

CARACTERIZAÇÃO DA PAISAGEM LITORÂNEA

3.1 CLIMA

3.1.1 Revisão de literatura

O clima que caracteriza grande parte do litoral, segundo a classificação de Köppen, é do tipo tropical, a temperatura média do mês mais quente superior a 18°C, o total de chuvas do mês mais seco superior a 60 mm e a precipitação anual variando de 1.600 a 2.000 mm; não apresenta estação seca invernal, apenas diminuição de pluviosidade, enquanto os verões são excessivamente úmidos. MONTEIRO (1973 e 1976) caracterizou-a como zona de transição de sistemas atmosféricos sujeita a grandes oscilações ao longo dos anos, com predominância de ventos de sudeste e amplitude térmica diária acentuada, com período chuvoso, de outubro a março (média de 1941 a 1957), apresentando valores até de 2.000 mm e período seco, de abril a setembro, com valores até de 1.100 mm de chuva. CAMARGO (1978), estudando o balanço hídrico regional, encontra valores similares para o litoral norte, prevalecendo isoietas entre 2.000 e 3.000 mm, sendo a evapotranspiração potencial (água necessária), de 1.000 a 1.100 mm, indicando um excedente hídrico anual de 800 a 1.600 mm.

SCHRODER (1956) afirma que na região costeira, "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), choque entre massas de ar segundo MONTEIRO (1973). SCHROEDER (1956), assinala ainda que, no litoral centro-norte, pelo fato da Serra se aproximar da orla costeira, as precipitações são mais elevadas, bem maiores que no litoral sul, fatos também constatados por SANTOS (1965) e MONTEIRO (1973 e 1976); este último salienta que podem chegar a 4.500 mm anuais e que, anos de grande atividade da corrente polar implicam em elevada pluviosidade e, enfraquecimento destas em favor dos sistemas intertropicais, responde pelos anos secos. Ressalta ainda, que as correntes frias do sul atuam mais efetivamente, com participação mínima de 25%, e correntes do leste, entre 25 e 50%.

NUNES (1990), estudando o impacto pluvial na Serra de Paranapiacaba e Baixada Santista, aponta que episódios diários concentrados em poucas horas são responsáveis por fenômenos de deslizamentos ou similares, desencadeados pela passagem do sistema polar atlântico, responsável pela maior parte das chuvas nesse período.

KUHLMANN (1953), COUTINHO (1962), SANTOS (1965) e RIZZINI (1979) salientam a ocorrência de nevoeiros e garoa relacionados aos fundos da baixada e bordas do planalto, originando umidade e nebulosidade elevadas, causando nas altas vertentes, uma situação climática contrastante às áreas mais quentes da baixada. Para MONTEIRO (1976), essa nebulosidade na faixa litorânea durante o ano todo, diminui as horas de insolação e eleva a umidade relativa do ar (média anual de 80 a 85%).

3.1.2 A bacia do Guaratuba

A bacia do Guaratuba está voltada para o sul, praticamente de frente para a entrada das massas de ar carregadas de umidade, que se precipitam ao encontrar a escarpa, resultando em chuvas periódicas e abundantes. Aliadas às temperaturas médias elevadas, como se observam nas TABELAS 1, 2 e 3, caracterizam o clima tropical úmido da região costeira, tal como assinalado por SCHROEDER (1956), SANTOS (1965), MONTEIRO (1973,1976) e CAMARGO (1978).

TABELA 1: Cálculo do balanço hídrico - Período: 1975-1993 latitude: -23°38' local: Casa Grande, Biritiba Mirim-SP (planalto)

Mês	Temp.	Eto	Prec	Saldo	Armaz	Etr	Def	Exc
Jan	22,2	108,0	300,0	192,0	125,0	108,0	0,0	192,0
Fev	22,3	94,6	209,0	114,4	125,0	94,6	0,0	114,4
Mar	21,6	93,2	247,0	153,8	125,0	93,2	0,0	153,8
Abr	19,3	67,8	192,0	124,2	125,0	67,8	0,0	124,2
Mai	16,9	50,9	115,0	64,1	125,0	50,9	0,0	64,1
Jun	15,5	41,6	82,0	40,4	125,0	41,6	0,0	40,4
Jul	15,3	39,8	78,0	38,2	125,0	39,8	0,0	38,2
Ago	16,8	51,8	78,8	26,2	125,0	51,8	0,0	26,2
Set	18,2	62,3	136,0	73,7	125,0	62,3	0,0	73,7
Out	19,5	78,3	152,0	73,7	125,0	78,3	0,0	73,7
Nov	20,4	87,1	173,0	85,9	125,0	87,1	0,0	85,9
Dez	21,2	99,6	239,0	139,4	125,0	99,6	0,0	139,4
Ano	19,1	874,9	2001,0					1126,4

TABELA 2: Cálculo do balanço hídrico - Período: 1975-1993 latitude: -23°38' local: Salesópolis-SP (planalto)

Mês	Temp.	Eto	Prec	Saldo	Armaz	Etr	Def	Exc
Jan	22,3	108,8	297,0	188,2	125,0	108,0	0,0	188,2
Fev	22,4	95,2	210,0	114,8	125,0	95,2	0,0	114,8
Mar	21,7	93,8	256,0	162,2	125,0	93,8	0,0	162,2
Abr	19,4	68,2	230,0	161,8	125,0	68,2	0,0	161,8
Mai	17,0	51,2	139,0	87,8	125,0	51,2	0,0	87,8
Jun	15,6	41,9	109,0	67,1	125,0	41,9	0,0	67,1
Jul	15,4	40,0	98,0	58,0	125,0	40,0	0,0	58,0
Ago	16,8	51,5	110,0	58,5	125,0	51,5	0,0	58,5
Set	18,3	62,6	146,0	83,4	125,0	62,6	0,0	83,4
Out	19,6	78,8	161,0	82,2	125,0	78,8	0,0	82,2
Nov	20,5	87,6	203,0	115,4	125,0	87,6	0,0	115,4
Dez	21,3	100,2	255,0	154,8	125,0	99,6	0,0	139,4
Ano	19,2	879,8	2214,0			879,8		1334,2

TABELA 3: Cálculo do balanço hídrico - Período: 1975-1993 latitude: -23°45' local: Bertiooga - SP (planície)

Mês	Temp	Eto	Prec	Saldo	Armaz	Etr	Def	Exc
Jan	28,0	185,1	329,0	143,9	125,0	185,1	0,0	143,9
Fev	28,3	166,2	235,0	68,8	125,0	166,2	0,0	68,8
Mar	27,6	161,0	245,0	84,0	125,0	161,0	0,0	84,0
Abr	25,0	106,7	277,0	170,3	125,0	106,7	0,0	170,3
Mai	22,5	74,6	205,0	130,4	125,0	74,6	0,0	130,4
Jun	21,0	58,1	121,0	62,9	125,0	58,1	0,0	62,9
Jul	20,8	55,2	124,0	68,8	125,0	55,2	0,0	68,8
Ago	22,6	77,9	89,0	11,1	125,0	77,9	0,0	11,1
Set	23,8	94,2	177,0	82,8	125,0	94,2	0,0	82,8
Out	25,1	122,4	155,0	32,6	125,0	122,4	0,0	32,6
Nov	26,3	144,5	167,0	22,5	125,0	144,5	0,0	22,5
Dez	27,2	170,5	231,0	60,5	125,0	170,5	0,0	60,5
Ano	24,8	1 416,5	2355,0			1416,5		938,5

Temp = temperatura; Eto = evapotranspiração potencial; Prec = precipitação; Saldo = Prec - Eto; Armaz = armazenamento de água; Etr = evapotranspiração real; Def = deficiência hídrica; Exc = excedente hídrico.

As precipitações anuais médias elevadas, superiores a 2.000 mm, distribuem-se ao longo do ano, com maior concentração nos meses de dezembro a maio e com período menos chuvoso de junho a agosto. A temperatura média nos vinte últimos anos foi de 21,0°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.

Os balanços hídricos (TABELAS 1, 2 e 3 e FIGURA 02), permitem melhor compreensão do comportamento do regime hídrico da região em período passado de 20 anos (1974-1993).

O excedente hídrico na média dos três postos atinge 1.132,9 mm e apesar da diminuição das chuvas nos meses de inverno, não ocorre déficit hídrico.

As massas de ar carregadas de umidade entram, na área do planalto, pelos vales dos rios principais (FOTO 1). O relevo aqui, funciona como uma barreira à passagem das massas de ar, em que grande parte do ano, encontram-se cobertos por nevoeiros, aumentando a umidade relativa do ar. A formação de nevoeiros observada na Serra do Mar, suaviza a temperatura e deve influenciar diretamente a vegetação, a atividade biológica e o intemperismo.

A oferta de água no solo o ano todo, aliada às altas temperaturas como foi exposto, influenciam diretamente na perenidade florestal, como também na atividade biológica de desagregação e transformação da matéria orgânica e mesmo de outros elementos do solo. Observam-se ainda, em locais onde a umidade trazida pelos constantes nevoeiros é fortemente atuante como as escarpas e planaltos, o número de lianas, epífitas e musgos é bastante acentuado, denotando uma integração direta entre elementos.

3.2 GEOLOGIA

3.2.1 Revisão de literatura

A bacia do Guaratuba, situada no Complexo Serra do Mar, no limite entre a parte central e norte do litoral paulista é genericamente representada por formações geológicas do Pré-Cambriano e Cenozóico. O surgimento da Serra do Mar, do Cretáceo superior ao Terciário, está ligado à um tectonismo paralelo à costa, com flexuras monoclinais e falhamentos que, desde então, vem recuando sob a ação da erosão, (BARBOSA, 1965; FREITAS, 1976; ALMEIDA, 1974, 1983 e 1986; e Amaral et al., 1976 apud MELLO et al., 1985). Assim, a Serra do Mar apresenta um relevo

de escarpas festonadas, com desníveis de 1.000 até 2.000 m na retaguarda de planícies litorâneas (IPT, 1981a e MELLO et al., 1985).

FRANÇA (1951) havia registrado que o planalto, a leste de Bertioga, compõe uma escarpa que cai bruscamente por mais de 900 metros sem transição apresentando paredões intensamente dissecados voltados para o oceano, cujas altitudes crescem de WSW para ENE.

CRUZ (1974) menciona que no litoral sul e Baixada Santista, as escarpas de maneira geral apresentam direção SW-NE, recuadas, possibilitando o desenvolvimento das baixadas, enquanto no Litoral Norte, as maiores planícies, Bertioga, Itaguapé, Guaratuba e Una abrem-se para o sul em frente à Serra do Mar tomando o rumo ENE.

Para RADAMBRASIL (1983) os escarpamentos da Serra do Mar representariam uma faixa de dobramentos remobilizados, com dissecação marcada pela drenagem e por controle estrutural, com direção NE-SW a ENE-SSW, como FREITAS (1951), ALMEIDA (1983 e 86), MELLO et al. (1985) e AB'SABER (1985) também assinalaram. Esse controle estrutural é nítido sobre a morfologia atual e evidenciado pelas extensas escarpas e relevos alinhados coincidindo com os dobramentos originais e/ou falhamentos mais recentes. A resistência das rochas reflete-se nas formas de dissecação, ressaltando filões resistentes, pontões, cristas e sulcos nas zonas diaclasadas e fraturadas.

ALMEIDA (1953) e FREITAS (1976) atribuem aos paredões das escarpas da Serra do Mar, quase verticais em direção aproximada E-W, a resistência das rochas graníticas e gnaissicas do Pré – Cambriano, orientados paralelamente ao litoral.

Na planície litorânea, MODENESI (1969), HASUI & SADOWSKI (1976) e RADAMBRASIL (1983) registram a presença de sedimentos marinhos, dunas, restingas e cordões litorâneos nos sedimentos Cenozóicos; formações de manguezais, constituídas por camadas arenosas, argilosas e turfáceas, próprias de ambiente paludal e lagunar, definidas como sedimentação flúvio-marinha areno-vasosa; e, indicam também, os depósitos de encosta e de piemonte, representados por materiais rudáceos de cones de dejeção, tálus e colúvios.

Para FREITAS (1976) e MELO & PONÇANO (1983), esses depósitos quaternários de baixada são flúvio-marinhos, interdigitados, da transgressão Cananéia, e da transgressão Santos holocênica, segundo comentam SUGUIO & MARTIN (1978), refletindo as mudanças eustáticas e climáticas do período. Para Suguio & Tessler (1984) apud FUJIMOTO (1994), esses sedimentos derivam, além das variações do nível marinho e efeitos tectônicos recentes, de diferentes fontes de

areia, de correntes de deriva litorânea e de sistemas que retêm os sedimentos em forma de armadilhas.

TRICART (1959) registra depósitos grosseiros de cascalheiras fluviais em forma de "cone de dejeção" do rio das Pedras, recobertos por outras formações superficiais, na Serra do Mar, Cubatão, como testemunhos de flutuação climática Quaternária recente. Fatos similares foram observados por AB'SABER (1964 e 1965), HASUI & SADOWSKI (1976) e MELO & PONÇANO (1983). Para AB'SABER (1965), a existência desses depósitos rudáceos indicariam processos torrenciais em condições climáticas diferentes da atual.

No entanto, para CRUZ (1974), esses depósitos na Serra do Mar, correspondem ao produto da intensa morfogênese atual. Em Caraguatatuba não se constatou depósitos rudáceos que indicassem formações pleistocênicas relacionadas à clima semiárido, mesmo porque, segundo a autora, os depósitos mais antigos devem estar em maior profundidade.

MELO & PONÇANO (1983) referem-se à presença de cascalheiras no sopé da Serra do Mar e na baixada litorânea, como a do vale do rio Mogi, com 5,5 m de cascalhos recobertos por material aluvial predominantemente areno-argiloso.

3.2.2 A bacia do Guaratuba

A bacia é representada por formações geológicas do Complexo Migmatítico do Pré-Cambriano e Arqueano, composto por gnaisses bandados predominantemente tonalíticos, migmatíticos. O planalto e a área da escarpa, são caracterizados por granitos com áreas restritas migmatíticas, além de depósitos sedimentares do Quaternário (sedimentos fluviais, marinhos, depósitos de tálus, colúvios e cascalheiras). RADAMBRASIL (1983) e HASUI & SADOWSKI (1976) apontam ainda, a presença de paleossoma xistoso, com quartzo e mica, ou gnaissico (quartzo, mica e feldspato).

O mapa geológico representa a petrografia, a litologia e a estratigrafia da área, definindo 11 (onze) unidades geológicas situadas nos compartimentos do planalto, escarpa e planície litorânea (FIGURA 03).

No planalto ocorre o complexo gnaissico de diferentes texturas, porém compostos basicamente pelos mesmos minerais, que correspondem ao Complexo Paraíba do Sul do Arqueano. A unidade **ACg** é representada por gnaisses bandados que, segundo HASUI & SADOWISK (1976), IPT (1981a) e RADAMBRASIL (1983), são tonalíticos e com migmatitos estromáticos com foliação, compostos basicamente por quartzo, mica e feldspato. A unidade **ACgg** inclui também

migmatitos homogêneos granitóides. São encontradas também, zonas de rochas encaixantes **ACp**, quartzosas, como o pegmatito próximo à represa do Ribeirão dos Campos.

