
5.2.2. Classes de Solos nas Associações “UQ/Vegetação”.....	63
5.2.3. Fertilidade dos Solos nas Associações UQ/Vegetação.....	79
5.2.4. Distribuição das Raízes nos Solos das Associações “UQ/Vegetação”	118
6. DISCUSSÃO.....	123
7. CONCLUSÃO.....	129
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	132
ANEXO 1 Síntese das Características Geológicas, Geomorfológicas, Pedológicas e de Vegetação das Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba.....	141
ANEXO 2 Resumos das Classes de Solos encontradas na área de estudo segundo o atual Sistema Brasileiro de Classificação da Embrapa.....	157

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Localização da área de estudo.....	06
Figura 2.	Distribuição de precipitação média do período de 1960 a1999.....	11
Figura 3.	Balanço hídrico na Bacia do Rio Guaratuba (Rossi, 1999).....	12
Figura 4.	Modelo evolutivo da planície costeira de Caraguatatuba.....	16
Figura 5.	Mapa de Unidades Geológicas Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta das Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba.....	17
Figura 6.	Seção-tipo esquemática de distribuição do substrato geológico e das fisionomias de “vegetação de restinga” associadas, para o litoral paulista.....	24
Figura 7.	Mapa de Vegetação Nativa e Estados de Alteração do Litoral Norte de São Paulo.....	26
Figura 8.	Mapa de Vegetação de Planície Costeira e Baixa Encosta das Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba.....	28
Figura 9.	Mapa de Solos de Bertiooga.....	30
Figura 10.	Mapa de Solos da Bacia do Rio Guaratuba segundo Rossi.....	32
Figura 11.	Sobreposição dos mapas de Unidades Geológicas Quaternárias e de Vegetação de Planície Costeira e Baixa Encosta sobre fotografias aéreas de escala 1:35.000 e localização dos pontos de investigação e controle.....	35
Figura 12.	Seção Geológica I (localização nas Figuras 5 e 11), situada na planície costeira de Itaguaré com detalhamento da amostragem de solo em microrelevo.....	48
Figura 13	Seção Geológica G (localização nas Figuras 5 e 11), na planície costeira de Guaratuba.....	49
Figura 14.	Nível do lençol freático nas associações UQ/Vegetação na Bacia do Rio Itaguaré.....	52
Figura 15.	Nível do lençol freático nas associações UQ/Vegetação na Bacia do Rio Guaratuba.....	53
Figura 16	Associação Floresta alta de Restinga sobre Neossolo Quartzarênico em Terraço Marinho Pleistocênico alto. Notar o desmantelamento do espodossolo em 6-1.....	64
Figura 17:	Floresta de Transição sobre Neossolo Flúvico em Depósitos Mistos.....	66

Figura 18:	Floresta de Transição Restinga-Encosta sobre Neossolo Regolítico em Rampa de Colúvio na baixa-encosta.....	67
Figura 19	Floresta de Transição Restinga Encosta sobre Latossolo Amarelo em Rampa de Colúvio na baixa-encosta.....	68
Figura 20.	Floresta Alta de Restinga sobre Espodossolo Humilúvico em Terraço Marinho Pleistocênico Baixo.....	70
Figura 21:	Floresta de Transição Restinga-Encosta sobre Gleissolo Háptico em Depósitos Mistos.....	72
Figura 22:	Associação Floresta alta de Restinga Úmida sobre Gleissolo Melânico e Depósitos Paleolagunares.....	73
Figura 23:	Associação Floresta de Transição Restinga-Encosta sobre cambissolo háptico em Rampa de colúvio.....	74
Figura 24	Associação Floresta Aluvial sobre Cambissolo Flúvico em Terraço Fluvial Pleistocênico.....	75
Figura 25:	Associação Floresta Alta de Restinga Úmida sobre Organossolo Sáprico em LCD	77
Figura 26:	Associação Floresta Paludosa sobre Organossolo Sáprico em LCD.....	77
Figura 27.	Associação Floresta Alta de Restinga Úmida sobre Organossolo Fíbrico em LCD.....	78
Figura 28.	Média de valores dos parâmetros de fertilidade por unidade quaternária na profundidade de 0-20 cm.....	80
Figura 29	Média de valores dos parâmetros de fertilidade por unidade quaternária na profundidade de 40-60 cm.....	81
Figura 30	Parâmetros de fertilidade do solo para LHTb – Itaguaré.....	84
Figura 31	Parâmetros de fertilidade do solo para Cx-LPTa - Guaratuba.....	87
Figura 32.	Parâmetros de fertilidade do solo para LPF – Itaguaré.....	90
Figura 33	. Parâmetros de fertilidade do solo para LMP – Guaratuba.....	92
Figura 34.	Parâmetros de fertilidade do solo para LCR – Guaratuba.....	95
Figura 35	Parâmetros de fertilidade do solo para LHTa – Itaguaré.....	98
Figura 36.	Parâmetros de fertilidade do solo para LPTb – Itaguaré.....	101
Figura 37.	Parâmetros de fertilidade do solo para LMP – Itaguaré.....	104
Figura 38.	Parâmetros de fertilidade do solo para LHF – Itaguaré.....	107

Figura 39.	Parâmetros de fertilidade do solo para LPF – Guaratuba.....	109
Figura 40.	Parâmetros de fertilidade do solo para LCD – Itaguaré.....	112
Figura 41	Parâmetros de fertilidade do solo para Cx-LCD – Guaratuba.....	115
Figura 42	Parâmetros de fertilidade do solo para Cx-LCD – Itaguaré.....	116
Figura 43.	Distribuição de raízes nos solos sobre depósitos marinhos, depósitos fluviais mais jovens e depressões paleolagunares mais rasas.....	119
Figura 44.	Distribuição de raízes nos solos sobre depósitos continentais.....	120

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1.	Associação entre a vegetação de planície costeira e baixa encosta e o substrato sedimentar quaternário.....	27
Tabela 2.	Associações possíveis entre as Unidades Quaternárias e as Formações Florestais de planície costeira e baixa encosta encontradas nas bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba (modificado de Lopes, 2007).....	36
Tabela 3.	Parâmetros granulométricos dos sedimentos segundo Folk & Ward....	56
Tabela 4.	Síntese das características das associações UQ/Vegetação de planície costeira e baixa encosta e os Solos.....	59
Tabela 5.	Análise textural dos solos (profundidade 0-20 cm) nas associações UQ/Vegetação, organizadas conforme o teor de argila crescente.....	60
Tabela 6.	Análise química das amostras 8, 9 e 10 na associação LHTb/FbR.....	83
Tabela 7.	Análise química das amostras 90 e 50 na associação LPTa/FaR.....	86
Tabela 8.	Análise química das amostras 61, 52 e 43 na associação LPF/FAL.....	89
Tabela 9.	Análise química das amostras 60,63 E 67 na associação LMP/FTr.....	91
Tabela 10.	Análise química das amostras 45 e 46 na associação LCR/FTr.....	94
Tabela 11.	Análise química das amostras 11 e 13 na associação LHTa/FaR.....	97
Tabela 12.	Análise química das amostras 12, 14 e 16 na associação LPTb/FaR....	100
Tabela 13.	Análise química das amostras 60, 63 e 67 na associação LMP/FTr.....	103
Tabela 14.	Análise química das amostras 31 e 57 na associação LHF/FaR.....	106
Tabela 15.	Análise química das amostras 58, 68, 69 e 82 na associação LCD/FaRu.....	111
Tabela 16.	Análise química das amostras 25, 80, 89, 92 na associação Cx-LCD/FaRu.....	114

RESUMO

Os solos jovens formados sobre a planície costeira e as baixas encostas da Serra do Mar guardam íntima relação com o substrato geológico de origem, cuja idade varia de pleistocênica a atual. A gênese e a evolução desses solos, portanto, depende da evolução dos ambientes sedimentares presentes nesses compartimentos geológico-geomorfológicos, bem como da evolução da própria vegetação que os recobre. Assim, conhecer essas relações é muito importante para entender os ecossistemas costeiros e recuperá-los ou manejá-los de maneira adequada.

O objetivo principal desta pesquisa é caracterizar os solos formados sobre ambientes de sedimentação quaternários (pleistocênicos a atuais) associados a respectivas formações florestais (exceto manguezal), presentes na planície costeira e baixa encosta da Serra do Mar nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba (Bertioga). Como objetivos específicos destacam-se: caracterizar as unidades geológicas quaternárias (UQ) previamente mapeadas quanto à sua granulometria e ao nível do lençol freático; identificar os solos segundo a Classificação Brasileira de Solos até pelo menos o segundo nível categórico; caracterizar, quanto à granulometria, os tipos de solos associados às UQ; caracterizar a distribuição da fertilidade no perfil de solo em função das variações de micro-relevo nas UQ; caracterizar a distribuição das raízes nos perfis de solo em cada fitofisionomia.

Na área são encontradas as seguintes UQ: Terraços Marinhos pleistocênicos altos e baixos (LPTa e LPTb), Terraços Marinhos holocênicos (LHTa), Cordões Litorâneos holocênicos (LHTb), Terraços Fluviais pleistocênicos (LPF), Planícies Fluviais holocênicas a atuais (LHF), Depressões Paleolagunares Holocênicas (LCD), Depósitos Mistos (Fluviais e Colúvios de Baixada) holocênicos a atuais (LMP), Depósitos de Encosta pleistocênicos a atuais (LCR).

A vegetação de planície costeira e baixa encosta presente na área de estudo apresenta associações importantes com as UQ, da seguinte forma: Floresta de Transição Restinga-Encosta (FTr) associada com LCR, LMP e LHF; Floresta Aluvial (FAL) associada com LPF; Floresta Alta de Restinga (FaR) associada com LHTb, LHTa, LPTb, LPTa e LHF; Floresta Baixa de Restinga (FbR) associada com LHTb; Floresta Alta de Restinga Úmida (FaRu) associada com LCD, LHF e LMP; e Floresta Paludosa (FPa) associada com LCD e LHF.

Na área de estudo foram identificados 13 tipos de classes de solo, que podem ser agrupados de acordo com 3 diferentes tipos de ambientes de origem: marinha (praial) - Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Humilúvicos, Ferrilúvicos e Ferri-Humilúvicos; continental

(fluvial, coluvionar) - Neossolos Flúvicos e Regolíticos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos e Háplicos e Latossolos Amarelos; depressões paleolagunares - Gleissolos Melânicos e Organossolos Sáplicos e Fíbricos.

Os Neossolos Quartzarênicos são encontrados nas associações LHTb/FbR, LPTa/FaR e LPTb/FaR; os Neossolos Flúvicos ocorrem nas associações LMP/FTr e LPF/FAL; e os Neossolos Regolíticos são encontrados nas associações LCR/FTr. Os Espodossolos Humilúvicos são encontrados nas associações LHTb/FaR, LHTa/FaR e LPTb/FaR e localmente LPTa/FaR; os Espodossolos Ferrilúvicos são encontrados nas associações em LPTa/FaR; e os Espodossolos Ferri-Humilúvicos ocorrem nas associações LPTb/FaR. Os Gleissolos Háplicos são encontrados nas associações LPF/FAL, LMP/FTr, LHF/FaR, e localmente em LPTb/FaR. Os Gleissolos Melânicos ocorrem principalmente em LCD/FaRu, LCD/FPa, LHF/FaRu e LHF/FPa. Os Cambissolos Flúvicos ocorrem nas associações LMP/FTr e LPF/FAL. Os Cambissolos Háplicos são encontrados em LCR/FTr. Os Organossolos Sáplicos e Fíbricos são sempre encontrados em LCD, nas associações LCD/FaRu (somente Fíbricos) e LCD/FPa. Os Latossolos Amarelos são encontrados nas associações LCR/FTr, em áreas mais elevadas das encostas.

Os parâmetros de fertilidade foram obtidos a partir de amostras coletadas nas profundidades por trincheiras. Os resultados indicaram que em geral, todos os solos são álicos, com teores de saturação por Al atingindo 90% (em LHF e LMP) e ácidos, com pH em torno de 3,5 indistintamente, com SB ($< 10 \text{ mmolc/dm}^{-3}$) e V% muito baixos ($\sim 15\%$), exceto nos solos em LCD e Cx-LCD, onde SB chega a 50 mmolc/dm^{-3} e V% atinge 30%. Dentre os parâmetros analisados, o P se destaca por ser bastante elevado (diferente do que é preconizado na literatura), e responder às variações de MO no perfil. Assim, os teores de P e MO são mais elevados em superfície em todos os solos provenientes de sedimentos marinhos (LHTa, LHTb, LPTb, LPTa) e paleolagunar (LCD e Cx-LCD), mas se comportam de maneira inversa nos ambientes de sedimentação continental (LMP, LPF e LCR). Essas tendências são bastante evidentes nos primeiros 10 cm do solo e puderam ser identificadas graças ao método de amostragem proposto. Também é nessa profundidade que se concentram as raízes em todas as formações florestais, com maior frequência de raízes finas e poucas raízes grossas. Essas características levam a freqüentes tombamentos de árvores nessas matas.

Em termos de evolução dos solos da área de estudo, os Espodossolos Ferrilúvicos são os mais evoluídos e antigos e ocorrem sobre os depósitos marinhos mais antigos, os LPTa. Nestes depósitos também ocorrem Neossolos Quartzarênicos, que são mais jovens e surgiram após o total desmantelamento do antigo Espodossolo ou a sua migração para camadas muito profundas do pacote sedimentar. A FaR que recobre esses terraços marinhos deve ser,

portanto, a floresta mais antiga e evoluída dessas planícies costeiras, devendo ter sido implantada durante o Pleistoceno após a sedimentação desses depósitos, período depois do qual o nível do mar sempre esteve mais baixo do que os mesmos. Da mesma forma, a FAL, que recobre os depósitos LPF (provavelmente correlatos aos LPTa) também deve ter sido implantada nessa época. A FbR, por sua vez, deve ser a floresta mais jovem implantada sobre os terrenos de sedimentação marinha dessas planícies costeiras, pois recobre os depósitos marinhos mais jovens, os LHTb.

Sem dúvida há uma relação direta entre as características pedológicas e edáficas desses solos e os ambientes sedimentares quaternários de origem, cuja evolução e os ciclos de sedimentação também governam a evolução dos solos

ABSTRACT

The young soils formed on the coastal plain and the slopes of the Serra do Mar Mountain Range have a very close relationship with the Pleistocene-Holocene coastal sediments. Therefore, the origin and evolution of these soils also depend on the evolution of the coastal sedimentary environments, as well as of the evolution of coastal plain vegetation. Thus, it is very important to know these relations, in order to understand coastal ecosystems and to promote their adequate management or recuperation.

The objective of this research is to characterize the soils formed on Pleistocene-Recent coastal sediments, which are associated to specific forest formations (except mangrove) in the Itaguapé and Guaratuba coastal plain and lower slopes (Bertioga). Other objectives include: presenting textural characterization of the Quaternary geological units (QU); classifying the soils according to the Brazilian Soil Taxonomy and their textural characterization; characterizing the fertility in the soil profile related to the surface topography micro variations within the QU; and characterizing the root distribution in the soil profile.

Thirteen Quaternary units had been recognized in the study area: high and low Pleistocene marine terraces (LPTa e LPTb), high Holocene marine terraces (LHTa), Holocene beach ridges (LHTb), Pleistocene fluvial terraces (LPF), Holocene to modern fluvial plains (LHF), Holocene paleolagoon environments (LCD), Holocene to modern mixed deposits (fluvial and colluvial sediments) (LMP), Pleistocene to modern slope deposits (LCR).

Important associations occur between coastal plain and low slope UQ and the vegetation cover, as follow: Transition Restinga-Slope Forest (FTr) associated with LCR, LMP and LHF; Alluvial Forest (FAL) associated with LFF; Restinga High Forest (FaR) associated with LHTb, LHTa, LPTb, LPTa and LHF; Restinga Low Forest (FbR) associated with LHTb; Wet Restinga High Forest (FaRu) associated with LCD, LHF and LMP; and Paludial Forest (FPa) associated with LCD and LHF.

There are 13 types of soil classes in the study area, which can be grouped into 3 categories according to the sedimentary environment of origin: marine-beach – Arenosols and Podzols; continental (fluvial and colluvial) – Fluvisols, Regosols, Gleysols, Cambisols and Ferralsols; paleolagoons - Gleysols and Histosols.

Arenosols are associated with LHTb/FbR, LPTa/FaR and LPTb/FaR; Fluvisols are associated with LMP/FTr and LPF/FAL; Regosols occur in LCR/FTr. Podzols are found in association with LHTb/FaR, LHTa/FaR, LPTb/FaR and LPTa/FaR. Gleysols occur with LPF/FAL, LMP/FTr, LHF/FaR, LPTb/FaR, LCD/FaRu, LCD/FPa, LHF/FaRu and LHF/FPa. Cambisols

are associated with LCR/FTr. Histosols occur with LCD/FaRu and LCD/FPa. Ferrasols are in LCR/FTr.

Fertility parameters were obtained from samples collected in trenches in 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 0-20, 20-40 e 40-60 cm depths. Results indicate that all of the soils are allitic, with Al higher than 90% (in LHF and LMP), and acid; pH around 3.5; SB ($< 10 \text{ mmolc/dm}^{-3}$) and V% ($\sim 15\%$) are very low except in soils from LCD and Cx-LCD, where SB is 50 mmolc/dm^{-3} and V% reaches 30%. Among all the fertility parameters analyzed, P appears to be important once it reaches high values (in opposite to that postulated in the literature) and varies with organic matter (MO) along the soil profile. P and MO present higher values at the first 10 cm of the soils derived from marine sediments (LHTa, LHTb, LPTB, LPTa) and paleolagoons (LCD e Cx-LCD), but these trends are inverse in continental environments (LMP, LPF and LCR). These tendencies are very common in the first 10 cm of the soils and were detected by the sampling method adopted. It is also in this depth where there are major concentrations of roots, which are predominantly fine in size, the larger roots being rare.

Concerning the evolution of the soils in the study area, the Podzols associated with LPTa (the most ancient sedimentary environment) are the most ancient and evolved soil. However, there are also Arenosols (which are the youngest soils) forming in these marine terraces, when Podzols have been completely disintegrated. Because of this it is suggested that FaR is the most ancient vegetation recovering the coastal plain and it has evolved since the Pleistocene, after the deposition of LPTa. Until the present time sea level has not been higher than these deposits. In the same way, FAL is supposed to be as older than FaR, once LPF and LPTa are correlated. On the other hand, FbR must be the younger vegetation associated with marine deposits, because it recovers LHTb only.

Results confirm that there is a very closer relationship between pedologic and edaphic characteristics of these soils and their original sediments (Quaternary sedimentary environments), which the evolution and sedimentation cycles lead to the soil evolution too.

(Coordenadora de Controle Ambiental). Em especial agradeço o apoio incondicional de minha amiga e chefe da Seção de Licenciamento e Fiscalização Ambiental Claudia Cristiane Giglio Brito, em quem aproveito e estendo aos colegas e estagiários da seção, pois de forma um pouco mais indireta compartilharam deste trabalho. Ao que foi chefe, Eng. Pierre Sarmento Seone, pela demonstração de amizade, plena assistência e confecção dos gráficos e figuras.

ÀQUELAS que não se fizeram presentes, mas foram a fonte de inspiração para a minha busca e realização deste momento: Dra. Ana Paula da Silva Teles Spinelli, Dra. Ivana Brito - Inglaterra e Dra. Claudia Petra (Kaya) – França e Dra. Maria Esmeralda de Soares Payão Demateé. Também fonte de inspiração os professores: Dr. Luiz Mauro Barbosa, Dr. Carlos Casagrande, Dr. Hércio de Andrade (curso de pós-graduação por tutoria à distância de Solos e Meio Ambiente da FAEPE/UFLA), Dr. Gerd Sparoveck, Dr. Pablo Vidal Torrado, e Godofredo Cézaar Vitti (ainda na graduação).

Em especial aos meus pais Hermano e Maria Stela. Irmãos Ricardo e Rogério. Às minhas irmãs e cunhados: Miriam e Beto, Meire e Léo, pelo amor, todo apoio e suporte recebido especialmente neste rico período.

À DEUS e espiritualidade.

A TODOS que nestas poucas palavras pequei em não citar diretamente, mas fizeram parte do processo, registro aqui o meu profundo agradecimento.

1. INTRODUÇÃO

No litoral de São Paulo, os ecossistemas de planície costeira e baixa encosta (também conhecidos como ecossistemas de “restinga” e manguezal) têm sido alvos de intensa degradação ambiental, principalmente devido à especulação imobiliária e à ocupação de áreas de preservação permanente (Souza, 2003/2004; Souza, 2006).

O último diagnóstico sobre os remanescentes de Mata Atlântica (ombrófila densa, principalmente) e ecossistemas associados (“vegetação de restinga” e manguezais) em São Paulo, foi efetuado pela Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo em 1998 (SMA, 1998) e revelou que, naquela época, eles representavam cerca de 70,9% da cobertura originalmente existente no litoral paulista e aproximadamente 7% da cobertura vegetal original de todo o Estado de São Paulo. Além disso, correspondiam aos maiores remanescentes de florestas tropicais e importantes formações de manguezais ainda presentes na faixa costeira brasileira, ou seja, 5% dos quase 900.000 km² existentes.

Levantamentos mais recentes realizados no Litoral Norte paulista (municípios de São Sebastião, Ilhabela, Caraguatatuba e Ubatuba), no âmbito do Projeto SIIGAL (Souza, 2006), mostraram resultados alarmantes sobre a situação da cobertura vegetal remanescente da planície costeira e baixa encosta. Por exemplo, pelo menos dois tipos de vegetação de planície costeira encontram-se ameaçados: remanescentes em estado mais bem preservado de Floresta Baixa de Restinga e Floresta Alta de Restinga são encontrados somente em Ubatuba, restando pequenas áreas que somam respectivamente 0,10 km² e 3,87 km². Note-se bem que essas vegetações, juntas, deveriam ocupar originalmente uma área total de 32,55 km² (terraços marinhos holocênicos e pleistocênicos). Nos outros três municípios essas duas fisionomias ocorrem apenas em estado alterado, totalizando 2,31 km² de Floresta Baixa e 12,28 km² de Floresta Alta, quando em seu estado original deveriam ocupar uma área total de 62,35 km².

Essa situação não é diferente para o restante do litoral paulista, principalmente na Região Metropolitana da Baixada Santista, que reúne nove municípios entre Peruíbe (sul) e Bertioga (norte) e onde ocorre maior degradação ambiental. Nessa região, aliás, já no início da década de 1990, Silva *et al.* (1994) apontavam para o fato de que as vegetações mais ameaçadas eram as “Matas de Restinga” (os autores estavam se referindo às Florestas Baixa e Alta de Restinga), seguidas do Manguezal e da Mata Atlântica. Também chamavam a atenção para os parques 90 km² de remanescentes de “Mata de Restinga” (considerando os municípios de São Vicente, Praia Grande, Cubatão, Santos e Bertioga), dos quais 88 km² situavam-se na porção setentrional da planície de Bertioga (bacias dos rios Itaguapé e Guaratuba), constituindo uma mancha praticamente contínua e em bom estado de preservação, mas que sofria ameaça de degradação devido à implantação de grandes empreendimentos imobiliários.

A “vegetação de restinga” é caracterizada como sendo de clímax edáfico (Rizzini, 1963, 1979 *apud* Rizzini, 1997). É, portanto, consenso entre a maioria dos autores e até preconizado em lei (e.g. Resolução CONAMA nº 07/1996), que há relações intrínsecas entre essa vegetação e as características geológicas, geomorfológicas e pedológicas do substrato que a sustenta.

No entanto, a maioria dos estudos realizados para fins de recuperação de áreas degradadas de “vegetação de restinga”, por exemplo, se concentra na identificação e seleção do maior número de espécies possível do bioma regional (conforme a Resolução SMA nº 47/2005), não levando em consideração as características dos solos associados nem do substrato geológico. Somente trabalhos mais recentes, como os de Casagrande *et al.* (2002, 2003) e Reis-Duarte (2004), começam a estabelecer correlações entre tipos de vegetação degradada à fertilidade dos solos sob elas.

Da mesma forma, outros estudos sobre essas vegetações e também sobre os solos de planície costeira, embora geralmente apresentem uma revisão bibliográfica sobre aspectos geológicos e geomorfológicos das planícies costeiras, ou mesmo tentem relacionar esses aspectos aos solos, raramente conseguem associar o papel da evolução geológica desses ambientes costeiros com o

desenvolvimento dos solos e da vegetação. Talvez, isso se deva à falta de estudos multidisciplinares.

Os solos jovens formados sobre a planície costeira e as baixas encostas da Serra do Mar guardam íntima relação com o substrato geológico de origem, cuja idade varia de pleistocênica a atual. A gênese e a evolução desses solos, portanto, devem depender da evolução dos ambientes sedimentares presentes nesses compartimentos geológico-geomorfológicos, bem como da evolução da própria vegetação que os recobre. Assim, conhecer essas relações é muito importante para entender os ecossistemas costeiros e recuperá-los ou manejá-los de maneira adequada.

2. OBJETIVOS

Esta pesquisa tem por objetivo principal caracterizar os solos formados sobre ambientes de sedimentação quaternários (pleistocênicos a atuais) associados a determinadas formações florestais (exceto manguezal), presentes na planície costeira e baixa encosta da Serra do Mar nas bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba (Bertioga).

Os objetivos específicos são: caracterizar as unidades geológicas quaternárias (UQ) previamente mapeadas quanto à sua granulometria e ao nível do lençol freático; classificar os solos segundo a Classificação Brasileira de Solos (Embrapa, 2006) até pelo menos o segundo nível categórico; caracterizar, quanto à granulometria, os tipos de solos associados às UQ; caracterizar a distribuição da fertilidade no perfil de solo em função das variações de micro-relevo nas UQ; caracterizar a distribuição das raízes nos perfis de solo em cada fitofisionomia.

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito de dois projetos maiores denominados "Relações entre o Substrato Geológico, os Condicionantes Edáficos e Hídricos e as Formações Florestais de Planície Costeira em São Paulo. Estudo de Caso: Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba - Bertioga" (coordenado pela Prof^a. Dra. Celia Regina de Gouveia Souza - Instituto Geológico-SMA/SP e Instituto de Botânica-SMA/SP) e "Solos sob Vegetação de Restinga no Estado de São Paulo: Relações Solo-Paisagem, Pedogênese e Alterações com o Uso Agrícola" (coordenado pelo Prof. Dr. Pablo Vidal Torrado – Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz – ESALQ-USP/Piracicaba). Além da presente pesquisa, esses projetos resultaram em mais uma pesquisa de mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação do Instituto de Botânica, intitulada "Formações Florestais de Planície Costeira e Baixa Encosta e sua Relação com o Substrato Geológico das Bacias dos Rios Itaguaré e Guaratuba (Bertioga - SP)" e desenvolvida pela Bióloga Elisabete A. Lopes, e duas pesquisas de doutorado desenvolvidas junto à ESALQ-USP pela MSc. Vanda Moreira Martins e o MSc. Maurício Rizzato Coelho.

3. ASPECTOS GERAIS SOBRE A ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (Figura 1) localiza-se no município de Bertioga e compreende as bacias dos rios Itaguapé e Guaratuba, que ocupam respectivamente 89,91 km² e 125,35 km² (áreas calculadas com base em fotografias aéreas de escala 1:35.000, em projeção cartesiana, incluindo as porções mais elevadas das bacias que não são abrangidas nesta pesquisa). Uma pequena porção da extremidade leste da Bacia do Rio Guaratuba encontra-se inserida no município de São Sebastião, onde está localizada a Aldeia Indígena de Silveiras.

A área de estudo foi escolhida em função de vários aspectos, destacando-se:

- a) apresenta características fisiográficas do Litoral Norte e do Litoral Sul de São Paulo, ocorrendo todos os ambientes sedimentares quaternários já descritos na literatura, além de outros ainda não descritos;
- b) esses terrenos, que também apresentam diferenças em relação ao comportamento da drenagem superficial, condicionam diferentes tipos de solos;
- c) guarda importantes remanescentes de formações florestais de planície costeira e baixa encosta, em bom estado de conservação, desde a linha de costa até as encostas da Serra do Mar.

Os resultados obtidos poderão:

- a) fornecer subsídios aos estudos recentes de modelos de recuperação de áreas degradadas de ecossistemas de planície costeira e baixa encosta;
- b) contribuir para revisões futuras da Resolução CONAMA nº 07/1996 e da Resolução SMA nº 47/2005;
- c) estimular reflexões sobre os métodos até então empregados para a avaliação da fertilidade dos solos de planície costeira, seja quanto às amostragens de campo, ou quanto aos padrões de rotina das análises de laboratório.

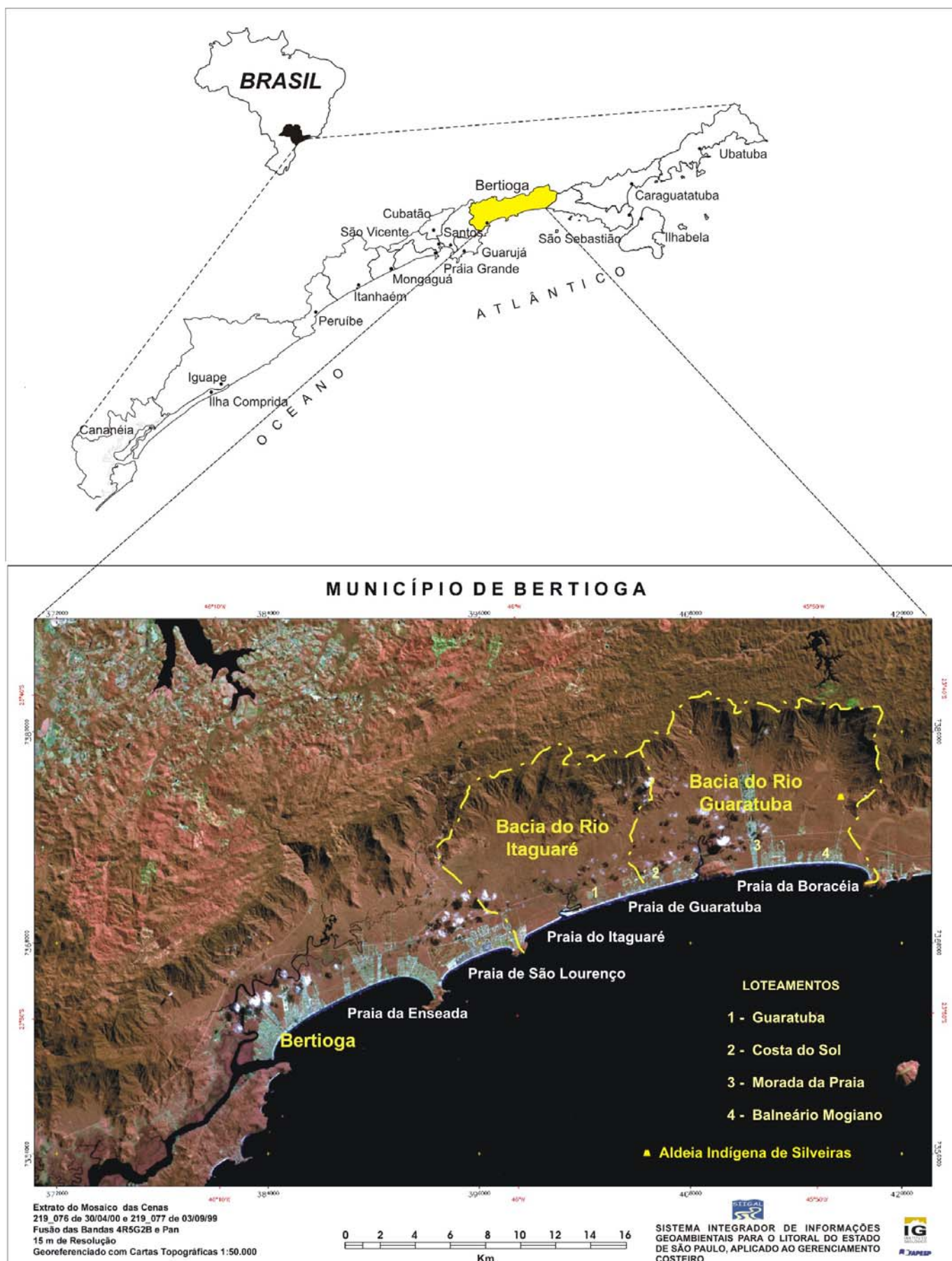


Figura 1. Localização da área de estudo.

3.1. Histórico da Ocupação e Degradação dos Ecossistemas Costeiros em Bertioga

Bertioga tornou-se o mais novo município da Região Metropolitana da Baixada Santista em 1992, ao emancipar-se deixando de ser Distrito de Santos. Localizada no extremo norte dessa região metropolitana, Bertioga ocupa 20,3% da área total regional, ou seja, 482 km², dentre os quais cerca de 85% é ocupada por áreas de preservação permanente (Lichti, 2002). Limita-se a oeste-sudoeste com os municípios de Guarujá e Santos, ao norte com três municípios da Região Metropolitana de São Paulo (Mogi das Cruzes, Biritiba Mirim e Salesópolis), a leste com o município de São Sebastião (Litoral Norte) e ao sul com o Oceano Atlântico.

Como cidade balneária, sua população fixa atual é de aproximadamente 44.000 habitantes, enquanto que a flutuante atinge 300.000 habitantes (censo IBGE de 2000). Sua principal atividade econômica está voltada ao turismo de segunda residência, portanto seu desenvolvimento vinculado ao mercado da construção civil, que promove expansão imobiliária e degradação dos ecossistemas principalmente de planície costeira.

Bertioga é um dos mais antigos núcleos coloniais de São Paulo, tendo sido referida como Vila em carta de Tomé de Souza, datada de 1553 (Medeiros, 1965). Na época era conhecida como Vila de “Buriquioca” (morada dos macacos buriquis).

A ocupação da região acontece a partir da chegada das naus de Martim Afonso de Souza no interior abrigado do Canal de Bertioga, em 1531, onde, constatando a excelência do lugar e as amplas possibilidades de defesa, determina a construção de uma fortificação para a ocupação e segurança do local, o Forte São João (Baisi, 2005). Nos séculos seguintes, o incremento da ocupação do solo oscila entre um lado e o outro do Canal da Bertioga. O Forte São Felipe é então construído do outro lado do canal, na Ilha de Santo Amaro, onde também é criado o complexo extrativo-industrial da Armação das Baleias, de notável importância até a metade do século XIX. Por volta de 1807 o núcleo de Bertioga abrigava uma população estimada de aproximadamente 500

ou 600 habitantes, dentre soldados, chefes, escravos, técnicos de fabricação de azeite, operários, pescadores, arpoadores de cetáceos, remeiros, marinheiros, cordoeiros, agricultores, mulheres e crianças.

Bertioga teve importância como produtora de aguardente e fornecedora de óleo de baleia para a iluminação das vilas de Santos, São Vicente, São Paulo de Piratininga e São Sebastião, no período entre os séculos XVI e XVIII (Petroni, 1965).

O cultivo de cana-de-açúcar, no século XVI, entretanto, não teve tanta expressão em área e em duração como no Nordeste brasileiro, passando por um período de curta ascensão e rápido declínio. Essa decadência se deu face aos entraves causados pelas condições físicas do ambiente litorâneo, com planícies costeiras de expressão espacial limitada formada por terrenos quaternários resultantes da acumulação de sedimentos de origem marinha e terrestre: ...*“Areias e argilas, de que é formada, contribuíram para originar uma superfície baixa, com altitudes geralmente inferiores a 5m, rigorosamente plana e horizontal. Antigas ilhas cristalinas, granito-gnaissicas, que atualmente afloram sob a forma de morros isolados na planície, constituíram-se em pontos de amarração para os processos de colmatagem”. (...)“uma rica e caótica rede de drenagem superficial que depois de descender a Serra encontram dificuldades de escoamento para o mar, periodicamente recoberta pelas águas das chuvas de verão, em conseqüência formando extensos brejos de água doce, ao mesmo tempo em que por efeito das ações das marés em terras tão baixas e sub-horizontais, sofre a penetração periódica das águas do mar, responsáveis pela formação dos manguezais – brejos de água-salobra”* (Petroni, 1965).

Nesse contexto os espaços agricultáveis da região eram exíguos principalmente quando descontados os brejos, manguezais e vertentes íngremes de morros, restando apenas terrenos arenosos com solos pobres. O clima também era desfavorável, pela abundante amplitude pluviométrica e elevadas temperaturas, contribuindo para o acúmulo de águas superficiais nos

terrenos mal drenados da planície costeira, considerados então insalubres e não produtivos como as terras do Planalto (Petroni, 1965).

Assim, após o domínio inicial da cana-de-açúcar e de algumas culturas de subsistência a agricultura na região foi pouco diversificada e estagnou-se. Da mesma forma, a diminuição do número de baleias que vinham se reproduzir na área e a substituição do óleo desses cetáceos para a iluminação pública também contribuiu para a decadência econômica da vila de Bertioga.

No início do século XX, alguns acontecimentos marcaram o fim dessa estagnação, dando nova vida à vila de Bertioga e iniciando um novo ciclo de desenvolvimento, o turístico. Esses acontecimentos foram: a construção da Usina Hidrelétrica de Itatinga em 1910; a instalação da Colônia de Férias do SESC (Serviço Social do Comércio) em 1948; a instalação do *Ferry-boat* para fazer a ligação entre Guarujá e Bertioga; e a implantação de loteamentos residenciais na orla da praia por iniciativa do Senador Ermírio de Moraes, à frente da companhia Praias Paulistas S/A (proprietária e loteadora da área adjacente à Praia de São Lourenço – Figura 1). Além disso, até meados desse século Bertioga voltou a ter uma atividade agrícola importante, com as plantações de banana nas cercanias da planície do Rio Itapanhaú.

Após o declínio dessa atividade tomam espaço os empreendimentos imobiliários com finalidade turística.

Os primeiros parcelamentos de solo (loteamentos) se iniciaram na década de 1940, limitados a princípio às áreas situadas junto ao atual centro urbano (Sampaio, 2004; Baisi, 2005). Na década de 1950 surgiram o Jardim Indaiá e outros parcelamentos na Praia da Enseada, além da Vila Agaó, todos na Bacia do Rio Itapanhaú. Também são dessa época as primeiras intervenções que deram origem ao Balneário Mogiano, localizado no bairro da Boracéia (Bacia do Guaratuba – Figura 1), mas que acabou por se desenvolvendo mais a partir da década de 1980. As décadas de 1970 e 1980 se pautaram pela diversificação da localização dos empreendimentos imobiliários, que passaram a ocupar outras praias, surgindo empreendimentos (Figura 1) como: Guaratuba e Costa do Sol na

Praia de Guaratuba (Bacias dos rios Itaguapé e Guaratuba), Riviera de São Lourenço e Jardim São Lourenço na Praia de São Lourenço (Bacias do Itapanhaú e Itaguapé), Morada da Praia em Boracéia (Bacia do Rio Guaratuba), e Boungainville, Maitinga, Jardim Albatroz e Chácaras Itapanhaú ocupando vazios urbanos na Praia da Enseada (Bacia do Itapanhaú). Na década de 1990 surgiram os condomínios residenciais Centerville e Hanga-Roa (Bacia do Rio Itapanhaú).

Assim, a partir da década de 1980, Bertioga passou a desenvolver-se de forma rápida, mas principalmente após a sua emancipação.

Portanto, na área de estudo, a principal causa de degradação da paisagem de planície costeira tem sido a implantação dos empreendimentos imobiliários de Guaratuba, Costa do Sol, Morada da Praia e Balneário Mogiano.

3.2. Clima

Observações de temperatura do período de 1888 a 1921 para o município de Santos (incluía o distrito de Bertioga) indicam que nessa época as temperaturas médias anuais eram de 21,9°C, com médias máximas de 31,8 °C e mínimas de 5°C (Queiroz Neto & Küpper, 1965). Dados mais recentes para o período de 20 anos de 1974 a 1993, citados em Rossi (1999), assinalam a ocorrência de temperatura média anual de 21°C, com médias das máximas de 30,7°C e das mínimas de 7,3°C. Os meses mais quentes vão de outubro a março e os mais frios de junho a agosto, estação menos chuvosa.

Em relação à precipitação pluviométrica, dados da década de 1960 apontam para uma variação de 2.000 a 2.500 mm na Baixada Santista (Santos, 1965; Goldenstein, 1972 *apud* Lamparelli, 1998). Para o período de 1960 a 1999 (Figura 2) os dados revelam significativa variação da média pluviométrica anual para a região de Bertioga, com índices variando de 2.400 mm a 4.600 mm por ano (AGEM, 2002). Esses dados revelam que diferentes regiões de Bertioga apresentam índices de chuva dos mais altos do país e, portanto, no Estado de São Paulo.

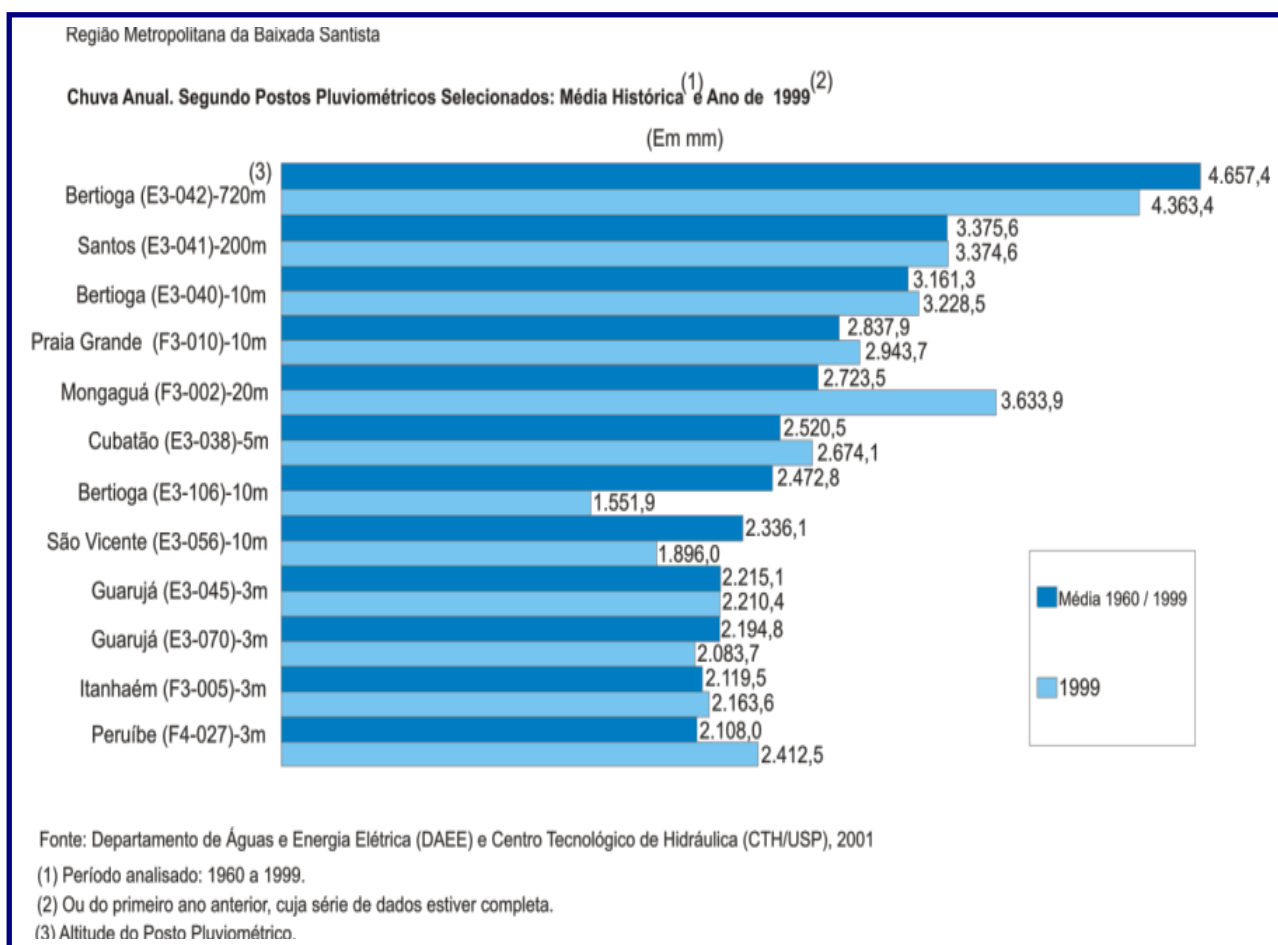


Figura 2. Distribuição de precipitação média do período de 1960 a 1999 (fonte: Emplasa 2002 apud AGEM, 2002).

A distribuição anual das chuvas indica concentração nos meses de verão (janeiro a março), enquanto que as precipitações mais baixas ocorrem no período do inverno (julho a agosto) (Santos, 1965; Goldenstein, 1972 apud Lamparelli, 1998, Rossi, 1999). Assim, as chuvas começam a aumentar na primavera alcançam seu máximo no verão, prolongando-se pelo outono, diminuindo sensivelmente no inverno.

De acordo com Rossi (1999) em Bertioga não ocorre déficit hídrico durante o ano todo, conforme mostram os gráficos de balanço hídrico (Figura 3) elaborados para a Bacia do Rio Guaratuba, a partir de três postos pluviométricos da região (dois no planalto e um na planície

costeira). Os resultados revelam que a média desses três postos atinge excedente hídrico de 1.132,9 mm, mesmo durante o inverno, quando há diminuição das chuvas.