A passagem do planalto para a escarpa é nítida em quase toda a sua extensão, com uma ruptura de declive abrupta, que coincide com o limite dos granitos que sustentam a serra, com o complexo gnaissico.

Nas escarpas da Serra do Mar, definiu-se a Unidade **PEgr**, do Proterozóico Superior, composta por corpos granitóides foliados com contatos parcialmente discordantes. Correspondem a Suítes graníticas (pós tectônicas) que, segundo RADAMBRASIL (1983), possuem textura tonalítica a granítica e a Unidade **Qc**, composta por sedimentos colúviais de natureza variada, areno-siltico-argiloso, oriundos das escarpas da Serra do Mar e dispostos nos sopés das vertentes e no contato da escarpa com a planície litorânea. Nesse compartimento, conforme se percebe pela FIGURA 03, o contato entre os sedimentos da planície e os granitos da escarpa é quase sempre nítido, porém a presença de depósitos colúvionares (tálus e colúvios) abranda esse contato. Nesse sentido, MODENESI (1969), QUEIROZ NETO (1970), CRUZ (1974), RADAMBRASIL (1983) e DOMINGUES (1983), interpretam formas de depósitos de áreas na Serra do Mar, como oriundas de intensos processos morfoclimáticos e pedogenéticos, com meteorização da rocha, ação do declive e dinâmica fluvial da Serra.

Como outras feições geológicas, a FIGURA 03 indica, ainda, a presença de traços de foliação e/ou acamamento de falhas transcorrentes no planalto e escarpas da Serra do Mar, com conseqüente deslocamento de blocos (FOTO 2) e cordões marinhos recentes, na planície litorânea, como também assinalado por DNPM (1977).

Tanto no planalto quanto na escarpa, a drenagem é controlada pela estrutura refletindo as linhas de fraturas e falhas, fato comum à Serra do Mar (FREITAS, 1951; HASUI & SADOWSKI, 1976; RADAMBRASIL, 1983; ALMEIDA, 1983 e 1986; AB'SABER, 1985; e MELLO et al., 1985). Esses lineamentos controlados pela natureza da rocha, de acordo com a xistosidade do gnaiss no planalto, estão orientados paralelamente à costa, levemente arqueados com direção E/W e fraturas menores perpendiculares. Na escarpa, orientam-se no sentido SE/NW e NE/SW, como indicado por FREITAS (1951), chegando por vezes, a condicionar a drenagem principal na planície.

Na área, a planície litorânea apresenta sedimentos quaternários marinhos, constituídos por areias quartzosas de cores esbranquiçadas e amareladas, de granulação fina a grosseira com grau de seleção variado e sedimentos continentais, fluviais e flúvio-marinhos. É possível distinguir seis unidades:

Qp, sedimentos arenosos praias de deposição atual e granulação fina a média;

Qm, cordões marinhos recentes, formado por sedimentos arenosos de coloração esbranquiçada e granulação média a fina;

Qi, sedimentos continentais areno-siltico-argilosos de deposição flúvio-lacustre;

Qmg, camadas de material fino arenoso com matéria orgânica, de deposição flúvio-marinha recente a atual (depósitos de mangue);

Qa, deposições alúvio-coluviais: aluviais arenosas de granulação variada, podendo apresentar frações mais finas;

Qc, depósitos de colúvios siltico-argilosos; e,

Qo, turfeiras, com espessura de 2 a 5 m, restritas às depressões na planície.

Com relação à ocorrência de cascalheiras na planície litorânea, estas foram observadas como depósitos torrenciais de seixos arredondados, descritos no perfil de solo n.º 2 e na pedotoposeqüência 2, no sopé da escarpa.

3.3 GEOMORFOLOGIA

3.3.1 Revisão de literatura

No Estado de São Paulo, MONBEIG (1954) distingue três regiões: a Baixada do Ribeira na parte sul, Santos na parte central e São Sebastião na parte norte. A bacia do Guaratuba encontra-se nos limites entre o litoral de Santos, onde ocorrem grandes planícies e o de São Sebastião, onde as escarpas caem abruptamente próximo ao mar.

Apresenta três sistemas de relevo da província costeira, definidos pelo IPT (1981b):

a. Relevo de agradação, litorâneo e planície costeira, relacionado às planícies de restinga descritas por MODENESI (1969) e às planícies marinha, fluvial e intertidal (mangues) de ROSS & MOROZ (1997); são terrenos baixos, mais ou menos planos, próximos ao nível do mar, com baixa densidade de drenagem e padrão meandrante, localmente anastomosado; como formas subordinadas, ocorrem cordões (praias, dunas, etc.).

b. Relevos de degradação em planaltos dissecados: 1) corresponde aos morros onde predominam declividades de médias a altas, acima de 15% e desníveis altimétricos de 100 a 300 m, drenagem de média a alta densidade, padrão dendrítico e vales fechados, compreendendo, em parte, o reverso da escarpa e planalto do Guaratuba, denominados relevo de denudação em topos convexos e modelado de morros altos e cristas por ROSS & MOROZ (1997); os morros isolados da planície costeira apresentam-se com topos arredondados, vertentes ravinadas de perfil convexo a retilíneo; 2) relevo ondulado de morrotes baixos, com desníveis locais inferiores a 50 m, com topos arredondados, vertentes com perfis convexos a retilíneos, declividades médias a altas (> 15%) e drenagem de alta densidade, com padrão em treliça e vales fechados a abertos com planícies aluviais interiores restritas, ocupando parte do planalto do Guaratuba;

c. Relevos de transição - escarpas com altas declividades, acima de 30%, e amplitudes altimétricas maiores que 100 m, considerados por ROSS & MOROZ (1997) como relevo de denudação em topos aguçados; são escarpas festonadas, com vertentes de perfil retilíneo, desfeitas em anfiteatros separados por espigões de topos angulosos, drenagem de alta densidade com padrão sub-paralelo a dendrítico, com vales fechados que, segundo CRUZ (1986) foram recuadas por ação geomorfológica; apresentam ainda, paredões com afloramentos rochosos nas altas e médias vertentes.

Na área de Caraguatatuba e arredores, no litoral norte do Estado, CRUZ (1986) comenta que vertentes da escarpa apresentam corredeiras e cachoeiras relacionadas a rupturas de declive em rampas, colos e patamares. Nas médias e baixas vertentes, os topos tendem à convexidade e apresentam seus vales quase sempre entulhados por colúvios e taludes de detritos de escorregamentos.

A riqueza hidrográfica da área pode ser atribuída às abundantes chuvas durante o ano todo, à litologia que, na parte serrana, dificulta a infiltração, e ao lençol freático pouco profundo na baixada, como CAMARGO et al. (1972) assinalaram no Vale do Ribeira.

Em Cubatão, DOMINGUES (1983) observa que as formações superficiais, as formas das vertentes e a pluviosidade intervêm decisivamente no desenvolvimento dos processos da dinâmica e geomorfogênese de vertentes: partículas finas e grosseiras descem as encostas da Serra por rastejo e escoamento superficial formando taludes de detritos, que recobrem as baixas vertentes e os canais de drenagem, mostrando um quadro natural bastante sensível e frágil (ROSS et al., 1991). Esses depósitos recentes apresentariam até 10 metros de espessura, com matriz areno-

argilosa envolvendo blocos e matacões, resultando em superposição de camadas muito heterogêneas, inconsolidadas e fortemente permeáveis. Tais características aliadas à declividade predominante, superior a 22° e a precipitações que chegam a atingir 442,0 mm diários (29/1/76), justificam a existência de "sumidouros" e de outras variações no comportamento do escoamento, caracterizando a complexidade do regime fluvial e da perenidade dos rios das escarpas. MODENESI (1969) observa também, que o contato dos morros com a baixada, faz-se geralmente de forma angular e que quando não é muito nítido, a colúviação parece ter sido atuante na sua suavização.

Portanto, no entendimento dos processos de evolução das vertentes escarpadas da Serra do Mar é preciso levar em conta as fortes declividades, a influência do lençol freático, assim como a espessura e o grau de pedogênese e de alteração do substrato rochoso (OGAWA et al., 1983 e CRUZ, 1986).

A ação antrópica é enfatizada por MODENESI (1969), que cita o desmatamento como fator de desequilíbrio das encostas e de formação de ravinas. Já ORELLANA (1976), referindo-se às catástrofes de 1967 e 1969 na Serra do Mar em Caraguatatuba e na Serra das Araras no Rio de Janeiro, assinala que o equilíbrio instável dessas vertentes, deve-se também, aos declives superiores a 30°, em áreas cujo substrato rochoso apresenta linhas estruturais e planos de cisalhamento, conforme o declive, e às chuvas contínuas elevando a saturação dos solos.

CRUZ (1974) constatou que as maiores planícies do litoral norte desenvolveram-se sobretudo, em função da evolução das vertentes escarpadas, por processos erosivos pluvio-fluviais e pelas variações do nível marinho e, conseqüentemente, do remanejamento e deposição dos sedimentos que passam pela frente das escarpas da Serra do Mar. MODENESI (1969) e ROSS et al. (1991) acrescentam que, durante as oscilações glacio-eustáticas do nível do mar no Cenozóico Superior, o antigo litoral foi entulhado e retificado por depósitos marinhos-continentais recentes e inconsolidados.

Em depressões da planície costeira, QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965) e CRUZ (1974) encontraram bacias de solos orgânicos, correspondendo a áreas de acumulação de águas que propiciaram o desenvolvimento de turfeiras. FUJIMOTO (1994) observou na periferia destas áreas, camadas de material essencialmente orgânico com espessura entre 2,0 e 2,5 metros de profundidade.

3.3.2 A bacia do Guaratuba: Relevo

A bacia do Guaratuba, insere-se no compartimento denominado Complexo Costeiro, que inclui desde o reverso da escarpa da Serra do Mar, zona amorreada com padrão de drenagem em forma de treliça e desníveis altimétricos até 300 m, passando pela escarpa com ruptura de declive acentuada e desníveis de mais de 1.000 m, com padrão de drenagem dendrítico a sub-paralelo, até a planície litorânea em relevo plano com desníveis de 10 a 15 m, e representa a última grande planície em direção ao norte do Estado de São Paulo.

A análise do relevo foi realizada considerando-se os mapas da rede de drenagem (FIGURA 4), hipsométrico (FIGURA 5), clinográfico (FIGURA 6) e morfológico (FIGURA 07), que constituíram-se em importantes elementos de apoio na caracterização e compreensão do relevo.

3.3.2.1 Rede de Drenagem

A área apresenta rede hidrográfica densa no planalto e na escarpa e pouco densa na planície, com padrões de drenagem distintos, nesses compartimentos (FIGURA 04), a exemplo do observado por ROSSI & PFEIFER (1991a) na região de Cubatão. Nessa rede hidrográfica, foram distribuídas amostras circulares por compartimento morfológico, as quais serão vistas em capítulo à parte, mais adiante. Dessa forma, no planalto encontram-se as amostras de números 1 a 18, 37, 38, 39, 40 e 41; na escarpa, as de números 19 a 27, 42, 43 e 44; e na planície litorânea, as de números 28 a 36, 45, 46 e 47.

A rede de drenagem apresenta 7ª ordem de ramificação assim descrita:

1. Planalto e reverso da escarpa, caracterizado por padrão em treliça devido ao intenso fraturamento e natureza bandada da rocha, orientado em sua grande maioria NE-SW, subordinadamente N-S, com inserção de rios em ângulos agudos a retos, denotando um alto controle geológico/estrutural. Possui número elevado de rios de primeira ordem de ramificação (em média 31) e comprimento de rampa curto.

Nesse compartimento, pode-se distinguir áreas com nítidas diferenças de densidade e padrão de drenagem: 1a) relativo à parte oeste, com padrão em treliça tendendo ao arborescente; 1b) área ao norte, com densidade de drenagem menor e padrão mais arborescente; 1c) área central, com densidade de drenagem elevada, padrão em treliça; e 1d) área leste, com padrão tendendo a sub-paralelo.

2. Escarpas, caracterizadas por uma rede de drenagem com padrão sub-paralelo a dendrítico, rios orientados NE-SW e NW-SE e ângulos de junção agudos, localmente retos, demonstrando um controle geológico local (falhas e fraturas). O número de rios de primeira ordem é médio (média de 16) com comprimento de rampa também médio.

Nesse compartimento notam-se também áreas com comportamentos da drenagem diferenciados: 2a) área central da bacia e altas vertentes do lado leste, com padrão de drenagem sub-paralelo denso com rios, em média, mais curtos e lineamentos no sentido NE-SW; 2b) área oeste da escarpa, altas, médias e baixas vertentes, com padrão arborescente aberto, menor densidade de drenagem e rios mais longos; e 2c) área relativa a parte leste, com padrão arborescente tendendo a sub-paralelo e densidade de drenagem intermediária entre 2a e 2b.

3. Planície litorânea, caracterizada por uma rede hidrográfica pouco densa, onde se pode notar: 3a) área que vai do sopé da escarpa ao canal do rio principal, com padrão de drenagem arborescente muito pouco denso, e a maioria dos rios, quando entram na planície e percorrem os sedimentos continentais estão, aparentemente, condicionados a linhas de fraturas ou falhas de direção NW-SE e NE-SW como na escarpa; e 3b) área de terraços marinhos que vai da orla até a drenagem principal, com padrão difuso e densidade de drenagem baixa, apresentam-se meandantes e com pequeno número de rios, não demonstrando controle estrutural de sua rede de drenagem. No entanto, são paralelos à atual linha de costa, e representam alinhamentos de cordões de restinga pretéritos.

Essa subcompartimentação da rede de drenagem, por meio de seus padrões, fornece informações para o mapeamento dos outros elementos, principalmente os solos, dando indicações da relação infiltração/deflúvio. A rede de drenagem assim, deve sintetizar os elementos, uma vez que reflete principalmente, o material de origem, os solos e o relevo, como poderá ser notado pela comparação entre os mapas apresentados na seqüência.

Os padrões de drenagem e os lineamentos de falhas e fraturas encontrados por toda a bacia comprovam o controle da rede hidrográfica pela estrutura (tectônica) e pela natureza e xistosidade das rochas.

3.3.2.2 Morfologia

A variação altimétrica é grande e vai desde o nível do mar até 1.260 metros de altitude. A ruptura de declive mais forte, na escarpa, apresenta um desnível altimétrico de aproximadamente 800 m, chegando em alguns pontos a mais de 1.000 m, como haviam assinalado FRANÇA (1951), IPT (1981a) e MELLO et al. (1985), observados em visão panorâmica na FOTO 3.

O mapa hipsométrico com quatorze classes fornece informações para caracterizar os grandes traços e a configuração geral do relevo (FIGURA 05). Assim, no planalto, as cabeceiras formadoras do rio Guaratuba, a NE, estão nas cotas mais altas; na escarpa, o espaçamento entre as curvas de nível, diminuindo de baixo para cima, define uma configuração geral côncava, com altas e médias vertentes retilíneas e íngremes em vales em “V”, como também verificou CRUZ (1986) para a área de Caraguatatuba; as altitudes na escarpa, aumentam de oeste para leste; enquanto a planície litorânea está toda entre 0 e 20 metros, com exceção dos morros isolados.

No planalto, as declividades são variadas, abrangendo desde pequenas planícies até vertentes com declives maiores de 25° (46%); a escarpa apresenta declives acentuados, acima de 12° (21%) e, na planície litorânea, dominam os declives de 0 a 2° (0 a 3%). O mapa clinográfico fornece as características de cada compartimento, com as classes de declividades dominantes (FIGURA 06).

A configuração geral côncava da escarpa é menos aparente do que na hipsometria, mas mesmo assim, percebe-se que ao maior espaçamento das curvas, no sopé da escarpa, correspondem às declividades mais fracas. A classe de declividade 21-46% (12-25°), que domina a parte mediana da escarpa, dá lugar às declividades mais fortes da parte superior, no topo da escarpa, que marca de modo nítido o limite com o planalto, e corresponde aos afloramentos rochosos e às rupturas de declive com e sem cornija rochosa, localizadas na classe altimétrica de 700 a 800 metros. As menores declividades (6 a 21%) correspondem às áreas com cones de dejeção (coluviões), sendo encontrados nas altitudes de 20 a 100 metros e também com menor frequência, de 100 a 200 metros. O planalto apresenta classes de declividade variadas, mesmo na sua parte central, onde as altitudes encontram-se entre 800 e 900 m. Se as cabeceiras do Guaratuba sobressaem em altitude, em termos de declividade a área não se distingue do restante. A área mais elevada, da metade do planalto para leste, apresenta também declividades mais elevadas, da mesma forma que o extremo oeste. Identifica-se ainda, as zonas com pequenas planícies ao longo dos principais rios.

A FIGURA 07 mostra os diferentes compartimentos e subcompartimentos, com seus principais conjuntos de formas de relevo. A fotointerpretação do relevo permitiu, por meio da análise dos aspectos, disposição e arranjo dos rios, forma dos morros, vertentes, topos, depressões, cordões e terraços, identificar com clareza três grandes compartimentos: 1) Planalto, 2) Escarpa e 3) Planície Litorânea, com seus diversos subcompartimentos.

1) **Planalto:** apresenta de modo geral, relevo de denudação, com drenagem de alta densidade e padrão geral em treliça, relacionada à presença de fraturas e falhas. Encontram-se planícies ao longo dos principais cursos de água, onde dominam as declividades de 0 a 2° (0 a 3%), e uma região de morros, onde predominam declives em torno de 3,5 a 12° (6 a 21%) (FOTO 4). Apresenta ainda, um conjunto de formas caracterizadas por morrotes e morros convexizados, vertentes em geral convexas, em altitudes que variam de 800 a 1.260 m e com desnível total inferior a 300 metros; distinguem-se três subcompartimentos com suas respectivas classes (FOTO 5):

1.1) Relevo de morros paralelos: morros convexizados e alongados; área com falhamentos e fraturamentos paralelos, indicando a presença de rochas bandadas como o gnaisse, com média a alta densidade de drenagem; altitude máxima de 929 m e mínima de 790 m; comprimento de rampa em torno de 197 m.

1.1.1) Morros altos com topos convexas: ocorrem no limite N da bacia e corresponde à zona de grandes falhamentos, com domínio de rochas gnaissicas e granito-gnaissicas, onde as altitudes variam de 800 a 900 m, com densidade de drenagem média desníveis de aproximadamente 100 m e classes de declive dominantes de 3,5 a 7° (6 a 12%) e 12 a 25° (21 a 46%).

1.1.2) Morros baixos com topos convexas: no extremo oeste do planalto, com altitudes que chegam a alcançar 900 a 1.000 m, sobre rochas gnaissicas; os desníveis entre topo e fundo de vale, de aproximadamente 60 m, são inferiores ao anterior; a densidade de drenagem é média correspondendo à menor incidência de fraturamento, com declividade dominante de 3,5 a 12° (6 a 21%).

1.1.3) Morros com topos convexas e planícies ao longo dos principais rios: com altitude máxima de 942 m e mínima de 790 m em substrato gnaissico e áreas menores de sedimentos fluviais. A área apresenta-se pouco fraturada, com densidade de drenagem baixa, comprimento de rampa em torno de 213 m, incisão de drenagem (desnível) aproximada de 35 a 45 m e classe de declive dominante de 3,5 a 7° (6 a 12%) nos morros.

1.1.4) Morros altos com topos convexos alongados, na parte central do planalto: acompanham o curso do Guaratuba, em substrato granítico e gnaissico com altitudes que variam de 860 m (mínima) e 1.088 m (máxima), densidade de drenagem alta, com comprimento de rampa de 250 a 330 m e incisão de drenagem (desnível) aproximada de 88 a 145 m. Apresenta topos convexos, vertentes íngremes, com declividade entre 7 a 25° (12 a 46%) e dominância da classe de 7 a 12° (12 a 21%). Observa-se na área intenso fraturamento e alta densidade de drenagem.

1.1.5) Morros com topos convexos e alto fraturamento paralelo, ao norte da anterior: em altitudes entre 800 e 900 m sobre material originário de gnaisses, com áreas restritas mais quartzosas e alta densidade de drenagem. As vertentes são retilíneas a convexas, com declividade elevada entre 12 a 25° (21 a 46%) e incisão de drenagem aproximada de 80 a 100 m.

1.2) Relevo de morros alongados, altos, topos convexizados a angulosos, no extremo leste do planalto: altitudes que variam de 900 a 1.260 m em substrato granítico com presença de rochas encaixantes como o pegmatito. As vertentes são retilíneas a convexas com domínio das classes de declive $> 25^\circ$ (46%) e 12 a 25° (21 a 46%) e alta densidade de drenagem. Verifica-se a ocorrência de grandes afloramentos rochosos nessa área.

1.3) Relevo de morrotes convexos baixos: apresenta baixa dissecação ocupando do centro para oeste, o reverso da escarpa, caracterizado por pouco fraturamento em altitudes máxima de 997 m e mínima de 790 m em substrato de granitos e gnaisses (faixa transicional), comprimento de rampa predominante de 254 m e baixa a média densidade de drenagem com incisão aproximada de 43 m. Subdivide-se em:

1.3.1) Morrotes com topos convexos: ocupam do centro para o oeste do reverso da escarpa em altitudes que variam de 800 a 900 m e declividades predominantes entre 3,5 a 7° (6 e 12%);

1.3.2) Morrotes com topos convexizados a aplainados: ocupam o centro do reverso da escarpa em altitudes de 900 a 1.000 m, com declives de 2 a 7° (3 a 12%).

2) **Escarpa:** caracterizada por relevo de denudação com grande desnível altimétrico e paredões inclinados direcionados no sentido planalto para a planície litorânea caindo abruptamente, com os maiores desníveis chegando a atingir 1.260 metros no lado leste da bacia, tendo como material de origem principal, os granitos. Apresenta em geral, exposição rochosa nas altas vertentes, cicatrizes de escorregamento, cristas convexas e angulosas e formações colúvionares, sendo seu limite com o planalto dado por um escarpamento brusco com ou sem cornija rochosa. A rede de

drenagem possui padrão dendrítico/sub-paralelo com aspecto pinado, vales entalhados em forma de "V" com vertentes normalmente retilíneas a côncavas. Observam-se ainda, esporões principais em crista contínua angulosa, por vezes, com forma convexa (FOTO 6). Este compartimento divide-se em três subcompartimentos:

2.1) Alta e média vertentes na parte central da escarpa e na parte alta a leste, sobre granitos, com alta densidade de drenagem e padrão sub-paralelo de aspecto pinado, onde encontram-se os declives mais acentuados, acima de 25° (46%). O limite planalto/escarpa é marcado por rupturas convexas bruscas com cornija rochosa, que aparecem, principalmente, no centro/leste da bacia. Rupturas convexas de declive, fortes sem escarpamento, marcando desnível entre o planalto e a escarpa, aparecem a leste da bacia, como patamares antes do escarpamento e esporões importantes em cristas angulosas, visualizados nos mapas clinográfico e hipsométrico, que representam os divisores de água da bacia do Guaratuba a leste e de sub-bacias no centro. Notam-se ainda, cicatrizes de escorregamentos, como áreas marcadas por movimentos de massa com solo exposto ou com início de recomposição da cobertura vegetal e afloramentos rochosos (exposição rochosa) com ou sem vegetação saxícola, ocorrendo principalmente no contato planalto/escarpa, do centro para leste da bacia e associados aos espigões principais.

2.2) Alta e média vertentes a oeste e média e baixa vertentes a leste, sobre granitos, com média densidade de drenagem e padrão dendrítico de aspecto arborescente, onde dominam os declives entre 12 a 25° (21% a 46%), os mais acentuados, na alta vertente. O limite planalto/escarpa, caracteriza-se por rupturas de declive convexas bruscas, sem cornija rochosa. Esporões importantes com topo convexo, representam o principal divisor de água da bacia a oeste e apresentam afloramentos rochosos (exposição rochosa) com ou sem vegetação saxícola e cicatrizes de escorregamentos, testemunhos de movimentos de massa, com solo exposto ou em início de recomposição da cobertura vegetal. Observa-se ainda, contato entre baixa vertente e baixada, em ruptura côncava.

2.3) Médias e baixas vertentes acompanham os principais vales já próximo ao sopé da escarpa, em substrato de sedimentos colúviais e alúvio-colúviais, com baixa densidade de drenagem e padrão sub-paralelo, em relevo de agradação, compreendendo os cones de dejeção. Corresponde basicamente, às áreas de deposição de material colúvionar, onde predominam declives de 3,5 a 12° (6 a 21%). O contato entre baixa vertente e baixada em forma de linha de separação entre a escarpa e a planície litorânea, se faz em ruptura côncava abrandada pelos colúvionamentos, também observado por MODENESI (1969) para a Ilha de Santo Amaro, parecendo menos nítido

que o contato escarpa/planalto (topo da serra), a 800 metros de altitude. Esses depósitos recentes, de sopés de vertente e base da escarpa (cones de dejeção) são resultados de intensos processos erosivos atuantes nas encostas da Serra em vista dos altos índices pluviométricos e excessivos declives, como salientam CRUZ (1974) e DOMINGUES (1983) para a Serra do Mar.

3) **Planície Litorânea:** sistema de relevo de agradação, com altitudes inferiores a 20 m, abrange formas como praias, terraços e cordões de sedimentação marinha, áreas de deposição fluvial, mangues, áreas de colúvios, depressões úmidas e morros isolados (afloramentos do Pré Cambriano) que se encontram nas faixas de 20-100 e 100-200 metros de altitude. Caracteriza-se por pequena densidade de drenagem e padrão sub-paralelo a difuso. Representa a última grande planície do litoral paulista, em direção ao norte, com média de 6 km da praia ao sopé da escarpa, que se abre no rumo ENE, composta por formas planas e depressões, com declives de 0 a 2° (0 a 3%) e pela presença desses morros isolados, como observações de CRUZ (1974) para a região.

3.1) Morros isolados: formados por rochas cristalinas similares às do planalto e escarpa da Serra do Mar, comportando-se como relevo de denudação com altitudes inferiores a 300 metros. Possuem topos convexizados, vertentes retilíneas a convexas, e declividades acentuadas de 12 a 25° (21 a 46%).

3.2) Praias: material arenoso marinho atual que ocorre em uma faixa ao longo da orla litorânea, com aspecto claro na fotografia;

3.3) Bancos Arenosos: depósitos de areia constituídos por material predominantemente fluvial, aparecem claros nas fotografias, associados ao curso do rio Guaratuba, ocorrendo na sua foz;

3.4) Terraços marinhos altos: distribuídos pela planície litorânea, apresentam-se como remanescentes de feixes de restinga de transgressões marinhas passadas (sedimentos marinhos), topograficamente, 5 a 7 m acima do nível atual do mar com topografia plana e relevo ligeiramente ondulado. Identificam-se nas fotografias como áreas pouco destacadas no relevo plano com aspecto tabular;

3.5) Terraços marinhos baixos: caracterizados por cordões de restinga arenosos de transgressões marinhas mais recentes (sedimentos marinhos), topograficamente mais baixos (aproximadamente 2 a 5 m); os cordões são ligeiramente ondulados e com aparência fotográfica de textura fina, envolvendo os terraços mais altos;

3.6) Mangues: compostos por deposições flúvio-marinho recentes (sedimentos de mangue), normalmente apresentando camadas sucessivas de material arenoso com matéria orgânica, e recoberto por vegetação especializada típica. Ocorrem ao longo do curso do rio Guaratuba próximo à sua foz. Aparece com textura bem homogênea (fina) nas fotografias aéreas, associados a cursos de água fluvial com influência direta do mar;

3.7) Planície fluvial: ocorre no contato entre a baixa vertente e a planície litorânea e ao longo dos principais rios que descem a Serra sobre sedimentos alúvio-coluviais, configurando terraços fluviais. Possui aspecto de textura grosseira nas fotografias (rugoso), associado aos principais cursos de água;

3.8) Depressões na planície: compostas por deposições de material orgânico (turfeiras), associadas a locais de inundação com excesso de água o ano todo. Possui aspecto de textura muito fina nas fotografias (homogênea) em áreas deprimidas (embaciadas);

3.9) Cordões marinhos: apresentam-se como feixes de restinga ondulados arenosos de deposição marinha recente (sedimentos marinhos), paralelos à costa com desníveis entre topo e base do cordão até 3 m. Nas fotografias aparecem como linhas (alinhamentos) que se destacam na área plana, muitas vezes descontínuas, próximas à orla marítima e paralelas entre si;

3.10) Meandros abandonados: ocorrem ao longo do rio Guaratuba e distingui-se como "alças de rio" que só se comunicam com o curso principal nas enchentes, funcionando como local de deposição. Nas fotografias aéreas, aparecem como semicírculos de textura muito fina, associado aos rios.

3.11) Terraços continentais: representados por relevo plano de inundação, microondulado, entre o sopé da escarpa e os terraços marinhos, compostos por sedimentos continentais siltico argilosos em altitudes de 7 a 10 m .

3.4 VEGETAÇÃO E USO DA TERRA

3.4.1 Revisão de literatura

O litoral centro-norte de São Paulo apresenta, recobrando as vertentes escarpadas, uma rica e exuberante floresta, a Mata Atlântica, denominada neste trabalho Floresta Pluvial Tropical, densa com árvores altas e grande diversidade de espécies. Essa mata, ao alcançar a planície costeira, tende a perder em número de espécies e porte e é chamada de Mata de Restinga. No entanto, a grande variedade de ambientes, dos cordões arenosos aos sedimentos marinhos e

continentais, das várzeas associadas aos rios, às depressões com alta influência do lençol freático determinam o que se pode chamar de complexo de restinga.