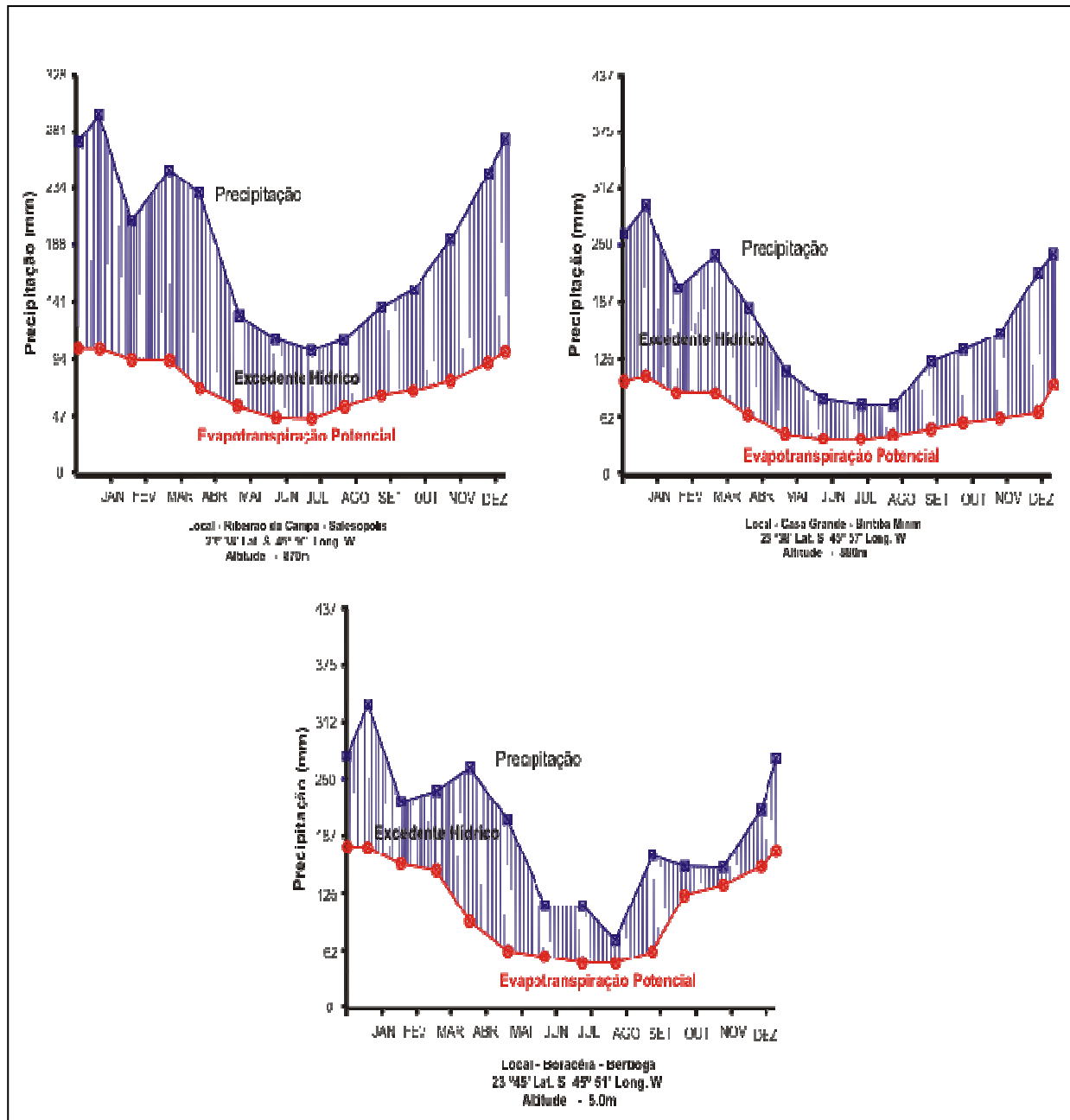


Figura 3. Balanço hídrico na Bacia do Rio Guaratuba (Rossi, 1999).

De acordo com Schroeder (1956, *apud* Rossi, 1999), na região costeira de São Paulo a distribuição das chuvas é influenciada pelos ventos marítimos saturados de umidade, atribuindo a elevada precipitação anual à ascensão orográfica da Serra e à dinâmica do ar (quando da

aproximação de frentes), com choque entre massas de ar (Monteiro, 1973 *apud* Rossi, 1999). Segundo esses autores, no litoral centro-norte do Estado, pelo fato da Serra se aproximar da orla costeira, as precipitações são mais elevadas e bem maiores que no litoral sul. As chuvas de verão são fortes, torrenciais, mas passageiras. Chuvas mais prolongadas e excessivas, que são agravadas pelas chuvas orográficas, são as que se originam em frentes frias estacionárias, quando se instalam paralelamente à linha de costa e à escarpa da Serra do Mar (Santos, 1965).

É importante salientar que em regiões onde a precipitação é elevada serão mais comuns os solos com reação ácida, uma vez que a lixiviação contínua remove as bases trocáveis do complexo coloidal dos horizontes superiores do solo, deixando em substituição íons hidrogênio (Kiehl, 1979).

3.3. Unidades Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta

3.3.1. Evolução da Planície Costeira do Estado de São Paulo

As oscilações do nível relativo do mar (NM) desempenharam importante papel na evolução das planícies costeiras (Suguio & Martin, 1976; Woodroffe, 1992; Villwock *et al.*, 2005). Em nível global, o período Quaternário foi caracterizado pela existência de várias oscilações do NM, as quais deixaram testemunhos em todo o planeta.

No Estado de São Paulo é possível encontrar registros de dois eventos de variações do NM que ocorreram ao longo do período Quaternário: evento Transgressivo-Regressivo Cananéia e evento Transgressivo-Regressivo Santos, cujos picos de oscilação positiva máxima ocorreram respectivamente, a cerca de 120.000 e 5.100 anos antes do presente (AP.) (Suguio & Martin, 1976, 1978a).

Na transgressão pleistocênica o NM atingiu $8,0 \pm 2$ m acima do nível atual, deslocando-se até o sopé da Serra do Mar. preenchendo as atuais planícies litorâneas com sedimentos marinhos.

Este evento corresponde à Penúltima Transgressão entre Bahia e Pernambuco (Bittencourt *et al.*, 1979), e ao sistema Barreira-Laguna III no Rio Grande do Sul (Villwock *et al.*, 2005), podendo ser correlacionado com o interglacial Eemiano na Europa (Shackleton *et al.*, 2003) e Sangamoniano na América do Norte (Chappell, 1983). Na evolução desse evento, provavelmente ocorreram pulsos de elevações e rebaixamentos do NM, resultando em um escalonamento de terraços marinhos com cotas inferiores rumo à linha de costa de até 5 m acima do nível atual, como na planície costeira de Caraguatatuba, no Litoral Norte (Souza, 1990).

No final do Pleistoceno, durante o último glacial (aproximadamente 17.000-18.000 A.P.), o NM deslocou-se até profundidades próximas das atuais batimétricas de -110 a -130 m (Suguio & Martin, 1978a). Com o início do estágio interglacial subsequente, o NM novamente se elevou até atingir o nível próximo ao atual há cerca de 7.000 anos AP. e $4 \pm 0,5$ m acima desse nível em 5.100anos AP., caracterizando a Transgressão Santos (Última Transgressão entre Bahia e Pernambuco e ao sistema Barreira-Laguna IV no Rio Grande do Sul). Após esse máximo, novo evento regressivo se instala, seguido de pequenas oscilações e dando origem aos terraços marinhos e cordões litorâneos holocênicos presentes nas planícies costeiras paulistas. Datações por radiocarbono realizadas por Suguio & Martin (1978a) em depósitos marinhos holocênicos próximos ao núcleo urbano de Bertioga revelaram que, além do máximo transgressivo de 5.100 anos AP. ($4 \pm 0,5$ m), outro máximo menor ocorreu por volta de 3.600 AP., com nível de 3 m.

Os depósitos de idade pleistocênica associados ao evento Transgressivo-Regressivo de 120.000 anos são denominados de Formação Cananéia, enquanto que os de idade holocênica a atual são incluídos na Formação Ilha Comprida (Suguio & Martin, 1976, 1978a).

Em Iguape ocorrem ainda restos de terraços marinhos alçados de cerca de 13 m acima do NM atual, que foram correlacionados por Suguio & Martin (1994) à Barreira II do Rio Grande do Sul, de cerca de 123.000 anos AP. Esses testemunhos mais antigos receberam a denominação de

Formação Morro do Icapara. Até o momento não foram descritos testemunhos semelhantes em outras partes do litoral paulista.

A Figura 4 mostra o modelo evolutivo proposto por Suguio & Martin (1976) para a planície costeira de Caraguatatuba.

Conforme será visto no próximo item, à luz dos dados disponíveis atualmente para Bertioga (Souza, 2007), este modelo se aproxima daquele que se imagina para essa planície costeira.

3.3.2. Geologia e Geomorfologia de Planície Costeira e Baixa Encosta em Bertioga

Os primeiros estudos sobre as unidades quaternárias de planície e baixa encosta em Bertioga são da década de 1970, com os mapeamentos de Suguio & Martin (1978b), em escala 1:100.000. Segundo esses autores, na planície costeira predominam depósitos holocênicos de várias origens, ocorrendo remanescentes de terraços marinhos pleistocênicos apenas nas proximidades do Rio Itapanhaú.

Levantamentos recentes realizados para o Projeto SIIGAL – Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, Aplicado ao Gerenciamento Costeiro – por Souza (2007) revelaram que a distribuição das unidades quaternárias é bem mais complexa e heterogênea (Figura 5).

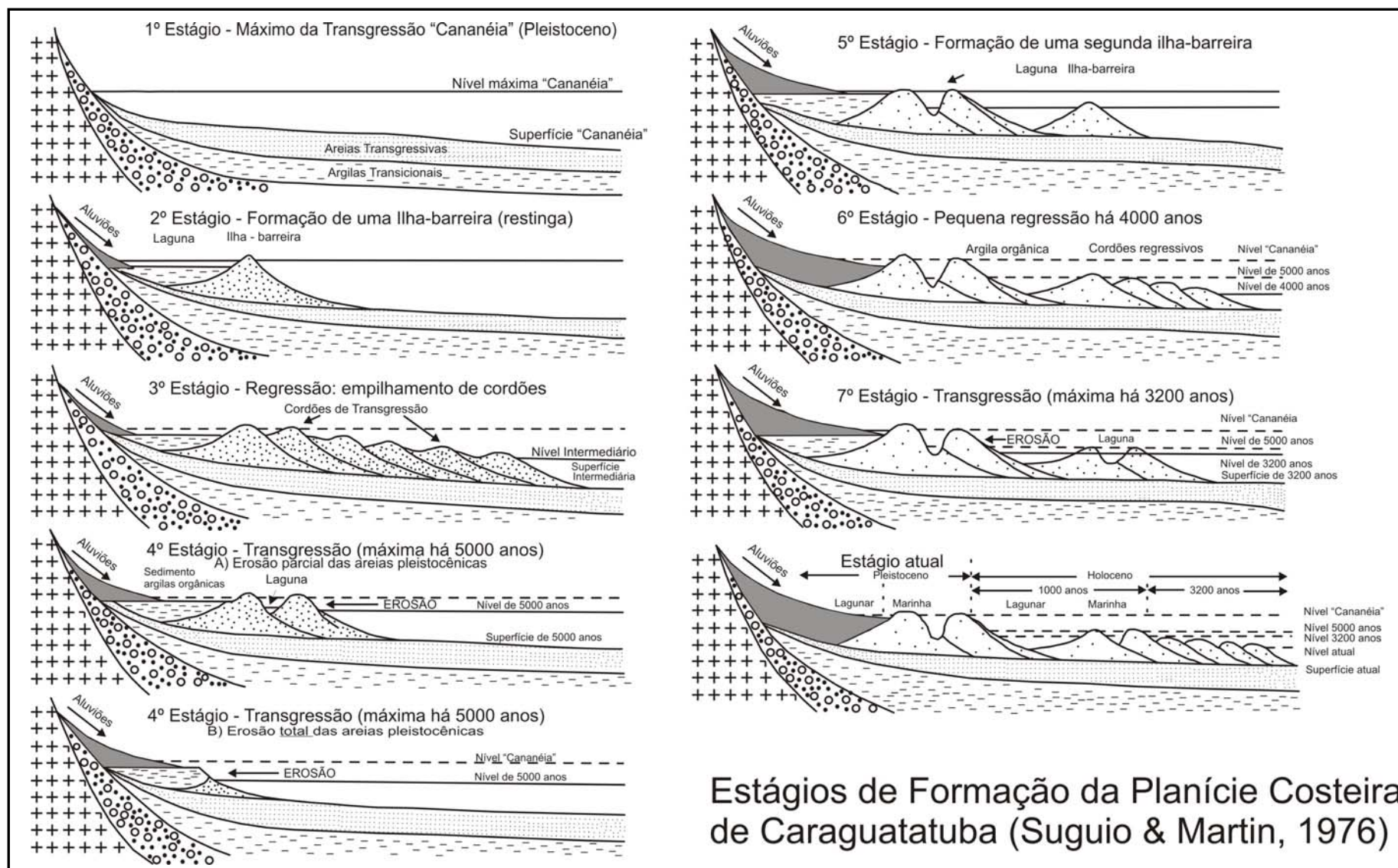


Figura 4. Modelo evolutivo da planície costeira de Caraguatatuba (Suguio & Martin, 1976).

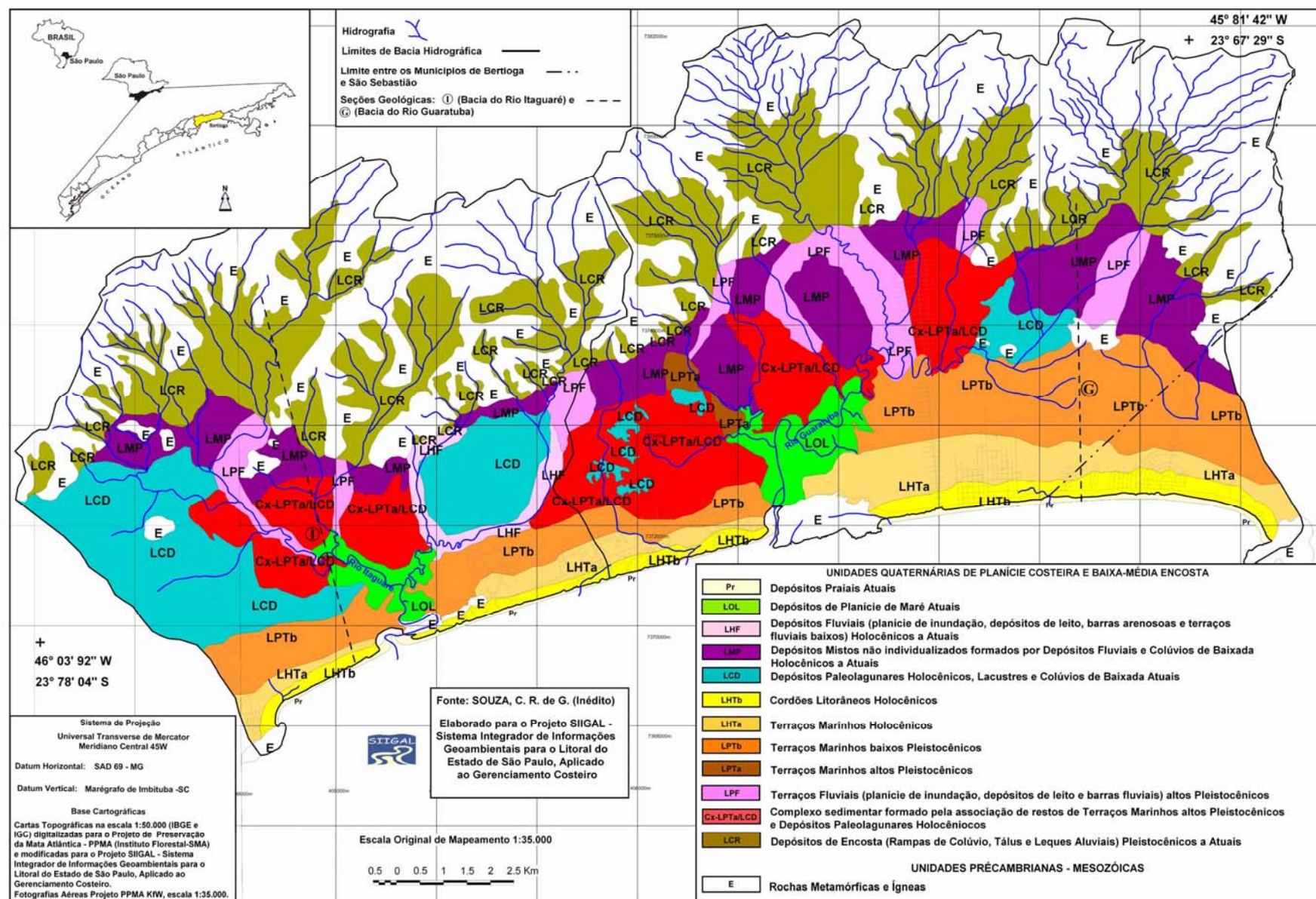


Figura 5. Mapa de Unidades Geológicas Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta das Bacias dos Rios Itaguapé e Guaratuba (Souza, 2007).

Segundo Souza (2007), nas bacias dos Rios Guaratuba e Itaguapé são encontrados nove tipos de ambientes ou unidades sedimentares quaternárias (UQ), da linha de costa em direção à Serra do Mar: praias atuais (**Pr**); planícies de maré atuais (**LOL**); cordões litorâneos e terraços marinhos holocênicos (**LHTb e LHTa**); terraços marinhos pleistocênicos (**LPTb e LPTa**); paleolagunas holocênicas (**LCD**); terraços fluviais e planícies de inundação holocênicos a atuais (**LHF**); terraços fluviais e planícies de inundação provavelmente pleistocênicos (**LPF**); ambientes de sedimentação mista com depósitos fluviais e colúvios de baixada (**LMP**); e ambientes de baixa encosta (**LCR**). Nesse mapa é mostrado ainda um outro tipo de unidade quaternária denominada **Cx-LPTa/LCD**, que corresponde a uma associação entre **LPTa** e **LCD**, em geral não individualizadas na escala de mapeamento.

A nomenclatura utilizada na denominação das UQ segue as denominações do Projeto SIIGAL, onde: a primeira letra (L = planície litorânea) está associada ao compartimento geológico-geomorfológico regional constituído pela planície costeira e a baixa encosta; a segunda indica alguma informação geológica, como idade (H = holocênica; P = pleistocênica) ou o tipo litológico (ex: M = mistos; C = colúvios); e a terceira letra está associada a uma informação geomorfológica (ex: T = terraço; P = planície; R = rampa).

- **Pr** – depósitos de areias muito finas a finas em praias atuais de estado morfodinâmico intermediário a dissipativo de alta energia.
- **LOL** – depósitos pelítico-arenosos de planícies de maré atuais.
- **LHTa e LHTb** – duas gerações de depósitos arenosos (areias finas e muito finas) marinhos que apresentam feições de cordões litorâneos e terraços marinhos mais baixos, podendo apresentar depósitos eólicos no topo. A primeira geração (LHTa) é mais elevada (cotas entre 3 e 4 m acima do nível do mar atual), mais antiga e encontra-se mais afastada da linha de costa (distal), formando terraços amplos que não preservam a morfologia de topo em forma de cordões litorâneos, ou ela é tênue. A segunda geração (LHTb) é mais baixa (cotas entre 1,5 a 2,5 m), mais jovem e bem

próxima da linha de costa atual (frontal) e preserva a morfologia de cordões litorâneos. Ambas foram geradas durante o evento Transgressivo-Regressivo Santos. A segunda geração seria atribuída à regressão marinha subsequente à pequena transgressão ocorrida por volta de 3.600 anos A.P.

- **LPTa e LPTb** - duas gerações de depósitos arenosos (areias finas e muito finas) marinhos que apresentam feições de terraços marinhos mais elevados que os holocênicos, podendo apresentar depósitos eólicos no topo. A primeira geração (LPTa) é mais elevada (cotas entre 7 e 13 m acima do nível do mar), mais antiga e encontra-se mais afastada da linha de costa (distal), formando elevações altas e irregulares, às vezes isoladas, mas que por vezes podem se prolongar lateralmente para terraços amplos mas não muito extensos. São restos de terraços marinhos bastante erodidos e elevados, que ocorrem sempre em associação com depressões paleolagunares holocênicas (LCD), formando mosaicos distribuídos pelas duas bacias. Essa associação define um complexo de difícil individualização das litologias mesmo em fotografias aéreas de escala 1:25.000, denominado de **Cx-LPTa/LCD**. A segunda geração é mais baixa (cotas entre 5 e 7 m), mais jovem e mais próxima à linha de costa (frontal), ocorrendo de forma mais contínua como amplos terraços marinhos de extensão lateral praticamente contínua em toda a área de estudo. Ambas as gerações desses terraços marinhos têm idade pleistocênica. A segunda geração é correlata ao evento Transgressivo-Regressivo Cananéia. No entanto, as características da primeira geração sugerem que esses terraços podem ser mais antigos que 120.000 anos A.P. (amostras desses sedimentos foram coletadas e enviadas para datação por termoluminescência, cujos resultados estão sendo aguardados).
- **LPF** – constituem terraços fluviais antigos e alçados (cotas entre 7 e 10 m), formados por depósitos de planície de inundação (areias finas a pelitos), leito e barras (areias grossas a cascalhos). Estão presentes nas porções distais da planície costeira, sempre

seguindo as áreas mais elevadas dos rios principais na planície costeira, caracterizadas pela ocorrência de canais longos e paralelos entre si. Em geral entremeiam os LPTa, estando em cotas similares aos mesmos. Devem representar depósitos reliquiais de ambientes fluviais provavelmente formados durante o Pleistoceno.

- **LHF** – são os depósitos fluviais (aluviais) de idade holocênica a atual (ambientes ainda em atividade), constituídos de sedimentos de planície de inundação (areias finas a pelitos), leito e barras (areias grossas a cascalhos). Embora esses depósitos devam estar presentes em toda a área de estudo, na escala deste mapeamento foram individualizados apenas na Bacia do Rio Itaguaré.
- **LCD** – depósitos que ocupam depressões formadas por paleolagunas ativas durante o evento Transgressivo-Regressivo Santos, hoje preenchidas por sedimentos pelíticos (argilo-siltosos e orgânicos) de origem lagunar e lacustre, ora soterrados por colúvios de baixada atuais (sedimentos pelítico-arenosos provenientes das encostas que são carregados pelos rios para a planície costeira e ficam aprisionados nessas depressões). Como essas áreas são entrecortadas por pequenos canais fluviais, os depósitos podem estar localmente associados com sedimentos aluvionares atuais. Ocorrem no meio e ao fundo das planícies costeiras, isoladamente ou associados aos LPTa, formando planícies onde o lençol freático é aflorante.
- **LMP** – constituem uma associação não individualizada de depósitos fluviais (aluviais) e colúvios de baixada holocênicos a atuais, recobrando as porções mais distais e planas da planície costeira, junto às encostas da Serra do Mar. É caracterizada pela ocorrência de inúmeros e pequenos canais de drenagem, marcando uma malha divagante. O lençol freático é sazonalmente aflorante.
- **LCR** – englobam os depósitos de baixa encosta como rampas de colúvio, tálus e leques aluviais de idade pleistocênica a atual. Assim, são constituídos de sedimentos com ampla variação granulométrica, desde argilas até matacões.

3.4. Vegetação

A palavra “**Restinga**” é de origem espanhola (século XV) e de significado polissêmico, pois apresenta várias definições, entre elas a geológica-geomorfológica, a botânica e a ecológica (Suguio, 1992). No sentido geológico-geomorfológico é referida a barras ou barreiras de natureza arenosa, especialmente quando essas feições fecham lagunas costeiras. O termo “vegetação de restinga”, com o passar dos anos, passou a se referir às diversas comunidades associadas a: praias, dunas, cordões arenosos, depressões entrecordões, margens de lagoas e até manguezais (Lacerda *et al.*, 1982).

Tamanha diversidade de usos para a palavra “restinga” tem gerado problemas de entendimento, até mesmo entre os biólogos e os ecólogos, pois associações idênticas têm sido chamadas de modo diferente.

Os diferentes tipos de vegetação ocorrentes nas “restingas” brasileiras variam desde formações herbáceas, passando por formações arbustivas, abertas ou fechadas, chegando a florestas cujo dossel varia em altura, geralmente não ultrapassando os 20m (Fundação BIO RIO, 1999). Na “vegetação de restinga” a transição de formações herbáceas para o porte de mata é gradativa, e caracterizada pelo desaparecimento da vegetação de cobertura do solo, representada principalmente por grandes Bromeliáceas e líquens, ao mesmo tempo em que a camada de folheto e húmus se tornam mais espessa e começam a regredir as espécies com caracteres xerofíticos. O estrato arbóreo na “mata de restinga” apresenta-se mais baixo que o da mata de encosta com a qual faz limite, evidenciando-se um aumento do porte das árvores, também gradativo, ao longo da zona de transição que se estabelece entre as duas formações florestais (De Grande & Lopes, 1981).

Em muitas áreas de restinga da costa Sul e Sudeste brasileira ocorrem períodos mais ou menos prolongados de inundação do solo, fator que tem grande influência na distribuição de algumas formações vegetacionais. A periodicidade com que ocorre o encharcamento e a sua respectiva duração são decorrentes principalmente da topografia do terreno, da

profundidade do lençol freático e da proximidade de corpos d'água (rios ou lagoas), produzindo em muitos casos um mosaico de formações inundáveis e não inundáveis, com fisionomias variadas, o que até certo ponto justifica o nome de "complexo" que é empregado para designar as restingas. É neste complexo que se formam as variações florísticas e fisionômicas observadas nesta vegetação e que ocorrem em uma escala espacial relativamente pequena, dificultando, assim, o mapeamento em separado das suas respectivas tipologias (Reis-Duarte, 2004).

Seguindo a tendência de reconhecer o solo como um fator condicionador importante na vegetação litorânea e procurando adequar a classificação da vegetação brasileira a um sistema internacional, durante os anos 70-80 a equipe do projeto Radam, posteriormente Radambrasil, realizou diferentes tentativas de classificação fitogeográfica do espaço brasileiro. No sistema internacional (Veloso *et al.*, 1991 e IBGE, 1992) as planícies litorâneas incluem áreas representativas de diferentes unidades fitoecológicas, como a Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas (região da Floresta Ombrófila Densa) e as formações Pioneiras com influência Marinha, Flúvio-marinha ou Fluvial/lacustre (sistemas edáficos de primeira ocupação). O reconhecimento de uma unidade fitogeográfica ou fitoecológica para a região litorânea brasileira é evidente entre os diferentes autores que se dedicaram ao estudo da fitogeografia brasileira, muito embora a denominação empregada (para designar a vegetação litorânea, ou para diferenciar as suas fitofisionomias) seja bastante diversa e, em alguns casos, um tanto confusa. (FUNDAÇÃO BIO RIO, 1999).

Visando regulamentar os artigos 4º e 6º do Decreto Federal nº. 750/1993, surge então a Resolução CONAMA nº. 07/1996, constituindo um marco na compilação de informação e no entendimento para designar as diferentes fitofisionomias de vegetação de planície costeira (ou "vegetação de restinga") no Estado de São Paulo. Esta Resolução, além de definir os termos (hoje padrão) que denomina cada fitofisionomia caracteriza ou regulamenta a vegetação de planície costeira, em processos de uso do solo, licenciamento e fiscalização, pois

estabelece os parâmetros básicos para a análise dos estágios de sucessão. No preâmbulo da Resolução CONAMA 07/1996, “**vegetação de restinga**” é um termo que generaliza e traz ao entendimento o conjunto das comunidades vegetais distribuídas em mosaicos desde a linha de costa até a da Serra do Mar. Por esse motivo e também pelas confusões que o emprego do termo restinga pode trazer, Souza (2006) propôs a denominação de “vegetação de planície costeira e baixa-média encosta” para o conjunto das nove fitofisionomias então descritas na forma da Lei e assim distintas: Praias e Dunas, Escrube, Entre Cordões Arenosos, Floresta Baixa de Restinga, Floresta Alta de Restinga, Brejo de Restinga, Floresta Paludosa, Turfeira ou Paludosa sobre Substrato Turfosos e Floresta de Transição Restinga-Encosta.

Alguns estudos que se sucederam à Resolução CONAMA nº 07/1996 passaram a aplicar a denominação prevista em lei (exceto Rossi, 1999); mas Girardi (2001), Souza *et al.* (1997), Sugiyama (1998), Carrasco (2003) e Souza (2006) e todos merecem destaque.

Souza *et al.* (1997) estabeleceram uma correlação entre os tipos de substratos geológicos quaternários e os diferentes tipos de fisionomias de “vegetação de restinga” descritos na Resolução CONAMA nº 07/1996, para cada um dos sete setores morfodinâmicos que englobam o litoral paulista (definidos por Souza & Suguio, 1996 *apud* Souza *et al.*, 1997), conforme mostra a Figura 6.

Sugiyama (1998) estudou duas formações de Floresta de Restinga (Alta e Baixa) na Ilha do Cardoso e verificou que as características fisionômicas estão relacionadas às condições ambientais, notadamente o maior ou menor acúmulo de matéria orgânica. De acordo com a autora, as condições do solo refletem-se na vegetação, imprimindo características tais como: escleromorfismo, nanismo, pequena diversidade específica e sistema radicular superficial.

Rossi (1999) mapeou a vegetação de encosta (clímax climático) e de planície costeira (clímax edáfico) na Bacia do Rio Guaratuba (escala 1:100.000). Identificou 16 unidades de cobertura vegetal, sendo 7 unidades do Complexo da Restinga: mata alta (20m) com copas

emergentes transição mata de encosta e restinga, mata aluvial alta a média (20 a 15m) sem copas emergentes, mata higrófila alta a média (20 a 15m), mata higrófila média (15m) com copas emergentes adensada, mata ciliar higrófila (várzea) média a alta (15 a 20m.), mata arbórea/arbustiva média baixa (10 a 15 m.), mata hidrófila (15m.) sem copas emergentes (caxetal).

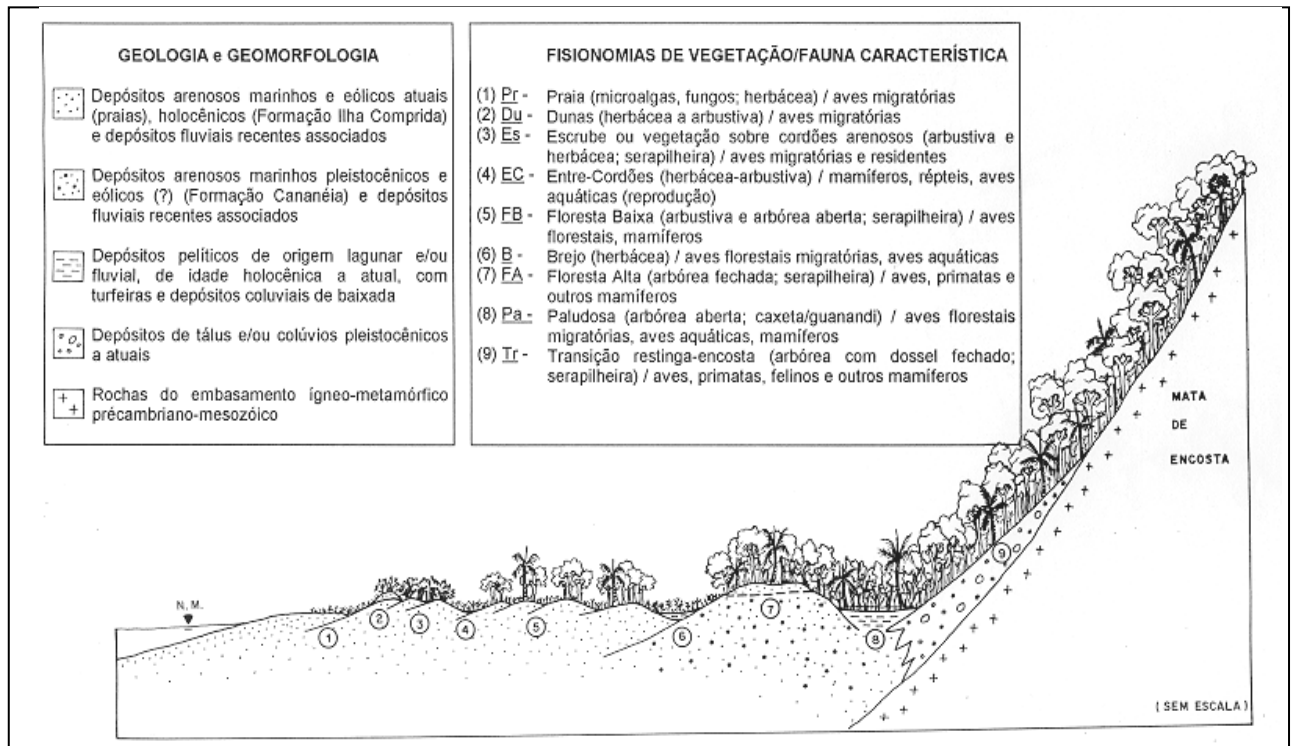


Figura 6. Seção-tipo esquemática de distribuição do substrato geológico e das fisionomias de “vegetação de restinga” associadas, para o litoral paulista (fonte: Souza *et al.*, 1997).

Girardi (2001) efetuou um levantamento sobre a evolução do uso do solo na Bacia do Itaguapé (Bertioga), utilizando fotografias aéreas de vários anos e escalas e imagem de satélite Landsat -5 TM (escala 1:100.000), comparando os dois tipos. Estabeleceu uma classificação da vegetação utilizando alguns atributos como: altura, dossel, grau de homogeneidade das copas, tipo de sedimento associado e alteração da vegetação.

Carrasco (2003), estudando a produção de mudas de espécies florestais para a recuperação de áreas degradadas na Ilha Comprida, concluiu que a variabilidade da

fisionomia das florestas de restinga é muito grande, ou seja, não existem florestas iguais. Por outro lado, Silva (2006), estudando um trecho de Floresta Alta de Restinga também na Ilha Comprida e para fins de recuperação ambiental, observou que muitas das plantas identificadas ali também ocorrem em outros tipos de formações florestais do litoral paulista. Assim, como ocorre diminuição da similaridade devido ao gradiente latitudinal, o autor alerta que essas espécies não podem ser utilizadas indiscriminadamente para a recuperação de áreas degradadas.

No âmbito do Projeto SIIGAL - Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, Aplicado ao Gerenciamento Costeiro (Souza, 2003/2004, 2005a) foram efetuados vários mapeamentos em escala 1:50.000, entre eles o “Mapa de Vegetação Nativa e Estados de Alteração” (Souza, 2006; Figura 7). Para a elaboração desse mapa foram considerados parâmetros que constam em vários instrumentos legais, a saber: Decreto Federal nº 750/1993; Resolução CONAMA nº 10/1993; e Resolução CONAMA nº 07/1996. Os autores encontraram associações marcantes entre os vários tipos de substrato geológico quaternário e as diversas fisionomias de vegetação, conforme mostra a Tabela 1. Esses trabalhos foram a inspiração e a base para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Merecem ainda destaque as recentes publicações de dois manuais para identificação de espécies de “vegetação de restinga”: um na parcela permanente da Ilha do Cardoso (Sampaio *et al.*, 2005) e o para o litoral paulista editado pelo Departamento Estadual de Recursos Naturais da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – DEPRN-SMA/SP (Couto, 2005), esta última entendendo a “vegetação de restinga” como aquela que recobre a planície costeira exceto manguezal.

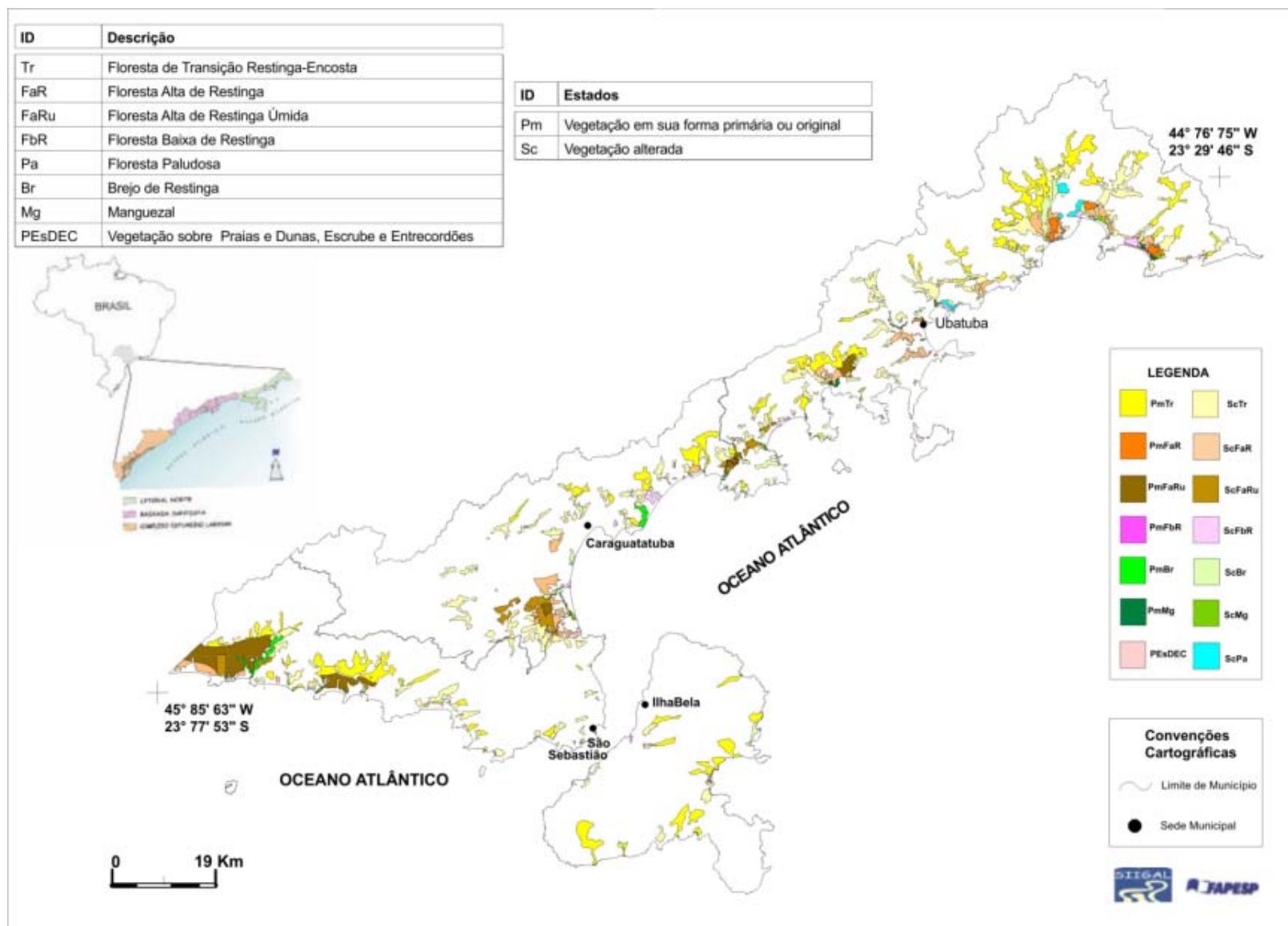


Figura 7. Mapa de Vegetação Nativa e Estados de Alteração do Litoral Norte de São Paulo (fonte: Souza, 2006).

Tabela 1. Associação entre a vegetação de planície costeira e baixa encosta e o substrato sedimentar quaternário (fonte: modificado de Souza, 2006).

VEGETAÇÃO DE PLANÍCIE COSTEIRA E BAIXA ENCOSTA	CARACTERÍSTICAS DO SUBSTRATO
Floresta de Transição Restinga-Encosta (Tr)	Terrenos LCR (depósitos de encosta) e LMP distais (depósitos mistos indivisos: fluviais e colúvios de baixada).
Floresta Alta de Restinga Úmida (FaRu)	Terrenos LCD (depósitos de paleolagunas holocênicas rasas, aflorantes ou recobertas por colúvios de baixada) e LMP pouco drenados (muito úmidos).
Floresta Alta de Restinga (FaR)	Terrenos LPT (terraços marinhos pleistocênicos) e LHT (terraços marinhos holocênicos) distais (mais antigos).
Floresta Baixa de Restinga (FbR)	Terrenos LHT e raramente LPT frontais (mais jovens).
Floresta Paludosa (Pa)	Terrenos LCD (paleolagunas mais profundas) e, eventualmente, LMP pouco drenados (muito úmidos).
Brejo de Restinga (Br)	Terrenos LFT (depósitos fluviais), em geral onde há desenvolvimento de planície de inundação.
Manguezal (Mg)	Terrenos LOL (planície de maré atual).
Vegetação sobre Praias, Escrube, Dunas e Entre-Cordões (PEsDEC)	Terrenos LHT frontais (faixas estreitas que podem estar recobertas por depósitos eólicos holocênicos a atuais) e terrenos Pr (praias arenosas).

De acordo com Lopes (2007), na área de estudo foram então encontradas sete fitofisionomias de vegetação de planície costeira e baixa encosta (Figura 8). Trata-se da mesma denominação empregada pelo projeto SIIGAL (com base na Resolução CONAMA nº 07/1996). Assim como no Litoral Norte, em Bertioga foi encontrada a Floresta Alta de Restinga Úmida (FaRu), fisionomia ainda não descrita naquela Resolução. Outra fisionomia nova encontrada foi a Floresta Aluvial (FAL).

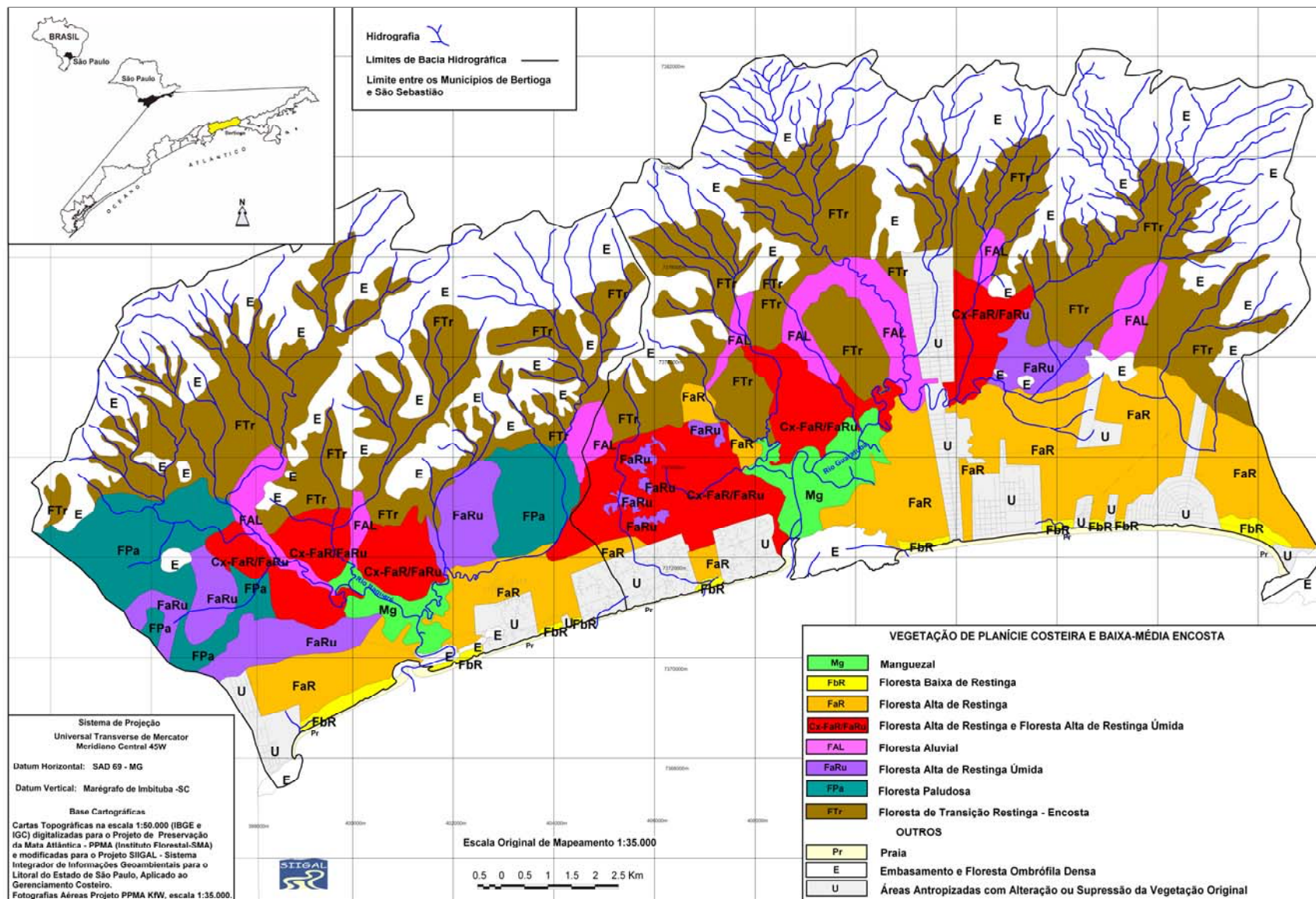


Figura 8. Mapa de Vegetação de Planície Costeira e Baixa Encosta das Bacias dos Rios Itaguapé e Guaratuba (Lopes, 2007).

3.5. Solos

Até meados da década de 1960, referências sobre os solos do litoral eram bastante vagas, sendo genericamente denominados de solos de baixada litorânea. Estudando os diferentes tipos de sedimentos (arenosos das praias e terraços; sedimentos finos dos mangues e antigos mangues; sedimentos dos vales aluviais), Queiroz Neto & Küpper (1965) identificaram os seguintes tipos de solos: Podzol Hidromórfico, Glei Pouco Húmico, Aluvião Argilosos, Aluvião não Argilosos, Latossol, Litossol e Orgânicos. Destacam que os solos orgânicos apresentam baixa fertilidade e acidez elevada e os podzóis hidromórficos também aparecem como muito pobres, com teores muito baixos de bases e elevada acidez.

Na década de 1980, surgem os levantamentos de solos do litoral brasileiro no âmbito do Projeto Radambrasil (1983), na escala 1:1.000.000. Os tipos de solo encontrados nas planícies costeiras e baixas encostas (letras minúsculas) e as suas denominações atuais segundo a Classificação do Sistema Brasileiro (indicadas em letras maiúsculas segundo as normas de classificação), são as seguintes: Podzóis – ESPODOSSOLOS; Hidromórficos – GLEISSOLOS; Solonchacks - GLEISSOLOS HÁPLICOS e SÁLICOS; Regossolos e Areias Quartzosas Marinhas - NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS; e Orgânicos - ORGANOSSOLOS.

O Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et al.*, 1999), publicado no âmbito da Classificação Brasileira de Solos (Embrapa, 1999; legenda expandida), na escala 1:500.000, aponta para o município de Bertioga uma única associação de solos de planície costeira (Figura 9): Associação Es1 – ESPODOSOLOS FERROCÁRBICOS órticos A proeminente e A moderado, textura arenosa + NEOLOSSOLOS QUARTZARÊNICO órticos distróficos A moderados, ambos em relevo plano.

Segundo Oliveira *et al.* (1999), esses levantamentos tiveram um caráter descritivo e de reconhecimento das principais classes e sua relação com a paisagem costeira. Nas áreas em que a agricultura tem alguma expressão, como no Litoral Sul, os solos foram mais estudados

em níveis de detalhe e semi-detalhe, com a finalidade de melhor manejá-los. Entretanto, pelo nível de conhecimento geológico das planícies costeiras paulistas existente à época, com mapas em escala de 1:100.000 pelos menos (e.g. Suguio & Martin, 1978), e o conhecimento das nítidas relações entre os sedimentos costeiros e seus solos, percebe-se que o mapa apresentado é bastante pobre.

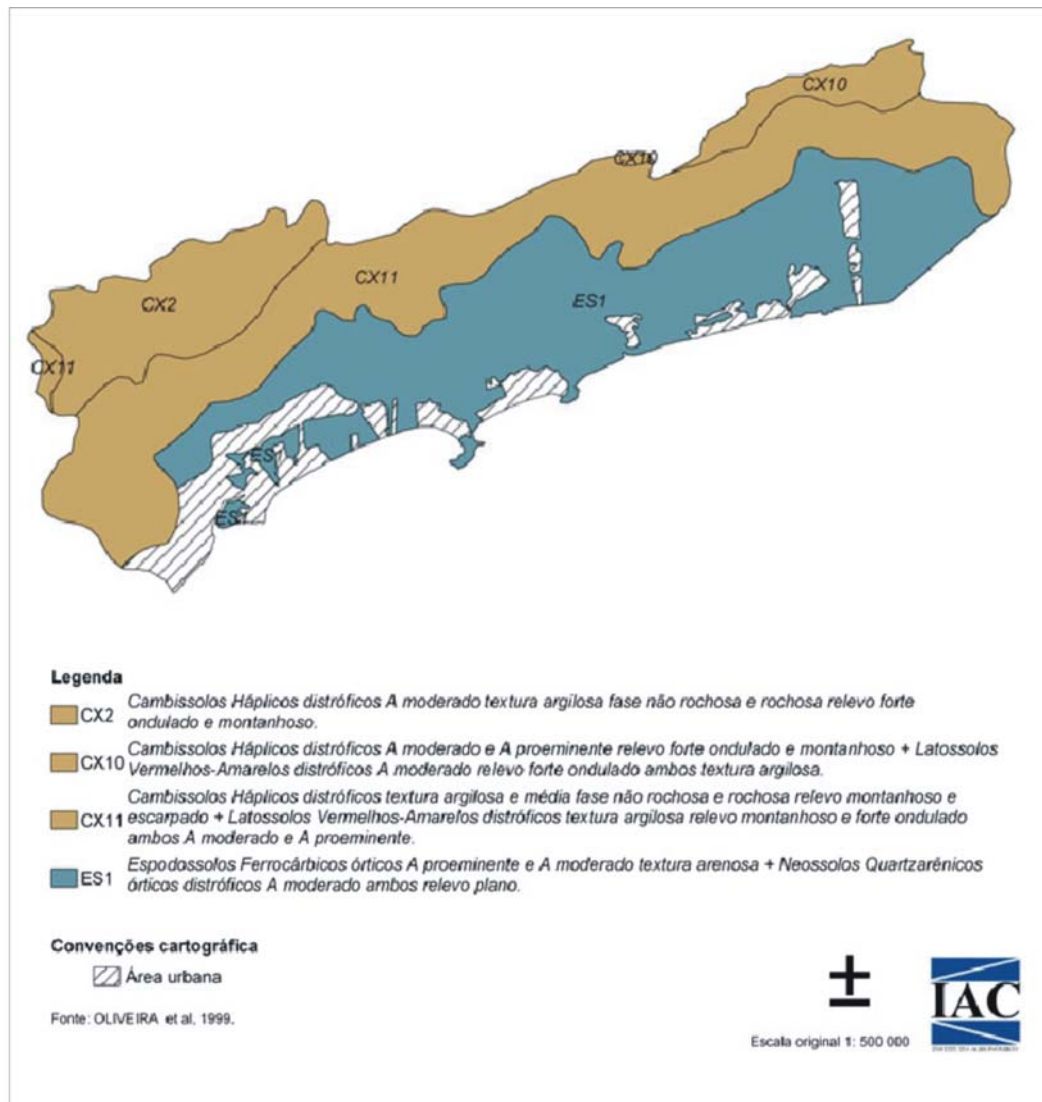


Figura 9. Mapa de Solos de Bertioga segundo Oliveira et al. (1999).

Rossi (1999), em seus estudos sobre fatores formadores da paisagem litorânea (planície litorânea, encosta e planalto) na Bacia do Rio Guaratuba (Bertioga), estabeleceu relações entre as características dos meios físico, biótico e antrópico (geologia, drenagem, solos, clima, vegetação e uso da terra). Concluiu que a evolução e o desenvolvimento dos solos, por meio de sua composição físico-química, profundidade de alteração e maior ou menor presença de água no perfil, refletem diretamente nas formações vegetais. Afirmou ainda que os principais fatores atuantes no desenvolvimento das paisagens da planície litorânea são: a drenagem (pelo lençol de água aflorante ou sub-aflorante) e as formas de relevo, aliados à composição dos sedimentos e ao constante fornecimento de matéria orgânica, que condicionam a formação e a evolução dos solos (Podzol, Orgânico e Glei) e, conseqüentemente, a instalação da cobertura vegetal especializada. O autor elaborou um Mapa de Solos (escala 1:50.000) (Figura 10), detalhando-os através de toposseqüências. Os tipos de solos encontrados também estão intimamente relacionados ao material geológico. A constituição geral da planície litorânea mostra seqüências de deposição arenosa marinha, sedimentos continentais e material orgânico, que imprimem desenvolvimentos pedológicos aparentemente independentes e indicam seqüências cronológicas de formação.

Outros estudos no litoral paulista que apresentaram contribuições relevantes quanto às relações entre solos, vegetação e substrato geológico são: Pinto (1998), Casagrande *et al.* (2002), Reis-Duarte *et al.*, (2003), Reis-Duarte (2004), Silva (2006).

Pinto (1998) relacionou a influência de fatores edáficos na estrutura da vegetação em áreas de Mata Atlântica (encosta e “restinga”) na Ilha do Cardoso, concluindo que quanto menor a fertilidade e o teor de argila, maior o adensamento da formação vegetal. Além disso, alertou que a recuperação e o manejo da vegetação dependem da manutenção ou recuperação das condições edáficas originais.

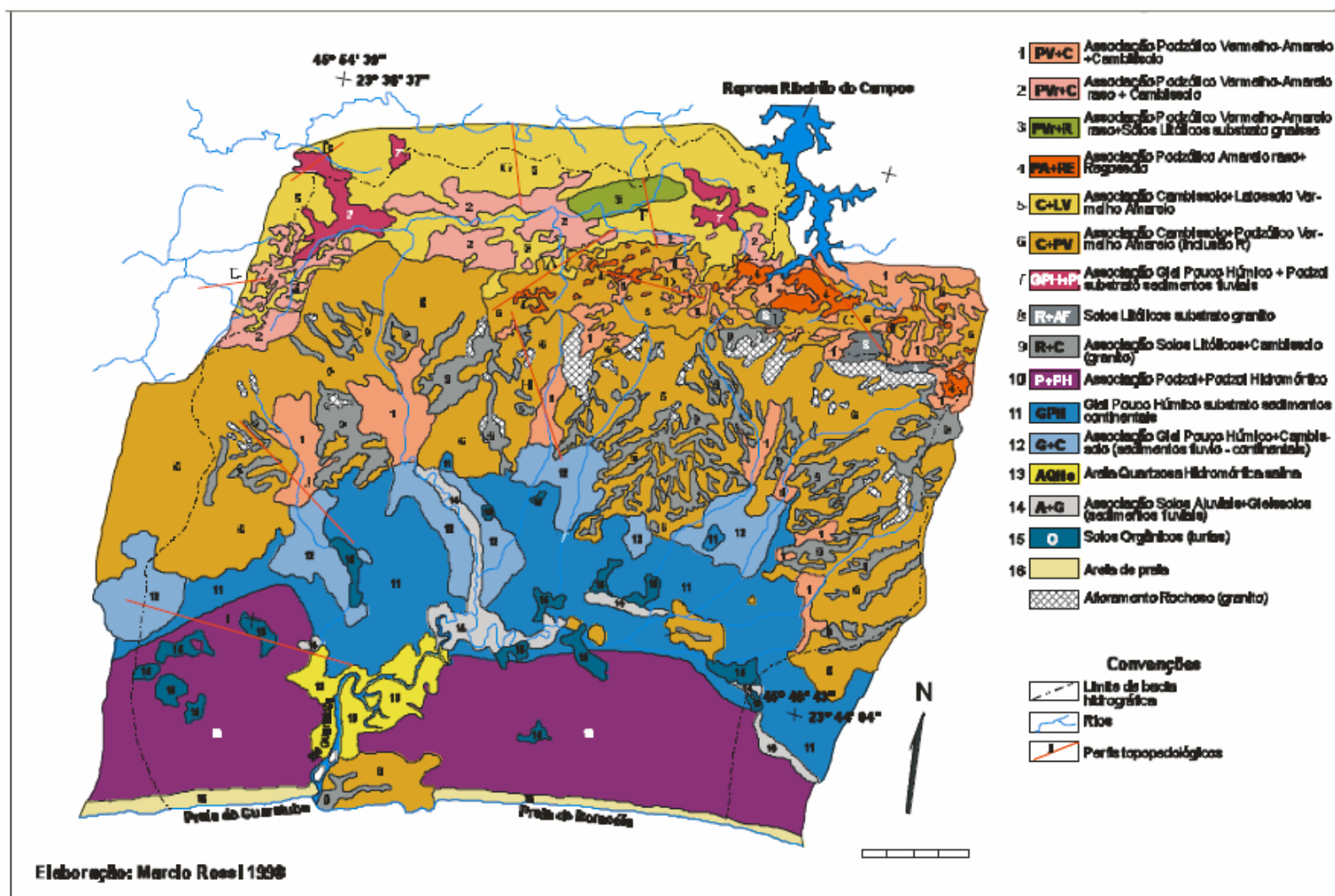


Figura 10. Mapa de Solos da Bacia do Rio Guaratuba segundo Rossi (1999).

Casagrande *et al.* (2002, 2003), Reis-Duarte *et al.* (2003) e Reis-Duarte (2004) identificaram alguns aspectos associados às relações entre Florestas Alta e Baixa de Restinga e as características pedológicas do substrato na Ilha Anchieta (Ubatuba). Encontraram índices semelhantes de fertilidade para ambas as fisionomias, concluindo que as diferenças de vegetação estariam associadas mais ao regime hídrico do que à fertilidade. A análise dos parâmetros de Fertilidade das seis fisionomias da Restinga, a cada 20 cm até 1,0m e a cada 5,0 cm até 20 cm de profundidade, mostrou que são de elevada acidez, com valores de pH (CaCl₂) variando de 3,4 a 4,4. Resultados semelhantes foram obtidos por Moraes (1993), Sugiyama (1993), Pinto (1998), Guedes e Silva (2004) e Carrasco (2003). Concluíram também que a alta concentração de alumínio no solo limita o desenvolvimento do sistema radicular e, assim, reduz o desenvolvimento de raízes. Cabe ressaltar ainda que Reis-Duarte (2004) adicionou à classificação das florestas o caráter de não inundável, sazonalmente inundável e permanentemente alagado.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste item são apresentadas as principais etapas de desenvolvimento da pesquisa, aqui denominadas de trabalhos de escritório, trabalhos de campo, trabalhos de laboratório e forma de análise dos dados.

Partiu-se de mapeamentos prévios efetuados para a área de estudo, que incluem o Mapa de Unidades Geológicas Quaternárias de Planície Costeira e Baixa Encosta de Souza (2007), apresentado na Figura 5 (item 3.3.2), e o Mapa de Vegetação de Planície Costeira e Baixa Encosta de Lopes (2007), apresentado na Figura 8 (item 3.4).

A Figura 11 exhibe a sobreposição desses dois mapas em uma base topográfica sobre mosaico de fotografias aéreas georreferenciadas em escala 1:35.000 (sobrevôo de 2001). Os polígonos resultantes da intersecção dos dois mapas representam associações importantes do tipo “Unidade Quaternária/Vegetação” (“UQ/Vegetação”) que constituíram a base para os levantamentos de solo realizados nesta pesquisa, como expresso na Tabela 2.

4.1. Trabalhos de Escritório

Os trabalhos de escritório envolveram principalmente as atividades descritas a seguir.

- Pesquisa bibliográfica sobre os principais temas da pesquisa: geologia e geomorfologia de unidades quaternárias do litoral paulista; solos, fertilidade e pedologia; “vegetação de restinga”; procedimentos de laboratórios de sedimentos e de solos; procedimentos de campo em abordagens pedológicas, geológicas e geomorfológicas;

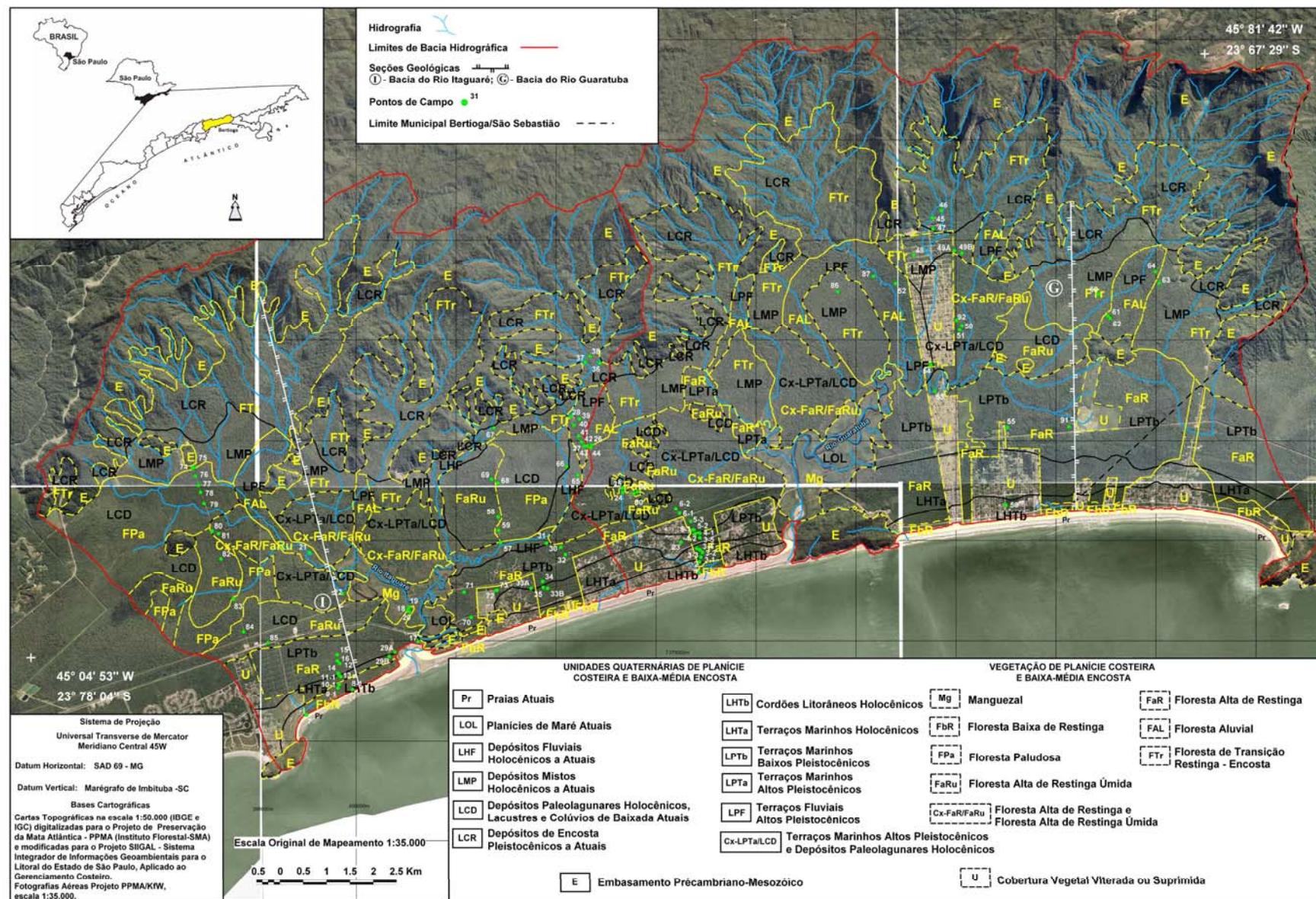


Figura 11. Sobreposição dos mapas de Unidades Geológicas Quaternárias (Souza, 2007) e de Vegetação de Planície Costeira e Baixa Encosta (Lopes (2007) sobre fotografias aéreas de escala 1:35.000 (vôo de 2001) e localização dos pontos de investigação e controle.

Tabela 2. Associações possíveis entre as Unidades Quaternárias e as Formações Florestais de planície costeira e baixa encosta encontradas nas bacias dos Rios Itaguapé e Guaratuba (modificado de Lopes, 2007).

UNIDADES QUATERNÁRIAS	VEGETAÇÃO DE PLANÍCIE COSTEIRA E BAIXA ENCOSTA
Depósitos Fluviais Holocênicos a Atuais - LHF	Floresta de Transição Restinga-Encosta - FTr
	Floresta Paludosa - FPa
	Floresta Alta de Restinga Úmida - FaRu
	Floresta Alta de Restinga - FaR
Depósitos Mistos (Fluviais e Colúvios de Baixada) Holocênicos a Atuais - LMP	FTr
	FaRu
Depósitos Paleolagunares, Lacustres e Colúvios de Baixada Holocênicos a Atuais - LCD	FaRu
	FPa
Terraços Marinheiros Pleistocênicos Altos - LPTa	FaR
Terraços Marinheiros Pleistocênicos Baixos - LPTb	FaR
Terraços Marinheiros Holocênicos Altos - LHTa	FaR
Cordões Litorâneos Holocênicos LHTb	Floresta Baixa de Restinga - FbR
Depósitos Fluviais Pleistocênicos - LFP	Floresta Aluvial - FAL
Depósitos de Encosta Pleistocênicos a Atuais - LCR	FTr

- Trabalhos de re-fotointerpretação: foram utilizadas fotografias aéreas de escala 1:35.000 (1986 - Terrafoto/IGC, cedido pela Prefeitura de Santos; e 2001 - Base/PPMA-KfW, cedido pelo DEPRN-3 – produtos em papel, e pelo Instituto Florestal – produtos digitais georreferenciados), com o objetivo de rever e entender as unidades geológico-geomorfológicas quaternárias previamente mapeadas por Souza (2007) e as formações florestais associadas a elas mapeadas por Lopes (2007).

Também foi elaborado um trabalho de reconstituição da rede de drenagem, com o objetivo de tentar caracterizar e diferenciar as unidades quaternárias ou ambientes de sedimentação quanto aos padrões de drenagem que apresentam.

- Planejamento dos trabalhos de campo: foi elaborado com base no reconhecimento da área através da re-fotointerpretação.
- Tratamento dos dados de campo e de laboratório, incluindo a utilização de *softwares* do sistema Microsoft Office, de geoprocessamento como o MapInfo, e de análise granulométrica como o ANASED, todos disponíveis no Instituto Geológico. A base cartográfica utilizada, em meio digital e escala 1:50.000, foi cedida pelo Projeto SIIGAL (Instituto Geológico).

4.2. Trabalhos de Campo

Para a realização dos trabalhos de campo foram aplicados os métodos clássicos de reconhecimento regional e pontual, que envolvem estudos pedológicos, geológicos e geomorfológicos (e.g. Lemos & Santos, 1996; Guedes-Bruni *et al.*, 2002; Souza, 1990, 2006). Procurou-se percorrer todas as áreas de melhor acesso por via terrestre (de carro e a pé principalmente) e, quando necessário e possível, por via fluvial (de barco). Os transectos foram realizados na direção norte-sul, cruzando as unidades geológicas quaternárias, que estão alinhadas segundo o eixo leste-oeste, ou seja, paralelas à linha de costa. Cada ponto de investigação e controle (Figura 11) foi demarcado com o auxílio de dois GPSs (*Global Position System*) e, sempre que possível, situava-se o mais longe possível de intervenções antrópicas.

Como a pesquisa foi realizada em conjunto com outros pós-graduandos, foram investigados e caracterizados, simultaneamente, os solos, o substrato geológico e a vegetação associada.

- a) Solos – procedeu-se à abertura de trincheiras e tradagens para efetuar: a classificação pedológica segundo a Classificação Brasileira de Solos (Embrapa, 2006) e caracterização do sistema radicular ao longo do perfil (profundidades de 0-20, 20-40 e 40-60 cm), ambas conduzidas pelo Eng. Agrônomo e pesquisador da Embrapa MSc. Maurício R. Coelho; e a coleta de amostras para análises químicas para fins de fertilidade e análises granulométricas. Essas atividades foram baseadas nos métodos descritos em Lemos & Santos (1996) e Santos *et al.* (2005).
- b) Substrato Geológico – as mesmas trincheiras e tradagens foram utilizadas para os estudos do substrato geológico, que também foram feitos em afloramentos, quando presentes. Foram efetuadas a identificação e a descrição dos tipos de sedimentos e suas profundidades de ocorrência (até 3 m), a coleta de amostras para análises granulométricas e datações (estas últimas coletadas apenas pela Geógrafa MSc. Vanda M. Marins), e a observação do nível do lençol freático (NA) por tradagem até a profundidade máxima de 3 m.
- c) Vegetação – averiguação das fisionomias de vegetação com as descrições da Resolução CONAMA 07/1996.

Nos métodos tradicionais (e.g. Raij *et al.*, 2001) de coleta de solo para fins de fertilidade, a amostragem é efetuada a partir de amostras compostas (de 15 a 20 amostras simples homogeneizadas) representativas de uma área homogênea inferior a 20 ha, sob mesmas condições de relevo, drenagem e vegetação.

Em estudos recentes de fertilidade de solos em ambientes litorâneos (Casagrande *et al.*, 2002, 2003; Reis-Duarte, 2004), além das amostras compostas, os autores aplicaram também o fracionamento da amostragem nos primeiros 20 cm de profundidade, coletando sub-amostras de 5 em 5 cm. Esses estudos evidenciaram que a maior concentração de nutrientes está principalmente nos primeiros 10 cm de solo.

Por outro lado, estudos de solo para levantamentos pedológicos (Embrapa, 1995, 1997; Santos *et al.*, 2005) utilizam amostras simples coletadas em cada horizonte de solo, acompanhadas da descrição pedológica do perfil de solo.

Numa primeira abordagem pretendia-se efetuar as coletas para fins de fertilidade de acordo com o método aplicado por Casagrande *et al.* (2002, 2003) e Reis-Duarte (2004). Entretanto, logo no início do reconhecimento regional de campo observou-se que os substratos geológicos podem apresentar muitas variações sedimentológicas locais e, portanto, pedológicas, em função de variações topográficas (micromorfologia do relevo) e do tipo de ambiente deposicional de origem. Alguns exemplos disso são ocorrências, em áreas muito próximas, de: cordões litorâneos e entrecordões (depressões dos cordões); terraços marinhos com dunas e sem dunas no topo; depósitos fluviais de leito e de planície de inundação aflorando lado a lado; depósitos de encosta variados (leques aluviais, colúvios e tálus); depressões onde podem aflorar lado a lado sedimentos paleolagunares, colúvios de baixada ou sedimentos aluviais; depósitos mistos com presença de aluviões e colúvios de baixada (Figuras 5 e 11). Assim, amostragens compostas poderiam comprometer os resultados de granulometria e fertilidade que se esperava alcançar (um dos objetivos propostos era caracterizar a distribuição da fertilidade no perfil de solo em função das variações de micro-relevo nas UQ).

Assim, com o objetivo de amostrar os vários tipos de solos presentes em cada associação “UQ/Vegetação” (Figura 11 e Tabela 2) e levando em conta as possíveis variações no perfil desses solos, optou-se pela coleta de amostras simples nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 0-20, 20-40 e 40-60 cm.

Os trabalhos de campo e coleta de amostras foram realizados nos meses de junho e agosto de 2006, portanto no período menos chuvoso do ano. Uma única amostragem (Ponto 92 – Figura 11) foi realizada no mês de novembro, em diferente regime pluviométrico. Sabe-se que sob regimes pluviométricos diferentes (períodos secos e úmidos) os resultados de pH e

de soma de bases do solo mostrarão diferenças, sendo que no período seco os sais se concentram na superfície do solo e o pH se torna inferior (menos ácido) do que em períodos úmidos quando os sais são lixiviados (Luchese *et al.*, 2002).

Para a análise granulométrica dos solos foram coletadas amostras em profundidades variáveis, mas sempre acima do nível do lençol freático. Em áreas onde o lençol freático aflora coletou-se no limite de 60 cm (estas amostras foram consideradas como sedimentos).

Ao longo dos transectos realizados foi também possível:

- a) observar as variações topográficas e geomorfológicas regionais e locais, muito importantes nos estudos do Quaternário costeiro;
- b) confirmar com maior precisão os limites das unidades geológicas previamente mapeadas;
- c) confirmar os limites dos polígonos de vegetação mapeados com base em fotografias aéreas e imagens de satélite.

Os materiais utilizados nos trabalhos de campo foram:

- fotografias aéreas em escala 1:35.000;
- mapas topográficos em escala 1:50.000;
- 2 GPSs Garmin12/XL;
- bússola geológica;
- máquina fotográfica digital;
- trena de 50 metros;
- 3 tipos de trados: amostrador tubular semi-aberto para coleta de solos pelíticos em áreas alagadas, trado tipo caneco para os terrenos arenosos e coleta de sedimentos das camadas em profundidade, e trado holandês para coletas também em profundidade nos terrenos mistos e argilosos;
- enxadão e pá reta para a confecção das trincheiras;
- faca pedológica;

- carta de cores de Münsel;
- fita métrica para delimitação dos perfis;
- fichas e caderneta de campo;
- sacos plásticos, etiquetas de papel acetato, lápis dermatográfico e barbante para o acondicionamento e a identificação das amostras.

4.3. Trabalhos de Laboratório

Dentre o universo total de 63 pontos (Figura 11) com amostragem de solos e sedimentos, foram selecionados 31 pontos para as análises químicas e granulométricas de solos e 40 pontos para as análises granulométricas de sedimentos, de modo que todas as associações “UQ/Vegetação” foram representadas.

As análises granulométricas dos sedimentos (48 amostras) foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do Instituto Geológico, pelos procedimentos de pipetagem e peneiramento segundo métodos descritos em Suguio (1973). Todas as amostras passaram por um pré-processamento de eliminação do teor da matéria orgânica, por queima em solução de peróxido a 100 volumes, em chapa aquecedora (Carver, 1931). Para as amostras orgânicas este procedimento levou até vários dias.

As análises granulométricas dos solos foram realizadas no Departamento de Ciências de Solos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo pelo método do densímetro.

Dentre os 31 pontos de amostragem de solos previamente selecionados foram escolhidas 21 amostras de solo para a análise textural (teores de cinco frações de areia, silte e argila) na profundidade de 0-20 cm. Essas 21 amostras representam todas as UQ em ambas as bacias.

Dentre os 31 pontos de amostragem de solos previamente selecionadas, 6 constituíam solos orgânicos de LCD (pontos 25, 58, 69, 78, 82 e 92 – Figura 11, Tabela 3), que não

puderam ser analisados quanto à granulometria devido a restrições metodológicas do sistema de rotina utilizado no Laboratório da ESALQ-USP. De qualquer forma, tentou-se contornar este problema realizando a análise granulométrica dos sedimentos associados a esses solos orgânicos (coletados abaixo de 60cm), no Laboratório Sedimentologia do Instituto Geológico.

Dentre as 21 amostras de solo para análise textural, 9 representam solos de uma topossequência efetuada na planície do Itaguaré (pontos 8 a 16 - Figura 11, Tabela 3), a partir da praia, cruzando os terrenos LHTb/FbR, LHTa/FaR e LPTb/FaR (Figuras 5 e 11).

As análises de solos para fins de fertilidade também foram analisadas no Laboratório do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas da ESALQ-USP. Cada um dos 31 pontos coletados gerou 7 amostras referentes às profundidades de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20, 0-20, 20-40 e 40-60 cm. As amostras foram secas em estufa a 50°C, destorroadas e passadas em peneiras de 2 mm de malha. Os parâmetros obtidos foram: pH; carbono orgânico (%); potássio, cálcio e magnésio trocáveis; fósforo disponível (mg.dm^{-3}); a acidez potencial (H^+); e alumínio trocável. O pH do solo foi determinado em CaCl_2 0,01 mol.L⁻¹; o carbono orgânico foi extraído com dicromato de potássio, pelo método colorimétrico; o fósforo, o cálcio, o magnésio e o potássio foram extraídos pela resina trocadora de íons; e o alumínio foi extraído com cloreto de potássio; a acidez potencial foi determinada pelo SMP. Posteriormente, foram calculadas: o teor de matéria orgânica (MO %), a soma de bases (SB), a saturação por bases (V%) e a saturação por alumínio (m%). Os dados estão expressos segundo o atual Sistema Internacional de Classificação de Solos (Raij *et al.*, 2001).

4.4. Forma de Análise dos Dados

Os resultados foram analisados de acordo com o apresentado a seguir.

- a) Sedimentos: classificação textural, o teor de MO, relações geomorfológicas entre as UQ (através de seções geológicas), algumas características da drenagem e do nível do lençol freático associados. Os dados granulométricos obtidos foram tratados no

software ANASED (disponível no Instituto Geológico), para o cálculo dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957). Dentre eles foram escolhidos a média e o desvio padrão (grau de seleção) para a caracterização dos sedimentos e classificação textural, por serem estes dois os que melhor refletem as variações entre os ambientes sedimentares de forma simplificada.

- b) Solos – granulometria: classificada pelo teor de argila e definida com base na classe textural em porcentagem obtida pelo triângulo de classificação (Embrapa, 2006, apêndice B do sistema Brasileiro de Classificação).
- c) Solos - parâmetros químicos de fertilidade: foram tabulados por associação “UQ/Vegetação”, com informações geomorfológicas e classificação do solo. Foram selecionados seis parâmetros (conforme descrição abaixo) para serem representados através de gráficos de histogramas (Excel) de distribuição dos valores (valores absolutos para todas as amostras e médias do total de valores para as amostras coletadas nas profundidades de 0-20 e 40-60 cm). Os parâmetros da profundidade 0-20 obtidos serviram como uma espécie de “calibração” dos resultados fracionados desse intervalo. Esses parâmetros foram comparados com valores de referência disponíveis na literatura (*e.g.* Tomé Jr., 1997).
- d) Relações finais entre os solos e associações UQ/Vegetação: através de tabela síntese e fotografias de campo.

Os seis parâmetros descritos a seguir foram aqueles selecionados para representação dos resultados mais importantes, tendo em vista refletirem melhor as características dos solos em relação à fertilidade, ou porque afetam a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

- **pH CaCl₂**: reflete a acidez ativa do solo; regula a disponibilidade dos macro e micronutrientes.

- **MO:** a matéria orgânica é importante fonte de nutrientes e exerce papel fundamental em melhorar as condições físicas do solo como porosidade, umidade, aumento da acidez com conseqüente solubilidade e transporte (complexação) dos micronutrientes catiônicos (Fe, Mn, Zn e Cu) até as raízes. Sua degradação se dá por processos de mineralização e humificação do solo, influenciando na acidez do mesmo.
- **SB:** é a soma total dos cátions trocáveis (nutrientes básicos Na, K, Ca e Mg) e está relacionada à capacidade tampão do solo.
- **V:** é a proporção na qual o complexo de adsorção de um solo está saturado por cátions alcalinos e alcalinos terrosos, expressa em porcentagem. Solos com $V > 50\%$ são eutróficos e solos com $V < 50\%$ são distróficos.
- **m:** é a saturação por alumínio expressa em porcentagem e dada pela relação entre o teor de alumínio trocável ($H + Al$) e a soma de bases mais o alumínio trocável. Alta concentração de alumínio no solo causa toxidez às plantas, impedindo o crescimento radicular das plantas. O excesso de Al, além de reduzir drasticamente a disponibilidade de fósforo na solução, devido à reação de precipitação, diminui sensivelmente sua aquisição por acentuar o papel da difusão, dado ao menor crescimento das raízes; além disso, afeta as partes novas das raízes (Vale *et al.*, 1998).
- **P:** dentre os macronutrientes, o fósforo é o elemento menos exigido pelas plantas. Apesar disso, no Brasil há limitação da produção vegetal devido à sua baixa disponibilidade, face às formas como ele se fixa no solo (na solução do solo, precipitado, adsorvido e orgânico). Independente da concentração de P a ser mantida na solução do solo, o mais importante é a capacidade do P na fase sólida ressuprir a concentração de P na solução, à medida que as plantas absorvem. Em geral, a sua disponibilidade será tanto menor quanto maior for a acidez do solo, sendo que na reação do solo é predominante a forma $H_2PO_4^-$, a valores de pH abaixo de 7,2. Quanto

mais ácido, quanto maior o teor de argila e, principalmente, quanto maior o predomínio de óxidos de ferro e de alumínio, maior é a capacidade de fixação do fósforo (Vale *et al.* 1998). Para fins de interpretação foram utilizados os limites adotados pelo Instituto Agronômico de Campinas para o elemento Fósforo resina (mg/dm^3): 0 a 6 – muito baixo; 7 a 15 – baixo; 16 a 40 – médio; 41 a 80 – alto; >80 – muito alto (Raij & Quaggio, 1983).

5. RESULTADOS

Encontra-se no Anexo 1 a tabela síntese das características de todos os 92 pontos investigados na área de estudo, dos quais 63 foram feitas trincheiras para descrição e coleta de solos e sedimentos e 29 pontos de controle. A localização destes pontos se encontram na Figura 11. Nessa tabela são apresentados: os pontos de campo, as suas coordenadas geográficas e a bacia hidrográfica à qual pertencem, a UQ e uma breve descrição dos sedimentos, o nível do lençol freático (NA) no ponto de amostragem, os tipos de solos, o tipo de formação florestal associada, o relevo regional e local e as características da drenagem local e regional.

5.1. Unidades Geológicas Quaternárias (UQ)

5.1.1. Características Gerais das UQ

As UQ (Figuras 5 e 11) apresentam características distintas, dependendo do tipo de ambiente de sedimentação no qual foram formadas. É importante ressaltar que os ambientes as mais antigos não estão mais em atividade, enquanto os mais jovens (atuais) ainda continuam em processo de sedimentação. Assim, os cordões litorâneos holocênicos (LHTb) e os terraços marinhos (LHTa, LPTb e LPTa), que foram formados durante os eventos regressivos do NM no Holoceno e no Pleistoceno, não estão mais em atividade. Entretanto, seus sedimentos podem reentrar no sistema e retornar ao ciclo sedimentar se forem removidos por erosão (fluvial, marinha ou eólica). Os depósitos fluviais pleistocênicos (LPF) também se enquadram nessa categoria de não estarem mais em atividade, assim como os depósitos paleolagunares holocênicos (LCD). Nestes últimos, pode haver retrabalhamentos locais por rios e seus sedimentos serem misturados aos sedimentos aluviais e paludais recentes.

Os demais tipos de depósitos sedimentares continentais (LHF – depósitos fluviais holocênicos a atuais, LMP – depósitos mistos e LCR – depósitos de encosta) são de ambientes

ainda em atividade e, portanto, constantemente retrabalhados principalmente pelos rios e agentes gravitacionais, em um ciclo de sedimentação contínuo desde pelo menos o Holoceno. Dentre esses ambientes, os de encosta (LCR) são os mais ativos e estão em permanente evolução certamente desde o Pleistoceno. São seguidos pelos ambientes fluviais mais jovens (LHF), cujo ciclo de sedimentação pode ter se iniciado há poucos milhares de anos atrás.

Todas essas relações são muito importantes para o entendimento da gênese e evolução dos solos nos ambientes costeiros e, provavelmente são a chave para o entendimento da origem e evolução da vegetação que recobre as planícies costeiras e baixas encostas da Serra do Mar (Dra. Celia R. de Gouveia Souza, comunicação oral).

Em estudo dos fatores formadores da paisagem litorânea na Bacia do Guaratuba, Rossi (1999) verificou que os tipos de solos ali encontrados estão intimamente relacionados ao material geológico. A constituição geral da planície litorânea mostra seqüências de deposição arenosa marinha, sedimentos continentais e material orgânico, que imprimem desenvolvimentos pedológicos aparentemente independentes e indicam seqüências cronológicas de formação. Assim, as variações de solos parecem distinguir as variações litológicas.

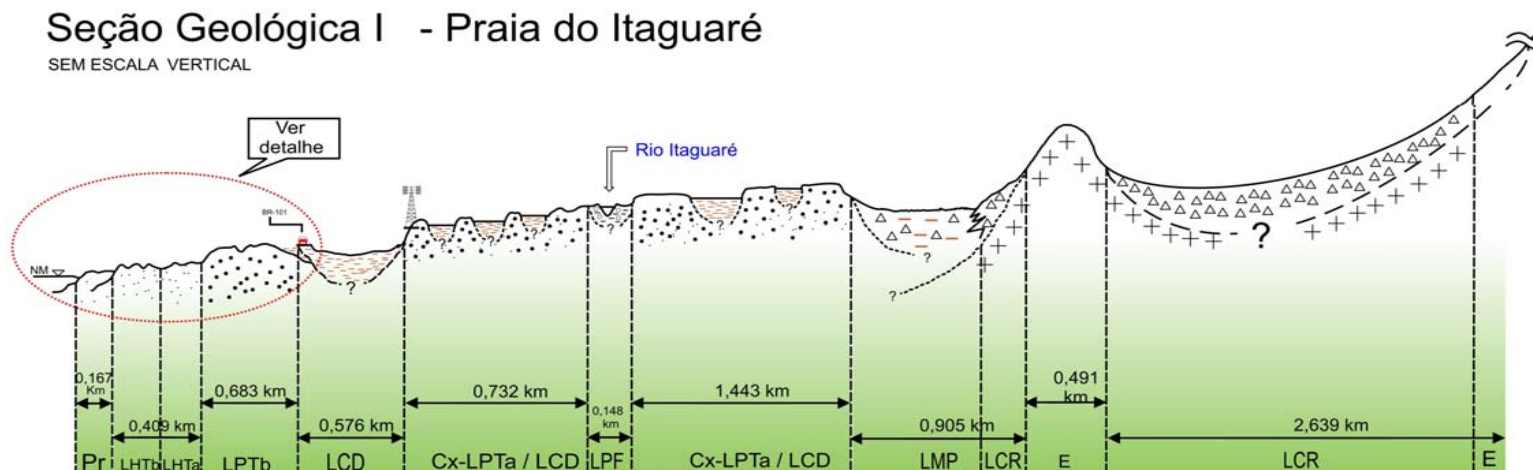
5.1.2. Relações Topográficas entre as UQ

As diferenças topográficas entre as UQ podem ser facilmente observadas nas seções geológicas transversais à linha de costa e mostradas na Figura 12, relativa a área na Bacia do Rio Itaguapé, e Figura 13, na Bacia do Rio Guaratuba. A localização dessas seções está nas Figuras 5 e 11.

Apesar das cotas da planície costeira serem menores do que 13-14 m e dos desníveis serem geralmente sutis quando observados em fotografias aéreas, eles contribuíram para a identificação dos limites dos compartimentos geológico-geomorfológicos no campo, geralmente acompanhando as linhas de drenagem.

Seção Geológica I - Praia do Itaguaré

SEM ESCALA VERTICAL



Legenda:

- Depósitos Praias Atuais
- LMP - Depósitos Mistos (Fluviais e Colúvios de Baixada) Holocênicos a Atuais
- LCD - Depósitos Paleolagunares Holocênicos, Lacustres e Coluviais de Baixada Atuais
- LHTb - Cordões Litorâneos Holocênicos
- LHTa - Terraços Marinhos Holocênicos
- LPTb - Terraços Marinhos Baixos Pleistocênicos
- LPF - Terraços Fluviais Altos Pleistocênicos
- LPTa - Terraços Marinhos Altos Pleistocênicos
- LCR - Depósitos de Encosta Pleistocênicos a Atuais
- E - Rochas Precambrianas - Mesozóicas e Ígneas
- Rodovia
- Linha de Transmissão
- Rio
- NM - Nível do Mar Atual

DETALHE

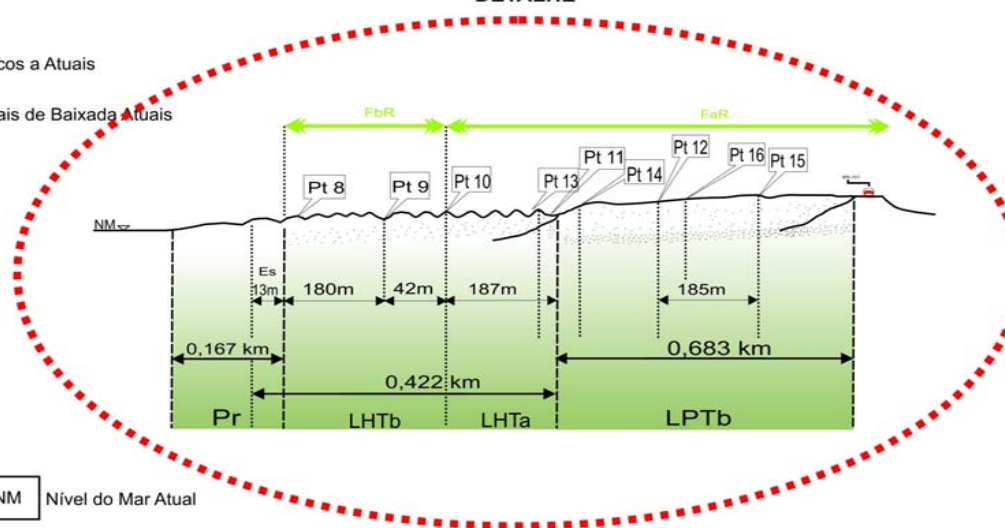
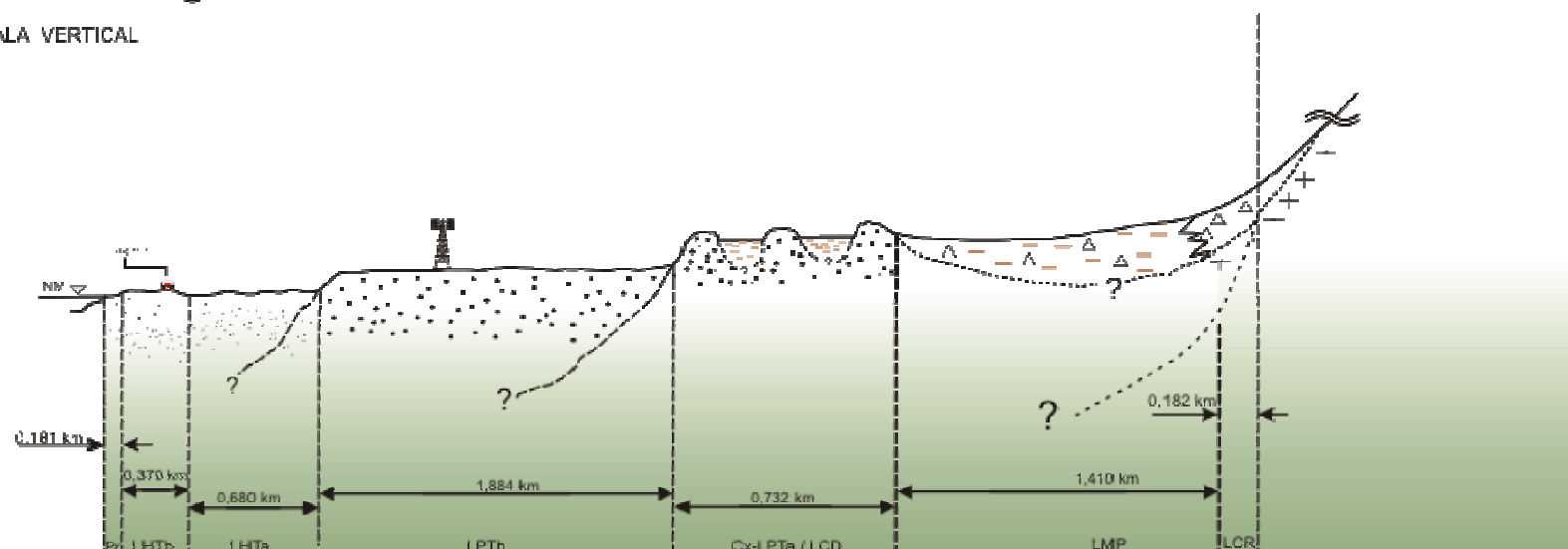


Figura 12. Seção Geológica I (localização nas Figuras 5 e 11), situada na planície costeira de Itaguaré com detalhamento da amostragem de solo em microrelevo.

Seção Geológica na Bacia do Guaratuba

SEM ESCALA VERTICAL



Legenda:

-  Depósitos Praias Atuais
-  LMP - Depósitos Mistos (Fluviais e Colúvios de Baixada) Holocênicos a Atuais
-  LCD - Depósitos Paleolagunares Holocênicos, Lacustres e Coluviais de Baixada Atuais
-  LHTb - Cordões Litorâneos Holocênicos
-  LHTa - Terraços Marinheiros Holocênicos
-  LPTb - Terraços Marinheiros Baixos Pleistocênicos
-  LPTa - Terraços Marinheiros Altos Pleistocênicos
-  LCR - Depósitos de Encosta Pleistocênicos a Atuais
-  E - Rochas Pré-cambrianas - Mesozóicas e Ígneas

-  Rodovia
-  Linha de Transmissão
-  NM Nível do Mar Atual

Figura 13. Seção Geológica G (localização nas Figuras 5 e 11), na planície costeira de Guaratuba.

Os terraços marinhos pleistocênicos mais altos (LPTa) apresentam a topografia mais elevada (cotas de 7-13 m acima do NM) dentre os depósitos da planície costeira, formando montículos que se destacam na paisagem e aparecem entremeados por depressões paleolagunares onde se acumularam sedimentos pelíticos (LCD). O desnível topográfico com os terraços marinhos pleistocênicos baixos (LPTb), que nos contatos com LPTa e LCD são de aproximadamente 2-3 m, é relativamente fácil de se observar na maioria das vezes, tanto no campo quanto nas fotografias aéreas.

O aspecto ondulado e o alinhamento paralelo à linha de costa dos cordões litorâneos holocênicos (LHTb) foram importantes para a sua identificação. Estes gradam sutilmente para os terraços marinhos holocênicos (LHTa), que são mais elevados (cotas de 3-4 m) e já não se mostram tão ondulados em superfície.

Os contatos entre as gerações de depósitos marinhos holocênicos e pleistocênicos são em geral bem marcados na paisagem, tanto pelos desníveis topográficos quanto pelas características geomorfológicas de cada uma.

Os terraços fluviais pleistocênicos (LPF) apresentam-se bem marcados na topografia, alçados nos mesmos níveis topográficos de LPTa, porém mais amplos e planos.

Ocupando amplas planícies suavemente inclinadas para o mar, ao fundo da planície costeira, encontram-se os terrenos LMP. Estes se interdigitam com os depósitos de encosta (LCR), que são os mais inclinados e elevados, pois estão no sopé da Serra do Mar.

Nos fundos de vales fluviais jovens estão os LHT, restritamente distribuídos na área de estudo, pelo menos na escala de mapeamento adotada.

Outro importante elemento de distinção dos compartimentos geológicos está relacionado à densidade da rede de drenagem. Nas áreas de depósitos marinhos, em geral a densidade de drenagem é menor que nos ambientes fluviais mais jovens (LHF) e nos depósitos mistos (LMP), estes apresentando drenagem divagante e densa. Associados aos depósitos fluviais antigos (LPF) ocorrem vários canais paralelos alinhados. Já nos depósitos

paleolagunares (LCD) a drenagem se difunde de tal forma que os canais às vezes “desaparecem” nas fotografias aéreas (escala 1:35.000).

5.1.3. Profundidade do Lençol Freático (NA) nas associações “UQ/Vegetação”

As características geológicas e geomorfológicas do substrato condicionam a variação na profundidade do lençol freático (Figuras 14 e 15).

Como esperado, os NA mais profundos (em geral ≥ 120 cm) ocorrem nos terrenos mais arenosos e com as seguintes associações de florestas (Figura 11): LPTa/FaR (NA > 3 m), LPF/FAL (NA > 1,20 m), LPTb/FaR, LHTa/FaR, LHTb/FaR e LHTb/FTr (NA > 1,20 m), e LCR/FTr (> 2 m).

Os terrenos LPTa/FaR e LPF/FAL são os mais elevados e mais antigos da planície costeira, o que explica os NA mais profundos (> 3 m), mesmo quando esse terrenos estão próximos dos rios ou ao lado de depressões paleolagunares com lençol aflorante.

Os NA mais rasos e superficiais estão nos terrenos pelíticos, nas associações LCD/FPa e LCD/FaRu, variando de 0 a 20 cm de profundidade, aflorante em LCD/FPa durante as amostragens.

Os valores intermediários estão nos terrenos mistos areno-pelíticos.

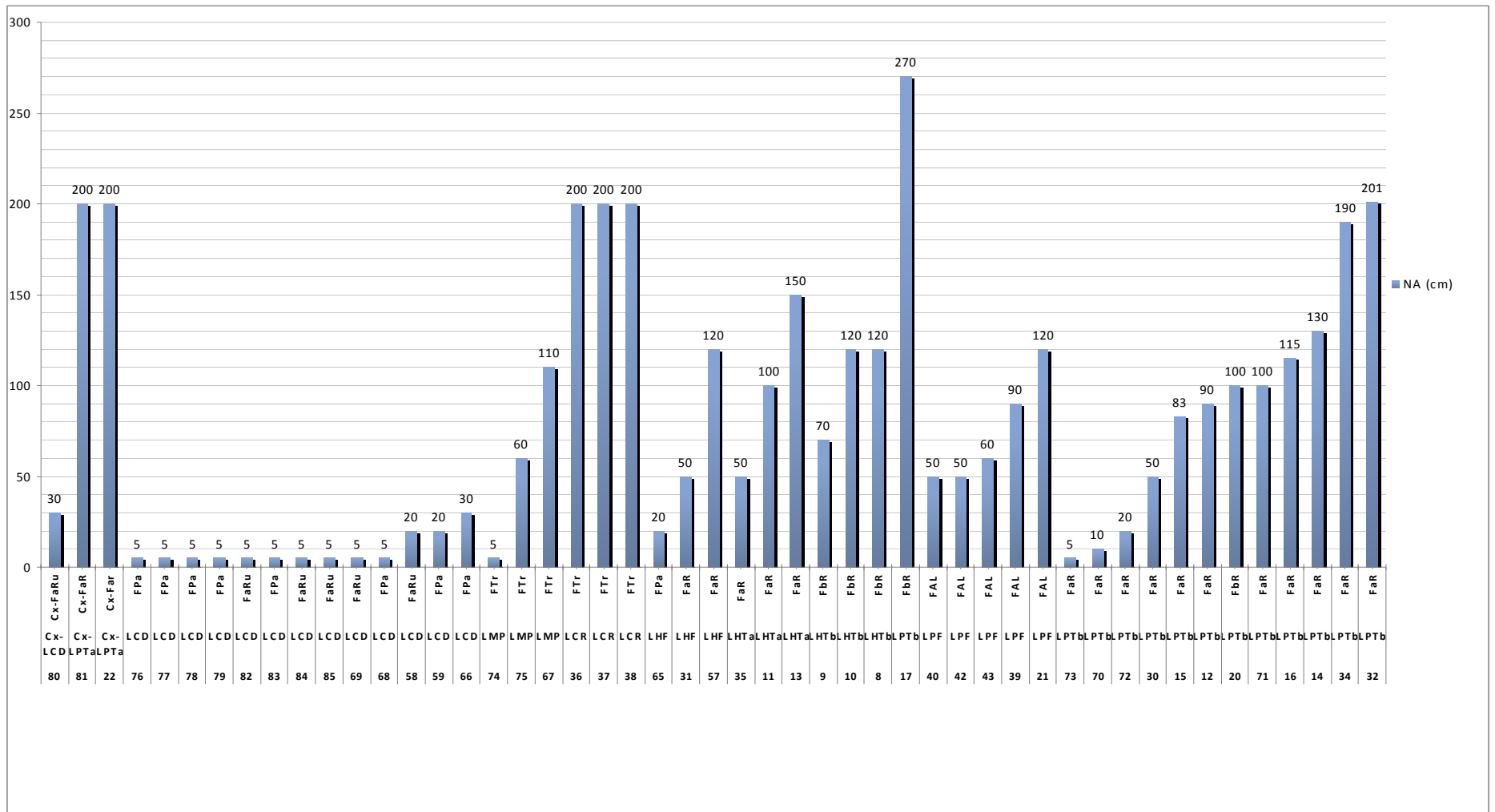


Figura 14. Nível do lençol freático nas associações UQ/Vegetação na Bacia do Rio Itaguari.

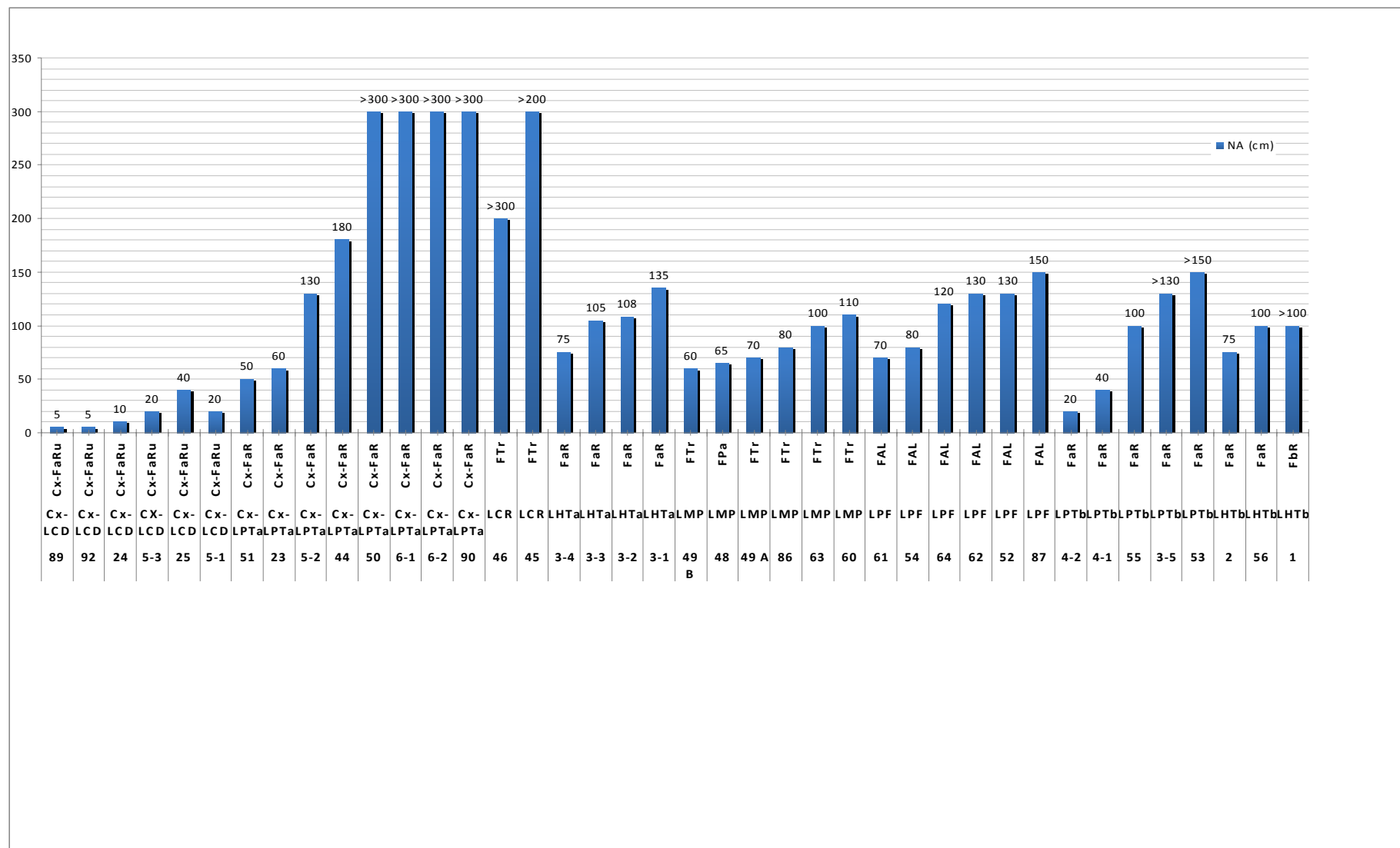


Figura 15. Nível do lençol freático nas associações UQ/Vegetação na Bacia do Rio Guaratuba.

5.1.4. Características Texturais das UQ

A Tabela 3 mostra os resultados obtidos a partir das análises granulométricas dos sedimentos coletados a diferentes profundidades. Os resultados obtidos foram bastante previsíveis e condizentes com o esperado para cada UQ.

Todos os depósitos marinhos (LHT e LPT) apresentam areias finas e muito finas, muito bem e bem selecionadas. Essas características refletem a passagem dessas areias por vários ciclos sedimentares e a deposição em ambiente praias.

As amostras de LPF apresentaram uma variação granulométrica grande, desde areias grossas moderadamente selecionadas, até siltes grossos muito pobremente selecionados.

Em LHF as amostras analisadas mostraram areias muito finas, bem e moderadamente selecionadas. Em geral, sedimentos aluviais tendem a ser mal selecionados. Entretanto, ambas as amostras (31 e 57) foram coletadas nas proximidades de terraços marinhos pleistocênicos baixos (LPTb) e, como esse sistema fluvial é jovem e está cortando esses depósitos marinhos, seus sedimentos assumem localmente as características dessa fonte próxima. É interessante notar que até mesmo a vegetação responde a essa característica sedimentar, sendo que a Floresta Alta de Restinga (FaR) predominante em LPTb avança sobre os terrenos LHF (Figura 11).

Os sedimentos LMP também se mostraram variados, porém mais finos que os anteriores, entre areias médias moderadamente selecionadas e siltes grossos muito pobremente selecionados. Essas características mostram claramente a origem continental desses depósitos mistos, entre sedimentos aluviais e coluviais provenientes das encostas da Serra do Mar e que se instalaram na planície costeira. Para Rossi (1999) estes sedimentos são chamados genericamente de continentais.

Nas depressões paleolagunares (terrenos LCD e Cx-LCD, este último inserido nos terrenos Cx-LPTa/LCD – Figuras 5 e 11), por sua vez, os sedimentos são mais finos que em LMP, variando entre areias muito finas moderadamente selecionadas e siltes grossos muito pobremente selecionados. Os Cx-LCD são os sedimentos mais finos da área, ocorrendo somente siltes médios e grossos e muito pobremente selecionados.

Em relação ao teor de matéria orgânica (MO) dessas amostras, como esperado, os sedimentos marinhos, fluviais e de encosta apresentaram teores muito baixos que diminuem com a profundidade. Exceções podem ocorrer em alguns sedimentos fluviais de planície de inundação, como a amostra 62 coletada entre 90-130 cm, o que pode ser explicado pela ocorrência de níveis de paleossolos. A amostra 9 (40-60 cm), embora seja de terraço marinho pleistocênico baixo LHTb (Anexo 1 e Figura 12), também apresentou teor de MO mais elevado (4,44%) do que os outros sedimentos marinhos, o que pode ser explicado pelo fato de

estar em uma área de entrecordão (Figura 12).

Os sedimentos das depressões (pelítico-orgânicos), por outro lado, revelaram altas concentrações de MO. Aliás, no laboratório, o processo de litriação das amostras pelítico-orgânicas exigiu um controle rigoroso por parte do laboratorista, pois, como esses sedimentos não seguem a Lei de Stocks, havia muita perda de finos. São exemplos as amostras que apresentaram os mais altos teores de MO: 25 (8,33% de MO) e 92 (5,25% MO), ambas de Cx-LCD; 58 (5,79% MO) pertencente a LCD; 60 mais superficial (51,27% MO) pertencente a LMP, e 82 (41,35% MO) pertencente a LCD. Note-se bem que a amostra 60 mais profunda não apresentou matéria orgânica.

Tabela 3. Parâmetros granulométricos (segundo Folk & Ward, 1957) dos sedimentos de LCD, LMP e LCR.

Diâmetro Médio: AG = areia grossa; AM = areia média; AF = areia fina; AMF = areia muito fina; SG = silte grosso; SM = silte médio.

Grau de Seleção: MBS = muito bem selecionado; BS = bem selecionado; MS = moderadamente selecionado; OS = pobremente selecionado; MPS = muito pobremente selecionado.

UNIDADE QUATERNÁRIA	PONTO (PROFUNDIDADE DE COLETA) (cm)	TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA (%)	MEDIA (PHI)	CLASSIFICAÇÃO	GRAU DE SELEÇÃO (PHI)	CLASSIFICAÇÃO
Cx-LCD (LCD em Cx-LPTa/LCD)	25 (60-80)	8,33	5.7374	SM	2.9340	MPS
	92 (40-60)	5,25	4.2248	SG	3.1273	MPS
LCD	58 (110)	5,79	4.0060	SG	1.6940	PS
	69 (110-130)	0,20	3.3650	AMF	0.7330	MS
	78 (60-100)	7,76	3.5870	AMF	2.9060	MPS
	82 (40-60)	41,35	3.4539	AMF	3.3060	MPS
	48 (40-60)	0,99	4.1206	SG	2.3850	MPS
LMP	49A (40-60)	0,30	1.0874	AM	2.6519	MS
	49B (40-60)	2,59	3.7206	AMF	1.9956	PS
	60 (40-60)	51,27	4.2658	SG	2.9034	MPS
	60 (100-120)	0	3.4370	AMF	2.4100	MPS
	67 (70-110)	0,39	4.3790	SG	2.7670	MPS
	67 (110-140)	0,51	1.6300	AM	2.1890	MPS
	86 (80-90)	0,01	1.4750	AM	0.9850	MS
	37 (40-70)	0,33	1.6930	AM	2.0570	MPS
LCR	38 (40-60)	0,05	1.7080	AM	2.3020	MPS
	45 (40-60)	0	1.0220	AM	1.2400	PS
	46 (40-60)	0,35	2.9560	AF	1.8510	PS

Tabela 3 (continuação). Parâmetros granulométricos (segundo Folk & Ward, 1957) dos sedimentos LPTa, LPTb, LHTa, LHTb, LHF e LPF.

UNIDADE QUATERNÁRIA	PONTO (PROFUNDIDADE DE COLETA - CM)	TEOR DE MATÉRIA ORGÂNICA (%)	MEDIA (phi)	CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL	DESVIO PADRÃO (phi)	CLASSIFICAÇÃO DO GRAU DE SELEÇÃO
Cx-LPTa (LPTa em Cx-LPTa/LCD)	44 (130-140)	0,04	2.9040	AF	0.2990	MBS
	50 (40-60)	0	3.2336	AMF	0.3325	MBS
	81 (300)	2,23	2.9660	AF	0.3350	MBS
	90 (200)	0	2.9540	AF	0.3200	MBS
LPTb	12 (60-80)	0	2.9820	AF	0.3150	MBS
	14 (90-110)	2,41	3.0020	AMF	0.3200	MBS
	15 (60-70)	2,44	3.0860	AMF	0.3120	MBS
	16 (60-70)	0	2.9670	AF	0.3180	MBS
	55 (70)	3,17	3.3510	AMF	0.7340	MS
	70 (150-180)	0,19	3.7630	AMF	1.3040	PS
LHTa	11 (70-80)	0,84	3.0650	AMF	0.3140	MBS
	11 (80+)	0,64	2.9540	AF	0.3830	BS
	13 (100-120)	2,07	3.0630	AMF	0.3120	MBS
LHTb	8 (100-120)	0	2.6460	AF	0.4160	BS
	9 (40-60)	4,44	2.9550	AF	0.3210	MBS
	9 (60-80)	0,05	2.8630	AF	0.3730	BS
	10 (60-80)	1,04	2.9060	AF	0.3670	BS
	56 (90-110)	0	2.7830	AF	0.2960	MBS
LHF	31 (90-110)	0,28	3.1010	AMF	0.3850	BS
	57 (100-120)	0,03	3.4070	AMF	0.8700	MS
LPF	39 (80-100)	0,36	4.0450	SG	2.0030	MPS
	40 (40-60)	0	2.2490	AF	0.8230	MS
	40 (70-80)	0,68	2.8810	AF	0.3550	BS
	43 (40-60)	0,18	0.3290	AG	1.3810	PS
	52 (40-60)	0,22	2.6360	AF	0.7650	MS
	52 (120-130)	0	4.2290	SG	1.8470	PS
	61 (70)	0,01	0.8210	AG	0.9030	MS
	62 (70-90)	0,24	2.4900	AF	2.1780	MPS
	62 (90-130)	1,48	4.7960	SG	2.8570	MPS
	62 (130-150)	0,56	4.5980	SG	3.2370	MPS

5.2. Os Solos e suas Relações com as Associações “UQ/Vegetação”

Baseado nos dados obtidos no campo (anexo1), a Tabela 4 mostra uma síntese das características geológicas e geomorfológicas das UQ, as associações destas com as fitofisionomias florestais e os solos encontrados em cada uma das associações.

Considerando a descrição dos atributos e as características morfológicas dos perfis dos solos estudados, foram identificadas 13 classes gerais dos solos, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (Embrapa, 2006), apresentado no anexo 2, a saber:

- NEOSSOLOS: QUARTZARÊNICOS, FLÚVICOS e REGOLÍTICOS;
- ESPODOSSOLOS: HUMILÚVICOS, FERRILÚVICOS e FERRI-HUMILÚVICOS;
- GLEISSOLOS: MELÂNICOS e HÁPLICOS;
- CAMBISSOLOS: FLÚVICOS e HÁPLICOS;
- ORGANOSSOLOS: SÁPRICOS e FÍBRICOS;
- LATOSSOLOS AMARELOS.

Alguns atributos dos solos estudados serão descritos mais adiante (item 5.2.2).

5.2.1. Classes de Solos e suas Características Texturais Gerais

A Tabela 5 mostra os resultados obtidos para as análises texturais de 21 amostras de solos na profundidade de 0 a 20 cm. Todas as classes de solos apresentadas acima estão nessa tabela, exceto os Organossolos e Gleissolos Melânicos (como dito anteriormente esses solos não foram analisados quanto à granulometria).

Nessa tabela é possível distinguir dois grupos distintos de solos segundo o material de origem e processos de sedimentação, um grupo de associado a sedimentos marinhos e outro a sedimentos de origem continental. Ambos se distribuem em três grupos texturais, sendo 18 solos de textura arenosa (todos os de proveniência marinha e parte dos continentais), 2 de textura média (continentais mistos) e 1 argilosa (continental misto).

Tabela 4. Síntese das características das associações UQ/Vegetação de planície costeira e baixa encosta e os Solos presentes.

UQ	CARACTERÍSTICAS LITOLÓGICAS	CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS	FITOFISIONOMIAS	SOLOS
LHF	Depósitos fluviais holocênicos a atuais constituídos de sedimentos arenosos, siltico-arenosos e cascalhos; NA: 0,50–1,20 m (estação seca).	Planícies de inundação, depósitos de leito e terraços fluviais baixos.	Floresta Alta de Restinga, Floresta de Transição Restinga-Encosta, Floresta Alta de Restinga Úmida, Floresta Paludosa	GLEISSOLOS HÁPLICOS e MELÂNICOS
LMP	Depósitos mistos não individualizados formados por sedimentos aluviais e colúvios de baixada, de idade holocênica a atual; NA: 0,20–1,10 m (estação seca).	Planície sedimentar de muito baixa declividade localizada ao fundo da planície costeira.	Floresta de Transição Restinga-Encosta	NEOSSOLOS FLUVICOS, GLEISSOLOS HÁPLICOS, CAMBISSOLOS FLUVICOS e HÁPLICOS
LCD e Cx-LCD	Depósitos paleolagunares a lacustres pelíticos (podendo estar recobertos por colúvios de baixada e depósitos aluviais), constituídos de sedimentos pelítico-orgânicos a areno-siltico-argilosos, de idade holocênica a atual; NA: aflorante - 0,20m (estação seca). Complexo formado por depressões paleolagunares que entremeiam terraços marinhos pleistocênicos mais altos e muito erodidos (Cx- LPTa).	Depressões paleolagunares holocênicas amplas e colmatadas localizadas no centro das planícies costeiras; pequenas depressões paleolagunares entremeando restos de terraços marinhos pleistocênicos mais altos (LPTa), formando um complexo (Cx- LPTa/LCD) não individualizável na escala de mapeamento.	Floresta Paludosa (paleolagunas mais profundas); Floresta Alta de Restinga Úmida (paleolagunas mais rasas)	ORGANOSSOLOS SÁPRICOS e FÍBRICOS (em Cx-LCD/FaRu); GLEISSOLOS MELÂNICOS e HÁPLICOS (localmente)
LHTb	Depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas de idade holocênica, às vezes recobertos por depósitos dunares holocênicos a atuais; NA: 0,40-1,20 m (estação seca).	Cordões litorâneos (bastante ondulados).	Floresta Baixa de Restinga, Floresta Alta de Restinga	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, ESPODOSSOLOS HUMILÚVICOS
LHTa	Depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas de idade holocênica, às vezes recobertos por depósitos dunares holocênicos; NA: 0,50-1,50 m (estação seca).	Terraços marinhos mais baixos e mais próximos à linha de costa (suavemente ondulados).	Floresta Alta de Restinga	ESPODOSSOLOS HUMILÚVICOS
LPTb	Depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas, de idade pleistocênica mais jovem, podendo estar recobertos por depósitos dunares holocênicos; NA: 0,70-2,70 m (estação seca).	Terraços marinhos intermediários (planos, localmente ondulados).	Floresta Alta de Restinga	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, ESPODOSSOLOS HUMILÚVICOS e FERRI-HUMILÚVICOS
LPTa	Depósitos marinhos constituídos de areias muito finas a finas de idade pleistocênica mais antiga, podendo estar recobertos por depósitos dunares; NA: 1,0 - >3,0 m (estação seca).	Terraços marinhos mais elevados e mais distais da linha de costa, formando montículos isolados, planos e pouco extensos; em geral entremeados por pequenas depressões paleolagunares, formando um complexo (Cx-LPTa/LCD) não individualizável na escala de mapeamento.	Floresta Alta de Restinga	NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, ESPODOSSOLOS FERRILÚVICOS NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, ESPODOSSOLOS FERRILÚVICOS
Cx-LPTa	Complexo formado por LPTa erodido e entremeado por depósitos paleolagunares holocênicos (Cx-LCD).			
LPF	Depósitos fluviais constituídos de sedimentos arenosos, siltico-arenosos e cascalhos, de idade pleistocênica; NA: 0,50-1,50 m (estação seca).	Terraços fluviais alçados (planos e amplos) e sempre em associação com LPTa e Cx-LPTa..	Floresta Aluvial	GLEISSOLOS HÁPLICOS, CAMBISSOLOS FLÚVICOS; NEOSSOLO FLÚVICO
LCR	Depósitos de encosta com sedimentos coluviais, de tálus e de leques aluviais, de idade pleistocênica a atual, constituídos de sedimentos de matriz areno-siltico-argilosa com grânulos dispersos até matacões; NA: $\geq 2,0$ m (estação seca).	Rampas de baixa declividade localizadas na baixa encosta, às vezes adentrando a planície costeira (leques aluviais).	Floresta de Transição Restinga-Encosta	NEOSSOLOS REGOLÍTICOS, CAMBISSOLOS HÁPLICOS, LATOSSOLO AMARELO

Tabela 5. Análise textural dos solos (profundidade 0-20 cm) nas associações UQ/Vegetação, organizadas conforme o teor de argila crescente.

UNIDADE QUATER-NÁRIA	FORMAÇÃO FLORESTAL	PONTO DE AMOSTRAGEM	CLASSE DE SOLO	FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS (%)								GRUPO TEXTURAL
				Areia Muito Grossa	Areia Grossa	Areia Média	Areia Fina	Areia Muito Fina	Areia Total	Silte	Argila	
LPT a	FaR	50	RQ	0	0	1	88	7	96	2	2	ARENOSA
	FaR	90	RQ	0	0	1	94	3	98	0	2	
LPT b	FaR	16	EK	6	2	5	78	3	94	4	2	
	FaR	14	EK	0	0	7	84	3	94	2	4	
	FaR	12	EK	0	2	5	85	2	94	2	4	
	FaR	13	EK	0	4	15	72	3	94	2	4	
LHT a	FaR	11	EK	0	2	5	65	2	74	22	4	
LHT b	FbR	8	RQ	0	0	13	83	2	98	0	2	
	FbR	9	RQ	0	2	27	60	1	90	6	4	
	FaR	10	EK	0	0	6	85	3	94	2	4	
LHF	FaR	57	GX	0	0	13	57	20	90	6	4	
LMP	FTr	49A	RY	7	33	27	19	4	90	4	6	
	FTr	60	GX	3	7	17	34	12	73	15	12	
	FTr	49B	GX	1	4	13	38	18	74	12	14	
LCR	FTr	45	RR	11	31	25	14	3	84	6	10	
	FTr	46	LA	2	11	30	27	6	76	8	16	
LPF	FAL	52	CY	0	0	8	57	5	70	14	16	
	FAL	61	GX	2	15	31	22	4	74	10	16	
LMP	FPa	48	GX	0	0	10	26	13	49	24	27	MÉDIA
	FTr	63	CY	0	2	12	28	11	53	20	27	ARGILOSA
	FTr	67	CY	1	3	10	23	7	44	19	37	

NOMENCLATURA DE SOLOS: RQ – NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, EK – ESPODOSSOLO HUMILÚVICO, GX- GLEISSOLO HÁPLICO, RY – NEOSSOLO FLUVICO, RR- NEOSSOLO REGOLÍTICO, LA- LATOSSOLO AMARELO, CY- CAMBISSOLO FLÚVICO (Embrapa, 2006). **GRUPO TEXTURAL:** *textura arenosa* - compreende as classes texturais areia e areia franca (teor de areia > 70%); *textura média* - compreende as classes texturais com menos de 35% de argila e mais de 15% de areia; *textura argilosa* composição granulométrica composta de 35% e 60% de argila (Embrapa, 2006).

Os solos (Espodossolos e Neossolos Quartzarênicos) formados sobre os sedimentos marinhos (LHTb, LHTa LPTb, LPTa) apresentam os menores teores de argila de todos os solos, sempre inferiores a 5%, teores de silte inferiores a 6% e os maiores teores de areia total de todos os solos, sempre $\geq 90\%$. Essas características também foram apontadas em outros estudos de solos sobre ambientes marinhos e “vegetação de restinga” em São Paulo (e.g. Rossi, 1999; Reis-Duarte, 2004; Gomes, 2006).

A amostra 11, da topossequência entre os pontos 8 e 16 (Figura 12) apresentou-se diferente dos demais solos de sedimentos marinhos, com 74% de areia total, 22% de silte e 4% de argila. Essas diferenças estão associadas ao fato desta amostra estar em uma depressão localizada no contato entre terraços marinhos holocênicos altos (LHTa) e terraços marinhos pleistocênicos baixos (LPTb). A condição hidromórfica nesse relevo depressivo favorece o acúmulo de matéria orgânica e de frações pelíticas apenas nas camadas superficiais do terreno. Este fato é confirmado pelas características dos sedimentos em profundidade (amostras coletados entre 70-80 e 80 cm), que constituídos de areias muito finas e muito bem selecionadas com 0,84% de matéria orgânica (MO) no topo, e areias finas e bem selecionadas com 0,64% de MO na base.

A amostra 57, por sua vez, embora seja um Gleissolo Háplico de origem fluvial (LHF sob Floresta Alta de Restinga), apresenta características texturais muito semelhantes às dos solos de sedimentos marinhos. Isto ocorre porque esses sedimentos estão sendo gerados em ambiente fluvial muito jovem cujas drenagens estão retrabalhando sedimentos marinhos de LPTa e LPTb (Figura 11). É interessante notar que a vegetação que ocorre nessa área é a mesma associada a depósitos marinhos, a FaR.

Os solos sobre sedimentos de origem continental (LMP, LPF e LCR) apresentam distribuição textural polimodal, com exceção da amostra 49A, com 90% de areia. Os solos de classe textural arenosa são Neossolo Flúvico e Gleissolo Háplico de material de origem em LMP, Cambissolo Flúvico e Gleissolo Háplico em LPF, e Neossolo Regolítico e Latossolo Amarelo em LCR.

Na classificação textura média e textura argilosa há somente solos de sedimentação continental mista (LMP), com textura média em Cambissolo Flúvico e Gleissolo Háptico, e textura argilosa em Cambissolo Flúvico.

Portanto, somente os depósitos mistos (LMP) apresentaram solos de três grupos texturais, o que é explicado pelas características dos sedimentos de origem fluvial e coluvionar de baixada.

Os sedimentos fluviais de LMP desenvolvem três classes de solos - Cambissolo Flúvico, Neossolo Flúvico e Gleissolo Háptico, sendo que, dependendo das variações do ambiente deposicional (planície de inundação, leito e barras), a distância entre dois tipos de solo pode ser muito pequena, de poucos metros. É o que ocorre com as amostras 49A (Neossolo Flúvico, com 90% de areia, 4% de silte e 6% de argila) e 49B (Gleissolo Háptico, polimodal, com 74% areia, 15% silte e 12% argila), coletadas a não mais que 5 metros de distância uma da outra.

As amostras de solos dos ambientes continentais de encosta (LCR) são de classes de solos pouco representativas para o litoral, sendo identificados apenas localmente como Latossolo amarelo e Neossolo Regolítico, com 16% e 10% de argila respectivamente, ambos de textura arenosa.

Do ponto de vista geológico, em resumo, das 21 amostras analisadas granulometricamente, 10 foram de sedimentos marinhos, 10 de sedimentos continentais e uma intermediária (flúvio-marinha). Na classificação textura arenosa houve solos de ambos os grupos de sedimentação. Na classificação textura média e argilosa há somente solos de sedimentação mista (LMP).

5.2.2. Classes de Solos nas associações “UQ/Vegetação”

As descrições feitas a seguir se baseiam em dados obtidos no campo (anexo1); Figuras 11, 14 e 15 e em resultados das análises texturais de solos (Tabela 5), bem como na síntese apresentada na Tabela 4.

a) Neossolos Quartzarênicos

Estes solos ocorrem principalmente sobre depósitos marinhos holocênicos mais jovens e em depósitos marinhos pleistocênicos mais antigos.

Nos cordões litorâneos sob Floresta baixa de Restinga (associação LHTb/FbR) esses solos ocorrem nas áreas mais próximas às praias, a exemplo dos pontos 1, 7, 8, 9, 10 e 56. Apresentam textura arenosa, com teores de areia total >90%, até 6% de silte e até 4% de argila. Os NA variam de 0,80 a 1,30 m, mas predominam aqueles acima de 1,0 m.

Nos terraços marinhos pleistocênicos sob Floresta alta de Restinga (Figura 16), ou seja, nas associações LPTa/FaR (em Cx-LPTa/LCD; ex. pontos 5-1, 6-1, 6-2, 50, 81, 90) e LPTb/FaR (ex. pontos 17, 34 e 53) são solos neoformados, que certamente refletem a evolução e a maturidade desses ambientes. Às vezes mostram o desmantelamento do horizonte B espódico, ou o seu total desaparecimento no perfil, como em LPTa. Por outro lado, a não presença desse horizonte poderia estar associada também à sua migração para camadas mais profundas do perfil, as quais não puderam ser atingidas nas prospecções realizadas na área. Compreendem solos de textura arenosa, com teores de areia total $\geq 96\%$, até 2% de silte e 2% de argila. Os NA são bem profundos, predominando aqueles acima de 3 m em LPTa e acima de 1,30 m em LPTb.

LPTa/FaR
NEOSSOLO QUARTZARÊNICO

Ponto 6-1



Ponto 6-2



Figura 16 Associação Floresta alta de Restinga sobre Neossolo Quartzarênico em Terraço Marinho Pleistocênico alto. Notar o dismantelamento do espodossolo em 6-1.

b) Neossolos Flúvicos

Esses solos ocorrem predominantemente em depósitos continentais fluviais pleistocênicos sob Floresta Aluvial - associação LPF/FAL (ex. ponto 43) e depósitos mistos sob Floresta de Transição Restinga-Encosta – associação LMP/FTr (ex. ponto 49A – Figura 17). Esses solos caracterizam-se por apresentar textura arenosa em geral bi a polimodal, com ampla distribuição de

todas as frações de areia (90%), siltes (4%) e argilas (6%). Isso ocorre em função das próprias variações sedimentológicas encontradas em ambientes fluviais de planícies de inundação e depósitos de leito e barras, aos quais esses solos estão sempre associados. Os NA são geralmente entre 0,60 e 1,0 m.

Ocorrências restritas de Neossolos Flúvicos foram também observadas em terraços marinhos pleistocênicos sob Floresta alta de Restinga – associação LPTb/FaR (ex. pontos 20 e 30). Esses locais, embora mapeados como terraços marinhos pleistocênicos, estão em locais onde ocorreram retrabalhamentos fluviais na superfície desses terraços, gerando lentes sobrepostas, de pequena espessura (entre 0,50 e 0,65 m), de sedimentos aluviais.

É interessante ressaltar que Neossolos Flúvicos teoricamente também deveriam ocorrer nos ambientes fluviais mais jovens como LHF, mas isto não ocorre. Talvez isso seja devido ao fato de que, como já afirmado anteriormente, esses depósitos são muito jovens e ainda guardam forte relação com os seus sedimentos de origem.

**LMP/FTr
NEOSSOLO FLÚVICO**

Ponto 49A



Figura 17: Floresta de Transição sobre Neossolo Flúvico em Depósitos Mistos

c) Neossolos Regolíticos

LCR/FTr NEOSSOLO REGOLÍTICO

Ponto 45



Estes solos foram observados em depósitos de encosta sob Floresta de Transição Restinga-Encosta - associação LCR/FTr, a exemplo do ponto 45 (Figura 18). Também apresenta textura arenosa polimodal, com distribuição entre cascalhos, areias muito grossas a finas (84%) e pelitos (até 16%, com 6% de silte e 10% de argila). Os sedimentos associados apresentam matriz arenosa com fragmentos de rocha, típicos de colúvios proximais provenientes de saprolitos ou regolitos. O NA é $>0,40$ m.

Figura 18: Floresta de Transição Restinga-Encosta sobre Neossolo Regolítico em Rampa de Colúvio na baixa-encosta.

d) Latossolo Amarelo

Na área de estudo é observado apenas nos depósitos de encosta - associação LCR/FTr, em cotas mais elevadas como no ponto 46 (Figura 19), onde também se apresentam com textura arenosa polimodal, constituída de 76% de areias (muito grossas a muito finas), com teor de pelitos de 24% (8% de siltes e 16% de argilas). O NA é $>2,0$ m.

LCR/FT_r
LATOSSOLO AMARELO

Ponto 46



Figura 19. Floresta de Transição Restinga Encosta sobre Latossolo Amarelo em Rampa de Colúvio na baixa-encosta

e) Espodossolos Humilúvicos

De acordo com as descrições feitas no campo, muitos dos ESPODOSSOLOS HUMILÚVICOS são também HIDROMÓRFICOS (3º nível categórico). Estão geralmente associados a depressões nos terraços marinhos pleistocênicos ou às bordas desses terraços em contato com depressões paleolagunares, sempre associados a Florestas altas de Restinga.

Ocorrem nas associações LHTa/FaR (ex. pontos: 3-1, 3-2, 3-3, 3-4, 3-5, 11, 13 e 35); LHTb/FaR (ex. pontos 2 e 10); LPTb/FaR (ex. pontos 4-1, 12, 14, 15 – Figura 20, 16 e 23) e, localmente LPTa/FaR (ex. ponto 81).

Esses solos possuem textura arenosa unimodal, predominantemente com teores de areia total igual ou acima de 94%, 2-4% de silte e sempre menos do que 5% de argila. Exceções são as amostras 11, 13 e 16, que apresentaram distribuição modal diferente das demais. A amostra 11, como dito anteriormente, encontra-se em uma depressão no contato entre LHTa e LPTb e, por isso, apresenta maior porcentagem de pelitos (22% de siltes e 4% de argila). As amostras 13 e 16 estão localizadas no topo de terraços que provavelmente não sofreram retrabalhamentos eólicos ou não apresentam dunas no topo como os demais, apresentando frações de areias um pouco mais grossas.

Os NA variam de ambiente para ambiente, conforme já descrito no item 5.1.

LPTb/FaR
ESPODOSSOLO HUMILÚVICO

Ponto 15



Figura 20. Floresta Alta de Restinga sobre Espodossolo Humilúvico em Terraço Marinho Pleistocênico Baixo

f) Espodossolos Ferri-Humilúvicos e Ferrilúvicos

Estes solos também ocorrem apenas sobre terraços marinhos pleistocênicos sob Floresta alta de Restinga. Os Espodossolos Ferri-Humilúvicos foram encontrados nas associações LPTb/FaR (ex. pontos 32, 33A e 55) e os Ferrilúvicos nas associações LPTa/FaR (ex. pontos 5-2 e 44).

Apresentam distribuição textural arenosa unimodal semelhante aos Espodossolos humilúvicos. Os NA variam de 1,0 a >3,0m.

g) Gleissolos Háplicos

Estes solos foram encontrados principalmente em depósitos continentais fluviais presentes nas seguintes associações: depósitos mistos sob Floresta de Transição Restinga-Encosta – associação LMP/FTr (ex. pontos 48, 49B – Figura 21 e 60); depósitos fluviais pleistocênicos sob Floresta Aluvial – associação LPF/FAL (ex. 39, 40, 42, 54, 61 e 62); e depósitos fluviais holocênicos atuais sob Floresta alta de Restinga – associação LHF/FaR (ex. pontos 31 e 57).

Localmente foram encontrados Gleissolos Háplicos sobre terraços marinhos pleistocênicos com Floresta alta de Restinga - associação LPTb/FaR (ex. pontos 71 e 72), que sofrem influência de retrabalhamento e sedimentação do Rio Itaguaraé e seus afluentes, e sobre terrenos paleolagunares com Floresta Paludosa – associação LCD/FPa (ex. pontos 59 e 79) cortados por pequenos rios (sedimentos aluviais) e associados a sedimentos pelíticos intercalados por areias muito finas a finas pobremente selecionadas.

Esses solos apresentam de textura arenosa polimodal quando presentes nos sedimentos LMP e LPF, com teores totais de areia entre 73-74%, 10-15% de siltes e 24% de argilas. Nos sedimentos LHF e LPTb apresentam textura arenosa unimodal, com teores de areia próximos de 90%, siltes em torno de 6% e até 4% de argilas.

Também localmente foi observado esse tipo de solo em uma associação LMP/FPa (ex. ponto 48), sendo que esta Floresta Paludosa é de natureza antrópica, resultante de alterações antrópicas na rede de drenagem no Condomínio Morada da Praia, sobre uma Floresta de Transição Restinga-Encosta original.

**LMP/FTr
GLEISSOLO HÁPLICO**

Ponto 49 B



Figura 21: Floresta de Transição Restinga-Encosta sobre Gleissolo Háplico em Depósitos Mistos

h) Gleissolos Melânicos

Estes solos ocorrem nas depressões paleolagunares mais profundas quando estas são cortadas por drenagens e pequenos rios, nas seguintes associações: LCD/FaRu (ex. ponto 58- Figura 22) e LCD/FPa (ex. 66), LHF/FPa (ex. ponto 65) e LHF/FaRu.

Esses solos estão associados a sedimentos pelíticos (siltes grossos pobremente selecionados) até arenosos ricos em matéria orgânica (~ 6%).

O NA varia entre 0,20-0,30 m.

Cx-LCD/FaRu GLEISSOLO MELÂNICO

Ponto 58



Figura 22: Associação Floresta alta de Restinga Úmida sobre Gleissolo Melânico em Depósitos Paleolagunares

i) Cambissolos Háplicos

Estes solos são encontrados em depósitos continentais de encosta e mistos, nas associações LCR/FTr (ex. pontos 37 – Figura 23, 38 e 47) e LMP/FTr (ex. ponto 75).

Não foram feitas análises texturais desses solos, mas em termos de sedimentos estão associados a areias médias muito pobremente selecionadas até fragmentos de rocha.

O NA encontra-se em profundidades $>0,50$ m (não foi possível medir o NA devido a limitações de penetração do trado).

LCR/FTR CAMBISSOLO HÁPLICO

Ponto 37



Figura 23: Associação Floresta de Transição Retinga-Encosta sobre cambissolo háplico em Rampa de colúvio.

j) Cambissolos Flúvicos

LPF/FAL CAMBISSOLO FLÚVICO

Ponto 21

Estes solos são encontrados em depósitos continentais fluviais sob Floresta Aluvial e Floresta de Transição Restinga-Encosta, nas seguintes associações: LPF/FAL (ex. pontos 5-2, 21 – Figura 24, 52, 64 e 87) e LMP/FTr (ex. pontos 63, 67, 86).

Em LPF predominam frações totais de areia em torno de 70% e de argilas e siltes em torno de 15%, enquanto em LMP elas variam entre 44 e 53%, com siltes em torno de 20% e argilas em torno de 30%.

Os NA estão entre 1,0m e >1,50m.



Figura 24: Associação Floresta Aluvial sobre Cambissolo Flúvico em Terraço Fluvial Pleistocênico

k) Organossolos Sápricos

Estes solos ocorrem principalmente nas depressões paleolagunares, sob Floresta Alta de Restinga Úmida ou Floresta Paludosa, nas seguintes associações: Cx-LCD/FaRu (quando estes estão em Cx-LPTa/LCD – paleolagunas mais rasas e restritas; pontos: 24, 25, 89, 92); LCD/FaRu (ex. pontos 69 - Figura 25, 82, 84, 85 – paleolagunas mais profundas); e LCD/FPa (paleolagunas mais profundas e amplas; ex. pontos 68, 76, 77, 78, 83).

Localmente esses solos foram encontrados ainda em uma associação LPTb/FaR (ex. pontos 70 e 73), em depressões mais profundas nesses terraços marinhos e receberam influência da sedimentação estuarina do Rio Itaguaré e seus afluentes.

O NA é aflorante até 0,20cm.

Os sedimentos sob esses solos são constituídos de siltes médios e grossos e areias muito finas, todos muito pobremente selecionados, mas com teores elevados de argila e matéria orgânica (até mais de 41%).

**LCD/FaRu
ORBANOSSLO SÁPRICO**

Ponto 69



Figura 25: Associação Floresta Alta de Restinga Úmida sobre Organossolo Sápico em Depósito Paleolagunar (LCD)

**LCD/FPa
ORGANOSSOLO SÁPRICO**

Ponto 68



Figura 26: Associação Floresta Paludosa sobre Organossolo Sápico em LCD

l) Organossolos Fíbricos

Ocorrem somente nas depressões paleolagunares rasas sob Floresta Alta de Restinga Úmida, na associação Cx-LCD/FaRu (em Cx-LPTa/LCD - paleolagunas rasas; ex. ponto 80 Figura 27), sendo caracterizados por trama de raízes superficial acima do solo orgânico separados pelo NA (0,05-0,30 cm).