Para o Estado de São Paulo, a cobertura vegetal natural que recobre a Serra do Mar (planalto, encosta e baixada) é um elemento importante quando se pensa em biodiversidade, conservação e manejo sustentado. Ao realizar um retrospecto da cobertura florestal original no Estado, SERRA FILHO et al. (1974) observaram que esta foi drasticamente diminuída: em 1972 restavam apenas 13,35% da superfície do Estado, concentrada principalmente na Encosta Atlântica e Vale do Ribeira. Recentemente, o Inventário Florestal do Estado de São Paulo, KRONKA et al. (1993) indica que essas formações vegetais naturais vêm diminuindo a cada dia e a Mata Atlântica recobre cerca de 20.434 km², correspondente a 60% da área de floresta natural do Estado.

A bacia do Guaratuba insere-se nesse remanescente florestal, que recebe denominações diversas como: Mata Atlântica ou Costeira (KUHLMANN, 1953 e FERRI, 1970); Mata Pluvial Tropical (VELOSO & KLEIN, 1957 e COUTINHO, 1962); Floresta Perenifólia Latifoliada Higrófila Costeira (ANDRADE LIMA, 1966); Floresta Tropical (RIZZINI, 1979); Floresta Tropical Ombrófila Densa (RADAMBRASIL, 1983); e Mata Pluvial da Encosta Atlântica (KLEIN, 1984).

FERRI (1970) caracteriza esta vegetação como muito complexa e indica que se trata de floresta sempre verde, com folhas largas, umidade durante todo o ano e, também é vizinha da costa ou a acompanha.

KUHLMANN (1953) destaca que a mata atlântica ocorre, espacialmente, em largura variável com caráter fortemente higrófito, devido à grande umidade trazida do oceano, que encontra o anteparo da Serra do Mar e se precipita regularmente durante todo o ano. Dessa forma para COUTINHO (1972), barra a passagem dos ventos, além de estar sujeita à constante insolação, conforme KLEIN (1984), acarretando nevoeiros e propiciando a ocorrência de grande diversidade de espécies, muito rica em musgos e epífitas fanerogâmicas. Segundo RIZZINI (1979) há árvores chegando a atingir 30 m de altura, porém estratos mais baixos são mais frequentes, possuindo sistema radicular extenso porém superficial. Na mata tropical, CAMARGO et al. (1972) consideraram dois níveis, o mais alto observado na mata de encosta, que apresenta três andares de desenvolvimento devido à topografia permitir maior insolação; e, o mais baixo, constatado na mata de baixada, onde encontraram dois andares de desenvolvimento. RIZZINI (1979) comenta que nas raras porções de solo arenoso, a floresta degrada-se para uma forma seca, semidecídua.

SILVEIRA (1952) classifica a vegetação da baixada, segundo critério geográfico: a) vegetação da faixa costeira; b) vegetação sobre dunas e restingas; c) vegetação das terras alagadas de água doce; e, d) vegetação de colinas e terraços.

As diferenciações fisionômicas das diversas comunidades vegetais existentes nas áreas de praias, restingas e paludal dependem mais das condições edáficas do que dos elementos climáticos e se devem à diversidade dos ambientes ecológicos variáveis dentro do micro-relevo, como constatado por Dansereau, 1957 apud GOUVÊA (1975), RIZZINI (1964), VELOSO (1966), CAMARGO et al. (1972), GOUVÊA (1975) e KLEIN (1984). RIZZINI (1964) acrescenta que as florestas pluviais, por estarem em substratos química e mecanicamente variados, são formações climáticas.

CAMARGO et al. (1972) consideram que nas praias arenosas ocorre uma vegetação pioneira que, segundo RADAMBRASIL (1983), é herbácea a arbórea e secundária sem palmeiras. Nas formações de dunas e restingas consolidadas, haveria o desenvolvimento de vegetação do tipo Jundu, com caráter dessalinizador do substrato, desenvolvendo-se mais à medida que as condições ecológicas tornam-se mais favoráveis, até confundirem-se com a mata tropical nas áreas de serra e morros isolados.

RIZZINI (1979) aponta ainda, a presença de depressões que permanecem alagadas por períodos variados, com vários tipos de vegetação hidrófilas e higrófilas, associadas aos Podzois Hidromórficos com vegetação herbácea-halófitas citada por GOUVÊA (1975). Esses brejos evoluíram para a fase de estabilidade, gradualmente até a floresta tropical, nas áreas mais elevadas, com condições físicas, químicas e de matéria orgânica de solo melhores. KLEIN (1984) acrescenta que as várzeas baixas, parcialmente encharcadas, apresentam uniformidade fisionômica por prevalecer pequeno grupo de espécies arbóreas altamente seletivas; para o litoral limoso, especializa-se um tipo de vegetação - o mangue - caracterizado por dois fatores do ambiente, que limitam a vegetação, o teor salino e a carência de oxigênio. Segundo GOUVÊA (1975), acompanha a desembocadura dos cursos de água que drenam a planície. KLEIN (1984) assinala ainda, nas planícies aluviais ao longo dos rios, a presença de mata aluvial densa.

3.4.2 Vegetação da bacia do Guaratuba

A Floresta Pluvial Tropical diversifica-se em fisionomias, em função do posicionamento no relevo e das condições edafológicas, climáticas e microclimáticas, propiciando a instalação de diversos ecossistemas de acordo com as condições ecológicas locais.

No mapa da cobertura vegetal (FIGURA 08), procurou-se distinguir a fitofisionomia quanto à estrutura, ao porte, à homogeneidade de dossel e de acordo com a compartimentação topográfica em que se encontra. Assim, as florestas possuem grande diversidade de espécies e, com exceção das áreas cobertas por campos naturais, possuem vários estratos. A bibliografia aponta diferenças entre planalto e escarpa, em termos de composição e número de espécies.

Identificam-se a seguir, 16 unidades de cobertura vegetal:

FLORESTA PLUVIAL TROPICAL DO PLANALTO

A - Mata de porte arbóreo alto (20 a 25 m de altura): apresenta diversidade florística com indivíduos emergentes, sub-bosque denso com presença de epífitas e bromélias nas árvores e no solo, ocorrendo principalmente no relevo de morros paralelos e no relevo com morros altos alongados em substrato gnaissico. Nos outros compartimentos, ocorre na média/baixa vertente e fundo de vales. Seu aspecto é bem rugoso nas fotografias, bem densa (tonalidades de cinza-escuro) e com muitos indivíduos que se sobressaem no dossel.

B - Mata de porte arbóreo médio (15 a 20 m de altura): sem indivíduos emergentes, presença de epífitas e bromélias nas árvores e no solo, ocorrendo nos topos e alta/média vertente dos morros paralelos em substrato gnaissico com pequenas áreas quartzosas. A textura fotográfica é de fina a média, contínua, sem indivíduos sobressaindo no dossel em tons de cinza-médio.

C - Mata de porte arbóreo baixo (8 m de altura): com fisionomia homogênea, sem copas emergentes, localizada na planície aluvial do relevo de morros paralelos com planícies em substrato de sedimentos fluviais. A textura fotográfica é de média a fina de tons de cinza-médio, porém de porte mais baixo que o anterior.

D - Mata de porte arbóreo médio (15 m de altura): com indivíduos emergentes, epífitas e bromélias nas árvores e no solo, desenvolvendo-se nos topos convexizados do relevo de morrotes e morros convexos baixos, e parte dos compartimentos geomorfológicos, com morros altos alongados e relevo de morros paralelos, principalmente nas altas e médias vertentes. Ocorre sobre substrato granítico e gnaissico e apresentam nas fotografias, textura média a fina, pouco rugosa, com indivíduos que se sobressaem do dossel.

VEGETAÇÃO CAMPESTRE

E - Campo de porte herbáceo: formado principalmente por gramíneas e arbustos esparsos baixos, de vegetação rasteira; ocorre em topos convexizados e aplainados sobre substrato pegmatítico, em áreas de solos rasos situados principalmente em relevo de morrotes e morros alongados. A textura fotográfica é muito fina e mais clara que as anteriores.

FLORESTA PLUVIAL TROPICAL DA ENCOSTA

F - Mata de porte arbóreo alto a médio (20 a 15 m de altura): ocorre nas encostas da escarpa e fundo de vales em substrato granítico, com diversidade de espécies, sub-bosque pouco denso e presença de epífitas e bromélias nas árvores. Possui aparência fotográfica com textura grosseira a média, tons de cinza escuro e indivíduos que se sobressaem no dossel.

G - Mata de porte arbóreo médio a baixo (15 a 10 m de altura): sem copas emergentes, ocorre nas altas vertentes e em topos angulosos e convexos em substrato de granito, em solos rasos e presença de epífitas e bromélias nas árvores. Possui textura fotográfica fina a muito fina (homogênea), em tons de cinza-médio a claro e sem indivíduos sobressaindo no dossel.

H - Mata de porte arbóreo médio (15 m de altura): em depósitos de cones de dejeção nas encostas e baixas vertentes, sem indivíduos emergentes, vegetação adensada com sub-bosque denso e epífitas e bromélias nas árvores. Apresentam textura fotográfica fina, em áreas mais homogêneas que a anterior, basicamente nos fundos de vales.

COMPLEXO VEGETACIONAL DA RESTINGA

I - Mata de porte alto (20 m de altura): ocorre no sopé da escarpa a oeste, em substrato de sedimentos continentais, com indivíduos emergentes e bem distintas (transição mata de encosta/restinga). Apresenta-se com textura grosseira nas fotografias e indivíduos sobressaindo no dossel.

J - Mata arbórea higrófila de porte alto a médio (20 a 15 m de altura): sem indivíduos emergentes sobre os depósitos alúvio-colúvionares (planície fluvial), ocorrendo em áreas sazonalmente inundadas. Sua textura é grosseira nas fotografias aéreas e o dossel pouco uniforme.

L - Mata arbórea higrófila de porte alto a médio (20 a 15 m de altura): com indivíduos emergentes, ocorrendo sobre as formações de terraços marinhos antigos, possui dois estratos de desenvolvimento. É caracterizada nas fotografias, por tons cinza claros e de aspecto mais esparso.

M - Mata arbórea higrófila: mais adensada que a anterior (sub-bosque bem desenvolvido), de porte médio (15 m de altura), com indivíduos emergentes, ocorrendo nos terraços

marinhos recentes e sedimentos continentais em dois estratos de desenvolvimento, sob regime hídrico saturado.

N - Mata higrófila de várzea (ciliar), de porte médio a alto (15 a 20 m de altura): ocorre ao longo dos principais rios da planície em áreas de inundação freqüente.

O - Mata higrófila de porte médio a baixo (15 a 10 m de altura): ocorre sobre os cordões arenosos recentes. Ocupam a região fronteira à praia, sofrendo o impacto direto dos ventos e sais e representam uma seqüência de instalação da vegetação, desde pioneira herbácea até arbustiva a arbórea.

P - Mata hidrófila especializada (Paludosa - caxetal), de porte médio a alto (15 m de altura): sem indivíduos emergentes e situadas em áreas de depressão na planície com uniformidade fisionômica, um único estrato de desenvolvimento, ocorrendo em áreas permanentemente inundadas. Apresenta-se nas fotografias, com textura muito fina em padrão de cinza claro a médio e dossel contínuo.

VEGETAÇÃO DE MANGUE

Q - Vegetação especializada que ocorre sobre depósitos de mangue ao longo do terço final do rio Guaratuba, próximo a sua foz. São zonas de aporte de elementos e nutrientes, essencialmente de areias muito finas com excesso de sais devido á ação diária das marés e teores médios de carbono orgânico, onde se especializam basicamente três gêneros, a Avicenia, a Laguncularia e a Rizophora. Caracterizam-se por textura fotográfica fina, dossel uniforme em zonas associadas à drenagem e influenciadas diretamente pelo mar.

•
• •

Assim, pode-se verificar uma estreita relação entre parte dos subcompartimentos geomorfológicos, principalmente na planície litorânea, com as diversas comunidades vegetais.

A alta umidade do ar, resultado dos constantes nevoeiros oriundos da entrada de massas de ar oceânicas, faz com que a região do planalto apresente a maior quantidade de bromélias e epífitas, ocorrendo indiferentemente no solo e nas árvores (FOTOS 7 e 8). Na zona da escarpa, há uma diminuição de bromeliáceas, principalmente as que ocorrem na superfície do solo, devido às acentuadas declividades e à menor incidência de luz no solo. Ao se alcançar a planície litorânea, o que se nota na mata é um decréscimo gradativo do número de espécies e menor número de estratos, em função da menor insolação dentro da mata, porém, seu porte continua elevado, até se chegar à

zona praial, onde os indivíduos são baixos, formando um emaranhado de arbustos pouco penetráveis. Nessas áreas, o que se pode notar é que a vegetação parece estar associada às diferenças pedológicas (pobreza em nutrientes e matéria orgânica), à influência direta das massas de ar carregadas de umidade e sais marinhos e à maior insolação e ação dos ventos.

Da mesma forma, existem diferenças na vegetação que recobre os topos dos cordões arenosos e as áreas entre cordões, não detectadas pela escala das fotografias, mas observada nos trabalhos de campo. Assim, nos topos com solos arenosos profundos (arejados e com baixa retenção de água e de nutrientes) a vegetação tende a se desenvolver menos (mais rarefeita), enquanto na área entre cordões, os solos são menos espessos e oferecem material orgânico humificado e água a pouca profundidade, propiciando o adensamento da vegetação.

A vegetação especializada paludosa (caxetal) ocorre em zonas de depressões na planície que parecem ter sido antigas lagoas, com profundidades que variam de 3 a 5 m, preenchidas por material orgânico que propiciou a instalação apenas de vegetação resistente ao excesso de água doce e à elevada acidez do solo. Essas áreas possuem elevados teores de nutrientes, ao lado de elevadíssimos teores de alumínio e hidrogênio na solução do solo, acarretando sua toxidez, como será verificado adiante.

Sobre os sedimentos continentais, a vegetação encontra-se mais esparsa e pouco mais baixa que sobre os sedimentos marinhos, onde se desenvolve mais o sub-bosque. Isso pode estar associado à presença do lençol freático aflorante nos sedimentos continentais, o que torna o meio, periodicamente ou grande parte do ano, redutor pela baixa oxigenação.

Na caracterização dos campos encontrados no planalto, partiu-se do pressuposto que a Serra do Mar e da Mantiqueira, possuem três tipos de campos: de altitude (acima de 1.800 m, com forte influência climática); hidromórficos (com excesso de água); e de origem edáfica. Os campos encontrados na área situam-se em altitudes inferiores a 1.000 m, não sendo considerados campos de altitude. São campos herbáceos com vegetação arbustiva esparsa baixa, associados a solos pouco profundos, normalmente pedregosos, com baixa retenção de água e pouco férteis, o que dificulta a instalação de vegetação de porte mais elevado. Nota-se também, que há uma gradação da vegetação passando de porte elevado nos vales para portes cada vez mais baixos até os topos convexizados a aplainados, podendo ser considerados portanto, de origem pedológica.