Os sedimentos sob esses solos são constituídos de siltes médios e grossos e areias muito finas, todos muito pobremente selecionados, mas com teores elevados de argila e menos matéria orgânica que os anterior

Cx-LCD/FaRu ORGANOSSOLO FÍBRICO

Ponto 80



Figura 27: Associação Floresta Alta de Restinga Úmida sobre Organossolo Fíbrico em LCD do complexo.

5.2.3. Fertilidade dos Solos nas associações “UQ/Vegetação”

As Tabelas de 6 a 16 apresentam as análises químicas dos solos para fins de fertilidade nas associações “UQ/Vegetação”, sendo que as cores das bordas dessas tabelas seguem as mesmas cores utilizadas no Mapa de Unidades Quaternárias (Figura 5). As Figuras 28 e 29 mostram as médias dos parâmetros de fertilidade obtidos por UQ nas amostras de 0-20 cm e de 40-60 cm. As Figuras 30 a 42 apresentam gráficos do comportamento dos parâmetros de fertilidade por associação “UQ/Vegetação”.

Em geral, todos os solos amostrados são álicos, com teores de saturação por alumínio (m%) atingindo até 90% (LHF e LMP), e ácidos, com pH em torno de 3,5 indistintamente ou abaixo disto nos organossolos, e apresentam SB ($< 10 \text{ mmolc/dm}^3$) e V% muito baixos ($\sim 15\%$) exceto nos solos em Cx-LCD e LCD, onde SB atinge 50 mmolc/dm^3 e V% atinge 30%.

Dentre os parâmetros analisados, o P se destaca por ser bastante elevado (valores não comentados na literatura), e responder às variações de MO no perfil. Assim, os teores de P e MO aumentam em superfície em todos os solos provenientes de sedimentos de origem marinha (LHTa, LHTb, LPTb, LPTa) e em especial paleolagunar (LCD e Cx-LCD). A presença do fósforo orgânico no perfil corresponde à distribuição da matéria orgânica no mesmo, havendo certa correlação entre o fósforo total e a matéria orgânica. O pH do solo é um dos principais fatores que regula a proporção entre o fósforo total e o fósforo orgânico. Solos com baixo pH acumulam mais fósforo orgânico (Kiehl, 1979). No entanto, o elemento fósforo se comporta de maneira inversa (aumento em profundidade) nos ambientes de sedimentação continental (LMP, LPF e LCR). Por outro lado, embora o P não tenha sido destaque em outros trabalhos dedicados ao estudo da “vegetação de restinga”, esse elemento parece se comportar como indicador para a diferenciação dos ambientes sedimentares e, portanto, das formações florestais associadas.

A seguir são descritos os resultados obtidos para as classes de solos nas associações “UQ/Vegetação”.

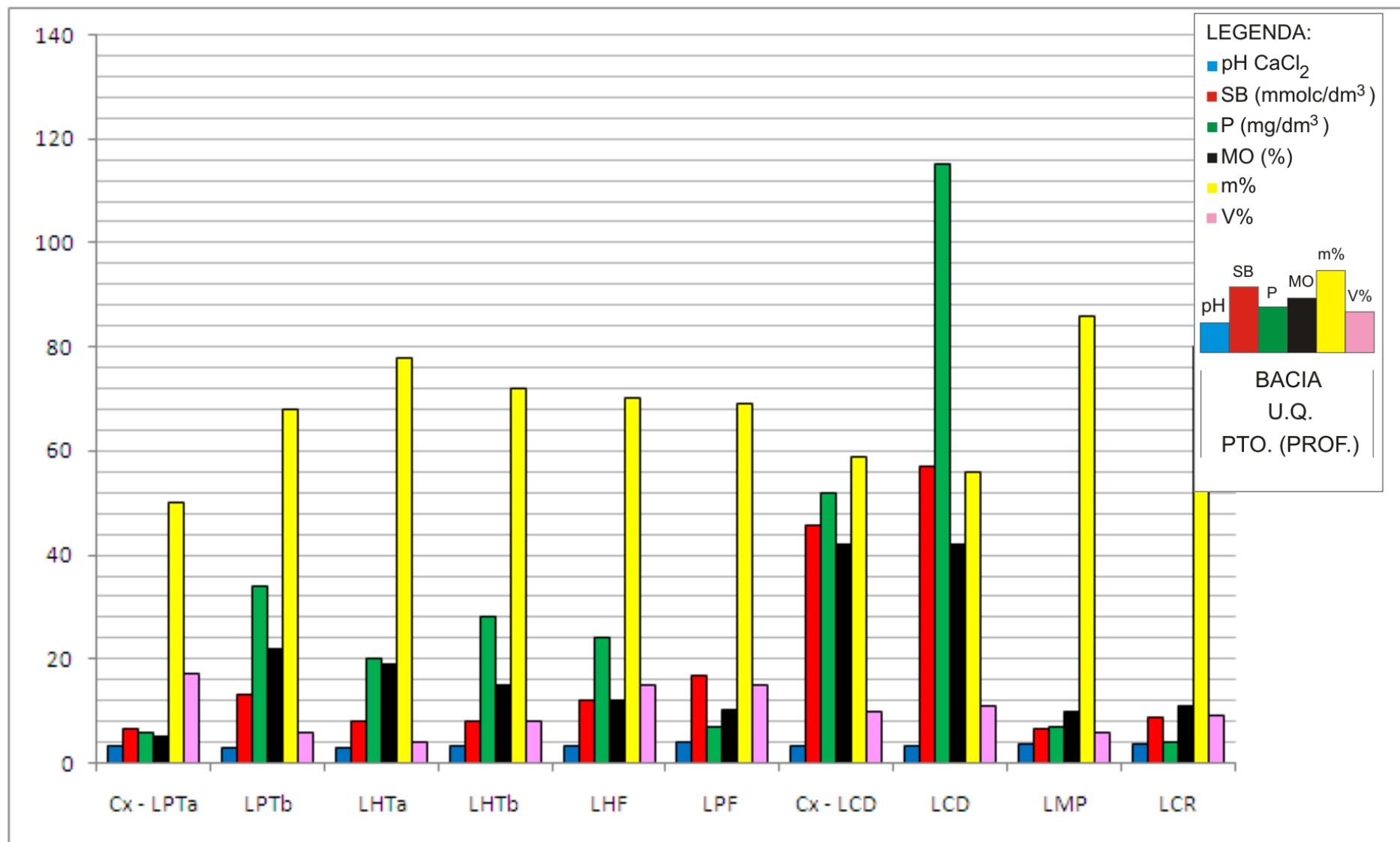


Figura 28. Média de valores dos parâmetros de fertilidade por unidade quaternária na profundidade de 0-20 cm

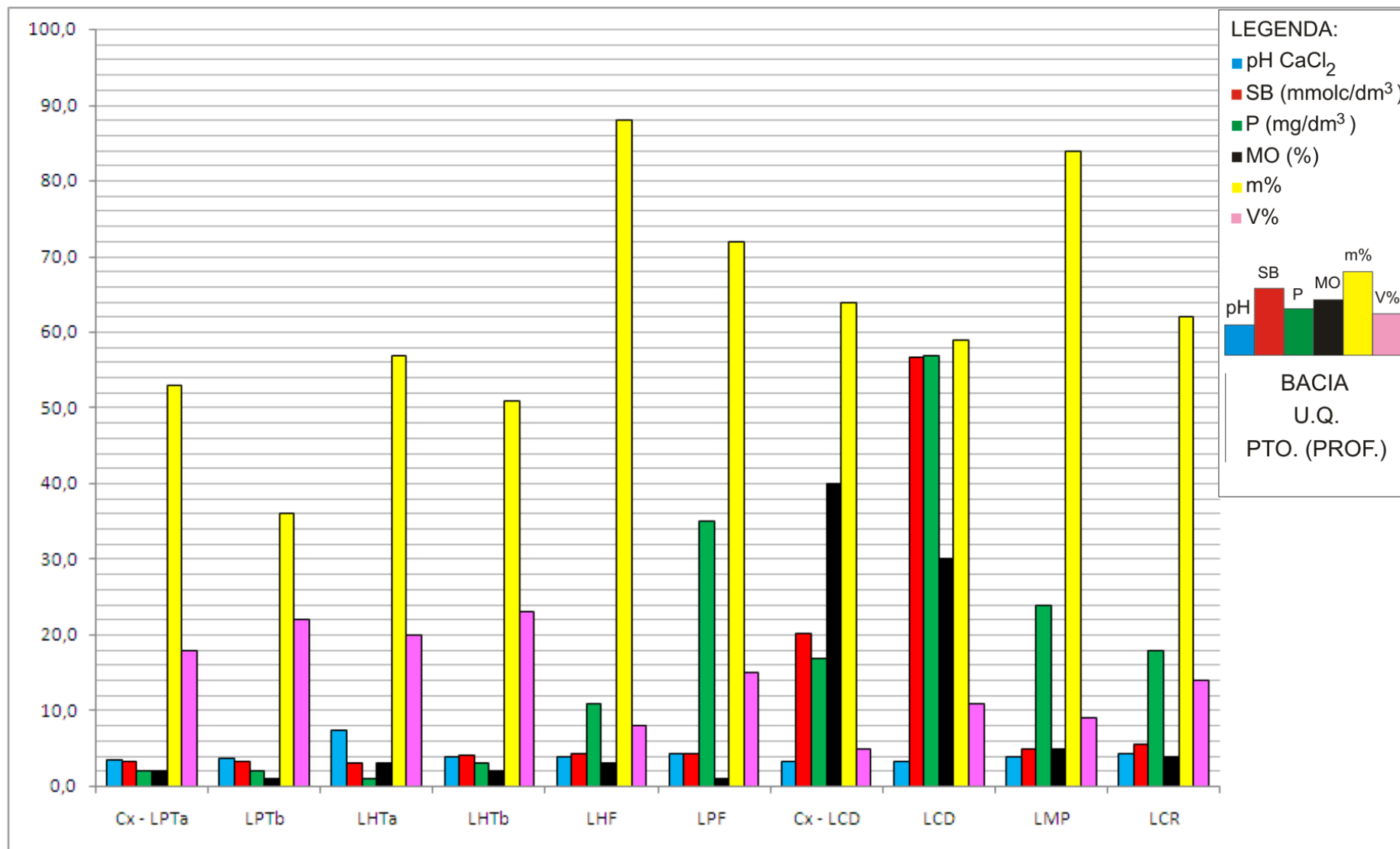


Figura 29. Média de valores dos parâmetros de fertilidade por unidade quaternária na profundidade de 40-60 cm

a) Neossolos Quartzarênicos em LHTb/FbR (Tabela 6 e Figura 30)

Esses solos (amostras dos pontos 8 e 9) apresentam as seguintes características: são muito álicos, com m% muito elevado, variando entre 50 e 88%, ora aumentando ora diminuindo em profundidade; com $SB < 10 \text{ mmolc/dm}^3$, diminuindo com a profundidade; V% muito baixo, variando de 3 a 20%, ora aumentando ora diminuindo em profundidade; pH ácido ($\sim 3,5$) que aumenta em profundidade; teor de MO variável de 4 a 28%; o P também se mostrou variável, entre 9 e 55 mg/dm^3 . Tais amostras analisadas se apresentaram com tendências inversas em termos de: V% (baixo no Ponto 8 e diminui em profundidade; alto no ponto 9 e aumenta em profundidade), m% (baixo no ponto 8 e aumenta em profundidade; alto no ponto 9 e diminui em profundidade), MO e P (para ambos os parâmetros os valores são baixos e diminuem em profundidade no ponto 8, enquanto que no ponto 9 são muito elevados e aumentam em profundidade). Essas diferenças marcantes podem ser explicadas principalmente devido às diferenças topográficas existentes entre ambos, com desnível de aproximadamente 0,50m, sendo o ponto 8 localizado num topo de um cordão litorâneo e o ponto 9 em uma depressão de entrecordões (Figura12).

Em relação aos altos teores de MO no ponto 9 (que parecem condicionar o aumento do fósforo e o aumento da saturação por alumínio) e aos baixos teores no ponto 8, as diferenças topográficas entre ambos também deve condicionar esses valores. Os entrecordões são pequenas depressões que condicionam a microdrenagem no local e o processo de hidromorfismo. Assim, nesse local, sob a Floresta Baixa de Restinga ocorre então maior acúmulo de material vegetal, que é degradado lentamente devido às condições hidromórficas redutoras, tornando o solo mais ácido. Como o solo é arenoso, as bases são facilmente lixiviadas e a CTC é proveniente da matéria orgânica, então as cargas negativas do solo serão preenchidas ou pelo alumínio disponível em grande quantidade no sistema e/ou pelo hidrogênio (nos primeiros 5 cm do solo a $H+Al$ ou acidez trocável no ponto 9 atinge 313 mmolc/dm^3 em quanto que no ponto 8 é de 34 mmolc/dm^3). Em profundidade todos esses teores (MO, $H+Al$) diminuem consideravelmente em ambos os pontos.

Tabela 6. Análise química das amostras 8, 9 e 10 na associação LHTb/FbR

TERRAÇO MARINHO HOLOCÊNICO BAIXO (LHTb)															
PONTO	TIPO DE SOLO (NA)	FLORESTA BAIXA DE RESTINGA													
		PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	T	V%
8	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (NA > 120 cm)	(0 – 5)	3,8	4	3	9	0,6	3	3	0,10	3	34	6,7	40,7	16
		(5 – 10)	3,8	7	4	10	0,6	2	2	0,13	6	42	4,7	46,7	10
		(10 – 15)	3,7	3	2	6	0,4	2	2	0,07	3	25	4,5	29,5	15
		(15 – 20)	3,8	2	1	4	0,3	1	1	0,05	9	28	2,4	30,4	8
		(0 - 20)	3,6	4	2	9	0,6	3	3	0,09	7	38	6,7	44,7	15
		(2 0 - 40)	3,9	2	1	4	0,3	1	1	0,05	11	31	2,4	33,4	7
		(40 - 60)	4,2	2	1	3	0,2	1	1	0,02	7	18	2,2	20,2	11
10	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (NA 120 cm)	(0 – 5)	3,1	20	12	58	2,9	11	11	0,33	32	347	25,2	372,2	7
		(5 – 10)	3,0	16	9	29	0,9	6	6	0,18	28	150	13,1	163,1	8
		(10 – 15)	3,1	7	4	9	0,4	7	4	0,12	11	47	11,5	58,5	20
		(15 – 20)	3,4	2	1	3	0,1	3	3	0,08	4	16	6,2	22,2	28
		(0 - 20)	3,0	13	7	19	0,6	4	5	0,13	30	150	9,7	159,7	6
		(2 0 - 40)	3,6	1	1	2	0,1	3	3	0,08	2	12	6,2	18,2	34
		(40 - 60)	4,0	1	1	1	0,1	3	3	0,08	2	10	6,2	16,2	38
PONTO	TIPO DE SOLO (NA)	FLORESTA BAIXA DE RESTINGA													
		PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	T	V%
9	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO (NA 60-80cm)	(0 – 5)	3,2	25	15	58	2,8	4	4	0,25	66	313	11,1	324,1	3
		(5 – 10)	3,2	34	20	59	2,7	4	4	0,32	50	281	11,0	292,0	4
		(10 – 15)	3,3	31	18	53	1,9	3	3	0,24	46	253	8,1	261,1	3
		(15 – 20)	3,4	28	17	37	1,5	3	3	0,23	40	185	7,7	192,7	4
		(0 - 20)	3,3	28	16	55	2,2	3	3	0,26	61	281	8,5	289,5	3
		(2 0 - 40)	3,7	9	5	16	0,5	2	2	0,08	20	64	4,6	68,6	7
		(40 - 60)	4,4	1	1	7	0,2	2	2	0,05	4	18	4,3	22,3	19

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina (mmol/dm^3); Al, (H+Al), SB e T em (mmol/dm^3)

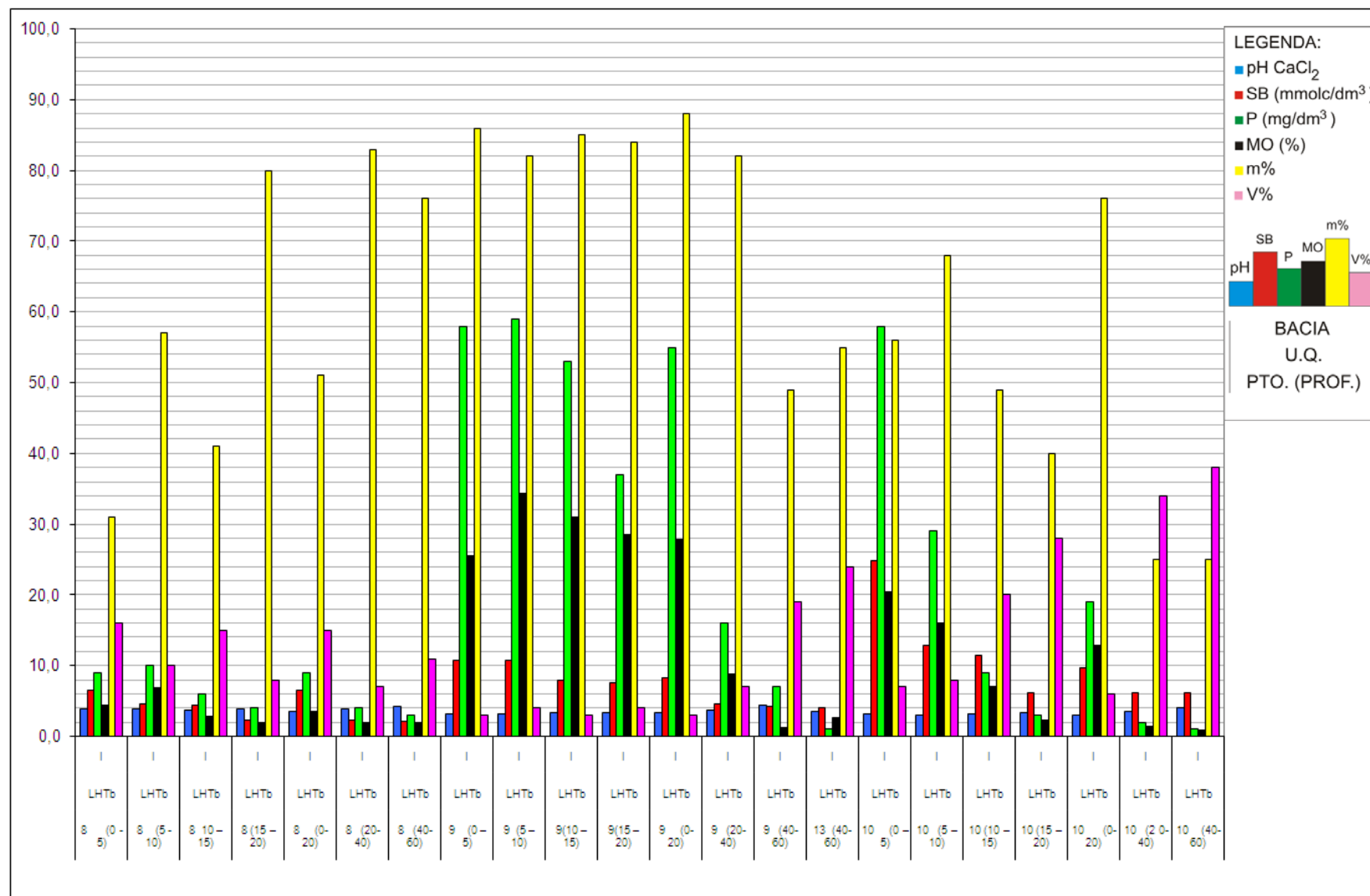


Figura 30. Parâmetros de fertilidade do solo para LHTb – Itaguaré.

b) Neossolos Quartzarênicos em LPTa/FaR (Tabela 7 e Figura 31)

As características desses solos (amostras 50 e 90) são muito álicos (m% entre 30 e 70%, diminuindo em profundidade); SB muito baixas (4-8 mmolc/dm³), diminuindo em profundidade; V% variando de 5-25% e aumentando em profundidade; pH ácido (~3,5); com baixos teores de MO (4-6%) e P (5-7 mg/dm³), ambos diminuindo em profundidade. Como o aumento do P acompanha o aumento da MO, supõe-se que a principal forma de fósforo disponível seja o P orgânico. Segundo Kiehl (1979) a presença do fósforo orgânico no perfil corresponde à distribuição da matéria orgânica no mesmo, havendo certa correlação entre o fósforo total e a matéria orgânica.

Nesses terraços marinhos pleistocênicos esses solos são sem dúvida neoformados e refletem a evolução e a maturidade desses depósitos, refletindo o desmantelamento do horizonte B espódico, ou o seu total desaparecimento no perfil. Por outro lado, a não presença desse horizonte poderia estar associada também à migração do horizonte B espódico para camadas mais profundas do perfil, as quais não puderam ser atingidas nas prospecções realizadas na área.

Tabela 7. Análise química das amostras 90 e 50 na associação LPTa/FaR

TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO ALTO (Cx-LPTa/LCD)																
PONTO	FLORESTA ALTA DE RESTINGA															
	PROFUN_DADE	pH em CaCl ₂	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%	
50 NEOSSOLO QUARTZÊNICO (NA > 120 cm)	(0 – 5)	2.8	18	10	35	0.14	1.7	4	4	24	529	9.8	538.8	2	71	
	(5 – 10)	3.0	8	5	9	0.04	0.5	2	2	11	64	4.5	68.5	7	71	
	(10 – 15)	3.2	4	2	4	0.04	0.2	2	2	7	28	4.2	32.2	13	62	
	(15 – 20)	3.4	2	1	3	0.03	0.2	2	2	4	20	4.2	24.2	17	49	
	(0 - 20)	3.2	6	3	7	0.05	0.4	2	2	9	72	4.5	76.5	6	67	
	(2 0 - 40)	3.7	2	1	2	0.02	0.1	1	1	5	25	2.1	27.1	8	70	
	(40 - 60)	3.7	1	1	2	0.02	0.1	1	1	6	25	2.1	27.1	8	74	
90 NEOSSOLO QUARTZÊNICO (NA > 120 cm)	(0 – 5)	3.2	9	5	12	0.11	0.9	11	5	16	80	17.0	97.0	18	48	
	(5 – 10)	3.1	4	2	4	0.08	0.3	3	3	8	38	6.4	44.4	14	56	
	(10 – 15)	3.3	3	2	3	0.08	0.1	2	2	4	18	4.2	22.2	19	49	
	(15 – 20)	3.3	2	1	2	0.08	0.1	2	2	4	15	4.2	19.2	22	49	
	(0 - 20)	3.4	4	3	5	0.08	0.3	4	4	4	22	8.4	30.4	28	32	
	(2 0 - 40)	3.5	4	2	1	0.08	0.1	2	2	2	11	4.2	15.2	28	32	
	(40 - 60)	3.5	3	2	1	0.08	0.2	2	2	2	11	4.3	15.3	28	32	

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina (mmol/dm^3); Al, (H+Al), SB e T em (mmol/dm^3)

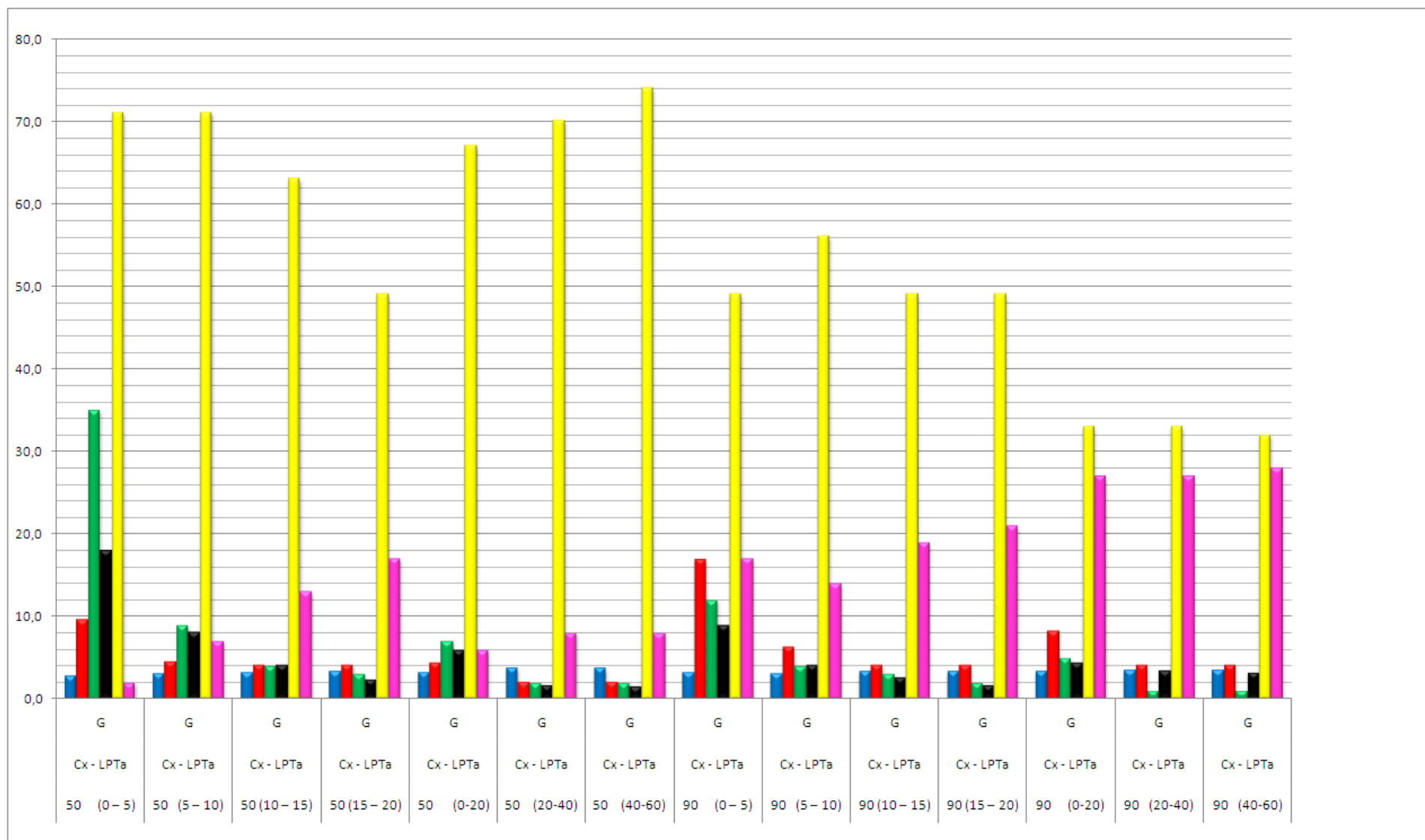


Figura 31. Parâmetros de fertilidade do solo para Cx-LPTA - Guaratuba

c) Neossolos Flúvicos em LPF/FAL (Tabela 8 e Figura 32) e LMP/FTr (Tabela 9 e Figura 33)

Esses solos (pontos 43 – LPF/FAL e 49A – LMP/FTr) compreendem solos álicos, com teores de Al variando de 48% (amostra 43) e 80% (amostra 49A), aumentando em profundidade no Ponto 43 e diminuindo no Ponto 49A; SB é de 25 mmolc/dm³ (amostra 43) e 5 mmolc/dm³ (amostra 49A); V% varia de 21% (amostra 43) e 12% (amostra 49A), sendo que na primeira não varia muito em profundidade, ao contrário da segunda, que aumenta; pH está em torno de 4 para ambas; MO está em torno de 15% na amostra 43 e 3% na amostra 49, sendo que ambas diminuem em profundidade; o P (teores baixos e entre 3-29 mg/dm³), ao contrário dos solos descritos anteriormente (ambientes marinhos), não acompanha as tendências da MO, aumentando em profundidade para ambas as amostras, onde chega a atingir 29 mg/dm³ na amostra 49A. Essas relações entre P e MO sugerem que a forma predominante do fósforo disponível não é o P orgânico, como nos sedimentos marinhos. Assim, a sua fonte deve estar nos sedimentos de origem. Outra diferença entre essas duas amostras é que a amostra 43 (LPF) é mais fértil do que 49A (LMP), embora ambas sejam distróficas.

Tabela 8. Análise química das amostras 61, 52 e 43 na associação LPF/FAL

TERRAÇO FLUVIAL PLEISTOCÊNICO															
PONTO	FLORESTA ALUVIAL														
TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
43 NEOSSOLO FLÚVICO (NA 60 cm)	(0 – 5)	4.1	19	11	7	0.21	2.1	29	12	27	150	43.3	193.3	22	38
	(5 – 10)	4.2	15	9	4	0.16	1.3	18	8	28	109	27.5	136.5	20	50
	(10 – 15)	4.2	14	8	3	0.15	1.1	14	5	26	98	20.3	118.3	17	56
	(15 – 20)	4.3	13	7	3	0.13	0.7	9	3	19	80	12.8	92.8	14	60
	(0 - 20)	4.4	15	9	3	0.17	1.5	19	5	24	98	25.7	123.7	21	48
	(20 - 40)	4.4	4	2	3	0.12	0.4	3	3	19	58	6.5	64.5	10	74
	(40 - 60)	4.5	1	1	23	0.10	0.2	2	2	10	25	4.3	29.3	15	70
52 CAMBISSOLO FLÚVICO (NA > 130 cm)	(0 – 5)	3.6	10	6	16	0.15	1.9	5	5	62	135	12.1	147.1	8	84
	(5 – 10)	3.7	7	4	13	0.13	1.3	4	4	52	98	9.4	107.4	9	85
	(10 – 15)	3.8	5	3	13	0.12	1.0	4	4	43	80	9.1	89.1	10	83
	(15 – 20)	4.1	3	2	37	0.10	0.4	2	3	32	47	5.5	52.5	10	85
	(0 - 20)	3.6	9	5	14	0.13	1.4	4	4	65	121	9.5	130.5	7	87
	(20 - 40)	4.2	2	1	49	0.11	2.7	2	2	19	34	6.8	40.8	17	74
	(40 - 60)	4.2	1	1	69	0.09	0.3	2	2	10	28	4.4	32.4	14	69
61 GLEISSOLO HÁPLICO (NA 70 cm)	(0 – 5)	4.1	7	4	4	0.15	1.9	16	9	33	72	27.1	99.1	27	55
	(5 – 10)	4.1	9	5	5	0.25	1.4	4	4	45	88	9.7	97.7	10	82
	(10 – 15)	4.0	7	4	6	0.18	1.2	3	3	50	88	7.4	95.4	8	87
	(15 – 20)	4.2	6	4	4	0.14	0.8	2	2	39	72	4.9	76.9	6	89
	(0 - 20)	4.1	7	4	4	0.15	1.2	8	6	38	80	15.4	95.4	16	71
	(20 - 40)	4.4	3	2	3	0.11	0.4	3	3	24	47	6.5	53.5	12	79
	(40 - 60)	4.6	1	1	14	0.10	0.3	2	2	13	18	4.4	22.4	20	75

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$); Al, (H+Al), SB e T em ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$)

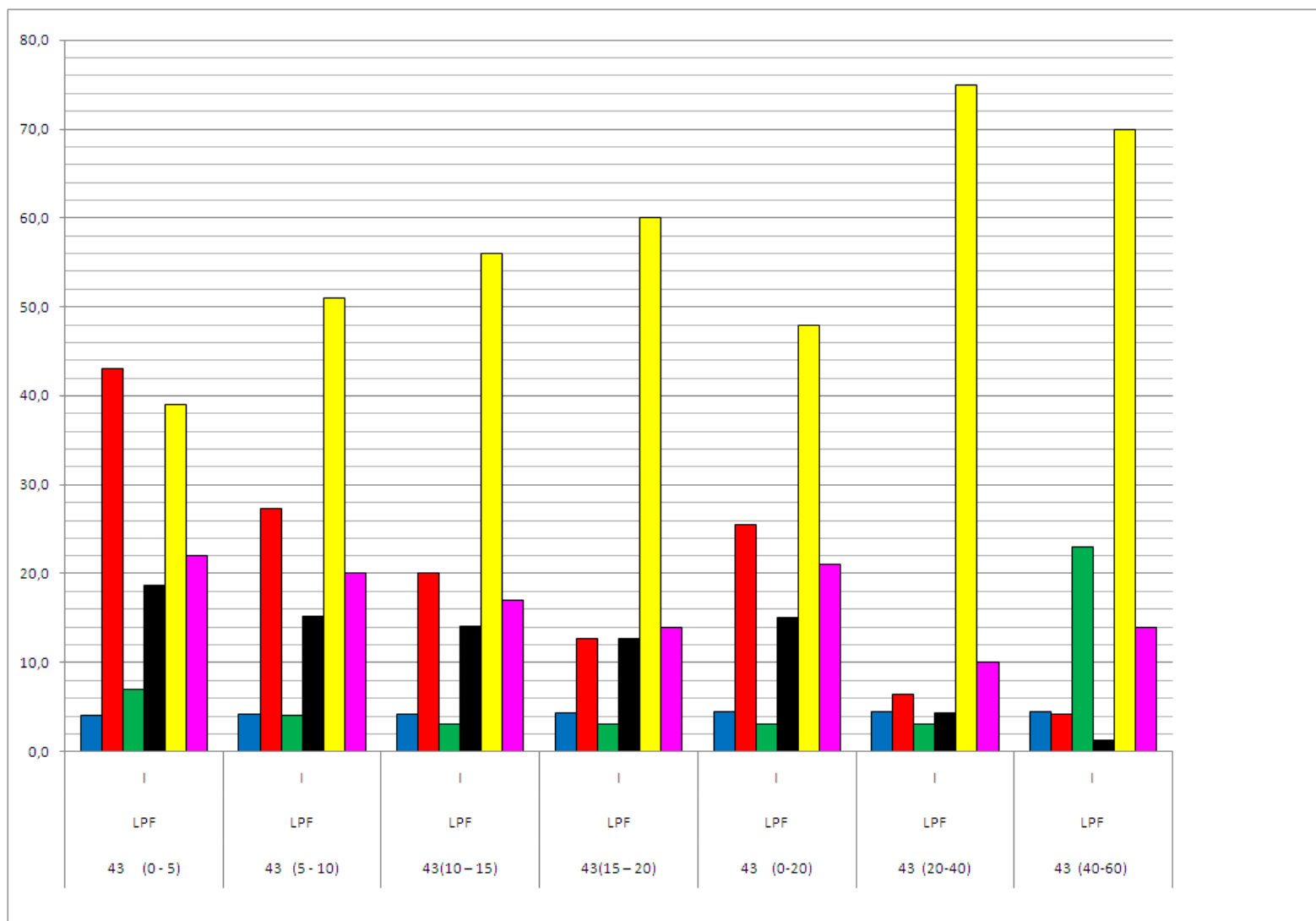


Figura 32. Parâmetros de fertilidade do solo para LPF – Itaguapé

Tabela 9. Análise química das amostras 60,63 E 67 na associação LMP/FTr

DEPÓSITOS MISTOS (fluviais e coluvios de baixada) - LMP															
PONTO	FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)														
TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
60 GLEISSOLO HÁPLICO (NA 110 cm)	(0 – 5)	3.3	21	12	9	0.20	4.1	11	12	95	253	27.3	280.3	10	78
	(5 – 10)	3.5	18	11	5	0.19	2.2	5	6	78	205	13.4	218.4	6	85
	(10 – 15)	3.8	7	4	3	0.15	0.8	4	5	37	98	10.0	108.0	9	79
	(15 – 20)	3.9	7	4	2	0.15	0.5	2	4	36	80	6.7	86.7	8	84
	(0 - 20)	3.6	12	7	3	0.19	1.5	2	3	52	150	6.7	156.7	4	89
	(20 - 40)	4.0	3	2	1	0.10	0.3	2	3	27	52	5.4	57.4	9	83
	(40 - 60)	3.7	1	1	1	0.10	0.3	2	3	23	38	5.4	43.4	12	81
FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)															
63 CAMBISSOLO FLÚVICO (NA 100 cm)	(0 – 5)	3.6	17	10	4	0.14	2.0	3	3	67	166	8.1	174.1	5	89
	(5 – 10)	3.7	14	8	3	0.16	1.3	2	2	50	121	5.5	126.5	4	90
	(10 – 15)	3.8	13	8	2	0.16	1.1	2	2	38	109	5.3	114.3	5	88
	(15 – 20)	3.9	11	6	2	0.14	0.9	2	2	34	88	5.0	93.0	5	87
	(0 - 20)	3.7	16	9	2	0.25	1.7	2	2	53	135	6.0	141.0	4	90
	(20 - 40)	3.9	8	5	2	0.12	0.7	2	2	26	64	4.8	68.8	7	84
	(40 - 60)	3.9	4	2	1	0.13	0.4	1	1	28	52	2.5	54.5	5	92
FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)															
67 CAMBISSOLO FLÚVICO (NA 110 cm)	(0 – 5)	3.7	16	10	7	0.15	3.3	11	5	96	185	19.5	204.5	10	83
	(5 – 10)	4.0	11	6	3	0.14	1.3	3	3	54	109	7.4	116.4	6	88
	(10 – 15)	4.1	8	5	3	0.12	0.7	2	2	39	80	4.8	84.8	6	89
	(15 – 20)	4.1	6	3	2	0.10	0.6	2	2	26	64	4.7	68.7	7	85
	(0 - 20)	4.0	11	6	3	0.14	1.5	4	4	49	109	9.6	118.6	8	84
	(20 - 40)	4.2	4	2	4	0.10	0.5	2	2	28	47	4.6	51.6	9	86
	(40 - 60)	4.1	9	5	46	0.11	0.4	2	2	47	88	4.5	92.5	5	91

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$); Al, (H+Al), SB e T em ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$)

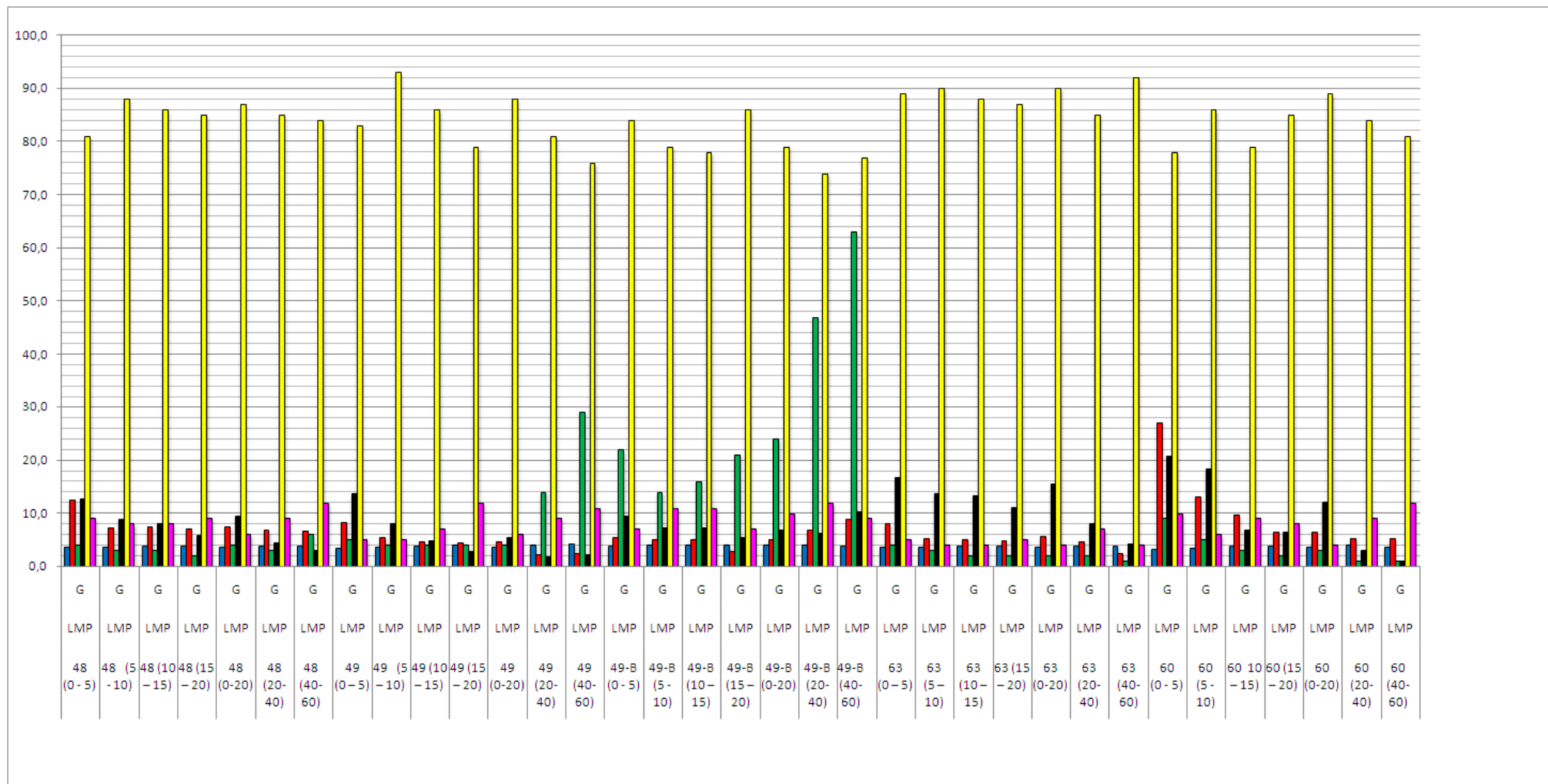


Figura 33. Parâmetros de fertilidade do solo para LMP - Guaratuba

d) Neossolos Regolíticos em LCR/FTr (Tabela 10 e Figura 34)

Esses solos (ponto 45) compreendem solos álicos com m% de até 78% (apresenta irregularidade de valores no perfil); SB em torno de 8 mmolc/dm³; é também pobre em P, aumentando abruptamente em 40-60 cm, onde atinge 34 mg/dm³ e mostrando que a fonte principal desse nutriente está na rocha de origem; MO é de 12% e diminui com a profundidade; e o pH ácido em torno de 4.

e) Latossolo Amarelo em LCR/FTr (Tabela 10 e Figura 34)

São solos (amostra 46) álicos com m% de até 90% (apresenta irregularidade de valores no perfil); SB em torno de 8 mmolc/dm³; é também pobre em P (3 mg/dm³), que não varia em profundidade; MO é de 11% e diminui com a profundidade; e o pH ácido em torno de 4.

Tabela 10. Análise química das amostras 46 E46 na associação LCR/FTr

DEPÓSITOS DE ENCOSTA (LCR)															
PONTO	FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)														
TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
45 NEOSSOLO REGOLÍTICO (NA > 40 cm)	(0 – 5)	4.4	9	5	3	0.11	1.1	9	10	39	121	20.2	141.2	14	66
	(5 – 10)	3.7	6	4	3	0.11	1.0	5	6	34	109	12.1	121.1	10	74
	(10 – 15)	3.9	6	3	3	0.13	0.9	3	4	24	72	8.0	80.0	10	75
	(15 – 20)	4.0	4	2	3	0.11	0.7	2	3	20	80	5.8	85.8	7	77
	(0 - 20)	3.7	12	7	3	0.11	1.1	3	5	32	109	9.2	118.2	8	78
	(20 - 40)	4.3	2	1	12	0.10	0.4	2	3	8	52	5.5	57.5	10	59
	(40 - 60)	4.5	4	2	34	0.10	0.9	2	3	6	31	6.0	37.0	16	50
46 LATOSSOLO AMARELO (NA > 200 cm)	(0 – 5)	3.8	11	7	3	0.12	2.0	6	5	36	98	13.1	111.1	12	73
	(5 – 10)	3.7	9	5	3	0.12	1.1	3	3	45	88	7.2	95.2	8	86
	(10 – 15)	3.7	8	5	3	0.10	1.0	2	2	43	98	5.1	103.1	5	89
	(15 – 20)	3.8	8	5	3	0.10	1.0	2	2	41	88	5.1	93.1	5	89
	(0 - 20)	3.7	11	6	5	0.11	1.2	4	3	36	88	8.3	96.3	9	81
	(20 - 40)	4.0	5	3	2	0.11	0.8	2	2	29	58	4.9	62.9	8	86
	(40 - 60)	4.1	4	2	2	0.10	1.0	2	2	14	38	5.1	43.1	12	73

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina (mmol/dm^3); Al, (H+Al), SB e T em (mmol/dm^3)

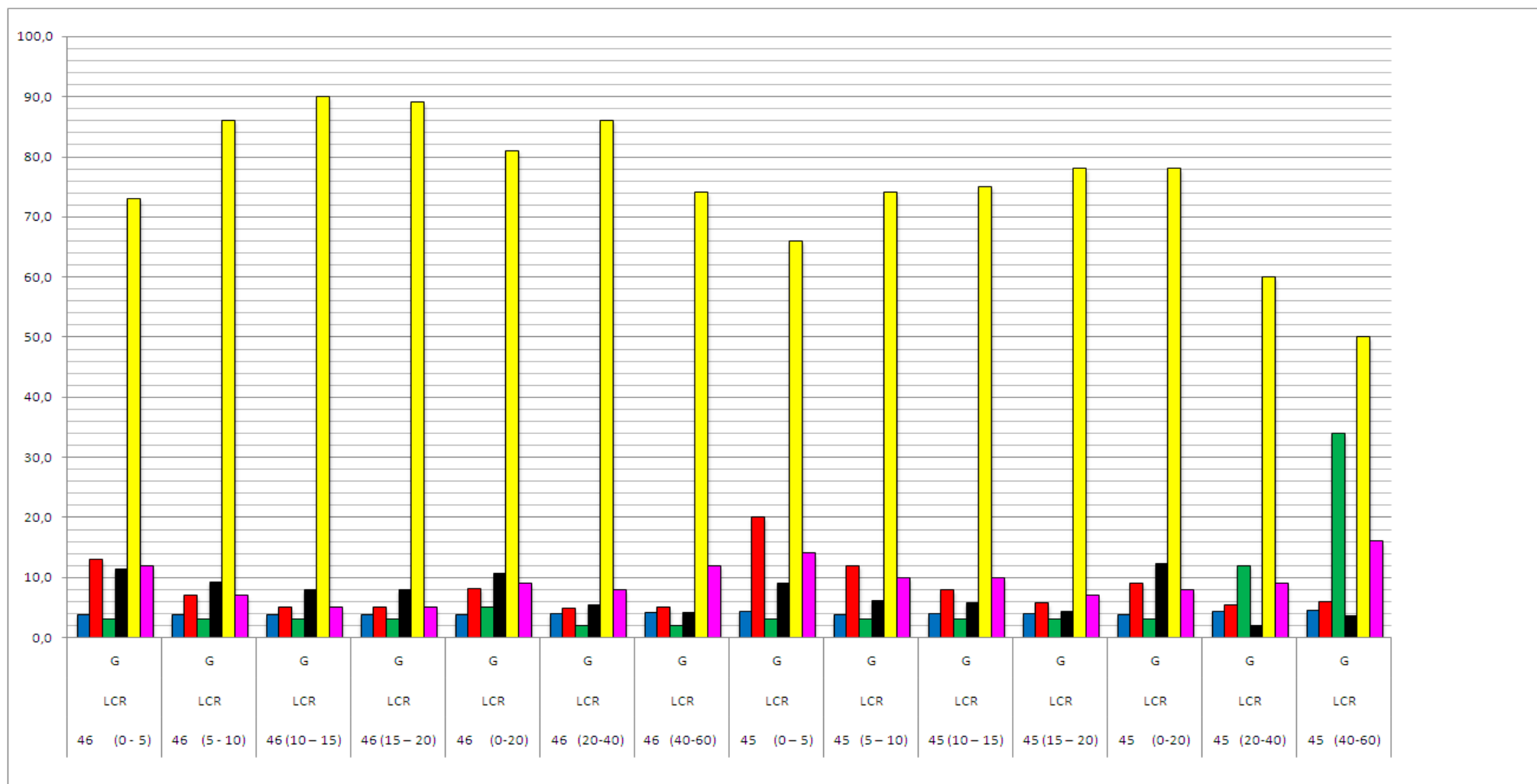


Figura 34. Parâmetros de fertilidade do solo para LCR - Guaratuba

f) Espodossolos Humilúvicos em LHTb/FaR (Tabela 6 e Figura 30 na página 83 e 84) e LHTa/FaR (Tabela 11 e Figura 35)

Os solos em LHTb/FaR (amostra 10) e LHTa/FaR (amostra 13) são solos muito álicos (m% varia de 50 a 85%, diminuindo em profundidade); com SB em geral baixa (6-25 mmolc/dm³), diminuindo em profundidade e com o mesmo tipo de distribuição em todas as amostras; V% é baixo (3-38%) e aumenta em profundidade; pH muito ácidos (2,7 a 4), aumentando em profundidade; MO varia de 1–31% e diminui com a profundidade; P acompanha as tendências da MO, variando de 1-62 mg/dm³.