Da mesma forma, as florestas de planalto e escarpa são individualizadas em função das condições edafoclimáticas diferenciadas e variações quanto à sua composição.

3.4.3 Evolução do uso e ocupação da terra na bacia do Guaratuba

A vegetação natural dessa bacia encontra-se, de maneira geral, bem preservada no que se refere ao uso e ocupação (FIGURA 09). Isso se deve, principalmente, à presença da Estação Biológica do Guaratuba, na região do planalto e do Parque Estadual da Serra do Mar, que engloba a maior parte da bacia, na escarpa e planalto. Tais fatos aliados às declividades excessivas, dificultam o acesso às áreas de escarpa e planalto; na baixada litorânea os freqüentes encharcamentos, também tornam difícil sua ocupação.

A FIGURA 09, revela a evolução espaço - temporal da ocupação da área desde 1962, mais significativa na orla da planície litorânea. Revela que, em 1962, a ocupação em pequenos espaços, habitados principalmente por pescadores, ocorre próxima à praia; a estrada que servia de acesso aos turistas era de terra, o que limitava bastante seu acesso e instalação. No planalto, já se observavam alterações na vegetação em área possivelmente agro-silvicultural, além das estradas construídas para a instalação da adutora de captação de água do Rio Guaratuba, para a bacia do Rio Claro, que se limita ao norte.

A construção da BR 101 veio facilitar o fluxo de turistas à região e permitiu o aparecimento de loteamentos registrados no mapa nos anos de 1977 e 1988. Porém a distância dos grandes centros urbanos fez com que a ocupação não fosse intensificada, deixando a área, de certa forma, bem preservada. Essa ocupação se deu, principalmente, através de loteamentos instalados entre a praia e a estrada, na faixa de entorno desta e em apenas um caso, até a escarpa. Tais loteamentos, podem ser observados nas fotografias aéreas como zonas bem delimitadas e recortadas uniformemente por vias de acesso mantendo um padrão, muitas vezes já desmatadas total ou parcialmente e ocupadas com moradias ou casas de veraneio. Outras formas de ocupação são verificadas ao longo da estrada, estando distribuídas de forma desordenada.

Constata-se que o loteamento, que avança da orla até o sopé da escarpa, por não ter estudos básicos preliminares desenvolvidos, enfrenta graves problemas de saneamento, visto ocupar áreas de depressões na planície, sujeitas à inundação, denunciadas também pela presença de caxeta (vegetação paludosa), indicadora de zonas alagadas. Dessa forma, grande parte dos lotes estão sendo ou foram aterrados, influenciando a drenagem natural e provocando inundações à montante. Além disso, foi iniciada a destruição da vegetação para transformar os morros isolados em caixas de empréstimos para aterros e, conseqüentemente, provocando assoreamentos das drenagens à jusante.

A cobertura vegetal natural dessas áreas de planície, há algumas décadas, também foi alvo de exploração, como o caso da caxeta, árvore excelente para fabricação de lápis e utensílios que exigem madeira macia. Tal exploração indiscriminada, praticamente, provocou o desaparecimento dos ecossistemas das depressões da planície. Sofreu também, constante pressão para extração de palmito, madeira de lei e plantas ornamentais, provocando a perda da diversidade de espécies animais e vegetais.

Portanto, o não-planejamento visando à conservação do ambiente, aliados à intensidade da ação antrópica nas áreas de baixada, influenciam diretamente o meio físico e biótico, provocando a perda de espécies vegetais e animais e degradando por vezes, de forma irreparável, ecossistemas ainda pouco conhecidos.

3.5 SOLOS

3.5.1 Revisão de literatura

Na Serra do Mar, onde se insere o planalto e escarpa do Guaratuba, encontram-se solos em geral pouco espessos, provavelmente devido às altas declividades, enquanto na planície litorânea dominam os influenciados pelo lençol de água.

O levantamento de reconhecimento de solos do Estado de São Paulo (BRASIL, 1960) aponta a presença no planalto e escarpas, dos Solos de Campos do Jordão e Solos Litólicos fase substrato granito-gnaiss, compreendendo solos pouco desenvolvidos e rasos. Poucos anos mais tarde, realizando o mapeamento dos principais tipos de solos da Baixada Santista, QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965), assinalaram nos sopés das vertentes e encostas a associação de Latossolo Vermelho-Amarelo e Litossolo substrato granito-gnaiss, enquanto RADAMBRASIL (1983), cita a ocorrência dos Cambissolos de textura argilosa e areno-argilosa, nas escarpas e planalto incluindo também, os morros isolados da planície. Tais solos, também foram constatados por ROSSI & PFEIFER (1991a,b) nas vertentes da escarpa em Cubatão (SP), em trabalhos de maior detalhe, conseguindo separar grandes unidades de solos através do estudo da rede de drenagem, caracterizando-os como de textura franco argilo-arenosa, álicos e com V% muito baixa.

Na baixada litorânea, BRASIL (1960) e RADAMBRASIL (1983) identificaram a associação entre Podzol e Podzol Hidromórfico, enquanto QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965), na Baixada Santista, também apontam a presença, nos sedimentos marinhos arenosos (feixes de restinga), da associação Podzol Hidromórfico e Solo Orgânico. Nos vales dos rios encontram-se os solos Aluviais não argilosos e uma associação de Aluvião argiloso e Glei pouco húmico, como

assinalaram QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965) e ROSSI & PFEIFER (1991a,b). Para áreas deprimidas, QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965) descrevem que a "conseqüente saturação hídrica e a carência de oxigênio no solo, criam um ambiente redutor, anaeróbico, tornando a decomposição e humificação da matéria orgânica muito lentas e favorecendo sua acumulação", o que propicia a formação de solos Orgânicos.

Os mangues, segundo RADAMBRASIL (1983), contém associações de solos Solonchak Sódico muito argiloso, Hidromórfico Tiomórfico e Podzol Hidromórfico arenosos. No vale do Ribeira, CAMARGO et al. (1972) definem os solos como lodosos (argilosos), pouco profundos e com alto teor de matéria orgânica, formado principalmente por sedimentos marinhos, sempre encharcados, com vegetação típica. Já ROSSI & MATTOS (1992), em trabalho desenvolvido nos manguezais do Estado de São Paulo, caracterizam os solos como Areias Quartzosas Hidromórficas salinas, com teores de matéria orgânica relativamente pouco elevados.

3.5.2 Solos da bacia do Guaratuba

3.5.2.1 Unidades de Solos

A bacia do Guaratuba, dividida em compartimentos, possui solos diferenciados, caracterizados de forma geral, como rasos na região da escarpa sobre granitos, principalmente nas altas e médias vertentes, pouco profundos a profundos no planalto sobre gnaisses e mais profundos na planície litorânea sobre sedimentos diversos, aqui limitados pelo lençol freático. Os pontos de coleta e os transectos estudados, são representados na FIGURA 10.

As classes de solos (unidades) foram identificadas pelas descrições dos perfis em trabalhos de campo e pelas determinações de laboratório. São apresentadas a seguir e definem os solos e as variações dos atributos pedológicos dentro de cada classe.

Latossolo Vermelho-Amarelo (LV)

Ocorrem em relevo ondulado a escarpado e de modo geral com boa drenagem interna. Na área estudada, estão presente nas baixas vertentes da escarpa em declives de 12 a 21% sobre granitos (unidade PEgr da Fig. 03); nos coluviões (cones de dejeção, unidade Qc – Fig. 03) em declives de 6 a 21%; e, distribuído pelo planalto em declives de 3 a 21% sobre gnaisses (unidades ACgg e Acg – Fig. 03), apresentam vegetação de porte alto, bem heterogênea. Encontram-se distribuídos no planalto de modo dominante ao longo do divisor de águas do Guaratuba/rio Claro e no reverso imediato da escarpa em associação com Cambissolo (unidade C+LV), como representado

nos perfis A e B, descritos no próximo capítulo, e ainda como dominante nos perfis E e F, além de aparecer como inclusão na unidade C+PV da escarpa.

Compreendem solos minerais, não hidromórficos com horizonte B latossólico, moderadamente profundos em razão do relevo acidentado em que ocorrem.

O horizonte superficial A é do tipo moderado e proeminente em alguns casos, com espessura que varia de 10 a 40 cm, cor bruno-escuro (7,5YR 3/2 a 4/4) e bruno a amarelo-brunado (10YR 4/3 a 6/6), com textura média e estrutura granular. O horizonte subsuperficial B, possui cor que varia entre os perfis, de vermelho amarelado e bruno forte (5YR 4/6 e 7,5YR 5/6), e amarelo brunado a amarelo (10YR 5/6 a 7/6), com textura argilosa e média e estrutura em blocos subarredondados moderada. São observados nos perfis 15,27,28*, 45*,47*,48,49*,52. (* Pouco Profundo A+B < 1,2 m)

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURA 11), mostrou picos de 1^a e 2^a ordem bem definidos de caulinita e gibbsita com forte reflexão, indicando boa cristalinidade, tanto no horizonte superficial A quanto nos subseqüentes, demonstrando a uniformidade do perfil. Quando tratado com K⁺ e aquecido, o perfil mais profundo revelou traços de interstratificados.

Para o Latossolo Vermelho-Amarelo pouco profundo, o comportamento é similar, porém os picos de mica e vermiculita interstratificada são mais pronunciados, sobretudo com K⁺ e aquecimento, com relativa reflexão, mantendo-se após glicolar. Isto demonstra boa cristalização e maior proximidade do material originário, indicando menor taxa de intemperização do que o Latossolo mais profundo.

As análises do QUADRO 03 mostram que a soma de bases, com exceção de alguns horizontes superficiais, pode ser considerada baixa, demonstrando o alto grau de lixiviação desses solos. A saturação por bases inferior a 50% (distróficos) ocorre em todos os perfis, porém a maioria dos horizontes possuem altos teores de alumínio trocável caracterizando-os como álicos, apontando para uma atuação forte dos processos de transformação desses solos, que apresentam valores de pH, normalmente abaixo de 5,0, solos considerados de acidez elevada, disponibilizando o alumínio. Os teores de carbono orgânico decrescem em profundidade, como se espera, porém nota-se que os valores são elevados em superfície e em subsuperfície, apesar de teores mais baixos, o que parecem ser significativos no processo de evolução e desenvolvimento pedológico desses solos.

Valores mais altos de soma de bases estão associados também a valores altos de carbono orgânico o que está de acordo, já que a capacidade de troca também é maior e que a matéria orgânica retém a maior parte das bases. Porém, nesses solos florestais, o alumínio no horizonte superficial é mais elevado que nos outros horizontes, podendo indicar formação de complexos com a matéria orgânica. Isso pode ser verificado, de forma indireta, pelos teores mais elevados de alumínio, coincidindo com os mais altos de carbono, nos horizontes superficiais. Além disso, os dados mostram que os teores altos de alumínio coincidem com pH KCl mais alto, o que não ocorre com a mesma intensidade com o pH H₂O, indicando maior disponibilidade de cargas positivas.

Quanto à granulometria, encontram-se na classe textural média (sete perfis com teor de argila entre 20 e 35%) e argilosa (dois perfis com teores acima de 35%); a relação silte/argila situa-se abaixo de 0,6. Este quadro indica solos com lixiviação intensa, porém alguns com relação silte/argila nos limites de 0,7, ou pouco superior, mostram que estes, podem ser menos intemperizados e apresentar caráter câmbico. A relação textural dos horizonte B/A, indica um pequeno aumento no teor de argila no horizonte subsuperficial (relação 1,2 e 1,3).

Podzólico Vermelho-Amarelo (PV)

Ocorrem predominantemente em relevo ondulado a escarpado, em manchas principalmente no planalto em diferentes subcompartimentos e declives variados sobre gnaisses (unidades AC_{gg} e AC_g - Fig 03), na escarpa em vertentes com declives dominando de 21 a 46% e em menor proporção de 12 a 21%, sobre granitos (unidade PE_{gr} - Fig.03) e nos cones de dejeção (coluviões, unidade Q_c - Fig.03) em declives de 6 a 21%, com vegetação de porte médio a alto, geralmente heterogênea. Compõem as unidades de mapeamento PV+C e C+PV do planalto, escarpa e morros isolados. Alguns perfis apresentam veios de quartzo na massa do solo, como observado no perfil 40, provável remanescente do material de origem.

Compreendem solos minerais com horizonte B textural, não hidromórficos e moderadamente drenados. O horizonte superficial tipo moderado ou proeminente, possui espessura entre 7 e 20 cm, cor bruno a bruno escuro (7,5YR 3/2 a 5/3) e bruno acinzentado muito escuro a bruno (10YR 3/2 a 5/3). A textura é arenosa, franco argilo arenosa a argilosa, com estrutura granular muito pequena-pequena de fraca a moderada. Possui relação textural A/B de pouca expressão, observado nos perfis 4, 17, 40, 55, 59 e 64 (textura arenosa/média) e 33, 38 e 39 (textura média/argilosa).

O horizonte subsuperficial B tem cor variada nos diversos perfis, entre bruno-amarelado-escuro a bruno-amarelado-claro (10YR 4/6 a 6/4), e vermelho-amarelado a bruno-

avermelhado-claro (5YR 4/6 a 6/4), textura argilo-arenosa e argilosa, e estrutura em blocos subarredondados, moderada, pequena, cerosidade não aparente. Nos horizontes sub-superficiais a presença de pequenas áreas mosqueadas, indica hidromorfia temporária que pode mostrar certa deficiência na drenagem interna e excesso de umidade local demonstrado pelo balanço hídrico (fig. 02).

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURA 12) mostrou uma mineralogia composta por picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de caulinita e 1ª ordem de gibbsita com forte reflexão, indicando boa cristalização, tanto no horizonte superficial A, quanto no Bt e picos menores, pouco definidos, de mica e vermiculita interestratificada (refração difusa), tanto no tratamento com Mg^{2+} , quanto no tratamento com K^+ .

Podzólico Amarelo (PA)

Ocorrem em relevo de morros altos com topos angulosos, nas média/alta vertentes e topos e relevo de morros com topos aplanados, apenas nas altas vertentes e topos, em declives de 6 a 21% sobre pegmatitos (unidade ACp), com vegetação herbácea arbustiva (campo) em áreas restritas do planalto. Referem-se à unidade de mapeamento PA+RE do planalto.

Compreendem solos minerais com horizonte B textural de coloração amarelada (matiz 10YR), não hidromórficos, moderadamente drenados e relativamente profundos, com seqüência de horizontes A - Bt - C e com relação textural A/B de expressão. O horizonte superficial A tipo moderado, espessura de 15 cm, cor bruno-acinzentado (10YR 5/2), textura areia e estrutura granular moderada.