A amostra 11 (LHTa/FaR) apresentou os maiores teores de m% (85%), de MO (19-30%) e de P (24-62 mg/dm³) especialmente para os primeiros 20 cm do solo em todas as amostras.

Tabela 11. Análise química das amostras 11 e 13 na associação LHTa/FaR

TERRAÇO MARINHO HOLOCENICO ALTO (LHTa)																
PONTO	FLORESTA ALTA DE RESTINGA															
	TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
11	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (NA 100)	(0 – 5)	2.8	24	14	62	0.28	4.6	12	8	67	477	24.9	501.9	5	73
		(5 – 10)	2.7	37	21	56	0.25	3.4	7	5	60	429	15.7	444.7	4	79
		(10 – 15)	2.7	19	11	24	0.18	1.1	3	3	40	313	7.3	320.3	2	85
		(15 – 20)	2.7	30	18	24	0.14	1.1	3	3	40	313	7.2	320.2	2	85
		(0 - 20)	2.7	30	18	30	0.19	1.8	4	4	46	281	10.0	291.0	3	82
		(20 - 40)	3.5	4	2	2	0.09	0.1	2	2	2	13	4.2	17.2	24	32
		(40 - 60)	3.5	3	2	1	0.09	0.1	1	1	3	12	2.2	14.2	15	58
PONTO	FLORESTA ALTA DE RESTINGA															
	TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
13	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (NA 150)	(0 – 5)	3.0	31	18	51	0.24	3	12	11	30	347	25.9	372.9	7	54
		(5 – 10)	3.0	19	11	30	0.19	1.2	4	5	2	253	10.4	263.4	4	16
		(10 – 15)	2.9	16	9	20	0.15	0.7	4	4	33	253	8.9	261.9	3	79
		(15 – 20)	3.1	10	6	10	0.10	0.4	4	4	29	64	8.5	72.5	12	77
		(0 - 20)	3.0	8	5	10	0.12	0.4	3	3	17	121	6.5	127.5	5	72
		(20 - 40)	3.3	3	2	3	0.08	0.1	2	2	8	20	4.2	24.2	17	66
		(40-60)	3.5	3	2	1	0.17	0.1	2	2	5	13	4.3	17.3	25	54

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$); Al , $(\text{H}+\text{Al})$, SB e T em ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$)

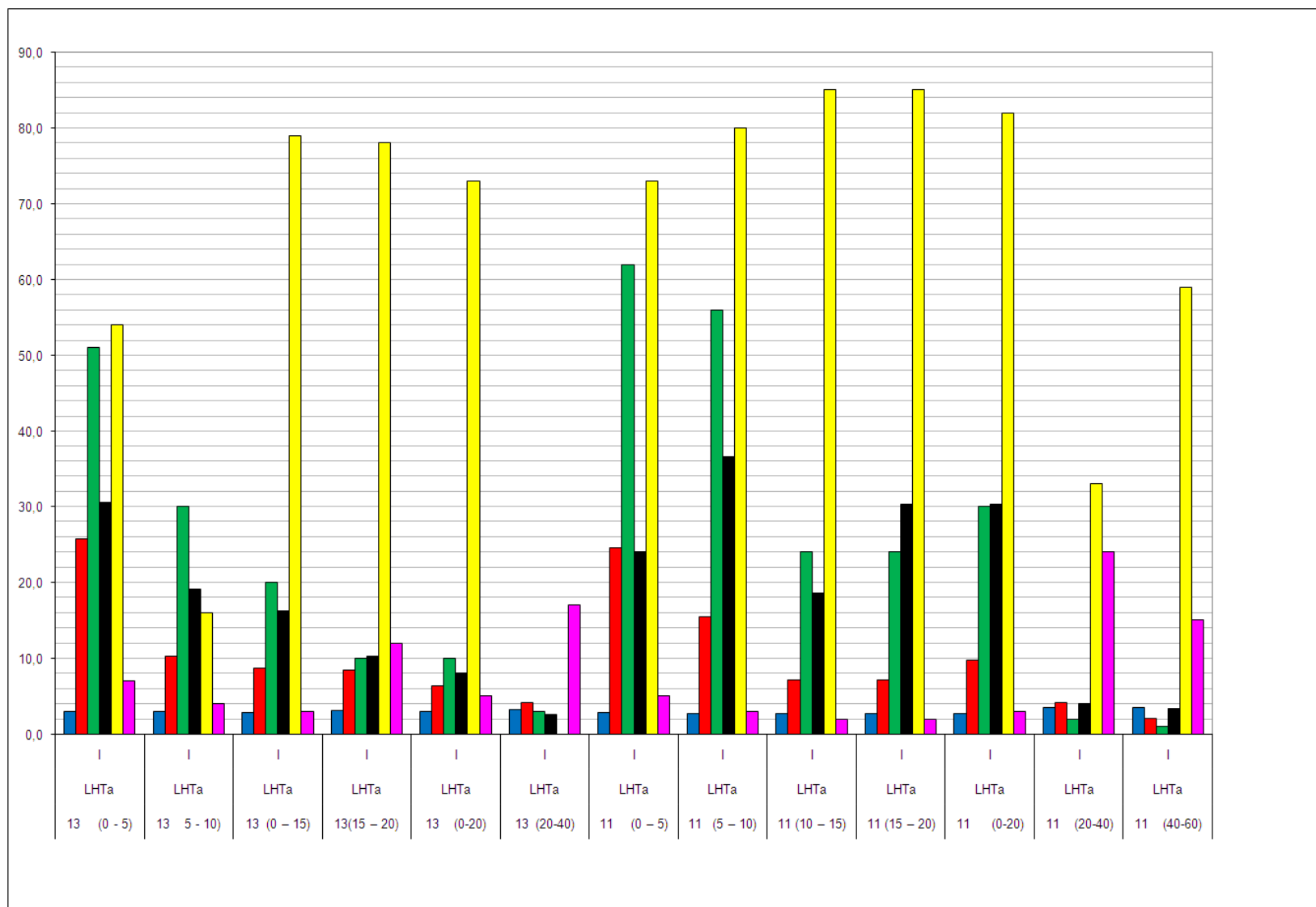


Figura 35. Parâmetros de fertilidade do solo para LHTa - Itaquaré

g) Espodossolos Humilúvicos em LPTb/FaR (Tabela 12 e Figura 36)

Esses solos (pontos 12, 14) apresentam-se como solos háplicos, com teores de MO entre 13 e 26% respectivamente, P médio (30 e 19 mg/dm³ respectivamente), SB baixo (11 e 10 mmolc/dm³ respectivamente), o V% é muito baixo (4% em ambas).

A amostra 16 apresentou os maiores teores de MO (48%), P (85 mg/dm³), SB (20 mmolc/dm³) muito embora o V% tenha se mantido baixo (em torno de 11%), ainda distrófico. Nesta amostra foi verificado um erro de laboratório, na análise do cálcio, na profundidade de 0 a 5cm. O valor de 114 mmolc/dm³ é 10 vezes maior que a amostra na profundidade 0 a 20 cm. As amostras de 0 a 20 cm deve sempre compreender os valores encontrados nas amostras de 5 em 5 cm de profundidade.

Tabela 12. Análise química das amostras 12, 14 e 16 na associação LPTb/FaR

TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO BAIXO (LPTb)															
PONTO TIPO DE SOLO (NA)	FLORESTA ALTA DE RESTINGA														
	PROFUNDI DADE	pH em CaCl ₂	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
12 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (NA 90)	(0 – 5)	3.0	40	23	60	0.35	3.7	11	12	35	386	27.1	413.1	7	56
	(5 – 10)	3.3	15	9	44	0.30	2.1	9	8	34	253	19.4	272.4	7	64
	(10 – 15)	2.9	18	11	24	0.20	0.8	5	5	30	228	11.0	239.0	5	73
	(15 – 20)	2.9	9	5	10	0.13	0.4	3	3	17	135	6.5	141.5	5	72
	(0 - 20)	2.9	26	15	30	0.20	1.0	5	5	31	253	11.2	264.2	4	73
	(2 0 - 40)	3.3	4	2	3	0.08	0.1	2	2	7	25	4.2	29.2	14	63
	(40 - 60)	3.6	2	1	1	0.08	0.1	2	2	3	13	4.2	17.2	24	42
14 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (NA 130)	FLORESTA ALTA DE RESTINGA														
	(0 – 5)	3.0	29	17	37	0.27	1.6	7	7	34	313	15.9	328.9	5	68
	(5 – 10)	3.0	15	8	22	0.14	0.8	4	5	24	228	9.9	237.9	4	71
	(10 – 15)	3.0	7	4	11	0.13	0.3	3	3	14	88	6.4	94.4	7	69
	(15 – 20)	3.1	4	2	6	0.10	0.2	2	2	8	52	4.3	56.3	8	65
	(0 - 20)	3.0	13	7	19	0.15	0.7	4	5	22	228	9.9	237.9	4	69
	(2 0 - 40)	3.4	1	1	2	0.17	0.1	2	2	2	13	4.3	17.3	25	32
	(40 - 60)	3.8	1	0	1	0.08	0.1	2	2	2	11	4.2	15.2	28	32
16 ESPODOSSOLO HUMILÚVICO (NA 115)	FLORESTA ALTA DE RESTINGA														
	(0 – 5)	3.7	48	28	85	0.39	4.9	114	16	14	281	135.3	416.3	32	9
	(5 – 10)	3.2	32	19	65	0.36	2.3	19	7	30	429	28.7	457.7	6	51
	(10 – 15)	3.1	30	17	65	0.30	1.9	7	7	39	386	16.2	402.2	4	71
	(15 – 20)	3.1	15	9	22	0.14	0.6	3	3	21	347	6.7	353.7	2	76
	(0 - 20)	3.1	27	16	54	0.30	1.7	11	7	31	166	20.0	186.0	11	61
	(2 0 - 40)	3.2	8	5	6	0.05	0.1	2	2	8	38	4.2	42.2	10	66
	(40 - 60)	3.8	1	1	3	0.04	0.1	1	1	1	11	2.1	13.1	16	32

P resina (mg/dm³); Na⁺, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ resina (mmol_c/dm³); Al, (H+Al), SB e T em (mmol_c/dm³)

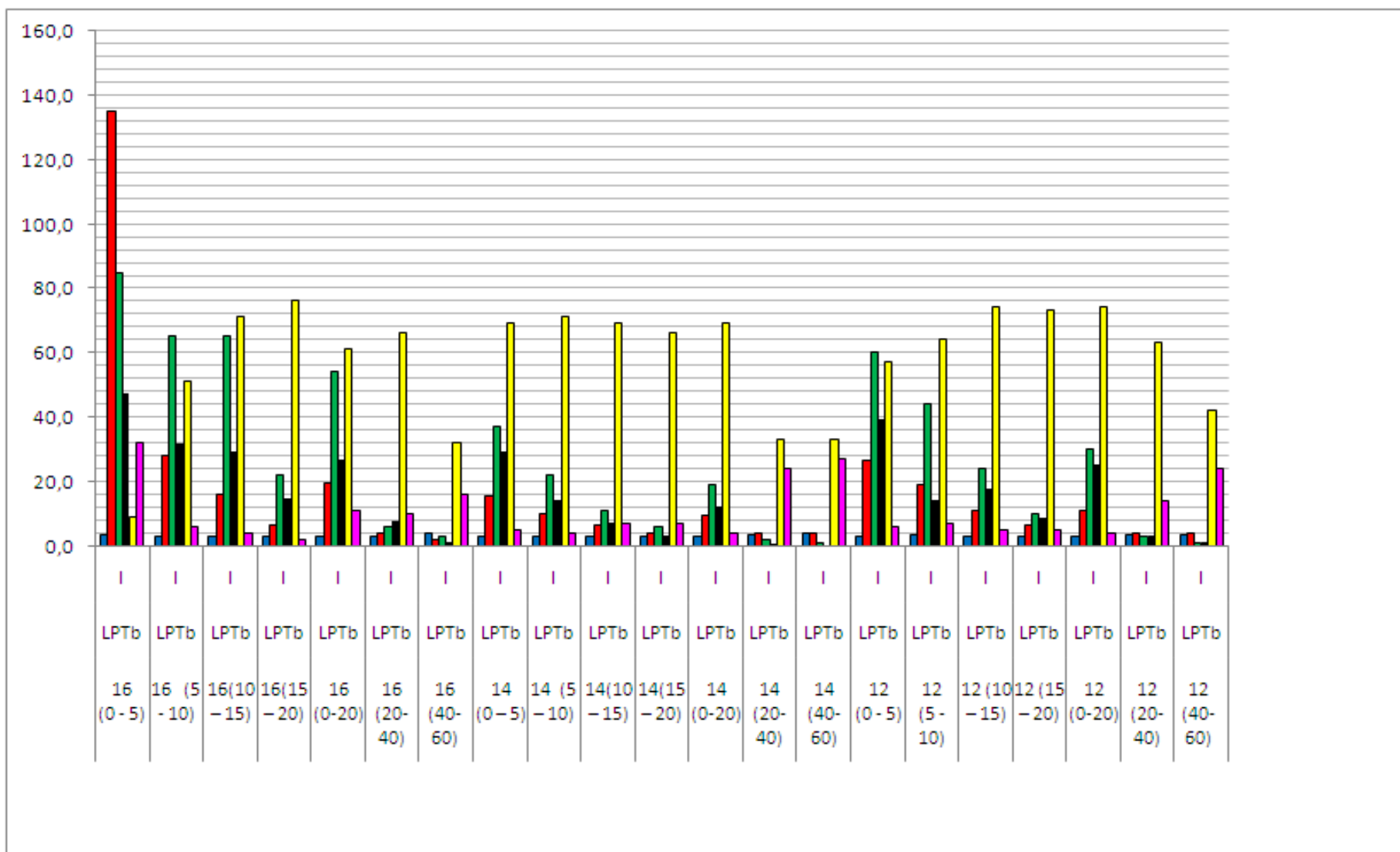


Figura 36. Parâmetros de fertilidade do solo para LPTb – Itaguaré

h) Gleissolos Háplicos em LMP/FTr (Tabela 10 na página 90, Tabela 13; e Figura 33 na página 92)

Esses solos (amostras 48, 49B e 60) são solos super álicos (m% 75-95%); SB (5-28 mmolc/dm³) diminui em profundidade; MO (2-22%), diminui em profundidade; V% é muito baixo (5-12%) exceto a amostra 60, com 28%; pH é ácido (~3,5); P não tem muita variação em profundidade, exceto na amostra 49B que, independente da MO, atinge valores muito altos em profundidade de até 64 mg/dm³.

i) Cambissolos Flúvicos em LMP/FTr (Tabela 13 e Figura 33 e 37)

Esses solos (amostras 63 e 67) são super álicos (m% 85-92%); SB (3-8 mmolc/dm³) diminui em profundidade; MO (4-17%) diminui em profundidade; V% (4-7) é irregular; pH pouco ácido (~3,8); P é muito baixo (1-4 mg/dm³) diminui em profundidade.

Tabela 13. Análise química das amostras 60,63 E 67 na associação LMP/FTr

DEPÓSITOS MISTOS (Fluviais e Colúvios de Baixada) - LMP															
PONTO	FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)														
TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl ₂	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
60 GLEISSOLO HÁPLICO (NA 110 cm)	(0 – 5)	3.3	21	12	9	0.20	4.1	11	12	95	253	27.3	280.3	10	78
	(5 – 10)	3.5	18	11	5	0.19	2.2	5	6	78	205	13.4	218.4	6	85
	(10 – 15)	3.8	7	4	3	0.15	0.8	4	5	37	98	10.0	108.0	9	79
	(15 – 20)	3.9	7	4	2	0.15	0.5	2	4	36	80	6.7	86.7	8	84
	(0 - 20)	3.6	12	7	3	0.19	1.5	2	3	52	150	6.7	156.7	4	89
	(20 - 40)	4.0	3	2	1	0.10	0.3	2	3	27	52	5.4	57.4	9	83
	(40 - 60)	3.7	1	1	1	0.10	0.3	2	3	23	38	5.4	43.4	12	81
FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)															
63 CAMBISSOLO FLÚVICO (NA 100 cm)	(0 – 5)	3.6	17	10	4	0.14	2.0	3	3	67	166	8.1	174.1	5	89
	(5 – 10)	3.7	14	8	3	0.16	1.3	2	2	50	121	5.5	126.5	4	90
	(10 – 15)	3.8	13	8	2	0.16	1.1	2	2	38	109	5.3	114.3	5	88
	(15 – 20)	3.9	11	6	2	0.14	0.9	2	2	34	88	5.0	93.0	5	87
	(0 - 20)	3.7	16	9	2	0.25	1.7	2	2	53	135	6.0	141.0	4	90
	(20 - 40)	3.9	8	5	2	0.12	0.7	2	2	26	64	4.8	68.8	7	84
	(40 - 60)	3.9	4	2	1	0.13	0.4	1	1	28	52	2.5	54.5	5	92
FLORESTA DE TRANSIÇÃO RESTINGA-ENCOSTA (FTr)															
67 CAMBISSOLO FLÚVICO (NA 110 cm)	(0 – 5)	3.7	16	10	7	0.15	3.3	11	5	96	185	19.5	204.5	10	83
	(5 – 10)	4.0	11	6	3	0.14	1.3	3	3	54	109	7.4	116.4	6	88
	(10 – 15)	4.1	8	5	3	0.12	0.7	2	2	39	80	4.8	84.8	6	89
	(15 – 20)	4.1	6	3	2	0.10	0.6	2	2	26	64	4.7	68.7	7	85
	(0 - 20)	4.0	11	6	3	0.14	1.5	4	4	49	109	9.6	118.6	8	84
	(20 - 40)	4.2	4	2	4	0.10	0.5	2	2	28	47	4.6	51.6	9	86
	(40 - 60)	4.1	9	5	46	0.11	0.4	2	2	47	88	4.5	92.5	5	91

P resina (mg/dm³); Na⁺, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ resina (mmol/dm³); Al, (H+Al), SB e T em (mmol/dm³)

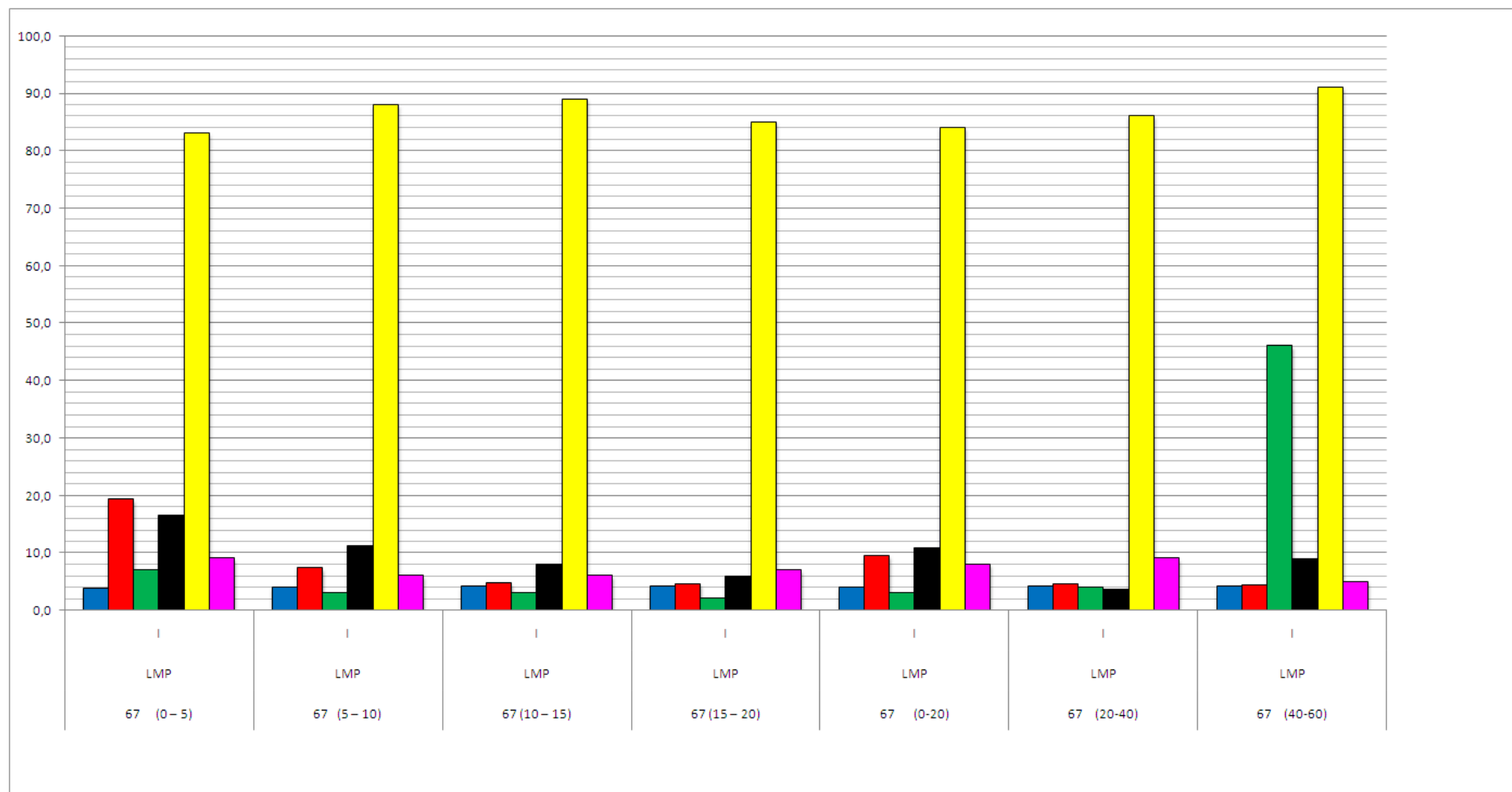


Figura 37. Parâmetros de fertilidade do solo para LMP - Itaguaré

j) Gleissolos Hápicos em LHF/FaR, (Tabela 14, Figura 38)

Esses solos (amostras 31 e 57) são solos super álicos (m% 47-90%); SB (5-15 mmolc/dm³) irregular em profundidade; ácidos (3,2-4); MO varia de 3-20% (diminui em profundidade); o P diminui em profundidade (amostra 31 atingiu 88 mg/dm³ nos primeiros 5 cm).

Tabela 14. Análise química das amostras 31 e 57 na associação LHF/FaR

DEPÓSITO FLUVIAL HOLOCENICO (LHF)															
PONTO	FLORESTA ALTA DE RESTINGA														
TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
57 GLEISSOLO HAPLICO (NA 120 cm)	(0 – 5)	3.2	21	12	35	0.18	2.5	16	9	24	150	27.7	177.7	16	46
	(5 – 10)	3.1	10	6	7	0.13	0.8	5	5	22	109	10.9	119.9	9	67
	(10 – 15)	3.1	7	4	4	0.13	0.4	3	3	16	64	6.5	70.5	9	71
	(15 – 20)	3.2	4	3	3	0.12	0.4	3	3	12	42	6.5	48.5	13	65
	(0 - 20)	3.1	16	9	23	0.16	1.7	8	6	24	150	15.9	165.9	10	60
	(20 - 40)	3.5	4	2	3	0.10	0.2	3	3	31	80	6.3	86.3	7	83
	(40 - 60)	4.0	3	2	2	0.10	0.1	2	2	22	47	4.2	51.2	8	84
31 GLEISSOLO HAPLICO (NA 50 cm)	(0 – 5)	3.7	20	11	88	0.26	2.2	5	5	32	185	12.5	197.5	6	72
	(5 – 10)	3.7	7	4	25	0.10	0.3	4	4	30	64	8.4	72.4	12	78
	(10 – 15)	4.0	4	2	13	0.10	0.2	3	3	22	47	6.3	53.3	12	78
	(15 – 20)	4.0	3	2	12	0.09	0.2	2	2	22	88	4.3	92.3	5	84
	(0 - 20)	3.7	8	5	25	0.12	0.4	4	4	31	34	8.5	42.5	20	78
	(20 - 40)	4.2	2	1	13	0.09	0.3	3	3	21	58	6.4	64.4	10	77
	(40 - 60)	4.0	3	2	19	0.09	0.5	2	2	45	64	4.6	68.6	7	91

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina (mmol/dm^3); Al, (H+Al), SB e T em (mmol/dm^3)

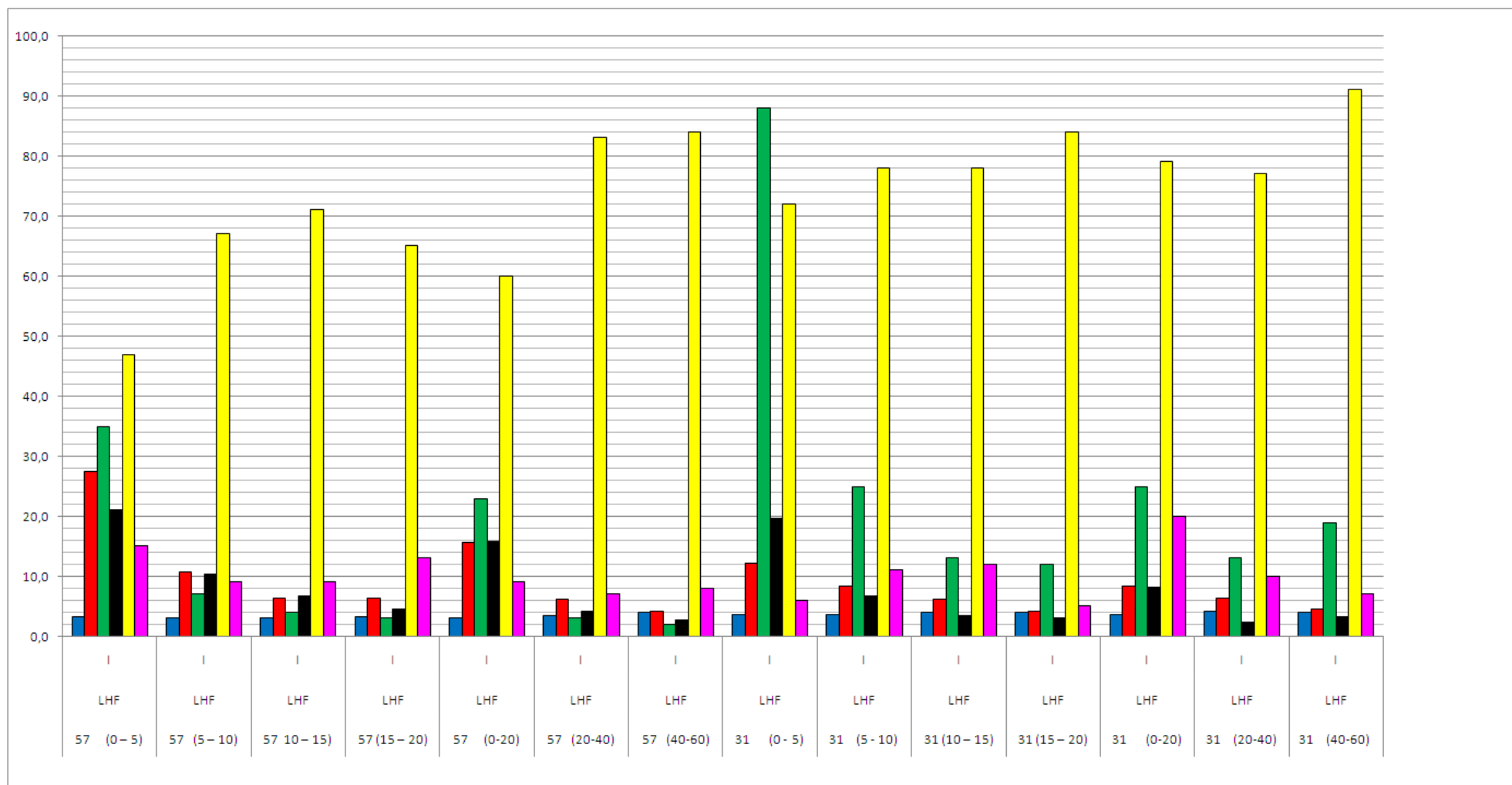


Figura 38. Parâmetros de fertilidade do solo para LHF - Itaguare

k) Gleissolos Háplicos em LPF/FAL (Tabela 8 na página 89 e Figura 39)

São solos (amostra 61) super álicos (m% 55-88%); SB (4-27 mmolc/dm³) diminui em profundidade; MO (1-9%) diminui em profundidade; V% é irregular, variando de 6-27%; pH pouco ácido (4-4,6); P é baixo e aumenta em profundidade onde atinge 14 mg/dm³.

l) Cambissolos Flúvicos em LPF/FAL (Tabela 8e Figura 39)

São solos (amostra 52) super álicos (m% 70-87%); SB (4-12 mmolc/dm³) diminui em profundidade; MO (1-10%), diminui em profundidade; V% é muito baixo (8-16%) aumenta em profundidade; pH é ácido (3,6-4,2); P aumenta gradativamente em profundidade, de 16 a 69 mg/dm³.

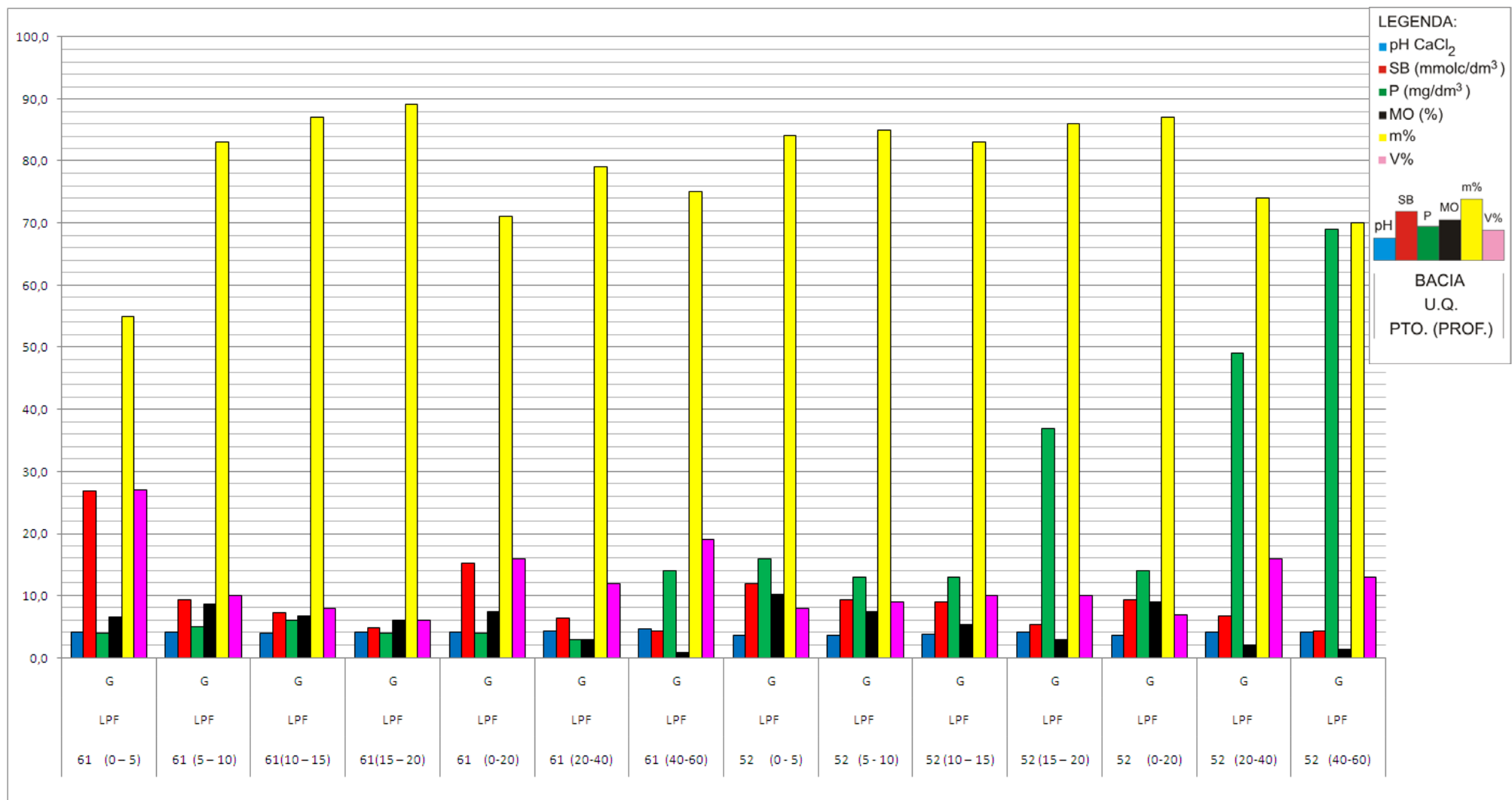


Figura 39. Parâmetros de fertilidade do solo para LPF - Guaratuba

m) Gleissolos Melânicos em LCD/FaRu (Tabela 15 e Figura 40)

Esses solos (amostra 58) são muito álicos (m% de 63-97%) aumentando em profundidade; V% diminui em profundidade e varia de 1-8%; SB (5-23 mmolc/dm³) diminui em profundidade; pH ácido em torno de 3,3; MO é elevada (21-84% nos primeiros 5 cm), mas diminui em profundidade; o P é extremamente alto, atingindo 153 mg/dm³ e diminuindo em profundidade.

n) Organossolos Sápricos em LCD/FaRu (Tabela 15 e Figura 40)

São solos (pontos 68 e 82) álicos (m% 17-91%); SB é muito variável nas amostras (22-157 mmolc/dm³), diminuindo em profundidade; MO varia de 34-50% e é bem distribuída ao longo do perfil; V% (6-27%) diminui em profundidade; pH muito ácido (~3,5); P varia de 31-136 mg/dm³, diminuindo em profundidade.

o) Organossolos Sápricos em LCD/FPa (Tabela 15 e Figura 40)

Compreendem solos (amostra 69) álicos (m% 30-70%); SB varia de 45-120 mmolc/dm³ e sem relação com a profundidade; MO varia de 40-60% e diminui em profundidade; V% (7-20%) diminui em profundidade; pH muito ácido (~3,4); P varia de 15-153 mg/dm³, aumentando em profundidade.

Tabela 15. Análise química das amostras 58, 68, 69 e 82 na associação LCD/FaRu

DEPÓSITOS PALEOLAGUNARES, LACUSTRES E COLÚVIOS DE BAIXADA HOLOCÊNICOS A ATUAIS (LCD)															
PONTO	TIPO DE SOLO (NA)	FLORESTA ALTA DE RESTINGA ÚMIDA (FaRu)													
		PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%
58	GLEISSOLO MELÂNICO (NA 20 cm)	(0 - 5)	3.3	84	49	153	0.24	13.2	5	5	40	281	23.4	304.4	8
		(5 - 10)	3.2	20	12	136	0.30	8.1	3	3	92	429	14.4	443.4	3
		(10 - 15)	3.3	50	29	105	0.31	5.3	3	3	114	529	11.6	540.6	2
		(15 - 20)	3.3	44	26	60	0.43	3.5	2	2	111	529	7.9	536.9	1
		(0 - 20)	3.4	35	20	102	0.22	11.7	3	3	52	313	17.9	330.9	5
		(20 - 40)	3.5	20	11	12	0.12	0.7	2	2	56	166	4.8	170.8	3
		(40 - 60)	3.5	21	12	5	0.14	0.8	2	2	180	347	4.9	351.9	1
69	ORGANOSSOLO SÁPRICO (NA 5 cm)	(0 - 5)	3.6	60	35	15	0.42	15.1	86	19	55	477	120.5	597.5	20
		(5 - 10)	3.4	58	34	15	0.31	6.8	44	12	76	588	63.1	651.1	10
		(10 - 15)	3.2	52	31	128	0.33	4.3	43	11	75	654	58.6	712.6	8
		(15 - 20)	3.2	46	27	94	0.27	2.6	34	9	82	588	45.9	633.9	7
		(0 - 20)	3.4	50	29	153	0.30	5.5	73	11	64	529	89.8	618.8	15
		(20 - 40)	3.2	49	28	51	0.27	1.8	31	4	92	529	37.1	566.1	7
		(40 - 60)	3.5	37	21	153	0.35	8.4	83	15	45	477	106.8	583.8	18
82	ORGANOSSOLO SÁPRICO (NA 0 cm)	(0 - 5)	3.5	41	24	136	0.42	8.8	54	10	63	386	73.2	459.2	16
		(5 - 10)	3.5	38	22	94	0.35	4.7	64	5	65	386	74.1	460.1	16
		(10 - 15)	3.4	32	19	58	0.33	2.1	24	7	67	347	33.4	380.4	9
		(15 - 20)	3.5	43	25	16	0.22	0.5	25	3	283	529	28.7	557.7	5
		(0 - 20)	3.3	50	29	94	0.37	4.0	21	5	144	529	30.4	559.4	5
		(20 - 40)	3.3	34	20	31	0.28	1.0	33	8	103	386	42.3	428.3	10
		(40 - 60)	3.3	34	20	43	0.36	2.7	16	4	107	386	23.1	409.1	6
68	ORGANOSSOLO SÁPRICO (NA 10 cm)	(0 - 5)	3.4	36	21	119	0.32	8.6	120	29	32	429	157.9	586.9	27
		(5 - 10)	3.4	34	20	10	0.39	9.7	90	32	32	429	132.1	561.1	24
		(10 - 15)	3.3	28	16	64	0.29	3.8	64	28	35	529	96.1	625.1	15
		(15 - 20)	3.3	32	19	62	0.26	4.7	78	24	42	429	107.0	536.0	20
		(0 - 20)	3.4	34	20	111	0.36	7.0	63	21	31	429	91.4	520.4	18
		(20 - 40)	3.3	43	25	64	0.35	3.4	58	17	40	477	78.8	555.8	14
		(40 - 60)	3.2	27	16	27	0.23	1.2	73	19	31	386	93.4	479.4	19

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$); Al, (H+Al), SB e T em ($\text{mmol}_e/\text{dm}^3$)

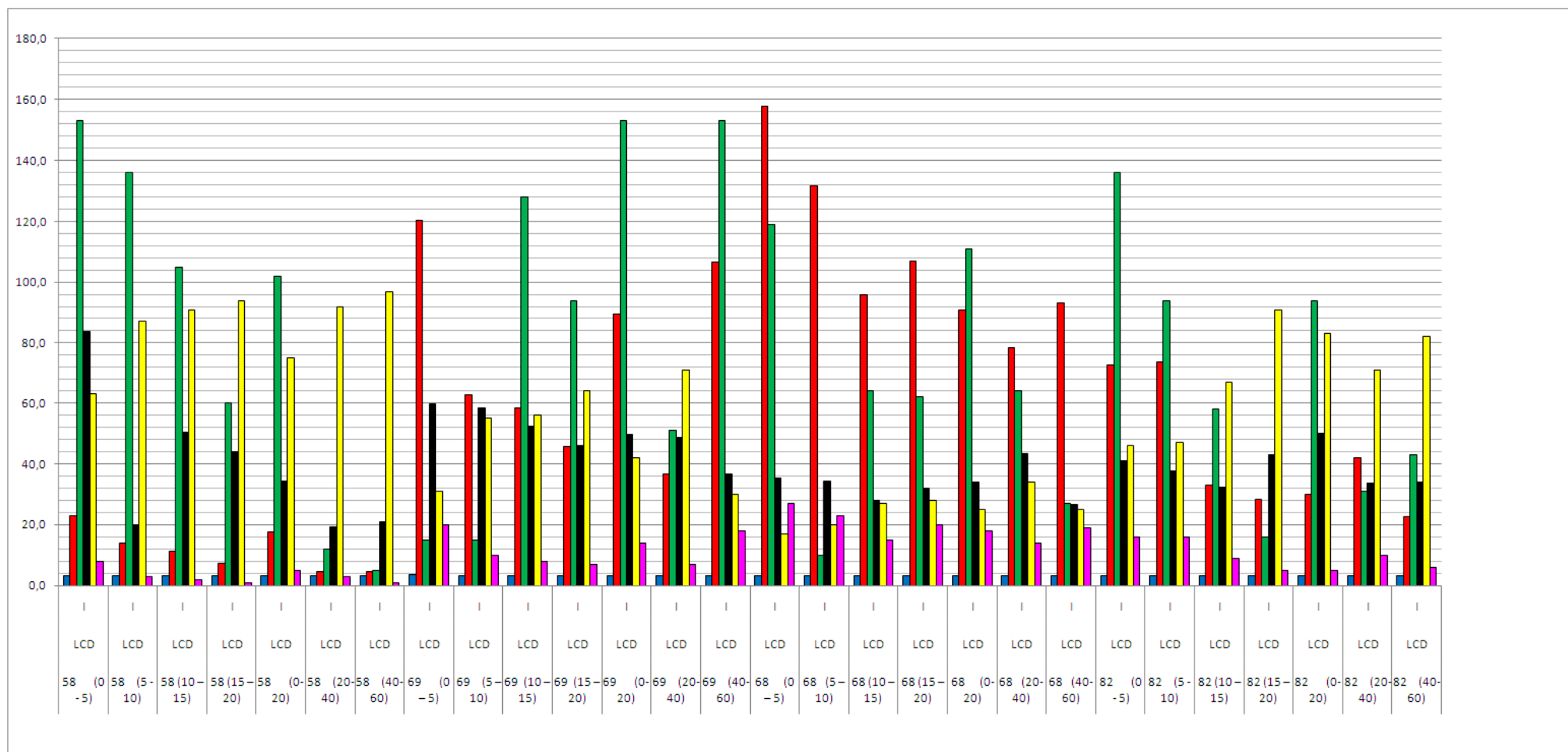


Figura 40. Parâmetros de fertilidade do solo para LCD - Itaquaré

p) Organossolos Sápricos em Cx-LCD/FaRu (Tabela 16 e Figura 41)

Esses solos (amostras 25, 89) são álicos (m% 45-84%); SB (9-66 mmolc/dm³) diminui em profundidade; MO (22-60%) aumenta em profundidade; V% (3-8%) diminui em profundidade; pH muito ácido (~3); P varia de 15-153 mg/dm³, diminuindo em profundidade.

A amostra 92 apresentou características muito diferentes das demais: m% variou de 9-20%, aumentando em profundidade; SB é muito elevada (42-110 mmolc/dm³) diminuindo em profundidade, sendo que os elementos que mais se destacam são o Ca e o Mg; MO (18-24%); V% (14-30%) diminui em profundidade, sendo o solo mais fértil de toda a área de estudo; pH ácido (~3,8); P é baixo, variando de 4-15 mg/dm³, diminuindo em profundidade.

q) Organossolos Fíbricos em Cx-LCD/FaRu (Tabela 16 e Figura 42)

Esses solos (ponto 80) são solos hálicos (m% ~88%); SB (5-27 mmolc/dm³) diminui em profundidade; MO (36-48%) é bem distribuída ao longo do perfil; V% (1-7%) diminui em profundidade; pH muito ácido (~3,5); P é varia de 10-80 mg/dm³, diminuindo em profundidade.