No perfil 61 observa-se que o horizonte subsuperficial B caracteriza-se pela cor variando entre cinza-brunado-claro a amarelo-brunado (10YR 6/2 a 6/8), a textura franco argilo arenosa e a estrutura em blocos subarredondados moderada.

A mineralogia da fração argila, difratometria de raio X (FIGURA 12) é composta por picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de caulinita e 1ª ordem de gibbsita, bem cristalizadas, tanto no horizonte superficial A quanto no Bt, bem mais marcados e expressivos do que os picos de gibbsita nos Latossolos, e picos menores de quartzo no horizonte A, e de vermiculita interestratificada (refração difusa) no horizonte Bt, observados somente no tratamento com Mg^{2+} .

A soma de bases dos Podzólicos em geral, amarelos e vermelho-amarelos (QUADRO 04) é baixa, com exceção dos horizontes eutróficos, e como regra, saturação por bases inferior a 50% (distróficos) tendo alguns horizontes saturação superior a 50% (eutróficos), porém estes encontram-se no limite de valores para caracterizá-los como distróficos. Os valores de pH aqui, estão normalmente abaixo de 5,0, indicando acidez elevada, exceção aos horizontes eutróficos. Como consequência, a saturação por alumínio é superior a 50% (állicos). Os teores de carbono orgânico elevados, principalmente em superfície, e teores significativos em subsuperfície, aliados aos teores de alumínio trocável altos, demonstram a disponibilidade do alumínio e sua provável formação de complexos com a matéria orgânica. Aliás, as elevadas temperaturas locais, o excedente hídrico e a disponibilidade de material orgânico são favoráveis aos processos de lixiviação e transporte.

A granulometria mostra a predominância das classes texturais arenosas (teores de argila de 5 a 13%) em superfície e médias (teores de argila 16 a 30%) em subsuperfície, porém foram encontrados alguns perfis com textura média (teores de argila de 20 a 35%) sobre argilosa (teores de argila entre 35 a 56%); o índice da relação silte/argila é muito variado, porém baixo, o qual interpretado isoladamente, não possui grande significado. Essa variação textural ao longo do perfil, pode estar associada à migração de argila, porém deve ser comprovada através de análises específicas, pois não foram encontrados revestimentos de grãos ou estruturas em campo.

Cambissolo (C)

São moderadamente drenados e pouco profundos, sendo sua área de ocorrência associada ao relevo ondulado e escarpado do planalto nos diferentes subcompartimentos sobre gnaisse (unidades AC_{gg} e AC_g – Fig.03) e generalizado em toda a escarpa, sobre granitos (unidade PE_{gr} – Fig.03). Também são encontrados nas planícies fluviais (aluviões, unidade Q_a – Fig.03) dos principais cursos de água e cones de dejeção (colúvios, unidade Q_c – Fig.03) das médias e baixas vertentes da escarpa, em vegetação de porte médio a alto, homogênea quanto ao dossel. Aparecem nas unidades de mapeamento PV+C, PV_r+C, C+PV, C+LV e R+C no planalto e escarpa, e G+C da planície.

Compreendem solos minerais com horizonte B câmbico, não hidromórficos, apresentando em seus horizontes, minerais primários não meteorizados. A relação silte/argila é geralmente superior aos Latossolos, dado seu menor grau de intemperização, não possuindo diferenciação de acúmulo de argila significativa entre os horizontes A e B, possuindo textura média a argilosa observados nos perfis 3*,14,43,50,51,54 (*Caráter Gleico, hidromorfia a 90 cm). Também nestes solos ocorrem pequena hidromorfia temporária no perfil, normalmente observada imediatamente abaixo do horizonte superficial, justificada pelo clima local extremamente úmido.

No horizonte superficial A tipo moderado a espessura varia de 5 a 30 cm, com cor bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2) e bruno muito escuro a bruno-escuro (7,5YR 2/2 a 4/3), textura média e arenosa e estrutura granular.

O horizonte subsuperficial B tem cor variando entre bruno-escuro a bruno-forte (7,5YR 3/3 a 5/8) e bruno-amarelado escuro a amarelo-brunado (10YR 4/4 a 6/8), com textura média e estrutura em blocos subarredondados moderada.

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURA 13) mostrou picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de caulinita e 1ª ordem de gibbsita com forte reflexão. Indica boa cristalinidade, tanto no horizonte superficial A quanto nos subsequentes, demonstrando a uniformidade do perfil e picos menores, porém bem definidos, de mica e vermiculita interestratificada (refração difusa). Podem estar relacionados à má cristalinidade, nos horizontes A, B e C, porém, indica baixo nível de intemperismo nestes solos.

Os Cambissolos (QUADRO 05), tanto da escarpa quanto do planalto, em geral, caracterizam-se por textura média (argila entre 17 e 31%) e relação silte/argila elevada (teores de 0,8 a 1,9), podendo demonstrar menor intemperização em relação aos Latossolos. A soma de bases com teores baixos a médios, deve-se principalmente, pelas micas, vermiculitas e minerais primários existentes na massa do solo, que disponibilizam elementos pela sua alteração. O pH dificilmente ultrapassa o valor de 5,0, mostrando solos ainda ácidos, devido aos elevados teores de carbono orgânico, elevando os valores de alumínio trocável e propiciando saturação por alumínio alta.

Solos Litólicos (R)

São encontrados no relevo de morros paralelos com alto grau de fraturamento, nas altas vertentes e topos em declives acima de 21% sobre gnaisses (unidade ACg - Fig.03), associados à vegetação de porte médio a baixo; no relevo de morros altos com topos angulosos a convexizados da baixa vertente ao topo em declives também acima de 21% sobre granitos (unidade PEgr - Fig.03), com vegetação herbácea e saxícola; e nas áreas de ocorrência de vegetação de campo no compartimento planalto. No compartimento escarpa e nos morros isolados da planície, situam-se nas altas vertentes, interflúvios e topos, com vegetação de porte baixo a médio. Referem-se às unidades de mapeamento PVr+R e R do planalto, R+C da escarpa e morros isolados da planície litorânea.

Compreendem solos minerais pouco desenvolvidos, com profundidades de até 0,40 m. Ocorrem em áreas de relevo bem movimentado à escarpado, normalmente associados a afloramentos rochosos, observados nos perfis 44 e 60.

Apresentam horizonte superficial A tipo moderado, com espessura de 10 a 20 cm, cor bruno-acinzentado-escuro a bruno (10YR 4/2 a 5/3), textura média e estrutura granular.

O horizonte subsuperficial C possui cor variando entre amarelo-avermelhado (7,5YR 6/6) a amarelo-brunado (10YR 6/6), textura média com estrutura refletindo o material de origem.

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURA 13) mostrou uma mineralogia composta por picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de caulinita e gibbsita, e de 1ª ordem de mica pouco ativas em função da pequena expansão quando glicoladas e vermiculita interestratificada pouco cristalizada.

Regossolo (RE)

Ocorrem no relevo de morros altos com topos angulosos e morrotes baixos com topos aplainados em declives de 6 a 21%, sobre pegmatitos (unidade ACp - Fig.03) e vegetação herbácea arbustiva (campo) no compartimento planalto. Referem-se à unidade de mapeamento PA+RE do planalto.

São solos minerais não hidromórficos pouco desenvolvidos, constituídos por seqüência de horizontes A/C, pouco profundos e textura arenosa; localizados no relevo de morros alongados no planalto: perfis números 56, 62 e 63.

O horizonte superficial A tipo moderado tem espessura de 5 a 10 cm, cor bruno-oliváceo-claro (2,5Y 5/3) e textura areia/areia franca.

O horizonte subsuperficial C possui cor variando entre bruno-amarelado-claro (2,5Y 6/4), bruno a amarelo (10YR 5/3 a 7/6) e textura areia franca.

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURA 13) mostrou picos de 1^a e 2^a ordem bem definidos de caulinita e gibbsita, e de 1^a ordem de mica somente aparentes no tratamento com K em pico não muito definido, pouco cristalizada.

Os solos com pequeno desenvolvimento, solo Litólico e Regossolo (QUADRO 05), apresentam-se com valores de soma de bases e capacidade de troca de cátions baixos e teores variáveis de carbono orgânico. O pH encontra-se sempre abaixo de 5,0 e alumínio trocável alto, tornando a saturação por alumínio elevada, acima de 50% (álico), com algumas variações nos horizontes. Esse quadro, mostra a intensa lixiviação de bases, podendo indicar transformação direta de minerais primários em gibbsita devido aos elevados teores de alumínio disponíveis

Glei Pouco Húmico (G e GPH)

Encontram-se nas zonas de inundação dos principais rios sobre sedimentos fluviais e continentais. No planalto estão situados no subcompartimento de morros paralelos com planícies fluviais, em declives de 0 a 3% e nos sopés da escarpa em cones de dejeção (unidade Qc – Fig.03) em declives inferiores a 6%. Na planície litorânea, ocorrem onde dominam os sedimentos continentais (unidade Qi – Fig.03), nas planícies fluviais (unidade Qa – Fig.03) e nos depósitos de colúvios (unidade Qc – Fig.03) com declives inferiores a 3%. Apresentam vegetação de porte alto a médio, bem heterogênea quanto ao dossel e na planície litorânea ocupam uma área de transição entre Mata de Encosta e Restinga. Referem-se às unidades de mapeamento GPH+PH do planalto, GPH, G+C e A+G da planície litorânea.

São solos hidromórficos, pouco profundos, com horizonte A moderado ou proeminente, seguido de horizonte Gleizado por influência do lençol freático. Na planície litorânea são observados nos perfis 11, 12, 13, 16, 18, 22, 23, 24, 30 e 34 e, no planalto, nos perfis 46, 53, 57 e 58.

O horizonte superficial possui espessura de 5 a 20 cm, com cor variável de bruno-oliváceo (2,5Y 4/3), preto (5Y 2/2), preto a bruno-escuro (7,5YR 2/1 a 3/2) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 a 4/2), textura variável (arenosa, siltico argilosa, franco-argilo-arenosa) e estrutura maciça.

No horizonte subsuperficial C tem cor variável, predomina o cinza-amarelado a bruno-acinzentado-escuro (2,5Y 4/1 e 4/2), cinzento-esverdeado-escuro (10GY 4/1), cinza muito

escuro a amarelo-avermelhado (5YR 3/1 a 6/6) e cinza muito escuro a amarelo-brunado (10YR 3/1 a 6/6), textura variável (areia, areia franca e franco-argilo-arenoso) e estrutura maciça.

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURA 14) mostrou picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de caulinita e 1ª ordem de gibbsita e vermiculita, bem cristalizadas, tanto no horizonte superficial A quanto nos subseqüentes, demonstrando a uniformidade do material originário do perfil.

Os solos Glei (QUADROS 06 E 07) caracterizam-se por textura superficial arenosa (oito perfis com teores de 2 a 14% de argila) e média (seis perfis com teores de 20 a 26% de argila) e subsuperficial média (teores de argila de 15 a 24%) a arenosa (teores de argila de 1 a 14%). A soma de bases, alumínio trocável e os teores de carbono orgânico destes solos são muito variáveis ao longo dos perfis. Sua própria composição, de material diverso depositado em épocas diferentes, propicia essa variação. São encontrados ainda, alguns horizontes com saturação por bases inferior a 50% (distróficos), raramente observam-se horizontes com saturação por bases acima de 50% (eutróficos), sendo o pH também muito variável. Porém são solos ácidos predominando saturação por alumínio superior a 50% (állicos). Os que ocorrem na planície litorânea indicam elevados teores de micas provenientes dos regolitos e solos da escarpa da Serra do Mar.

Podzol e Podzol Hidromórfico (P e PH)

Compreendem solos com horizonte B espódico (acúmulo de matéria orgânica) e nítida diferenciação entre horizontes superficiais e subsuperficiais. São geralmente arenosos e com acidez elevada. Situam-se em relevo plano, ocupando a parte frontal da planície até chegar às areias de praia, não tendo sido notadas áreas de transição. Estão assentes sobre sedimentos arenosos marinhos (unidade Qm - Fig.03), na forma de terraços e cordões de restinga, sob vegetação de restinga (perfis 1, 6, 7, 8, 9, 20, 21, 25, 26, 32, 35 e 41). No planalto, ocorrem nas planícies do relevo de morros paralelos, sobre sedimentos fluviais, com vegetação baixa arbustiva. Referem-se às unidades de mapeamento GPH+PH do planalto e P+PH da planície litorânea.

O Podzol hidromórfico desenvolve-se em regiões com lençol freático oscilando à pequena profundidade, determinando o nível de precipitação de ferro e matéria orgânica. Assim, alguns cordões arenosos de restinga, situados a sudeste da bacia, na praia do Guaratuba, possuem ainda como relíquias, material originário arenoso amarelado que passa progressivamente a volumes pedológicos amarelos e brancos até volumes completamente brancos, além de se detectar o início de acumulação de matéria orgânica e ferro em forma de lâminas com posterior e conseqüente formação de horizonte Bh (espódico). Essa evolução pedológica, progressivamente, passa do material supracitado, a um material composto por horizonte A + E arenoso esbranquiçado de mais de um metro sobre um horizonte Bh, formando os Podzóis, chegando a apresentar sob o Bh, camada espessa e endurecida de matéria orgânica e ferro, denominada de ortstein.

Em tais solos o horizonte diagnóstico de subsuperfície Bh, situa-se em diferentes profundidades, próximo à praia e nos topos dos cordões arenosos, ocorrem a aproximadamente 3,0 m e nas partes baixas dos cordões, a 1,10 m em média.

O horizonte superficial A é do tipo moderado, com espessura de 10 a 30 cm, cor bruno-avermelhado-escuro (5YR e 10YR predomínio de 3/2, variando de preto a cinza-claro 2/1 a 7/1), textura areia/areia franca e estrutura granular fraca muito pequena a pequena.

O horizonte E, imediatamente abaixo, possui espessura que varia de 45 a 200 cm, com cores pálidas entre cinza-claro a branco (5YR a 10YR 6/1 a 8/1), textura areia e sem estruturação.

O horizonte subsuperficial B, com profundidade de ocorrência de 40 a 210 cm+, cor varia de bruno-avermelhado-escuro (5YR 2/2 a 3/3) a bruno muito escuro e bruno-escuro (10YR 2/2 a 3/3). O lençol freático está presente em profundidades que variam de 50 a 360 cm.

A difratometria de raio X da fração areia (FIGURA 14) mostrou uma mineralogia composta por picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de quartzo e pequenos picos de caulinita pouco evidentes no horizonte superficial A e somente quartzo no horizonte E. O horizonte Bh teve pequena expressão de caulinita na 1ª e 2ª ordem e mica (provavelmente esmectita) na 1ª ordem com refração difusa.

Os Podzóis (QUADRO 08) possuem textura extremamente arenosa e teores de silte e argila baixos. O carbono orgânico apresenta teor alto em superfície e subsuperfície, com soma de bases e saturação por bases muito baixa, mas o pouco que possuem, pode saturar o solo. A capacidade de retenção, valor T, elevada na superfície e quase inexpressiva no E, acompanha o teor de C%, aumentando no Bh. Os teores de alumínio trocável em superfície e no horizonte diagnóstico de subsuperfície (Bh) são muito altos, acompanhando os teores de carbono orgânico. Esse fato deve-se pela grande translocação de compostos orgânicos em profundidade, juntamente com elementos como o alumínio e o ferro (Podzolização).

Solos Orgânicos (O)

Ocorrem em áreas abaciadas nas depressões da planície litorânea (unidade Qo - Fig.03) permanentemente encharcados, associados à vegetação tipo paludosa (caxetal) e de taboa. São solos maldrenados com lençol aflorante. Compreendem solos com teores de C% elevados, ácidos, constituídos por camadas espessas de matéria orgânica sobre material mineral, com Gleização observados nos perfis 10, 19, 31, 36 e 37. Referem-se à unidade de mapeamento O da planície.

O horizonte superficial O possui espessura de 1,5 a +3,0 m, cor preto a bruno-escuro (7,5YR 1,7/1 a 3/2), preto (5YR 2/1) e cinza muito escuro (10YR 3/1).

O horizonte subsuperficial C ocorre a profundidades acima de 2,2 a 2,5 m, com cor variando entre cinza muito escuro a cinza-avermelhado-escuro (5YR 3/1 a 4/2), composto basicamente por material arenoso marinho e estrutura maciça.

Os solos Orgânicos (QUADRO 09) apresentam valores elevados de soma de bases e, conseqüentemente, capacidade de troca de cátions muito alta. O pH permanece abaixo de 4,0, por vezes alcançando valores abaixo de 3,0, portanto, solos extremamente ácidos e especializados quanto à vegetação, sendo os teores de alumínio elevados. Por se constituir de material essencialmente turfoso é de se esperar os elevados teores de alumínio, dado os valores de pH muito baixos, que podem disponibilizar e complexar esse elemento com a matéria orgânica.

Solos Tiomórficos

São solos hidromórficos, contendo compostos de enxofre devido ao acúmulo de material orgânico que, após drenagem, tornam o solo extremamente ácido. Situam-se em áreas planas de mangue principalmente (unidade Qmg da Fig.03), e depressões na planície (unidade Qo da Fig.03). Na área, são relacionados a Areias Quartzosas Salinas dos mangues e adjacências.

Areias Quartzosas (AQ)

Ocorrem em relevo plano, ao longo dos principais rios que cortam a planície litorânea em planícies fluviais (unidade Qa – Fig.03) em pontos isolados, nas zonas de contato entre as praias (unidade Qp – Fig.03) e os primeiros cordões de restinga, sob vegetação herbácea/arbustiva pioneira e nas áreas de mangue com vegetação especializada (manguezal), todos na planície litorânea. Constituem parte das unidades de mapeamento AQHs, AQH e como inclusão na unidade P+PH. Compreendem solos arenosos, excessivamente drenados e profundos, constituídos de material sedimentar areno quartzoso não consolidado.

Areia Quartzosa Hidromórfica (AQH)

Representada no perfil 42 e consta como inclusão na unidade de mapeamento P+PH.

Apresenta horizonte superficial A tipo moderado, com espessura de 15 cm, cor cinza-brunado (7,5YR 4/1), classe textural areia e estrutura maciça.

O horizonte subsuperficial C possui cor bruno-escuro (10YR 4/3), textura areia e estrutura maciça.

A difratometria de raio X da fração areia (FIGURA 15) mostrou picos de 1ª e 2ª ordem de caulinita e 1ª ordem de quartzo e vermiculita no horizonte A de baixa cristalinidade e picos de 1ª e 2ª ordem bem definidos de quartzo no horizonte C.

Estas areias quartzosas (QUADRO 09) apresentam teores de bases baixos e alumínio trocável com teores variáveis. Possuem granulometria composta basicamente por areia grossa, próximo à praia.

Areia Quartzosa Hidromórfica Salina (AQHs)

Representada pelo perfil 65, constitui elemento da unidade de mapeamento AQHs.

Compreende horizonte superficial A tipo moderado, com espessura de 20 a 30 cm, cor úmida preto (2,5Y 2/1), textura areia e areia franca e estrutura maciça.

O horizonte subsuperficial C possui cor úmida preto (2,5Y 2/1), textura areia e areia franca e estrutura maciça.

Os altos valores de S, T e V% (QUADRO 09) são atribuídos aos elevados teores de carbono orgânico e sódio como cátion trocável, o horizonte A e C com 17,0 cmol_c/kg, possui saturação por sódio acima de 28% (sódico), chegando a teores de 55,9%. O extrato de saturação, demonstrou valores acima de 15 dS/m a 25°C, chegando a teores de 34,2, portanto alta salinidade como mostrado em ROSSI & MATTOS (1992).

Solos Aluviais (A)

Desenvolvem-se sobre sedimentos fluviais (unidade Qa – Fig.03) e apresentam vegetação de porte arbóreo elevado, bem heterogênea quanto ao dossel e adaptada a freqüentes inundações. São encontrados em relevo plano próximo à calha dos principais cursos de água. Ocorrem ao longo do rio Guaratuba logo que chega à planície litorânea até os sedimentos de mangue próximo à sua foz e em trechos de seu principal afluente na planície litorânea, paralelo à costa. Referem-se à unidade de mapeamento A+G da planície litorânea.

São solos pouco desenvolvidos, resultantes de deposição fluvial recente, com seqüência de horizontes A e C, sendo estes, superposições de camadas sedimentares (estratos) de variadas texturas em profundidade, observado nos perfis 2, 5 e 29. Devido a natureza dos sedimentos, suas características variam muito.

O horizonte superficial A tipo moderado apresenta espessura de 7 a 15 cm, cor bruno-escuro (7,5 YR e 10YR 3/3 a 4/3), textura franco-arenosa a argilo siltosa e estrutura granular fraca.

O horizonte subsuperficial C possui espessura variada, cor desde amarela, oliva até cinza e textura variada desde areia até argilo-siltosa e estrutura maciça ou sem estrutura.

A difratometria de raio X da fração argila (FIGURAS 14 e 15) mostrou a presença de picos de 1ª e 2ª ordem de caulinita e 1ª ordem de gibbsita, bem definidos além de mica e vermiculita, bem evidenciadas e cristalizadas, tanto no horizonte A como nos C subjacentes. Para o perfil 5, (FIGURA 14) mostra no horizonte A, picos pouco pronunciados de 1ª e 2ª ordem de caulinita e 1ª ordem de gibbsita. No horizonte C, pode apresentar picos também mal definidos, de minerais da família das esmectitas, provavelmente resultante de intemperismo.

O perfil de solo aluvial (QUADRO 09), revela uma seqüência de camadas superpostas com diferentes composições de areias, seixos e calhaus. O perfil 02 (Fig.10) foi coletado em uma planície fluvial no contato entre sopé de vertente da escarpa e planície litorânea, sendo suas camadas, quimicamente muito variadas, o mesmo ocorrendo com o perfil 29, coletado em sopé de vertente da escarpa sobre sedimentos colúvio-fluviais.

-
- •

As classes de solos aqui descritas, podem ser resumidas quanto aos seus atributos, o que permite estabelecer algumas relações de evolução.

A presença quase constante de hidromorfia, mesmo que apenas temporária, nos subhorizontes dos Podzólicos e Cambissolos, atesta um descompasso entre o perfil hídrico atual e o perfil pedológico.

Os siltes e argilas da constante intemperização são depositados nos sopés da escarpa em uma faixa de largura variável, originando os solos Glei com elevados teores de micas. Apesar do clima quente e úmido, indicam material fornecedor também rico nesse mineral à montante, o que ocorre também nos solos e regolitos da escarpa. Já os elementos químicos, devido a densa rede hidrográfica e ao material poroso da planície litorânea são amplamente lixiviados.

Os Latossolos encontrados de modo geral, caracterizam-se por textura média com teores entre 20 e 35% de argila e pequena relação textural entre horizontes A/B (em torno de 1,2 e 1,3), ao passo que, nos Podzólicos ocorrem os de textura média e argilosa, independentemente da classe de textura, a relação textural apresenta dois grupos: um que se assemelha aos Latossolos, com relação textural pouco acima destes (1,45 a 1,6) e outro mais característico, com relação acima de 1,7, porém, não foram constatados em campo nenhuma forma de revestimento de grãos, cerosidade e/ou “coatings”, que indicassem algum tipo de migração. Os Cambissolos, em função dos maiores teores de silte, destacam-se ligeiramente destas classes.

De maneira geral na bacia do Guaratuba, os solos, independente de sua posição topográfica e tipo, apresentam baixos teores de soma de bases (cálcio, magnésio, potássio), baixa a muito baixa capacidade de troca de cátions e elevados níveis de saturação por alumínio. Tal constatação pode ser atribuída ao excedente hídrico e às elevadas temperaturas que promovem a intensa lixiviação dos elementos. Em alguns perfis, apesar do pequeno aumento de alumínio em profundidade, não foi considerada a migração, pois isto ocorre apenas em poucos perfis e ainda, bem drenados. Observa-se também, que o teor de alumínio trocável muda bruscamente do horizonte A para o Bt na maioria dos perfis de Podzólicos. Dois fatores poderiam estar atuando, o teor de carbono, que também diminui bruscamente, e a hidromorfia na zona de contato A/Bt. Assim, aumento do teor de carbono, implica pH mais ácido, maior ataque aos argilo-minerais, no caso às caulinitas (principal fornecedor de Al) e maior liberação de alumínio. Da mesma forma ocorre com

o aumento da umidade, que por sua vez promove a mineralização da matéria orgânica e o processo se repete.

Os solos apresentam elevados teores de carbono orgânico em superfície (a maioria >2%) e, em subsuperfície, grande parte ainda possui teores médios consideráveis. No caso dos Latossolos com boa porosidade, o livre desenvolvimento de raízes e o revolvimento de material orgânico pela mesofauna até grandes profundidades, fazem com que os teores de carbono diminuam progressivamente em subsuperfície. Para os solos com diferenciação textural, Podzólicos, os teores diminuem abruptamente. Dessa forma, os Latossolos e Cambissolos possuem mais carbono orgânico em superfície do que os Podzólicos, e o distribuem melhor em profundidade.

Apesar da textura média e argilosa encontrada nos Latossolos, Podzólicos, Cambissolos e Gleissolos, suas argilas pouco contribuem para o enriquecimento em nutrientes, fato constatado pelos baixos valores de “T” encontrados. A constituição mineral desses solos é, basicamente, de caulinita e gibbsita, com picos mais expressivos de mica e/ou vermiculita interstratificada, apenas nos mais rasos e nos Gleis. Os solos Litólicos apresentam mineralogia com picos maiores de gibbsita em relação a caulinita, o que pode indicar alteração direta da rocha nesse mineral, da mesma forma que o dos horizontes subsuperficial nos Cambissolos, Podzólicos e Latossolos.

Os solos do planalto e escarpa da Serra do Mar, na bacia do Guaratuba, mantêm os mesmos minerais da fração argila e areia podendo indicar que os materiais de origem que forneceram esses minerais possuem composição muito similar, apesar da variação textural dos granitos e gnaisses encontrada em campo.

Dentre os solos da planície litorânea, os Gleis possuem mais micas que os demais. Exceção feita aos solos Orgânicos e às areias quartzosas salinas, podemos considerar que, quimicamente, estes possuem também baixos teores de soma de bases (cálcio, magnésio, potássio), baixa a muito baixa capacidade de troca de cátions e elevados níveis de saturação por alumínio.

3.5.2.2 Unidades de mapeamento: Perfis pedotopográficos

A partir da fotoidentificação e fointerpretação da rede de drenagem, formas de relevo, vegetação e geologia, procurou-se definir áreas homogêneas que caracterizam unidades de mapeamento de solos (FIGURA 16). Auxiliar a isso, utilizaram-se a hipsometria e a clinografia para limitar algumas unidades que contém normalmente, mais de uma classe (unidade) de solos.

Para compreender e mostrar o arranjo e a distribuição das unidades de mapeamento dos solos e suas relações com a topografia e material geológico, nos principais compartimentos

morfológicos, elaborou-se uma série de perfis topográficos, em que procurou-se representar a seqüência e disposição dos solos na topografia com informações de altimetria e distâncias horizontais e ainda, o material geológico predominante, bem como localizando-se a posição das amostras circulares estudadas. Esses perfis estão situados na maior parte dos sub-compartimentos do relevo, procurando representar as unidades de mapeamento dos solos (associações de classes).

As unidades de mapeamento de solos são descritas a seguir e apresentadas pelas FIGURAS 17 e 18 (perfis A e B), 19 (perfil C), 20 e 21 (perfis D e E), 22 e 23 (perfis F e G), 24 (perfil H) e 25 e 26 (perfis I e J), também localizados nas FIGURAS 7 e 10 (respectivamente, formas de relevo e localização dos pontos de observação e coleta de amostras). Nesses perfis são indicadas também, as amostras circulares que os representam parcial ou totalmente.

Unidade de mapeamento PV+C (1) associação Podzólico Vermelho-Amarelo nas vertentes e Cambissolo nos topos e cristas: ocorrem na porção leste do planalto sobre material granítico, em relevo de morros paralelos altos com topos convexos alongados e morrotes baixos com topos aplainados, com vertentes convexas pouco declivosas. Esta unidade é representada na escarpa pelas encostas e fundos de vale, sobretudo do terço inferior, em sedimentos colúviais do próprio granito. É caracterizada por vegetação de mata de porte arbóreo alto com muitas copas emergentes e sub-bosque denso com epífitas e bromélias que se desenvolvem tanto no solo quanto nas árvores. Na escarpa, sobre material colúvionar, tem-se uma vegetação mais homogênea, provavelmente produto da regeneração. Nesse caso, a vegetação arbórea passa de porte alto nas vertentes para médio nos topos e cristas onde o solo tende a ser menos espesso. É demonstrada parcialmente nos perfis **D**, no planalto em relevo de vertentes pouco regulares e com desníveis de 60 m, e **H**, na escarpa sobre colúvios em desníveis de quase 100 m.

Unidade de mapeamento PVr+C (2) associação Podzólico Vermelho-Amarelo raso e Cambissolo nas vertentes mais declivosas: ocorre da parte mediana para oeste no planalto sobre material gnaissico, em relevo de morros paralelos baixos com topos e vertentes convexas de declive acentuado. A vegetação é de mata de porte arbóreo médio sem copas emergentes, com epífitas e bromélias se desenvolvendo tanto no solo quanto sobre as árvores. É representada parcialmente pelos perfis **E** e **G**, nos topos do relevo pouco movimentado e nas vertentes mais íngremes convexas do que as da unidade C+LV.