Tabela 16. Análise química das amostras 25, 80, 89, 92 na associação Cx-LCD/FaRu

DEPÓSITOS PALEOLAGUNARES EM CX-LPTa/LCD (Cx-LCD)															
PONTO	FLORESTA ALTA DE RESTINGA ÚMIDA (FaRu)														
TIPO DE SOLO (NA)	PROFUNDIDADE	pH em CaCl_2	MO%	C%	P	Na	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%	m%
80 ORGANOSSOLO FÍBRICO (NA 30 cm)	(0 - 5)	3.5	47	27	79	0.33	6.3	16	5	149	386	27.6	413.6	7	84
	(5 - 10)	3.5	46	27	70	0.33	3.7	13	4	108	386	21.0	407.0	5	84
	(10 - 15)	3.5	37	21	28	0.27	1.2	3	2	114	313	6.5	319.5	2	95
	(15 - 20)	3.4	36	21	14	0.28	0.9	3	2	103	347	6.2	353.2	2	94
	(0 - 20)	3.5	40	23	17	0.35	2.4	7	3	137	313	12.8	325.8	4	91
	(20 - 40)	3.4	48	28	37	0.26	1.1	4	2	129	313	7.4	320.4	2	95
	(40 - 60)	3.5	36	21	10	0.29	0.9	2	2	53	529	5.2	534.2	1	91
FLORESTA ALTA DE RESTINGA ÚMIDA (FaRu)															
25 ORGANOSSOLO SÁPRICO (NA 40 cm)	(0 - 5)	3.2	42	25	136	0.39	5.2	22	26	80	588	53.6	641.6	8	60
	(5 - 10)	3.1	45	26	111	0.36	3.8	8	7	85	588	19.2	607.2	3	82
	(10 - 15)	3.2	46	27	131	0.36	3.3	16	16	85	588	35.7	623.7	6	70
	(15 - 20)	3.0	45	26	102	0.33	2.0	14	15	63	726	31.3	757.3	4	67
	(0 - 20)	3.0	41	24	83	0.30	1.9	15	15	63	654	32.2	686.2	5	66
	(20 - 40)	3.0	39	23	33	0.26	0.8	14	16	59	588	31.1	619.1	5	66
	(40 - 60)	3.0	60	35	15	0.29	0.5	10	14	51	588	24.8	612.8	4	67
FLORESTA ALTA DE RESTINGA ÚMIDA (FaRu)															
89 ORGANOSSOLO SÁPRICO (NA 0 cm)	(0 - 5)	3.1	22	13	18	0.44	8.0	28	30	55	807	66.4	873.4	8	45
	(5 - 10)	3.1	28	16	102	0.42	5.5	12	14	64	807	31.9	838.9	4	67
	(10 - 15)	3.0	27	16	153	0.40	4.9	17	26	65	896	48.3	944.3	5	57
	(15 - 20)	3.0	28	16	119	0.44	3.2	9	18	63	896	30.6	926.6	3	67
	(0 - 20)	3.0	65	38	95	0.43	3.0	14	17	65	896	34.4	930.4	4	65
	(20 - 40)	2.9	46	27	54	0.33	1.1	7	14	54	807	22.4	829.4	3	71
	(40 - 60)	3.0	48	28	37	0.34	1.2	3	5	49	807	9.5	816.5	1	84
COMPLEXO - FLORESTA ALTA DE RESTINGA ÚMIDA (FaRu)															
92 ORGANOSSOLO SÁPRICO (NA 20 cm)	(0 - 5)	4.0	21	12	15	0	1.3	65	22	9	205	88.3	293.3	30	9
	(5 - 10)	3.8	21	12	13	0	1.1	79	29	10	253	109.1	362.1	30	8
	(10 - 15)	3.9	21	12	10	0	0.8	61	28	9	253	89.8	342.8	26	9
	(15 - 20)	3.8	22	13	12	0	0.9	68	29	10	281	97.9	378.9	26	9
	(0 - 20)	3.8	24	14	14	0	1.0	72	32	13	313	105.0	418.0	25	11
	(20 - 40)	3.9	24	14	14	0	1.2	55	29	11	313	85.2	398.2	21	11
	(40 - 60)	3.6	18	10	4	0	0.7	23	19	11	253	42.7	295.7	14	20

P resina (mg/dm^3); Na^+ , K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} resina (mmol/dm^3); Al, (H+Al), SB e T em (mmol/dm^3)

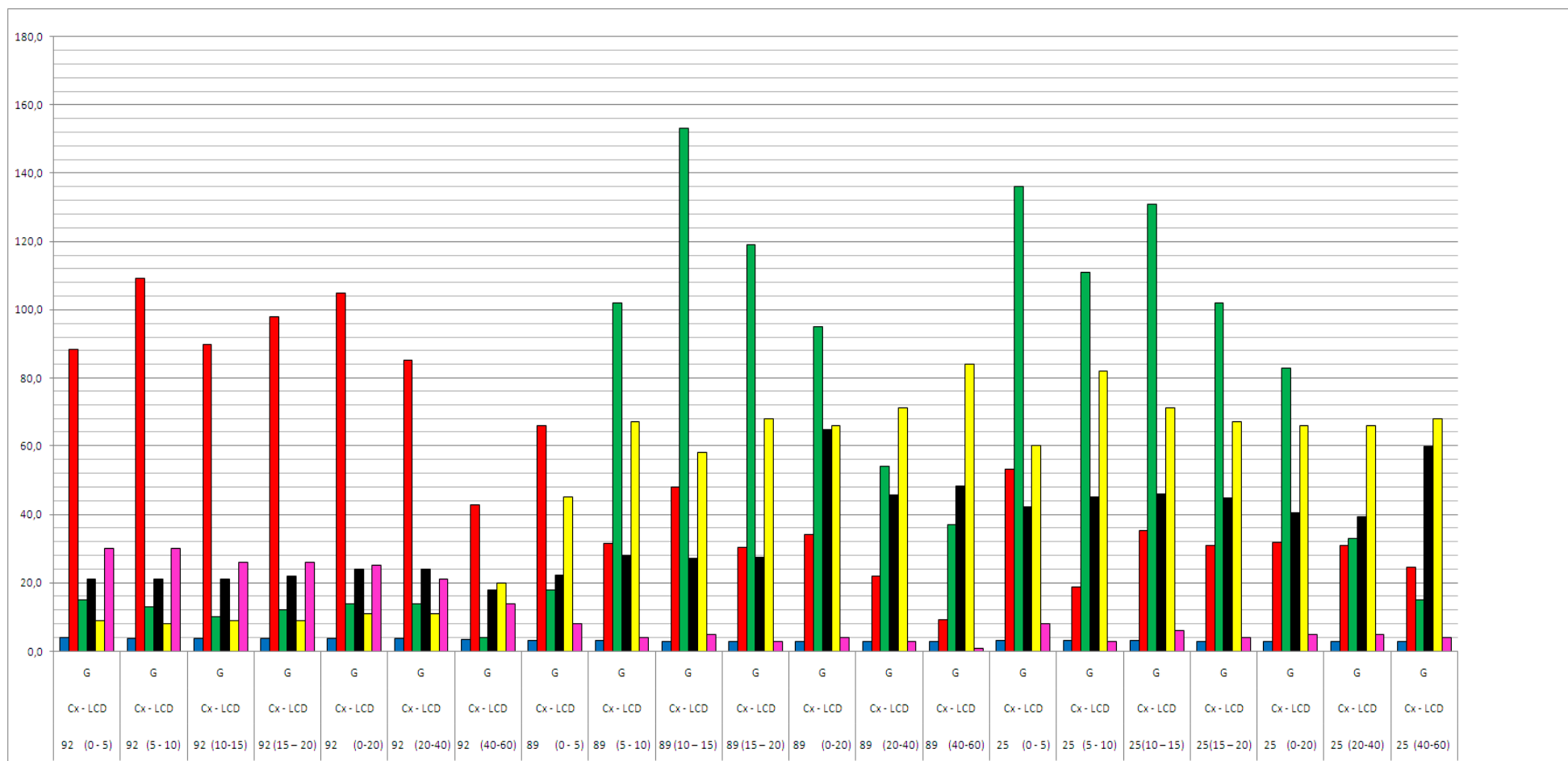


Figura 41. Parâmetros de fertilidade do solo para Cx-LCD - Guaratuba

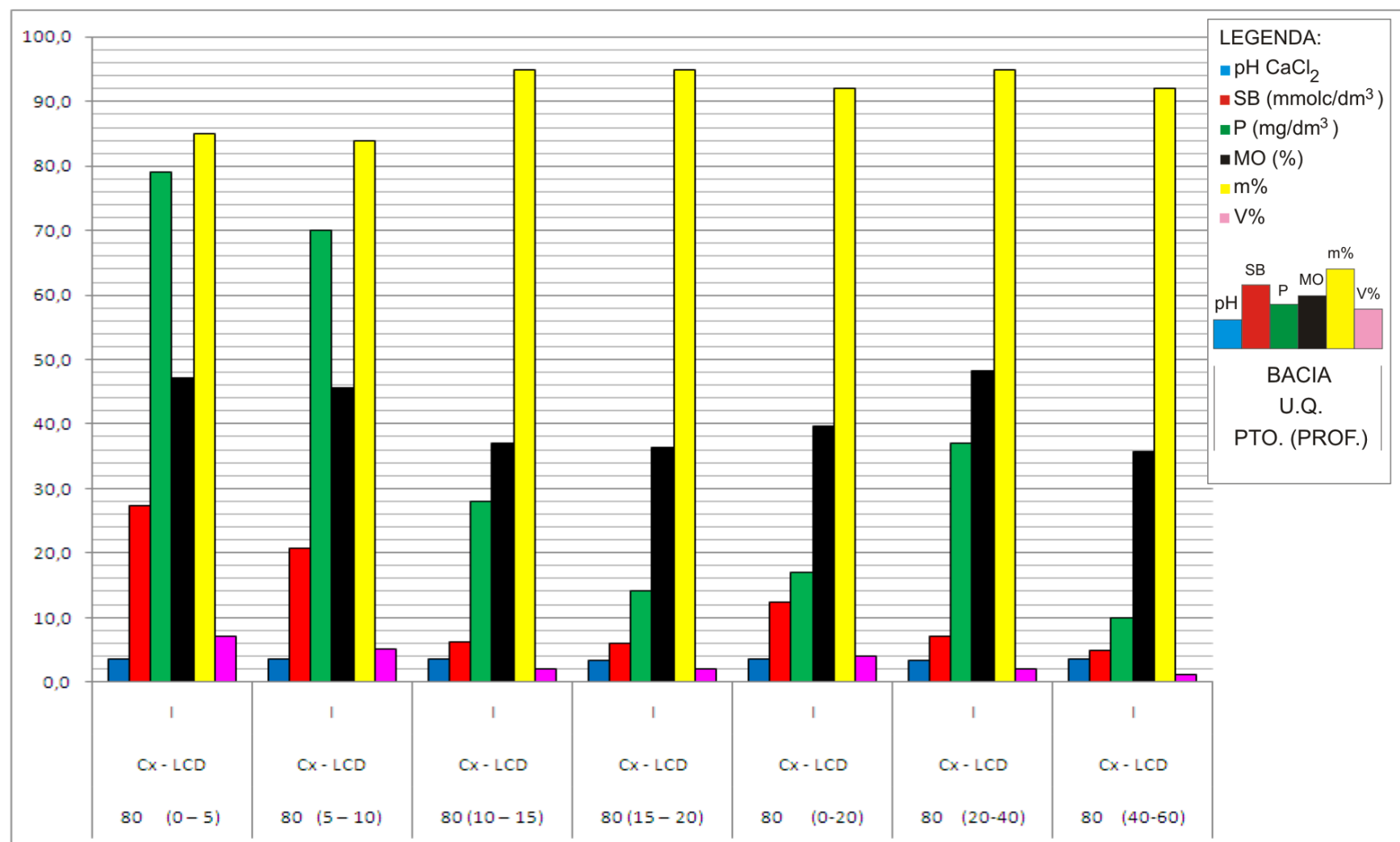


Figura 42. Parâmetros de fertilidade do solo para Cx-LCD - Itaguapé

Estabelecer comparações entre os resultados obtidos com fertilidade e os disponíveis na literatura (estes geralmente referem-se a amostras compostas) não é tarefa fácil, uma vez que são necessárias várias tarefas preliminares: localizar espacialmente a amostra de solo e interpretar em qual tipo de ambiente de sedimentação ela foi coletada; identificar a vegetação que recobre esse solo; identificar os métodos de extração dos elementos químicos (laboratório); transformar todos os dados para o sistema internacional de unidades de mediadas; estabelecer uma chave de correlação, neste caso sendo adotados os dados texturais como primeiro nível.

A seguir são tecidas algumas considerações na tentativa de estabelecer essas comparações.

- a) Pinto (1998) estudou um solo coletado ao fundo da planície costeira na Ilha do Cardoso (Litoral Sul de São Paulo), que aparentemente seriam de sedimentos mistos (LMP) sob uma vegetação que denominou de “Mata de Planície” (provavelmente Floresta de Transição Restinga-Encosta). Dentre as amostras de Bertioga que se encontram nessa associação LMP/FTr e que apresentam características texturais semelhantes ao do solo da Ilha do Cardoso, obteve-se a amostra 67 (Cambissolo Flúvico). Nessas condições, foram comparadas as características químicas de ambas as amostras e os resultados mostraram grande semelhança nos valores de CT (praticamente iguais) e pH, embora os teores de MO em Bertioga sejam o dobro da Ilha do Cardoso.
- b) Sugiyama (1998) estudou dois solos na Ilha do Cardoso, em sedimentos marinhos (podem ser holocênicos e pleistocênicos) sob Floresta Alta e Floresta Baixa de Restinga. As melhores opções para Bertioga seriam as amostras 8 para FbR (4% de MO) e 14 para FaR (13% de MO), com teores de silte em torno de 2% (próximos aos da Ilha do Cardoso). Os teores de argila das amostras da Ilha do Cardoso, entretanto, são muito elevados para esses tipos de sedimentos, com 15% em FaR e 6% em FbR (nos primeiros 15 cm do solo). Já os teores de MO são respectivamente 5% em FbR e 15% em FaR. Todos os demais parâmetros se apresentaram semelhantes em ambas as florestas.
- c) Dentre os dados de Rossi (1999) obtidos para a Bacia do Rio Guaratuba, foram selecionadas

algumas amostras (amostras simples) localizadas próximas às coletadas para esta pesquisa e correspondentes às seguintes UQ: LPF, LCR e Cx-LCD. Não foi possível estabelecer relações com os sedimentos marinhos, pois há certa confusão entre a classificação de amostras que aparentemente seriam de origem marinha (inclusive localizadas sobre terrenos marinhos) e os seus solos correspondentes, que são do tipo Glei Pouco Húmico e Latossolo Vermelho-Amarelo. A comparação da amostra 24 (Rossi) com a amostra 61 (LPF), ambas de Gleissolo (0-5 cm), mostrou que a primeira apresenta: pH ligeiramente menor, teor de carbono orgânico (CO) muito maior (58% e 4% respectivamente), soma de bases igual à metade, m% pouco maior, CTC igual e saturação por bases menor. Comparando a amostra 3 – Cambissolo (Rossi) e a amostra 46 - Latossolo Amarelo (LCR) (0-20 cm), constatou-se que todos os parâmetros são muito semelhantes. A comparação entre a amostra 31 (Rossi) e a amostra 25 (Cx-LCD), ambas Organossolos, revelou que a primeira apresenta o dobro dos teores de CO; K, Ca e Al têm os valores próximos, sendo V% muito baixos e m% altos para ambos.

5.2.4. Distribuição das Raízes nos Solos nas associações “UQ/Vegetação”

As Figuras 43 e 44 mostram a distribuição das raízes nos pontos de amostragem.

Os resultados mostram algumas relações importantes, conforme descrito a seguir.

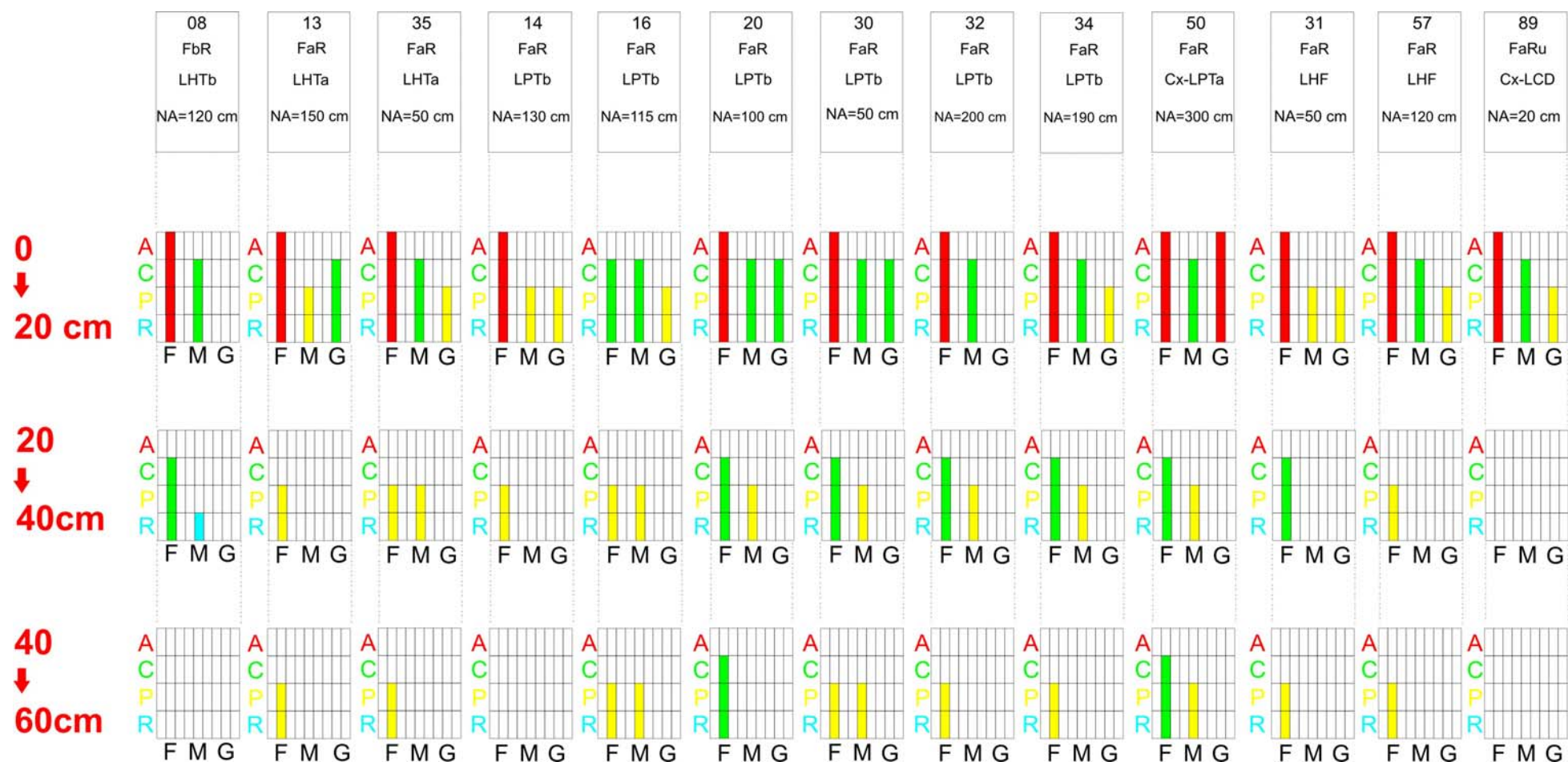


Figura 43. Descrição de distribuição de raízes em solos (Santos *et al*, 2005) sobre depósitos marinhos, depósitos fluviais mais jovens e depressões paleolagunares mais rasas.

Legenda

Espessura: F= finas M= médias G= grossas

Frequência: A= abundantes C= comuns P= poucas R= raras

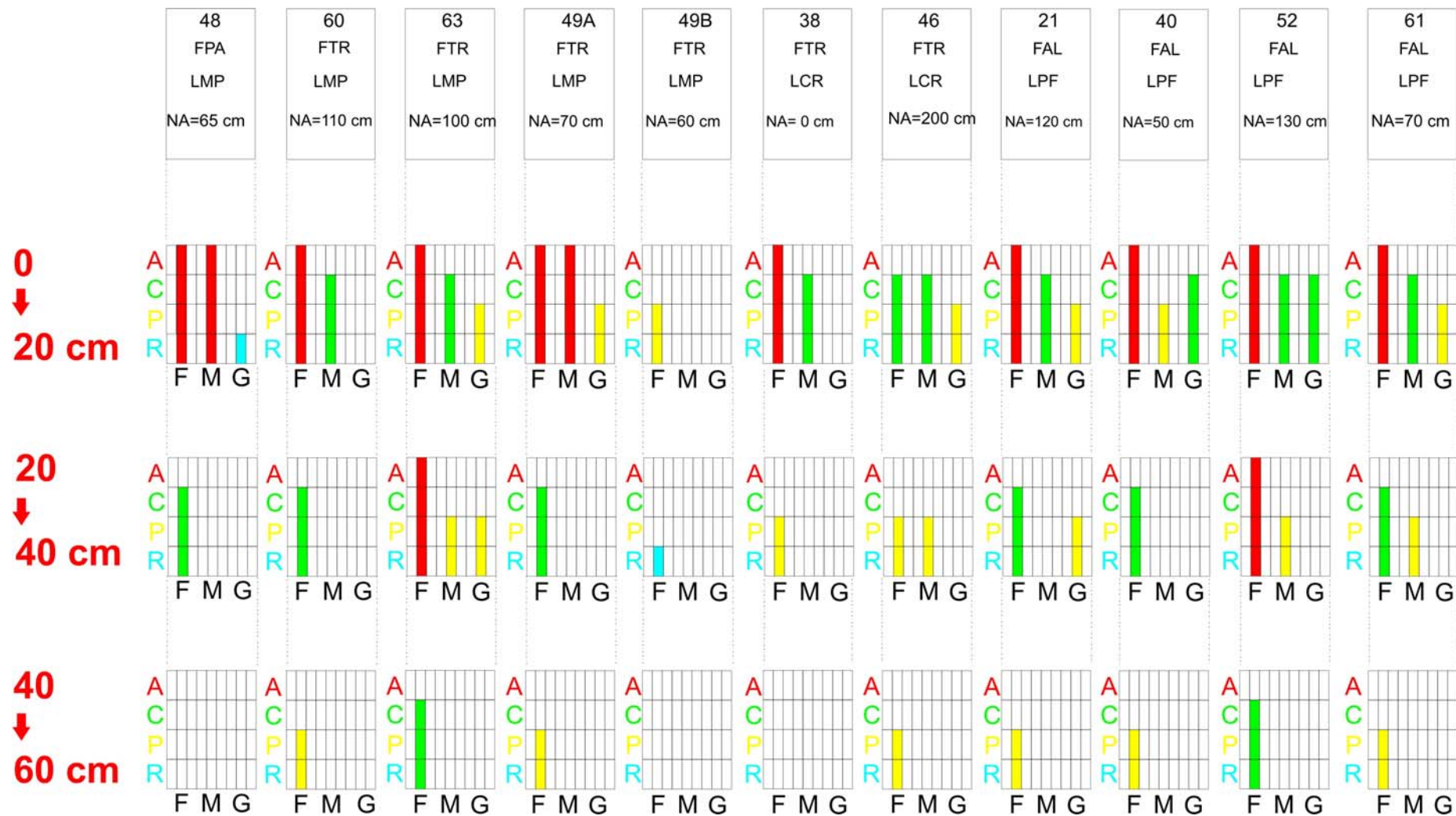


Figura 44. Descrição de distribuição de raízes em solos (Santos *et al*, 2005) sobre depósitos continentais.

Legenda

Espessura: F= finas M= médias G= grossas

Frequência: A= abundantes C= comuns P= poucas R= raras

- a) Em todos os tipos de solos e associações “UQ/Vegetação” investigadas predominam raízes finas, seguidas das médias, sendo que as raízes grossas são as mais raras. A partir de 60 cm praticamente não há raízes.
- b) Em termos de profundidades, em todos os tipos de solos e associações “UQ/Vegetação” as raízes encontram-se em sua maioria concentradas nos primeiros 20 cm do solo, sendo que ali são abundantes as raízes finas, responsáveis pela absorção dos nutrientes, seguidas pelas médias (abundantes a comuns) e grossas (abundantes a poucas).
- c) As raízes finas em geral estão presentes em todas as profundidades, diminuindo sua frequência para o fundo (40-60 cm), onde estão ausentes apenas nos pontos 14 (LPTb/FaR), 08 (LPTb/FbR), 38 (LCR/FTr), 49B (LMP/FTr – Figura 17), 89 (Cx-LCD/FaRu) e 48 (LMP/FPa).
- d) As raízes médias também se concentram na superfície (0-20 cm), mas podem se aprofundar dependendo da fisionomia. Assim, nos substratos mais secos e arenosos de depósitos marinhos e fluviais e com vegetações Cx-Far e FaR (Figuras 16, 20), FbR, FAL (Figura 24) e FTr (Figura 17, 18, 19, 21, 23), são comuns entre 20-40 cm, e podem ocorrer até 60 cm. Em substratos mais finos e associados a FaRu (Figura 22, 25) e FPa (Figura 26), estão ausentes. Aliás, no campo observou-se que nesses tipos de vegetações a floresta desenvolve uma trama de raízes superficial, que fica acima do nível de água (NA) sub-aflorante e dos sedimentos pelítico-orgânicos.
- e) As raízes grossas, que dão sustentação às plantas, também se concentram nos primeiros 20 cm, sendo praticamente ausentes entre 20 e 40 cm (ocorrem apenas nos pontos 21 – LPF/FAL – Figura 24); e 63 – LMP/FTr), e completamente ausentes entre 40-60 cm. Isto pode explicar porque foram observados tantos tombamentos de árvores ocorrendo em todas as fisionomias (Figura 27). Nas observações de campo verificou-se que uma característica

importante da FaRu é a presença de uma trama de raízes superficial acima do NA, que é raso a aflorante.

- f) Aparentemente, não há qualquer relação entre os NA indicados em cada ponto e a distribuição das raízes e suas características.

Todas essas características da distribuição das raízes sugerem que o desenvolvimento de formações florestais tão exuberantes como as estudadas, que apresentam aparentemente frágil sustentação e absorção superficial dos nutrientes, poderia ser explicado pela relativa maior fertilidade dos solos nos primeiros 10-20 cm, como já preconizado por Reis-Duarte (2004). Esta, aliás, é uma questão que mereceria estudos específicos e mais detalhados, talvez levando em consideração a distribuição de micorrizas

6. DISCUSSÃO

A maioria dos solos da planície costeira e baixa encosta da área de estudo apresentam textura arenosa, o que por si só imprime algumas características importantes nesses solos, como diminuição nas propriedades químicas favoráveis e aumento das propriedades físicas favoráveis (Kiehl, 1979). Assim, esses solos apresentam: a) baixa capacidade de retenção de água; b) fácil circulação de água; c) baixa coesão das partículas; d) consistência friável quando seco ou molhado; e) solos mais quentes, biologicamente ativos, mais lavados e mais pobres em elementos fertilizantes; f) maior densidade aparente; g) menor porosidade total; h) maior macroporosidade; i) boa aeração; j) solos sem estrutura; l) baixa superfície específica; m) conseqüentemente baixa capacidade de troca catiônica.

Um mecanismo importante que ocorre nesses solos está ligado ao alto hidromorfismo devido ao regime hídrico excedente, que propicia a lenta degradação do material vegetal em condições redutoras, tornando o solo mais ácido, mais álico e mais pobre também. Como o solo é arenoso e há excesso de água no sistema, as bases são facilmente lixiviadas e, então, as cargas negativas do solo serão preenchidas pelo alumínio (disponível em grande quantidade) e/ou pelo hidrogênio; portanto, a CTC encontrada é proveniente dessa matéria orgânica.

Esses mecanismos e processos também atuam na formação dos horizontes espódicos que dão origem aos Espodossolos, que resultam do processo de podzolização com eluviação de compostos de alumínio, com ou sem ferro, em presença de húmus ácido e conseqüente acumulação iluvial destes constituintes amorfos.

De maneira geral, os processos geoquímicos e biológicos mencionados acima poderiam explicar, pelo menos em parte, o desenvolvimento e a manutenção das várias formações florestais de planície costeira, que apresentam raízes muito superficiais em solos muito ricos em alumínio e pobres em nutrientes, com concentração de MO apenas nos primeiros 10 cm do solo. Assim, essas florestas parecem se auto-sustentar a partir da ciclagem de nutrientes provenientes da própria matéria orgânica que geram, mesmo aquelas que

recobrem solos arenosos muito drenados (*e.g* os marinhos), como as Florestas Alta e Baixa de Restinga.

Na área de estudo foram encontradas 13 classes de solo:

- Neossolos: Quartzarênicos, Flúvicos e Regolíticos;
- Espodossolos: Humilúvicos, Ferrilúvicos e Ferri-Humilúvicos;
- Gleissolos: Melânicos e Háplicos;
- Cambissolos: Flúvicos e Háplicos;
- Organossolos: Sáplicos e Fíbricos;
- Latossolos Amarelos.

Esses solos podem ser agrupados segundo três diferentes tipos de ambientes sedimentares de origem:

- Marinho (praial) - Neossolos Quartzarênicos e todos os Espodossolos;
- continental (fluvial, coluvionar) - Neossolos Flúvicos e Regolíticos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos e Háplicos e Latossolos Amarelos.
- depressões paleolagunares - Gleissolos Melânicos e Organossolos Sáplicos e Fíbricos.

Os Neossolos Quartzarênicos são encontrados nas associações LHTb/FbR, LPTa/FaR e LPTb/FaR; os Neossolos Flúvicos ocorrem nas associações LMP/FTr e LPF/FAL; e os Neossolos Regolíticos são encontrados nas associações LCR/FTr.

Os Espodossolo Humilúvicos são encontrados nas associações LHTb/FaR, LHTa/FaR e LPTb/FaR e localmente LPTa/FaR; os Espodossolos Ferrilúvicos são encontrados nas associações em LPTa/FaR; e os Espodossolos Ferri-Humilúvicos ocorrem nas associações LPTb/FaR.

Os Gleissolos Háplicos são encontrados nas associações LPF/FAL, LMP/FTr, LHF/FaR, e localmente em LPTb/FaR. Os Gleissolos Melânicos ocorrem principalmente em LCD/FaRu, LCD/FPa, LHF/FaRu e LHF/FPa.

Os Cambissolos Flúvicos ocorrem nas associações LMP/FTr e LPF/FAL. Os Cambissolos Háplicos são encontrados em LCR/FTr.

Os Organossolos Sápricos e Fíbricos são sempre encontrados em LCD, nas associações LCD/FaRu (somente Fíbricos) e LCD/FPa.

Os Latossolos Amarelos são encontrados nas associações LCR/FTr, em áreas mais elevadas das encostas.

De maneira geral todos esses solos podem ser considerados extremamente ácidos ($\text{pH} < 4$), muito pobres ($V < 30\%$) e álicos ($m > 50\%$), concentrando sua maior fertilidade nos primeiros 10 cm do solo. Os solos associados às depressões paleolagunares apresentam teores de MO bem mais elevados do que os de origem marinha que, por sua vez, também apresentam teores mais elevados do que os solos de origem continental. Entretanto, nos solos de origem marinha a MO se concentra nos primeiros 10 cm, enquanto que nas depressões paleolagunares os solos possuem distribuição de MO mais homogênea ao longo de todo o perfil. Não foi possível estabelecer níveis de maior ou menor fertilidade entre os solos de diferentes origens.

Nos trabalhos de campo observou-se certo condicionamento entre a presença de horizontes espódicos e o desenvolvimento da Floresta Alta de Restinga. Nos cordões litorâneos onde há Neossolos Quartzarênicos ocorre a Floresta Baixa de Restinga, mas à medida que os horizontes espódicos vão se formando, rumo ao interior da planície costeira, a floresta vai gradativamente ficando mais alta, robusta e com troncos menos ramificados na base até se tornar uma Floresta Alta de Restinga.

A realização de uma topossequência nesses depósitos, com amostragens detalhadas em função das variações topográficas existentes entre depósitos marinhos de várias gerações, revelou a existência de diferenças texturais e de fertilidade importantes entre as diversas situações geomorfológicas como “topo de cordão litorâneo” ou de “terraço marinho”, “entrecordão” e “depressões” marcando paleo-microrelevos ou contatos geológicos. Assim,

de maneira geral, entre solos de topo de cordão/terraço e solos em entrecordão/depressão há uma relação inversamente proporcional nos valores de fertilidade (V%) e de saturação por alumínio (m%), que são mais perceptíveis quando analisadas a partir de amostras simples e fracionadas nas profundidades entre 0 e 20 cm. Desta forma, nos solos de topos de cordão o V% diminui e o m% aumenta com a profundidade, enquanto que nos solos em depressões o V% aumenta e m% diminui com a profundidade. Por outro lado, os valores de P e MO são menores nos solos de topos de cordão e diminuem em profundidade, enquanto que nos solos em depressões ou entrecordões eles são muito mais elevados e aumentam em profundidade.

De maneira geral, os teores de MO e as formas e teores de P disponíveis guardam relações ora diretas ora inversas entre si, mas são sempre diferenciados em função das UQ. Nos solos de sedimentos marinhos o P está disponível em muito altos teores (até $\sim 85 \text{ mg/dm}^3$) nos primeiros 10 cm do solo, assim como os teores de MO% que também são elevados (até $\sim 48\%$ em depressões). Esses valores podem sugerir que a principal forma do fósforo disponível no solo é a orgânica (Kiehl, 1979). Também apresentando o mesmo comportamento de variabilidade, mas com teores ainda maiores de P disponível ($>80 \text{ mg/dm}^3$) estão os Organossolos e Gleissolos Melânicos associados a LCD e Cx-LCD.

Em solos de ambientes sedimentares continentais, ao contrário dos valores apresentados pelos solos marinhos, os maiores teores de P disponível encontram-se na profundidade de 40-60 cm, onde os teores de MO% diminuem. Portanto, a principal forma de P disponível nesses solos parece ser não orgânica, mas da fonte (talvez sedimentos provenientes do retrabalhamento de rochas graníticas ricas em apatita). De qualquer forma, tanto para os casos em que a fonte do P parece ser orgânica como para os casos em que isso não ocorre, são recomendados outros estudos para identificar a procedência e as formas desse P disponível, incluindo análises mineralógicas, petrográficas e químicas.

São recomendados também estudos em relação à disponibilidade de nutrientes segundo as diferentes profundidades e por UQ. A partir dessas informações, pode-se inferir o

melhor manejo dos solos, visando à recuperação de áreas degradadas das vegetações de planície costeira e baixa encosta, principalmente porque elas também estão intimamente associadas às UQ.

Em termos de evolução dos solos da área de estudo, pode-se estabelecer algumas considerações, à luz de evidências de campo e dos conhecimentos sobre a evolução geológica dessa planície costeira e da vegetação que ali se desenvolveu. Os LPTa apresentam dois tipos de solos bem distintos: os Espodossolos mais evoluídos e antigos – os Ferrilúvicos (toda a matéria orgânica já foi reduzida ou migrou para os horizontes inferiores); e os Neossolos Quartzarênicos, que são os solos mais jovens, que ali surgem após o total desmantelamento do antigo Espodossolo ou a sua migração para camadas muito profundas (espessamento do horizonte E alóico). A FaR que recobre esses terraços marinhos deve ser, portanto, a floresta mais antiga e evoluída dessas planícies costeiras, devendo ter sido implantada durante o Pleistoceno após a sedimentação desses depósitos, período depois do qual o nível do mar sempre esteve mais baixo do que esses depósitos. Da mesma forma, a FAL também deve ter sido implantada nessa época, pois os depósitos LPF são provavelmente correlatos aos LPTa. A FbR, por sua vez, deve ser a floresta mais jovem implantada sobre os terrenos de sedimentação marinha dessas planícies costeiras, pois recobrem os depósitos marinhos mais jovens, os LHTb. Assim, supõe-se que se houvesse uma progradação contínua da linha de costa, com a descida do nível relativo do mar, com o tempo essa floresta evoluiria para uma FaR.

Sobre os ambientes fluviais holocênicos a atuais – LHF as formações florestais parecem ainda não ter se especializado, pois as vegetações são as mesmas encontradas sobre os depósitos de entorno, os quais foram cortados por esses rios jovens (ex.: terrenos LHF recobrimo LPTb são ocupados por FaR; quando cortam depressões paleolagunares, os LHF são recobertos por FPa ou FaRu etc.). Pelos resultados obtidos conclui-se que os solos de litoral apresentam algumas peculiaridades e características diferenciadas dos demais solos do

Estado de São Paulo. Foi muito útil a realização de uma análise integrada da fertilidade à luz do conhecimento de elementos geológico-geomorfológicos e sua associação com a vegetação. Sem dúvida há uma relação direta entre as características pedológicas e edáficas desses solos e os ambientes sedimentares quaternários de origem, cuja evolução e os ciclos de sedimentação também governam a evolução desses solos.

Os ambientes sedimentares de planície costeira condicionam uma compartimentação espacial, quantitativa e qualitativa dos elementos e processos geoquímicos do solo, tanto em lateralidade quanto em profundidade. Recomenda-se que as pesquisas de solos nesses ambientes sejam desenvolvidas levando em consideração esse conhecimento.

Para esta pesquisa a forma proposta de coleta de amostra simples, com tomada de decisão em campo, foi a mais apropriada para atingir os objetivos de reconhecimento propostos. A coleta de amostra simples em sete profundidades, feita em pequenas trincheiras mostrou-se muito eficiente por não mascarar dados do perfil, embora seja onerosa e trabalhosa. Entretanto, a partir de um bom conhecimento prévio das unidades geológicas quaternárias e de sua dinâmica, podem-se otimizar os trabalhos e reduzir consideravelmente o número de amostras a serem analisadas.

Os solos de Planície Costeira são de origem sedimentar jovem. Eles apresentam, portanto, uma variabilidade que é resultante das diferentes etapas e processos de sedimentação que geram diferenças no relevo (macro e micro), drenagem, hidromorfismo e respectivo processo geoquímico de cada solo. São assim muito diferentes dos demais solos agricultáveis do Estado de São Paulo e para os quais as análises de fertilidade foram desenvolvidas. Propõe-se aqui também, que haja adaptações aos métodos de análise dos elementos, e criação de novas curvas padrão para obtenção dos resultados nestes tipos de solos a exemplo a curva do carbono orgânico. Finalmente, refletir e repensar sobre as formas de amostragem e coleta de solos parece ser um pré-requisito necessário para o sucesso de trabalhos sobre o comportamento da fertilidade destes solos.

7.CONCLUSÃO

Na área de estudo foram encontradas 13 classes de solos agrupados segundo três ambientes sedimentares de origem:

- **Marinho (praial)** - Neossolos Quartzarênicos e Espodossolos Humilúvicos, Ferrilúvicos e Ferri-Humilúvicos.
- **Continental (fluvial, coluvionar)** - Neossolos Flúvicos e Regolíticos, Gleissolos Háplicos, Cambissolos Flúvicos e Háplicos e Latossolos Amarelos.
- **Depressões paleolagunares** - Gleissolos Melânicos e Organossolos Sápricos e Fíbricos.

As classes de solo segundo as Unidades Quaternárias (UQ) e Formações Florestais na Planície Costeira estão assim associadas:

Os **Neossolos Quartzarênicos** são encontrados nas associações LHTb/FbR, LPTa/FaR e LPTb/FaR; os **Neossolos Flúvicos** ocorrem nas associações LMP/FTr e LPF/FAL; e os **Neossolos Regolíticos** são encontrados nas associações LCR/FTr.

Os **Espodossolo Humilúvicos** são encontrados nas associações LHTb/FaR, LHTa/FaR e LPTb/FaR e localmente LPTa/FaR; os **Espodossolos Ferrilúvicos** são encontrados nas associações em LPTa/FaR; e os **Espodossolos Ferri-Humilúvicos** ocorrem nas associações LPTb/FaR.

Os **Gleissolos Háplicos** são encontrados nas associações LPF/FAL, LMP/FTr, LHF/FaR, e localmente em LPTb/FaR. Os **Gleissolos Melânicos** ocorrem principalmente em LCD/FaRu, LCD/FPa, LHF/FaRu e LHF/FPa.

Os **Cambissolos Flúvicos** ocorrem nas associações LMP/FTr e LPF/FAL. Os **Cambissolos Háplicos** são encontrados em LCR/FTr.

Os **Organossolos Sápricos** e **Fíbricos** são sempre encontrados em LCD, nas associações LCD/FaRu (somente Fíbricos) e LCD/FPa.

Os Latossolos Amarelos são encontrados nas associações LCR/FTr, em áreas mais elevadas das encostas.

Para esta pesquisa foi proposto coleta de amostra simples de solo para fins de fertilidade em sete profundidades, feita em pequenas trincheiras coletadas por UQ. Isto possibilitou observação da distribuição das raízes e da fertilidade ao longo do perfil do solo até 60 cm de profundidade.

Nas diferentes formações florestais, em todos os ambientes sedimentares e diferentes tipos de solos a distribuição de raízes tanto finas, médias e grossas, está concentrada somente nos primeiros 20 cm de solo. Entretanto há maior densidade nos primeiros 10 cm acompanhando a pouca e concentrada fertilidade nesta profundidade. As raízes grossas só aparecem nas florestas mais desenvolvidas e consideradas mais antigas em termos de evolução.

Todos os solos analisados são distróficos e álicos, ressaltando-se que os solos de litoral apresentam algumas peculiaridades e características diferenciadas dos demais solos do Estado de São Paulo, que implicam na necessidade de adaptação nos processos de análise no laboratório.

As análises da fertilidade dos solos sobre os sedimentos marinhos, no perfil, indicaram que eles são distróficos, mas no topo de cordão são relativamente mais férteis em superfície e nas depressões mais férteis em profundidade.

Os teores de matéria orgânica e as formas e teores de fósforo (P) disponíveis guardam relações que são diferenciadas segundo o ambiente sedimentar (UQ). Nos continentais estão os menores teores de P disponíveis que se concentram em profundidade. Já nos marinhos o P se concentra em superfície acompanhando o aumento do teor de matéria orgânica do solo.

Os solos das depressões paleolagunares são de teores elevadíssimos de fósforo (até ~ 85 mg/dm³) e de matéria orgânica (até ~ 48%).

Recomenda-se estudo para identificar a procedência e as formas desse P disponível, incluindo análises mineralógicas, petrográficas e químicas.

O estudo também evidenciou como a evolução e os ciclos de sedimentação governam a evolução desses solos. Observou-se que os LPTa apresentam dois tipos de solos bem distintos: os Espodossolos mais evoluídos e antigos – os Ferrilúvicos (toda a matéria orgânica já foi reduzida ou migrou para os horizontes inferiores); e os Neossolos Quartzarênicos, que são os jovens, e ali surgem após o total desmantelamento do antigo Espodossolo ou a sua migração para camadas muito profundas (espessamento do horizonte E albico). A FaR que recobre esses terraços marinhos deve ser, portanto, a floresta mais antiga e evoluída dessas planícies costeiras, devendo ter sido implantada durante o Pleistoceno, período depois do qual o nível do mar sempre esteve mais baixo do que esses depósitos. Da mesma forma, a FAL também deve ter sido implantada nessa época, pois os depósitos LPF são provavelmente correlatos aos LPTa. A FbR, por sua vez, deve ser a floresta mais jovem, pois recobrem os depósitos marinhos LHTb (mais jovens). Assim, supõe-se que se houvesse uma progradação contínua da linha de costa, segundo a descida do nível relativo do mar, com o tempo essa floresta evoluiria para uma FaR.

Sobre os ambientes fluviais holocênicos a atuais – LHF constatou-se a não especialização das formações florestais, pois as vegetações são as mesmas encontradas sobre os depósitos de entorno, os quais foram cortados por esses rios jovens (ex.: terrenos LHF recobrimo LPTb são ocupados por FaR; quando cortam depressões paleolagunares, os LHF são recobertos por FPa ou FaRu etc.).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA (AGEM). 2002. Indicadores metropolitanos da Baixada Santista. Tabelas, Mapas Gráficos, Vídeos. Secretaria dos Transportes Metropolitanos. Conselho de Desenvolvimento da Baixada Santista – CONDESB. São Paulo, 2002/2003. (CD-ROM).
- BAISI, F.V. 2005. Meio Ambiente e Crescimento Urbano Desordenado em Bertioxa (SP): Estudo e Caso do Núcleo Vicente de Carvalho II. Monografia do Curso de Mestrado MBA em Gestão Ambiental Costeira e Portuária. Universidade Católica de Santos. 60p.
- CARRASCO, P.C. 2003. Produção de mudas de Espécies Florestais de Restinga, com base em Estudos Florísticos e Fitossociológicos, visando a Recuperação de Áreas Degradadas, em Ilha Comprida - SP. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro.
- CASAGRANDE, J.C.; REIS-DUARTE, R.M.; SILVA, O.A. & BARBOSA, L.M. 2002. Desenvolvimento da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP) influenciado pelo teor de alumínio do solo: avaliação preliminar. 53º Congresso Nacional de Botânica, Recife. Resumos, p. 405.
- CASAGRANDE, J.C.; SANTOS, D.A. & REIS-DUARTE, R.M. 2003. O desenvolvimento do sistema radicular na Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta, Ubatuba, SP. 54º Congresso Nacional de Botânica e 3ª Reunião Amazônica de Botânica, Belém, SBB, 13-18 jul, 2003, Anais (CD-ROM).
- CHAPPELL, J.M.A. 1983. A revised sea-level records of the last 300,000 years from Papua-New Guinea. Search, Sydney, v.14 p. 99-104.
- COUTO, O.S. 2005. Manual de reconhecimento de espécies vegetais da restinga do Estado de São Paulo. Secretaria do Meio Ambiente, Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, São Paulo.
- DEAN, W. 1997. A Ferro e Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira. São Paulo. Companhia das Letras. 484p.

- DE GRANDE, D.A. & LOPES, E.A. 1981. Plantas da restinga da Ilha do Cardoso (São Paulo, Brasil). *Hoenea*, v.9, p. 1-22.
- EMBRAPA. 1995. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Procedimentos Normativos de Levantamentos Pedológicos. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 101 p.
- EMBRAPA. 1997. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de Métodos de Análise de Solo. 2ªed., Rio de Janeiro, 1997. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1. 212p.
- EMBRAPA. 2006. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Humberto Gonçalves dos Santos *et al.*, 2ª ed., Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 306 p.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: a study on the significance of grain-size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, Tulsa, v. 27, p. 3-26.
- FUNDAÇÃO BIO RIO. 1999. Diagnóstico das restingas no Brasil. Workshop sobre Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da zona costeira e marinha. Porto Seguro (BA), outubro/1999. (<http://www.bdt.fat.org.br/workshop/costa/restinga>). (acesso em janeiro/2006).
- GIRARDI, A.C.S. 2001. Subsídios Metodológicos para o Planejamento e Gestão de Restingas. Estudo de Caso – Bertioga–SP. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- GOMES, F.H. 2005. Gênese e Classificação de Solos sob Vegetação de Restinga na Ilha do Cardoso – SP. Tese de Doutorado, ESALQ-USP, Piracicaba. 107 p.
- GOMES, J.B.V; RESENDE, M; REZENDE, S.B.; MENDONÇA, E.S. 1998. Solos de três áreas de restinga. I. Morfologia, caracterização e classificação. (<http://atlas.sct.embrapa.br/pab.nsf/>) (acesso em fevereiro/2007).
- GUEDES E SILVA, D. 2004. Florística, Estrutura e Informações sobre a Regeneração Natural de Fragmentos de Floresta de Restinga no Município de Bertioga, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro (SP).

- GUEDES-BRUNI, R.R.; MORIM, M.P.; LIMA, H.C.de; SYLESTRE, L. da S. Inventário Florístico. Manual Metodológico para Estudos Botânicos na Mata Atlântica. Seropédica, RJ: EDUR. p.25 - 49: IL., Mapas, Gráficos, Tabelas.
- IBGE. 1992. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. São Paulo. IBGE. Manuais Técnicos em Geociências, nº 1, 92p.
- IBGE. 2002. Censo Demográfico - 2000. (<http://www.ibge.gov.br>).
- KIEHL, E. J. 1979. Manual de Edafologia. São Paulo. Editora Agronômica Ceres. 262 p.
- LACERDA, L. D., ARAÚJO, D. S. D., & MACIEL, N. C. 1982. Restingas Brasileiras: uma Bibliografia. Fundação José Bonifácio, Rio de Janeiro.
- LAMPARELLI, C.C. 1998. Mapeamento dos Ecossistemas Costeiros do Estado de São Paulo. São Paulo: CETESB, 108p.
- LEMOES, R.C. & SANTOS, R. 1996. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. 3ª ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 84p.
- LICHTI, F.M. 2002. Aspectos físicos e geográficos. In: F.M. LICHTI (ed.). Bertioga Poliantéia 1531-2002, da Colonização ao Século XXI. Instituto Histórico e Geográfico de São Vicente, p. 153-166.
- LOPES, E.A. 2007. Formações Florestais de Planície Costeira e Baixa Encosta e sua Relação com o Substrato Geológico nas Bacias dos Rios Itaguapé e Guaratuba (Bertioga - SP). Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- LOPES, E.A.; SOUZA, C. R. de G.; MOREIRA, M. G. Formações Florestais de Planície Costeira de Bertioga (São Paulo – Brasil} e sua Associação com Substrato Geológico. In: 13 Reunião Anual do Instituto de Botânica – RAIBt, São Paulo (SP), 27-1/12/2006.
- LUCHESI, E. A.; FAVERO, L. O. B.; LENZI, E. 2002. Fundamentos da Química do Solo – Teoria e Prática. 2 edição. Freitas Bastos Editora, Rio de Janeiro.
- MARTINS, V. M.; VIDAL-TORRADO, P.; SOUZA, C. R. de G.; COELHO, M. R. 2006. Relação solo-relevo na planície costeira de Bertioga-SP. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, VI, Goiânia (GO), 06-10/10/2006. Anais/Resumos, vol. 1, p.173.

- MEDEIROS, D. B. 1965. Santos e as Cidades Balneárias: Bertioga. In: A Baixada Santista, Aspectos Geográficos. EDUSP, São Paulo, v.3, pp. 151-200.
- MOREIRA, M. G.; SOUZA, C. R. de G.; LOPES, E.; VIDAL-TORRADO, P. 2006. Relações entre compartimentos fisiográficos, os solos e as formações florestais na planície costeira das bacias dos rios Itaguapé e Guaratuba, Bertioga (SP). In: Simpósio Nacional de Geomorfologia, VI, Goiânia (GO), 06-10/10/2006. Anais/Resumos, vol. 1, p.262.
- OLIVEIRA, J.B., CAMARGO, M.N., ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. 1999. Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. São Paulo. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Instituto Agrônomo de Campinas.
- OLIVEIRA, J.B.; CAMARGO, M.N.; ROSSI, M.; CALDERANO FILHO, B. Mapa pedológico do estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas, Instituto Agrônomo. Rio de Janeiro, EMBRAPA-Solos. Campinas, 64p., 1999.
- PETRONI, P. 1965. In: A. AZEVEDO. A Baixada Santista: Aspectos Geográficos. EDUSP, São Paulo, v.1, p. 153 -174.
- PINTO, M.M. 1998 Fitossociologia e Influência de Fatores Edáficos na Estrutura da Vegetação em Áreas de Mata Atlântica na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Tese de Doutorado, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 112 p.
- QUEIROZ NETO, J. P. DE & KÜPPER, A. 1965. Os Solos. In. AZEVEDO, A. A Baixada Santista: Aspectos Geográficos. EDUSP, São Paulo, v.1, p.67-92.
- RADAMBRASIL - PROJETO RADAMBRASIL. 1983. Levantamento de Recursos Naturais. Folha SF. 23/24. Rio de Janeiro/Vitória. Rio de Janeiro. 775p
- RAIJ, B. VAN & QUAGGIO, J.A. 1983. Métodos de análise do solo para fins de fertilidade. Instituto Agrônomo, Campinas. Boletim Técnico nº 81.
- RAIJ, B. VAN; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. 2001. Análise química para avaliação de solos tropicais. Instituto Agrônomo. 285 p.
- REIS-DUARTE, R. M. 2004. Estrutura de Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha Anchieta (SP): Bases para Promover o Enriquecimento com Espécies Arbóreas Nativas em

- Solos Alterados. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro (SP).
- REIS-DUARTE, R. M.; CASAGRANDE, J.C.; SANTOS, D. A.; SILVA, O.A.; BARBOSA, L.M. 2003. Fertilidade do Solo e Fisionomias de Floresta de Restinga da Ilha Anchieta – SP: Considerações para recuperação da vegetação. Anais do Seminário Temático sobre Recuperação de Áreas Degradadas. São Paulo. Instituto de Botânica. 156-158p.
- RIZZINI, C.T. 1963. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. Revista Brasileira de Geografia, 25 (1): 3-64.
- RIZZINI, C. 1997. Tratado de Fitogeografia do Brasil. HUCITEC-EDUSP, São Paulo.
- ROSSI, M. 1999. Fatores Formadores da Paisagem Litorânea: A Bacia do Guaratuba, São Paulo, Brasil. 168p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SAMPAIO, P.S. 2004. Levantamento Florístico das Lianas de uma Restinga na Praia de Itaguapé, Município de Bertioga, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. 76 p.
- SAMPAIO, D, SOUZA, V.C., PAULA-SOUZA, J. & RODRIGUES, R.R. 2005. Árvores da Restinga. Guia Ilustrado para a identificação das espécies da Ilha do Cardoso, ed. Neotrópica, São Paulo.
- SANTOS, E. O. 1965. Características Climáticas. In: AZEVEDO, A. Baixada Santista: As Bases Físicas. São Paulo: EDUSP, v.1, p. 96-150.
- SANTOS, F. M. 2002. Bertioga, Histórica e Legendária. In: F.M. Lichti (ed.). Bertioga Poliantéia 1531-2002, da Colonização ao Século XXI, Instituto Histórico e Geográfico de São Vicente, p. 7- 44.
- SANTOS, L.D.; LEMOS, R.C.; SANTOS, H.G.; KER, J.C.; ANJOS, L.H.C. 2005. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. 5ª ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 100p.
- SHACKLETON, N.J., SÁNCHEZ-GOÑI, M.F.; PAILLERC, D.; LANCELOT, Y. 2003. Marine isotope substage 5e and Eemian interglacial. Global and Planetary Change, Amsterdam, v.36, p.151-155.

- SILVA, C.R. 2006. Fitossociologia e Avaliação da Chuva de Sementes em uma Área de Floresta Alta de Restinga, em Ilha Comprida – SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Botânica, São Paulo.
- SILVA, I.X.; MORAES, R.P.; POMPEIA, S.L.; MARTINS, S.E. A. 1994. A degradação dos ecossistemas da Baixada Santista, São Paulo. III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira – Subsídios a um Gerenciamento Ambiental. Serra Negra (SP). Publicação Academia Brasileira de Ciências do Estado de São Paulo (ACIESP), v.2. p.129-141..
- SMA (SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE). 1998. Mata Atlântica: Um Projeto de Conservação. SMA, Governo do Estado de São Paulo. 71p.
- SOUZA C.R. de G. 1990. Considerações sobre os Processos Sedimentares Quaternários e Atuais na Região de Caraguatatuba, Litoral Norte do Estado de São Paulo. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 314p.
- SOUZA, C.R. de G. 2003/2004. Projeto SIIGAL: O SIGERCO para o Estado de São Paulo. Gerenciamento Costeiro Integrado, nº 3, ano 2, p. 35-37.
- SOUZA, C. R. de G. 2006. Mapeamento de compartimentos fisiográficos de planície costeira e baixa encosta e da vegetação associada no Litoral Norte de São Paulo. VI Simpósio Nacional de Geomorfologia, Goiânia (GO). Anais. (CD-ROM).
- SOUZA, C. R. de G. 2007 Ambientes sedimentares de planície costeira e baixa-média encosta em Bertioga (SP). XI Congresso da ABEQUA - Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Belém (PA). (CD-ROM).
- SOUZA, C.R. de G.; BENDAZOLI, A.; SUGIYAMA, M.; LOPES, E.A. & KIRIZAWA, M. 1997. A relação entre o meio físico e a biota no estudo da "restinga" do Estado de São Paulo. Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA), VI, e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul, Curitiba, ABEQUA, Resumos Expandidos, p. 367-372.
- SOUZA, C.R. de G.; LOPES, E. A. & XAVIER, A. F. 2005. Mapa de vegetação nativa de planície costeira e baixa-média encosta e estados de alteração para o Litoral Norte de São Paulo (Projeto SIIGAL). Simpósio Regional de Recuperação de Áreas Degradadas, São Vicente (SP). Anais (CD-ROM).

- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1976. Mecanismos de gênese das planícies sedimentares quaternárias do litoral do Estado de São Paulo. XXIX Congresso Brasileiro de Geologia, Ouro Preto (MG), SBG. Anais, v.1, pt. 2, p. 295-305.
- SUGUIO, K; MARTIN, L. 1978a. Formações quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. São Paulo: Instituto Oceanográfico, 55p.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1978b. Mapa Geológico do Litoral de São Paulo, Escala 1: 100 000. Folha Bertiooga, São Paulo, Secretaria de Obras e Meio Ambiente / Departamento de Águas e Energia Elétrica.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1987. Classificação de costas e evolução geológica das planícies litorâneas quaternárias do Sudeste e sul do Brasil. Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira – Síntese dos Conhecimentos, Cananéia-SP. Publicação Aciesp, v. 1, p. 1-28.
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. 1994. Geologia do Quaternário. In: Falconi, F.F. & Negro Jr., A. (eds). Solos do Litoral Paulista. ABMS-ABGE. p. 69-97.
- SUGUIO, K. 1973. Introdução à Sedimentologia. Ed. Edgard Blucher/EDUSP. 317p.
- SUGUIO, K. 1992. Dicionário de Geologia Marinha. T.A. Queiróz (ed.). 171p.
- SUGIYAMA, M. 1993. Estudos de Florestas na Restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SUGIYAMA, M. 1998. Estudo de florestas da restinga da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Boletim do Instituto de Botânica, nº 11, p. 119-159.
- TOMÉ Jr, J. B. Manual para Interpretação de Análise de Solo. Guariba Agropecuária, 1997. 247 p.
- VALE, F.R.; GUILHERME, L.R.G.; GUEDES, G.A.A., FURTINI NETO, A.E. 1998. Fertilidade do Solo: Dinâmica e Disponibilidade de Nutrientes. FAEPE/UFLA. 171p.
- VELOSO, H.P.; RANGEL Fº, A.L.R. & LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, Adaptada a um Sistema Universal. Rio de Janeiro. IBGE – DERMA. 124p.

- VILLWOCK, J.A. Processos costeiros e a formação das praias arenosas e campos de dunas ao longo da costa Sul e Sudeste Brasileira. Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Cananéia-SP. Publicação Aciesp, v. 1, p. 382-388.
- VILLWOCK, J.A.; LESSA, G.C.; SUGUIO, K.; ANGULO, R.J.; DILLENBURG, S.R. 2005. Geologia e geomorfologia de regiões costeiras. In: C.R. de G. SOUZA *et al.* (eds.) Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, Holos Editora, p. 94-113.
- WOODROFFE, C.D. 1992. Mangrove sediments and geomorphology. In: ROBERTSON, A.I. & ALONGI, D.M. Coastal and Estuarine Studies. Washington: American Geophysical Union, p. 7-42.

ANEXOS

Anexo 1. Síntese das características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e de vegetação das bacias dos rios Itaguaré e Guaratuba.

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
1	LHTb	407308	7371678	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	130	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FbR	Topo de cordão litorâneo, suavemente ondulado	bom escoamento subsuperficial e superficial, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
2	LHTb	406870	737150	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	75	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	Entrecordão (depressão suave)	bom escoamento subsuperficial e superficial, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
3-1	LHTa	406912	737180	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	135	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	Topo de cordão litorâneo, suavemente ondulado	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
3-2	LHTa	406912	7371767	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	108	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	Borda de cordão arenoso, rampa suave	bom escoamento subsuperficial e superficial, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
3-3	LHTa	406880	7371756	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	105	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	Borda de cordão arenoso, rampa suave	bom escoamento subsuperficial e superficial, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
3-4	LHTa	406834	7371853	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	75	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	Entrecordão (depressão suave)	canal de drenagem de 1ª ordem
3-5	LPTb	0406873	7372054	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	40	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	depressão	-

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
4-1	LPTb	406870	7372145	GUARATUBA	areias finas com lente argilosa no topo (acima do horizonte espódico)	40	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	Borda de terraço marinho pleistocênico e depressão paleolagunar	mal drenado com acúmulo de água em superfície temporário
4-2	LPTb	406782	7372134	GUARATUBA	topo com areias finas e lente argilosa acima do horizonte espódico	20	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FaR	Borda de terraço marinho pleistocênico e depressão paleolagunar	mal drenado com acúmulo de água em superfície temporário
5-1	Cx-LCD	406757	7372214	GUARATUBA	pelítico-orgânico	0-20	ORGANOSSOLO SAPRICO	Cx-FaRu	Depressão paleolagunar	mal drenado
5-2	Cx-LPTa	400001	7369172	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	130	ESPODOSSOLO FERRILUVICO	Cx-FaR	Borda de terraço marinho pleistocênico e depressão paleolagunar	bem drenado
5-3	Cx-LCD	406692	7372379	GUARATUBA	pelítico-orgânico	0-20	ORGANOSSOLO SAPRICO	Cx-FaRu	Depressão paleolagunar	mal drenado, periodicamente com acúmulo de água em superfície
6-1	Cx-LPTa	406433	7372552	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	>300	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Cx-FaR	Topo de terraço marinho pleistocênico, plano (desnível ~ 8m em relação à depressão paleolagunar)	bom escoamento subsuperficial e superficial, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
6-2	Cx-LPTa	406437	7372632	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	>300	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Cx-FaR	Borda de terraço marinho pleistocênico e depressão paleolagunar	bom escoamento subsuperficial e superficial, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
7	LHT	399005	7368520	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	120	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Es	Topo de cordão litorâneo, plano	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
8	LHTb	399928	7369028	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	>120	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FbR	Topo de cordão litorâneo, ondulado	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
9	LHTb	399635	7369058	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	60-80	NEOSSOLO QUARTZARENICO	FbR	depressão / entre-cordão	mal drenado, sem água em superfície
10	LHTb	399665	7369129	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	120	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	suave ondulado sobre cordão	bem drenado, sem água em superfície
11	LHTa	399665	7369315	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	100	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FbR/ FaR	suave ondulado depressão de limite de entrecordão holocênico e terraço marinho pleistocênico	bem drenado, com canais de 2ª ordem
12	LPTb	399667	7369552	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	90	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	pequena depressão de drenagem entre dois terraços marinhos	mal drenado, com canais de 2ª ordem
13	LHTa	399677	7369299	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	150	ESPODOSOLO HUMILUVICO	FaR	suave ondulado, topo de cordão	muito bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
14	LPTb	399644	7369329	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	130	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	plano suave ondulado em rampa junto ao topo de cordão	muito bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
15	LPTb	399647	7369739	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	83	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	ondulado, borda ou rampa do terraço marinho pleistocênico	muito bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª e 2ª ordem
16	LPTb	399658	7369610	ITAGUARÉ	areias finas bem selecionadas	115	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR	plano, topo de terraço marinho pleistocênico baixo,	muito bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
17	LPTb	401238	7369984	ITAGUARÉ	arenoso marinho	>270	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FaR (alterada)	talude da margem do Rio Itaguaraé	-
18	LOL	401060	737039	ITAGUARÉ	areias muito finas a siltes mal selecionados	40	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Mg de bacia	terraço lagunar/planície de maré	temporariamente inundado

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
19	LOL	401061	7370636	ITAGUARÉ	areias muito finas mal selecionadas	45	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Mg	terraço lagunar	inundável em marés muito elevadas
20	LPTb	401059	7370575	ITAGUARÉ	areias muito finas a siltico-argilosas mal selecionadas (topo - 65 cm) sobre areias finas bem selecionadas (>1,10m) com nível de matéria orgânica no contato entre elas	100	NEOSSOLO FLUVICO	FaR	terraço marinho pleistocênico baixo sobreposto por camada de areias fluviais (planície de inundação) holocênicas a atuais, plano. Borda do rio Itaguare.	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
21	LPF	399066	7371763	ITAGUARÉ	areias finas sobre lente de argila orgânica seguido de areia escura	120	CAMBISSOLO FLUVICO	FAL	(plano) terraço fluvial pleistocênio	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
22	Cx-LPTa	399725	7370935	ITAGUARÉ	sem sondagem	-	sem sondagem	Cx.FaR	terraço marinho pleistocênico baixo (~70m) seguido de depressão paleolagunar	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
23	LPTb	406500	737969	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	60	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR (alterada)	terraço marinho	Mal drenado, esporadicamente inundado
24	Cx-LCD	405333	7372966	GUARATUBA	pelítico	10	ORGANOSSOLO SÁPRICO	Cx-FaRu	depressão paleolagunar	Muito mal drenado com água quase em superfície
25	Cx-LCD	405333	7373051	GUARATUBA	silte muito fino a pelito - orgânico muito pobremente selecionado	40	ORGANOSSOLO SÁPRICO	Cx-FaRu	depressão paleolagunar	mal drenado
26	LPF	40558	773898	GUARATUBA	sem sondagem	-	sem sondagem	FAL	Rio (terraço fluvial com deslível de aprox. 2m)	bem drenado
27	LPF	404532	7373890	ITAGUARÉ	sem sondagem	-	sem sondagem	FAL	Terraço fluvial	muito bem drenado, com canais de drenagem de 1ª e 2ª ordem

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
28	LPF	404298	7374477	ITAGUARÉ	sem sondagem	-	sem sondagem	FAL	Plano, Terraço fluvial (clareira de um sítio)	muito bem drenado, com canais de drenagem de 1ª e 2ª ordem
29A	LPTb	400773	7369777	ITAGUARÉ	sem sondagem	-	sem sondagem	FaR	Plano, Terraço marinho pleistocenico alto	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
29B	LHTa	400662	7369685	ITAGUARÉ	sem sondagem	-	sem sondagem	FaR	Plano, Terraço marinho holocenico	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
30	LPTb	404095	7371867	ITAGUARÉ	areias muito finas/pelitos argilosos	50	NEOSSOLO FLÚVICO	FaR	planície de inundação, borda de terraço marinho / fluvial	mal drenado
31	LHF	403807	7371950	ITAGUARÉ	areias muito finas bem selecionadas (90-110) sobre silte cinza escuro	50	GLEISSOLO HÁPLICICO	FaR	Terraço fluvial suavemente inclinado	mal drenado
32	LPTb	404240	7371705	ITAGUARÉ	areias muito finas bem selecionadas	>200	ESPODOSSOLO FERRIHUMILUVICO	FAR	Topo de terraço marinho	bem drenado
33 A	LPTb	403513	7371054	ITAGUARÉ	areias muito finas bem selecionadas	-	ESPODOSSOLO FERRIHUMILUVICO	FaR (alterada)	Topo de terraço marinho	drenagem alterada com acúmulo de água em supeficie por urbanização
33 B	LHTa	403785	7371006	ITAGUARÉ	aterro do oleoduto	-	-	FaR (alterada)	plano - area aterrada	-
34	LPTb	403737	7371183	ITAGUARÉ	areias muito finas bem selecionadas	190	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FaR	limite de terraço marinho alto / baixo	bem drenado
35	LHTa	403742	7371062	ITAGUARÉ	areias muito finas a finas bem selecionadas	50	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	FaR (alterada)	Topo de terraço marinho	bem drenado
36	LCR	404874	7375541	ITAGUARÉ	argilo-arenoso-cascalhento em profundidade	>50	sem sondagem	FTr	rampa de colúvio sobre planície fluvial, margem de rio	bem drenado sem água em superfície em época seca

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
37	LCR	4045585	7375561	ITAGUARÉ	areia muito fina a média, muito pobremente selecionada-cascalhento em profundidade	>50	CAMBISSOLO HÁPLICO	FTr	rampa de colúvio muito entrecortado por canais rasos e profundos	bem drenado sem água em superfície em época seca
38	LCR	404673	7375677	ITAGUARÉ	areia média muito pobremente selecionada - cascalhento em profundidade	>50	CAMBISSOLO HÁPLICO	FTr	rampa de colúvio muito entrecortado por canais rasos e profundos	bem drenado, drenagens intermitentes, nenhuma com desnível de 2m
39	LPF	404330	7374464	ITAGUARÉ	silte grosso e areia muito fina muito pobremente selecionado (80 -100) sobre argila, com muita mica, areia grossa e argila	90	GLEISSOLO HÁPLICO	FAL	plano, terraço alto do Rio Pereque	bem drenado
40	LPF	404355	7374308	ITAGUARÉ	presença de muita mica, areia grossa, mal selecionada	50	GLEISSOLO HÁPLICO	FAL	plano, terraço alto do Rio Pereque	bem drenado
41	LPF	404447	7374097	ITAGUARÉ	sem coleta	-	sem sondagem	FAL	plano, terraço alto do Rio Pereque	bem drenado
42	LPF	404559	7373883	ITAGUARÉ	argiloso em superfície e cascalhento em profundidade	50	GLEISSOLO HÁPLICO	FAL	plano, terraço fluvial alto	entalhado por vários canais de drenagens
43	LPF	404620	7373900	ITAGUARÉ	matriz argilosa em superfície (até 30 cm) seguido de horizonte com matriz arenosa muito grossa mal selecionada	60	NEOSSOLO FLÚVICO	FAL	plano, terraço fluvial alto	bem drenado
44	Cx-LPTa	404677	7373920	GUARATUBA	areias finas bem selecionadas	180	ESPODOSSOLO FERRILÚVICO	Cx-FaR	terraço marinho alto	bem drenado
45	LCR	411528	7378442	GUARATUBA	matriz arenosa muito grossa e fragmentos de rocha, muito cascalho	>40	NEOSSOLO REGOLÍTICO	FTr	rampa de colúvio	bem drenado sem canais aparente.

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
46	LCR	411707	7378588	GUARATUBA	argiloso, siltico e arenoso fino	>200	LATOSSOLO AMARELO	FTr	rampa de colúvio plano suave	bem drenado
47	LCR	411539	7378225	GUARATUBA	sedimento misto, com grãos mais finos e fragmentos de rocha mais finos	>50	CAMBISSOLO HÁPLICO	FTr (alterada)	rampa de colúvio de baixada	bem drenado
48	LMP	411152	7377705	GUARATUBA	areia muito fina com silte e pouca argila acinzentada	65	GLEISSOLO HÁPLICO	FPa (antrópica)	planície de inundação	canais de drenagem, ambiente fluvial
49 A	LMP	411966	7377795	GUARATUBA	sedimento misto, de leito, cascalhento	70	NEOSSOLO FLÚVICO	FTr (alterada)	plano suave, depósito de leito/barra	muitos canais temporários entrecortando, super umido sem água aflorante
49 B	LMP	412071	73376142	GUARATUBA	mistos, areias muito finas, siltico, pouca argila	60	GLEISSOLO HÁPLICO	FTr	plano suave, depósito, planície de inundação	muitos pequenos canais temporários
50	Cx-LPTa	412121	7376200	GUARATUBA	areia muito fina muito bem selecionada com bolsão de orstein, horizonte espódico desmantelado	>300	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Cx-FaR	Topo de terraço, plano	bem drenado c/embaciamento pela drenagem ao redor
51	Cx-LPTa	412076	7376200	GUARATUBA	lente de orgânico com depósitos de areia fina	50	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Cx- FaR	no embaciamento do pleistoceno (pela drenagem)	mal drenado embaciamento do Cx
52	LPF	410790	7377133	GUARATUBA	intercalações de areias finas moderadamente selecionadas, com muita mica, e siltes grossos pobremente selecionados	>130	CAMBISSOLO FLÚVICO	FAL	terraço fluvial alto (planície de inundação e migração lateral de barras de pontal), plano	bem drenado, raramente entalhado/entrecortado por canais de drenagem de 1ª ordem
53	LPTb	411577	7374979	GUARATUBA	areias muito finas bem selecionadas	130	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FaR (muito alterada)	plano - terraço marinho/terraço fluvial pleistocênico	alterado (atrás do clube social), sem entalhamento, bem drenado

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
54	LPF	411503	7375479	GUARATUBA	areias finas a pelíticas mal selecionadas, com pouca mica	80	GLEISSOLO HÁPLICO	FAL (alterada)	terraço fluvial alto (planície de inundação), plano	bem drenado, raramente entalhado/entrecortado por canais de drenagem de 1ª ordem
55	LPTb	412916	73737686	GUARATUBA	areias finas a muito finas bem selecionadas	>100	ESPODOSSOLO FERRIHUMILÚVICO	FaR (alterada)	Topo de terraço marinho, plano	bem drenado
56	LHTb	412963	7372680	GUARATUBA	areias muito finas a finas bem selecionadas	>100	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	FaR	topo de cordão arenoso plano a suavemente ondulado	bem drenado
57	LHF	402886	7371956	ITAGUARÉ	areias muito finas sobre horizonte siltico argiloso	120	GLEISSOLO HÁPLICO	FaR	terraço fluvial, (T1) holocénico	recortado por canais e próximo a desembocadura
58	LCD	402839	7372467	ITAGUARÉ	pelítico com camada orgânica superficial	20	GLEISSOLO MELÂNICO	FaRu	depressão paleolagunar	lençol sub-aflorante
59	LCD	402848	7372200	ITAGUARÉ	Areia muito fina sobre areia siltica argilosa	20	GLEISSOLO HÁPLICO	FPa	depressão paleolagunar	lençol sub-aflorante
60	LMP	414846	7376923	GUARATUBA	areia muito fina a silte grosso com lente de cascalhos em profundidade, muito pobremente selecionado	110	GLEISSOLO HÁPLICO	FTr	plano, muito entrecortado por canais interconectados	muito bem drenado,
61	LPF	415038	7376488	GUARATUBA	argiloso com ,MO no topo	70	GLEISSOLO HÁPLICO	FAL	plano, entrecortado por canais interconectados menos que o anterior	muito bem drenado
62	LPF	415082	7376438	GUARATUBA	areias pelíticas, areias mais grossas a argilas	130	GLEISSOLO HÁPLICO	FAL	plano, entrecortado por canais	muito bem drenado
63	LMP	416246	7377563	GUARATUBA	intercalações de areias finas moderadamente selecionadas, com muita mica, e siltes grossos pobremente selecionados	100	CAMBISSOLO FLÚVICO	FTr	plano, entrecortado por canais interconectados	muito bem drenado

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
64	LPF	415985	7377369	GUARATUBA	argiloso com areia grossa e pouco cascalho	120	CAMBISSOLO FLÚVICO	FAL	plano, entrecortado por canais, mais alto que o anterior	muito bem drenado
65	LHF	404429	7373313	ITAGUARÉ	pelito-orgânico sobre no fundo cascalhento com presença de mica	20	GLEISSOLO MELÂNICO	FPa	plano, entrecortado por canais	com áreas mais firmes porém úmidas
66	LCD	404318	7373581	ITAGUARÉ	pelito - orgânico	30	GLEISSOLO MELÂNICO	FPa	depósito fluvial plano	mal drenada, alagado junto a um rio com leito arenoso e firme e aparecimento de conchas
67	LMP	402754	7374252	ITAGUARÉ	superfície plitico argilosa sobre arenosos/cascalhentos	>110	CAMBISSOLO FLÚVICO	FTr	base de rampa suave de colúvio próxima à encosta	planície de inundação
68	LCD	402802	7373240	ITAGUARÉ	pelito orgânico muito homogêneo	0-10	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FPa	plano, depressão paleolagunar	mal drenado, água quase em superfície
69	LCD	402710	7373226	ITAGUARÉ	material orgânico até 80cm, sobre 150cm, textura média (areia fina), com mica	5	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FaRu	plano, depressão paleolagunar	mal drenado, água quase em superfície
70	LPTb	402250	7370728	ITAGUARÉ	argilo-arenosa com mica	10	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FaR (alterada)	plano, depressão paleolagunar de terraço marinho pleistocênico baixo	mal drenado, água quase em superfície
71	LPTb	402162	7370966	ITAGUARÉ	arenoso - textura média em todo o perfil (até 100cm)	100	GLEISSOLO HÁPLICO	FaR	relevo irregular (suave ondulado) levemente elevado	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª e 2ª ordem
72	LPTb	402383	7370547	ITAGUARÉ	–	20	GLEISSOLO HÁPLICO	FaR (alterada)	depressão	mal drenado, mas sem água sem superfície
73	LPTb	402795	7371003	ITAGUARÉ	pelítico	5	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FaR alt	depressão plana	mal drenado, mas sem água sem superfície
74	LMP	396733	7373446	ITAGUARÉ	argiloso sobre pelítico orgânico	5	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FTr	ambiente fluvial, transição para rampa de colúvio	mal drenado, água quase em superfície

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
75	LMP	396759	7373465	ITAGUARÉ	argilosa textura média em superfície sobre fragmentos de rocha	60	CAMBISSOLO HÁPLICO	FTr	rampa de colúvio	mal drenado, água em superfície
76	LCD	396791	7373290	ITAGUARÉ	argilosa textura média em superfície sobre fragmentos de rocha	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FPa	plano rampa de colúvio	mal drenado, água em superfície
77	LCD	396843	7373102	ITAGUARÉ	argilosa textura média em superfície sobre fragmentos de rocha	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FPa	plano rampa de colúvio	mal drenado, água em superfície
78	LCD	396880	7372966	ITAGUARÉ	pelito orgânico	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FPa	depressão paleolagunar	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante
79	LCD	396961	7372753	ITAGUARÉ	sedimento pelítico sobre areias finas a muito finas cinza claro	0	GLEISSOLO HÁPLICO	FPa / FaRu	depressão paleolagunar associada a canais de drenagem	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante
80	Cx-LCD	397121	7372189	ITAGUARÉ	(abaixo de trama de raízes) pelito orgânico sobre areia fina com mica à partir de 110cm	30	ORGANOSSOLO FIBRICO	Cx-FaRu	depressão paleolagunar	sem lençol aflorante devido a trama de raízes
81	Cx-LPTa	397245	7372208	ITAGUARÉ	areia fina sobre horizonte espódico duro (Bh)	>200	ESPODOSSOLO HUMILÚVICO	Cx-FaR	plano sobre terraço marinho alterado com retirada do pacote sedimentar arenoso	alterada (sem drenagem aparente)
82	LCD	397296	7371638	ITAGUARÉ	lente de pelito orgânico (70 cm) sobre argilas cinzas escuras	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FaRu	depressão paleolagunar	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante
83	LCD	397545	7370827	ITAGUARÉ	pelito orgânico até 150cm	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FPa	(plano) depressão paleolagunar	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante

PONTO	UNIDADE QUATERNÁRIA	COORDENADAS LONGITUDE / LATITUDE		BACIA HIDROGRÁFICA	SEDIMENTO	NA (cm)	SOLOS	VEGETAÇÃO	RELEVO	DRENAGEM REGIONAL
84	LCD	397750	7370178	ITAGUARÉ	pelítico- orgânico	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FaRu	(plano) depressão paleolagunar	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante
85	LCD	398236	7369964	ITAGUARÉ	pelítico orgânico	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	FaRu	(plano) depressão paleolagunar	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante
86	LMP	409637	7376939	GUARATUBA	siltes-argilosos (no topo) e areias médias a cascalhos, mal selecionados e com muita mica (na base)	80	CAMBISSOLO FLÚVICO GLEICO	FTr	Terraço fluvial baixo (planície de inundação e leito/barras), ondulado	com muito sistema de drenagem, entrecortado/entalhado por canais de drenagem de 1ª ordem
87	LPF	410345	7377278	GUARATUBA	siltes (no topo e intercalados nas areias finas) e areias finas a grossas com muita mica (na base)	>150	CAMBISSOLO FLÚVICO GLEICO	FAL	Terraço fluvial alto (planície de inundação), plano	bem drenado, raramente entrecortado por canais de drenagem de 1ª ordem
89	Cx- LCD	405626	7372972	GUARATUBA	pelítico- orgânico	0	ORGANOSSOLO SÁPRICO	Cx-FaRu	(plano) depressão paleolagunar	mal drenado, água em superfície
90	Cx-LPTa	405476	7372924	GUARATUBA	areia fina muito bem selecionada	>300	NEOSSOLO QUARTZARÊNICO	Cx-FaR	Topo de terraço, plano	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
91	LPTb	414257	7374277	GUARATUBA	sem sondagem		-	FaR	Plano terraço marinho alto	bem drenado, com pequenos canais de drenagem de 1ª ordem
92	Cx-LCD	412005	7376396	GURATUBA	pelítico-orgânico	0-20	ORGANOSSOLO SÁPRICO	Cx-FaRu	Depressão paleolagunar	drenagem anastomosada densa e divagante, lençol aflorante ou coberto por trama de raízes

ANEXO 2

Síntese das classes de solos encontradas na área de estudo, segundo o atual Sistema Brasileiro de Classificação da Embrapa (2006)

- **NEOSSOLOS**

NEOSSOLOS FLÚVICO - RY
NEOSSOLOS REGOLÍTICOS - RR
NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS - RQ

São solos pouco evoluídos (baixa atuação de processos pedogenéticos), com ausência de horizonte B diagnóstico, apresentando exígua diferenciação de horizontes, com individualização do horizonte A seguido de C ou R, portanto com predomínio de características herdadas do material de origem. São solos constituídos de material mineral ou por material orgânico pouco espesso, bem drenados que favorecem a lixiviação dos nutrientes; não apresentam problemas de compactação e não impedem o desenvolvimento do sistema radicular, o qual se limita à superfície devido à concentração dos nutrientes nesse nível.

Na área de estudo ocorrem os tipos: Quartzarênicos, Flúvicos e Regolíticos.

- **LATOSSOLOS**

LATOSSOLOS AMARELOS - LA

Os latossolos são solos de evolução muito avançada, com atuação expressiva dos processos de latolização (ferrilitização e laterização), ocorrendo horizonte diagnóstico B latossólico em sequência a qualquer tipo de A e quase nulo, aumento de argila de A para B. Os constituintes evidenciam avançado estágio de intemperização, explícita pela alteração quase completa dos minerais primários menos resistentes ao intemperismo e/ou de minerais de argila 2:1, seguida de intensa dessilicificação, lixiviação de bases e concentração residual de sesquióxidos, argila do tipo 1:1 e minerais primários resistentes ao intemperismo. Em geral, é constituído por quantidades variáveis de óxidos de ferro e de alumínio, minerais de argila 1:1, quartzo e outros minerais mais resistentes ao intemperismo, podendo haver a predominância de quaisquer desses materiais.

- **ESPODOSSOLOS**

- 1 ESPODOSSOLOS HUMILÚVICO - EK
- 2 ESPODOSSOLOS FERRILÚVICO – ES
- 3 ESPODOSSOLOS FERRIHUMILÚVICO – ESK

Esses tipos de solos são constituídos por material mineral (areias), com horizonte B espódico subjacente ao horizonte E (álbico ou não) ou A ou hístico (< 40cm). Apresentam usualmente a seqüência de horizontes: A, E, Bh, Bhs, Bhs, Bs, Bhm e C. Resultam da atuação de processo de podzolização com eluviação de compostos de alumínio, com ou sem ferro, em presença de húmus ácido e conseqüente acumulação iluvial destes constituintes amorfos. São bastante arenosos, sem presença de finos e acúmulo de MO em profundidade, bastante pobres, moderada ou fortemente ácidos, saturação por vbase baixa e bastante hálicos.

Na área de estudo ocorrem os tipos: Humilúvicos (presença de matéria orgânica), Ferrilúvicos (presença de óxidos de ferro) e Ferri-humilúvicos (presença de ambos).

- **GLEISSOLOS**

- GLEISSOLOS TIOMÓRFICOS - GJ
- GLEISSOLOS MELÂNICOS - GM
- GLEISSOLOS HÁPLICOS - GX

Solos onde ocorre hidromorfia (solos hidromórficos) expressiva por forte gleisação, resultante do processamento de intensa redução de componentes de ferro, em presença de matéria orgânica, com ou sem alternância de oxidação, por efeito de flutuação do NA, em condições de regime de excesso de umidade permanente ou periódico. São constituídos por material mineral; apresentam horizonte glei nos primeiros 50 cm da superfície do solo, ou em profundidades entre 50 e 125 cm, desde que imediatamente abaixo de horizontes A ou E (gleizados ou não), ou precedidos por horizontes B insipientes, B textural ou C, com presença de mosqueados abiundantes com cores de redução. Apresenta espessa camada de MO mal decomposta sobre camada acinzentada (gleizada). Devido ao ambiente de oxi-redução, muitos elementos tornam-se solúveis, podendo atingir inclusive níveis tóxicos.

- **CAMBISSOLOS**

- CAMBISSOLOS FLÚVICOS - CY
- CAMBISSOLOS HAPLICOS - CX

Compreendem solos pouco desenvolvidos com horizonte B insipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial de qualquer natureza (desde que este não satisfaça requisitos de outros tipos de solos). Tem seqüência de horizonte A ou hístico, Bi, C com ou

sem R. Devido às características de heterogeneidade do material de origem, de relevo e das condições climáticas, as características desses solos variam muito de um local para outro. Bi tem textura franco-arenosa ou mais argilosa.

- **ORGANOSSOLOS**

ORGANOSSOLOS Fíbricos - Ofi

ORGANOSSOLOS Sápricos - Os

Compreendem solos pouco evoluídos constituídos por material orgânico proveniente de acumulações de restos vegetais em grau variável de decomposição, acumulados em ambientes mal a muito mal drenados, que estão saturados com água por poucos dias no período chuvoso, de coloração preta, cinzenta muito escura ou marrom, e com elevados teores de carbono orgânico. Em condições sujeitas a altas taxas de recepção de água (maiores que as causadoras da gleisação), a formação dos solos é dominada pela acumulação de material orgânico sobre a superfície. Comumente apresentam um horizonte H ou O hístico sobre camadas constituídas por material orgânico do tipo sáprico ou fíbrico, com grande proporção de resíduos vegetais em grau variável de decomposição. Apesar disso podem conter materiais minerais em proporções variáveis. Ocorrem normalmente em áreas baixas das várzeas, depressões e locais de surgências. Em geral são fortemente ácidos, com baixa SB. Podem apresentar horizontes sulfúricos e estar recobertos por uma camada pouco espessa (< 40 cm) de material mineral.

CLASSES DE SOLO DA CLASSIFICAÇÃO BRASILEIRA (Embrapa, 2006)

SIMBOLOS ALFABÉTICOS UTILIZADOS		
1º Nível	2º Nível	3º Nível
		al - Alítico
P - ARGISSOLOS	A - AMARELO	a - Alumínico
C - CAMBISSOLOS	AC - ACINZENTADO	af - Aluminoférrico
M - CHERNOSSOLOS	B - BRUNO	b - Argila atividade baixa
	C - CRÔMICO	c - Concrecionário
E - ESPODOSSOLOS	D - RÊNDZICO	d - Distrófico
G - GLEISSOLOS	E - EBÂNICO	df - Distroférrico
O - ORGANOSSOLOS	F - PÉTRICO	dh - Distro-úmbrico
T - LUVISSOLOS	G - HIDROMÓRFICO	e - Eutrófico
R - NEOSSOLOS	J - TIOMÓRFICO	ef - Eutroférrico
	R - REGOLÍTICO	eh - Eutro-úmbrico
	K - HUMILÚVICO	f - Férrico
	L - LITÓLICO	fi - Fíbrico
	M - MELÂNICO	g - Hidromórfico
		h - Húmico
		i - Hístico
		j - Perférrico
		k - Carbonático
		l - Lítico
		lf - Litoplântico
		m - Chernossólico
		n - Sódico
		o - Órtico
		p - Pálico
		q - Psamítico
		r - Saprolítico
		s - Sáprico
		t - Argilúvico
		u - Hiperespesso
		v - Argila atividade alta
		w - Ácrico
		wf - Acriférrico
L - LATOSSOLOS	Z - SÁLICO	x - Coeso
	I - HÍSTICO	y - Hêmico
		z - Sálido ou Salino

OBSERVAÇÕES:

- Os símbolos de 1º nível correspondem a primeira letra do nome da Ordem. Os símbolos de 2º nível seguem o critério de primeira letra e, se necessário, da segunda ou terceira letra do nome da Subordem;
- Os símbolos de 3º nível mantêm, tanto quanto possível, uma certa conotação com os sufixos utilizados na designação de horizontes, Embrapa (1988b);

- Ta e Tb aparecem no 3º nível (argila de atividade alta e baixa Respectivamente). Para Ta (argila de atividade alta) convencionou-se o símbolo “v”, e para Tb (argila de atividade baixa) convencionou-se “b”

CORRELAÇÃO ENTRE AS CLASSES DE SOLO DO SISTEMA ATUAL E A CLASSIFICAÇÃO ANTERIOR SEGUNDO EMBRAPA SOLOS

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (2005)	Classificações anteriormente usadas na Embrapa Solos
ARGISSOLOS	RUBROZEM, PODZÓLICO BRUNO-ACINZENTADO DISTRÓFICO ou ÁLICO, PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO DISTRÓFICO ou ÁLICO Ta, e alguns PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS DISTRÓFICOS ou ÁLICOS Tb (com limite mínimo de valor T de 20 cmolc/kg de argila). PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO Tb, pequena parte de TERRA ROXA ESTRUTURADA, de TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR, de TERRA BRUNA ESTRUTURADA e de TERRA BRUNA ESTRUTURADA SIMILAR, com gradiente textural necessário para B textural, em qualquer caso Eutróficos, Distróficos ou Álicos, e mais recentemente o PODZÓLICO VERMELHO-ESCURO Tb com B textural e o PODZÓLICO AMARELO.
CAMBISSOLOS	CAMBISSOLOS EUTRÓFICOS, DISTRÓFICOS ÁLICOS Ta e Tb. Exceto os com horizonte A chernozêmico e B incipiente EUTRÓFICOS Ta.
CHERNOSSOLOS	BRUNIZEM, RENDZINA, BRUNIZEM AVERMELHADO e BRUNIZEM HIDROMÓRFICO
ESPODOSSOLOS	PODZOL, inclusive PODZOL HIDROMÓRFICO.
GLEISSOLOS	GLEI POUCO HÚMICO, GLEI HÚMICO, parte do HIDROMÓRFICO CINZENTO (sem mudança textural abrupta), GLEI TIOMÓRFICO e SOLONCHAK com horizonte glei.
LATOSSOLOS	LATOSSOLOS, excetuadas algumas modalidades anteriormente identificadas, como LATOSSOLOS PLÍNTICOS.
LUVISSOLOS	BRUNO NÃO CÁLCICO, PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Ta, PODZÓLICO BRUNO-ACINZENTADO EUTRÓFICO e os PODZÓLICOS VERMELHO-ESCUROS EUTRÓFICOS Ta.

NEOSSOLOS	LITOSSOLOS, SOLOS LITÓLICOS, REGOSSOLOS, SOLOS ALUVIAIS e AREIAS QUARTZOSAS (Distróficas, Marinhas e Hidromórficas).
NITOSSOLOS	TERRA ROXA ESTRUTURADA, TERRA ROXA ESTRUTURADA SIMILAR, TERRA BRUNA ESTRUTURADA, TERRA BRUNA ESTRUTURADA SIMILAR e alguns PODZÓLICOS VERMELHO-ESCUROS Tb e alguns PODZÓLICOS VERMELHO-AMARELOS Tb
ORGANOSSOLOS	SOLOS ORGÂNICOS, SOLOS SEMI-ORGÂNICOS, SOLOS TIOMÓRFICOS TURFOSOS e parte dos SOLOS LITÓLICOS TURFOSOS com horizonte hístico com 30cm ou mais de espessura.
Planossolos	PLANOSSOLOS, SOLONETZ-SOLODIZADO e HIDROMÓRFICOS CINZENTOS que apresentam mudança textural abrupta.
Plintossolos	LATERITAS HIDROMÓRFICAS, parte dos PODZÓLICOS PLÍNTICOS, parte dos GLEI HÚMICO e GLEI POUCO HÚMICO PLÍNTICOS e alguns dos possíveis LATOSSOLOS PLÍNTICOS.
Vertissolos	VERTISSOLOS, inclusive os hidromórficos.