Unidade de mapeamento PVr+R (3) associação Podzólico Vermelho-Amarelo raso e Solo Litólico: ocorre somente na parte central do planalto, sobre gnaisses, nas vertentes do relevo de morros paralelos com topos convexos e com intenso fraturamento. O Podzólico situa-se nas vertentes íngremes, com vegetação arbórea de porte médio sem copas emergentes com epífitas e bromélias se desenvolvendo tanto no solo quanto nas árvores. O Litólico com inclusões de Cambissolo ocorre nas cristas e nas altas vertentes mais íngremes, com vegetação de porte mais baixo. Aqui a vegetação reflete as condições de profundidade e menor disponibilidade de água no solo. É representada parcialmente pelo perfil **F**, em relevo dissecado, com vertentes íngremes e desníveis de mais de 100 m.

Unidade de mapeamento PA+RE (4) associação Podzólico Amarelo por vezes raso, nas vertentes e Solos Litólicos nos topos e cristas em pequenas áreas na porção central e maiores mais a leste no planalto e sobre granito e pegmatito. Ocorrem em relevo de morrotes baixos com topos convexizados a aplainados do reverso da escarpa, recobertos por vegetação de campo herbáceo-arbustivo nos topos e arbórea média nos fundos de vales, tendendo à arbórea baixa nas altas vertentes, aparentemente condicionadas pela pouca profundidade dos solos, que são muito arenosos e pobres em nutrientes. É representada parcialmente pelos perfis **A** e **C** nos topos e vertentes com pequenos desníveis.

Unidade de mapeamento C+LV (5) associação Cambissolo e Latossolo Vermelho-Amarelo: predominam em todo o planalto sobre gnaisses e em relevo de morros paralelos (altos e baixos), com topos convexos alongados, e nas vertentes dos morros com planícies fluviais. A vegetação é caracterizada por mata de porte arbóreo alto com muitas copas emergentes e sub-bosque denso com epífitas e bromélias se desenvolvendo tanto no solo quanto nas árvores. Nesses casos, a vegetação arbórea passa de porte alto nas vertentes para médio nos topos e cristas onde o solo tende a ser menos espesso. São representados por pequenas áreas do perfil **A**, em colinas rebaixadas, com solos menos desenvolvidos nas partes mais altas; nas duas vertentes do perfil **B**; a maior parte do perfil **G**, em desníveis importantes até 80 m, com os Cambissolos nos topos; metade do perfil **E**, nas vertentes da meia encosta de relevo pouco mais movimentado e desníveis de 40 m; e aproximadamente 1/3 do perfil **F**, nas vertentes que dominam um dos formadores do Guaratuba, cujos topos mais agudos apresentam solos menos desenvolvidos.

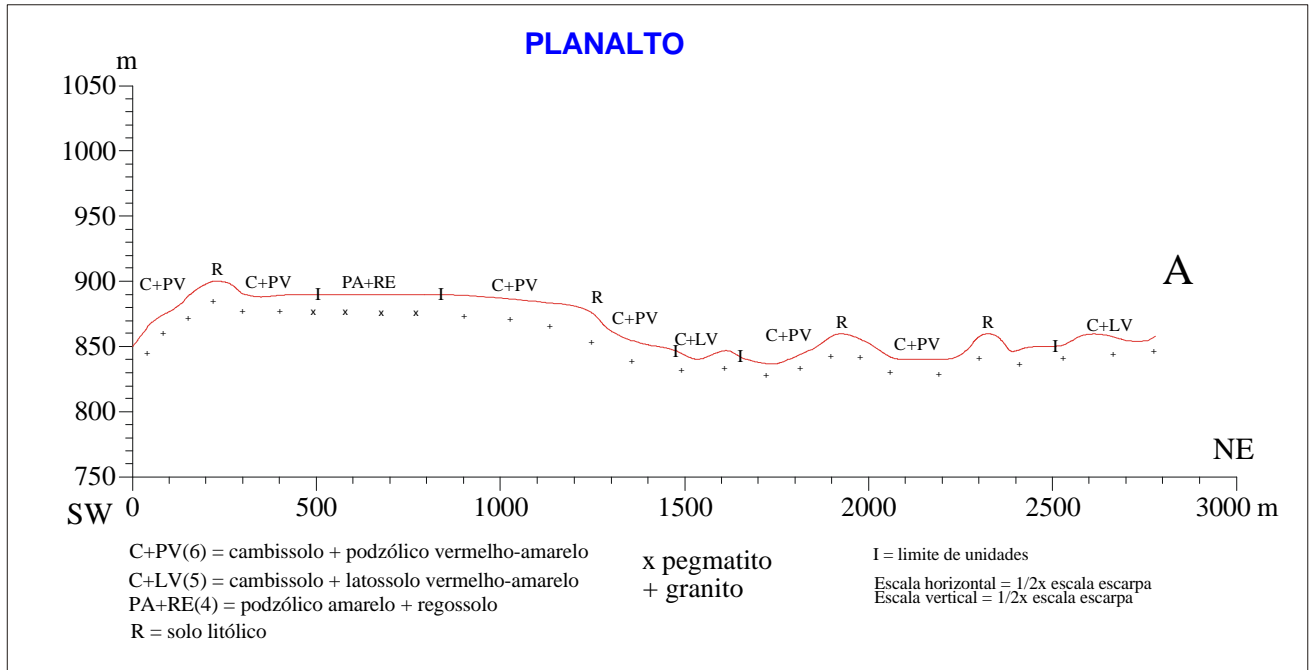


FIGURA 17: Perfil pedotopográfico A (relevo de morros altos topos convexos alongados e morrotes baixos com topos aplainados)

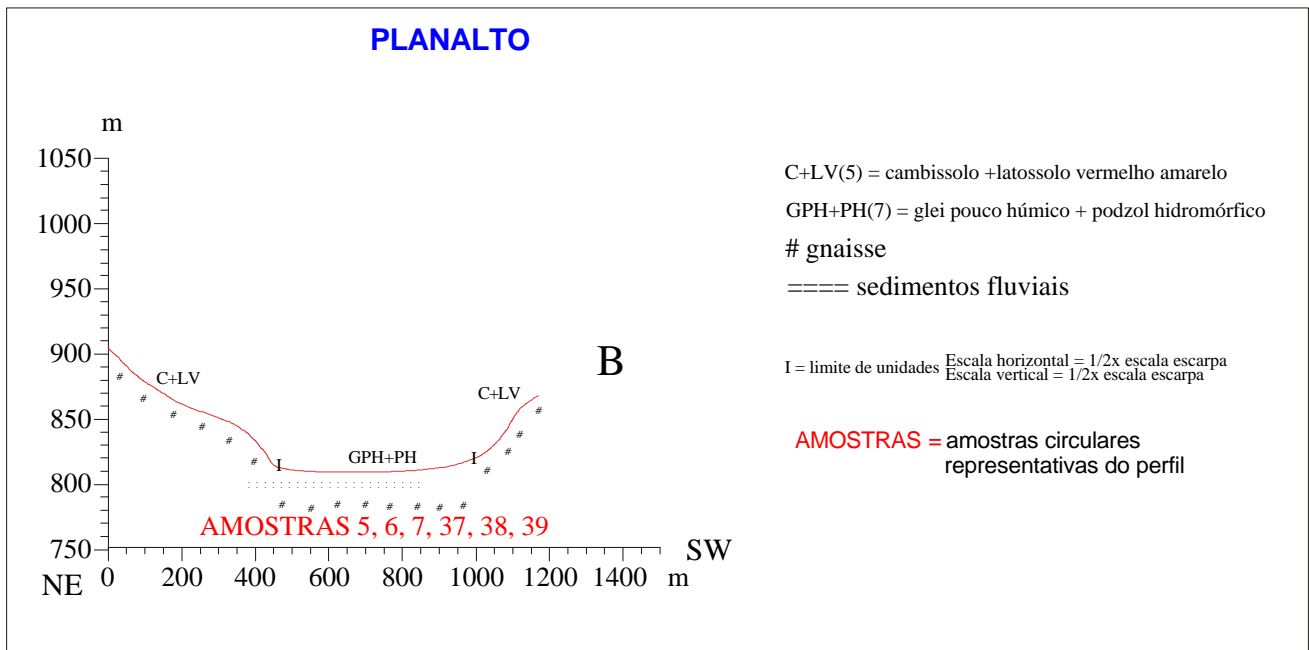


FIGURA 18: Perfil pedotopográfico B (relevo de morros paralelos com planícies fluviais)

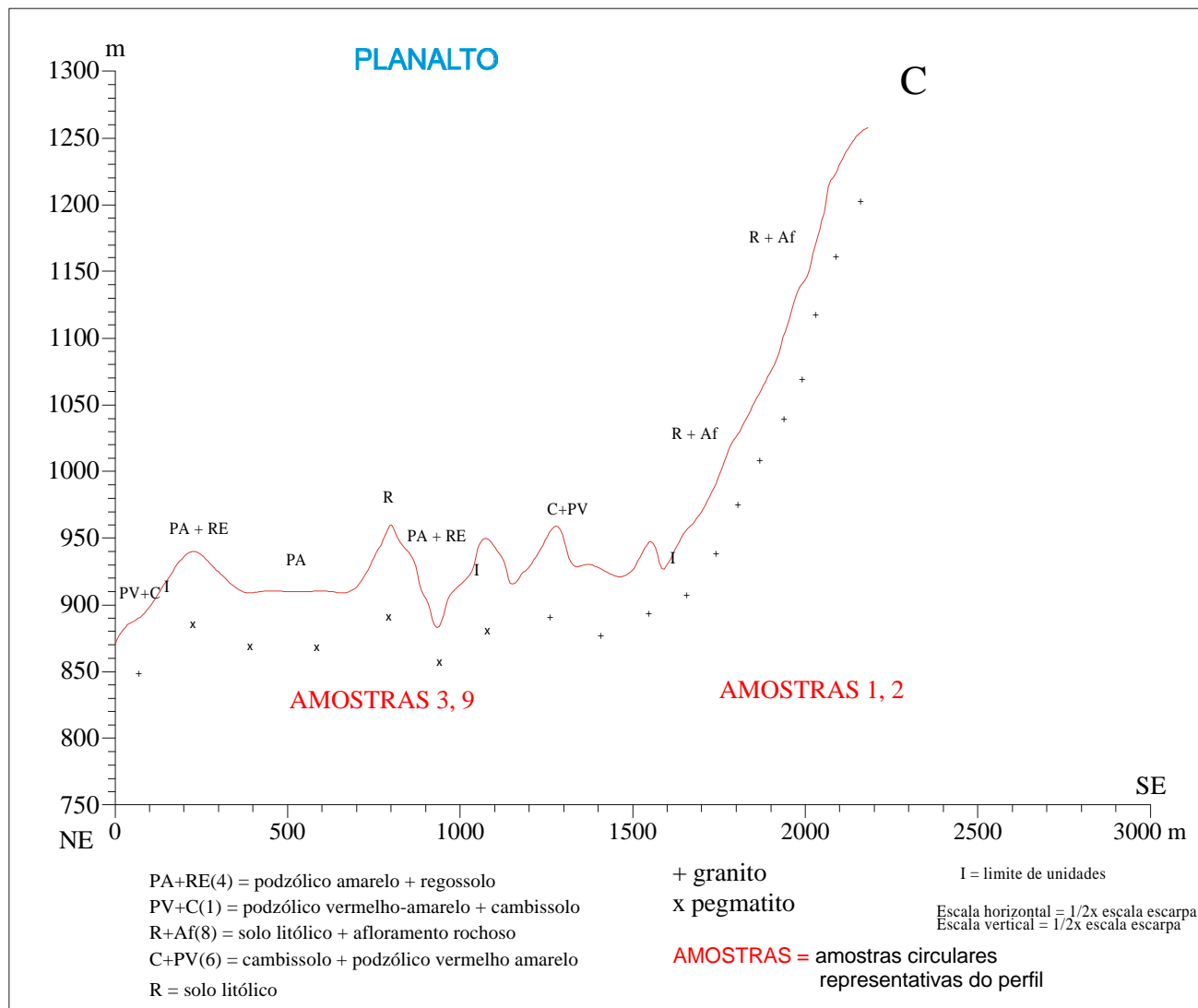


FIGURA 19: Perfil pedotopográfico C (relevo de morros alongados altos com topos angulosos)

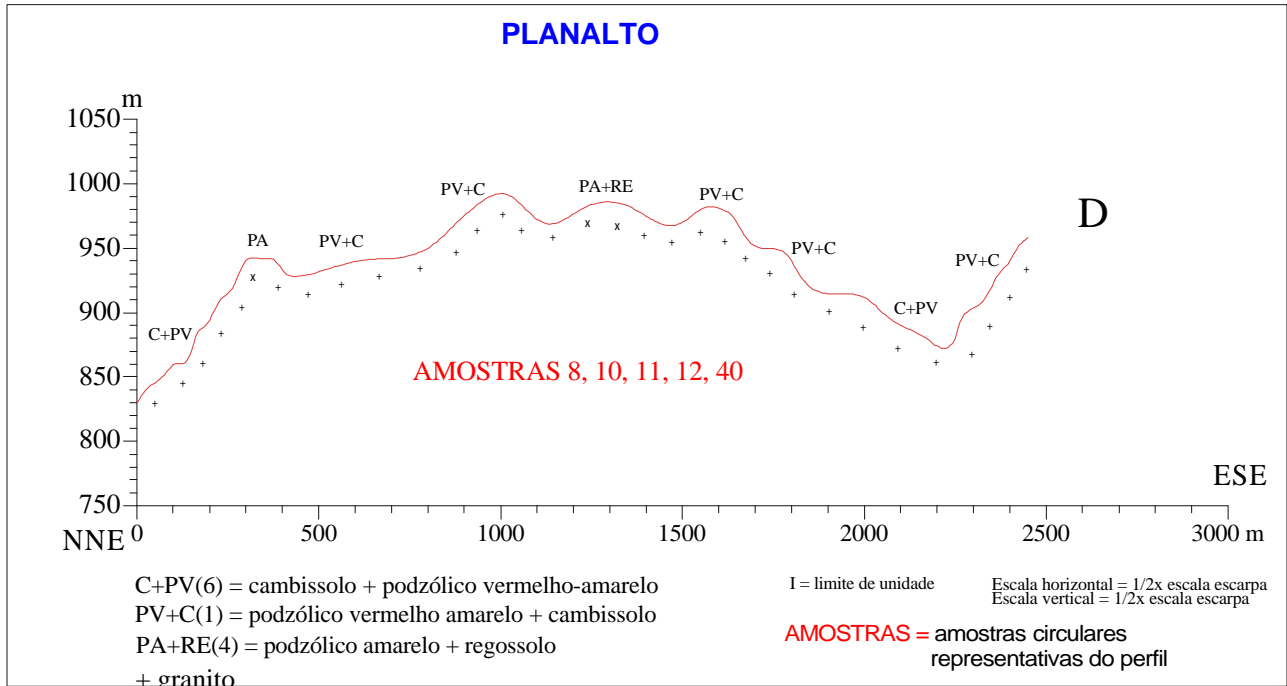


FIGURA 20: Perfil Pedotopográfico D (relevo de morros paralelos altos convexos alongados e morrotes baixos com topos aplainados)

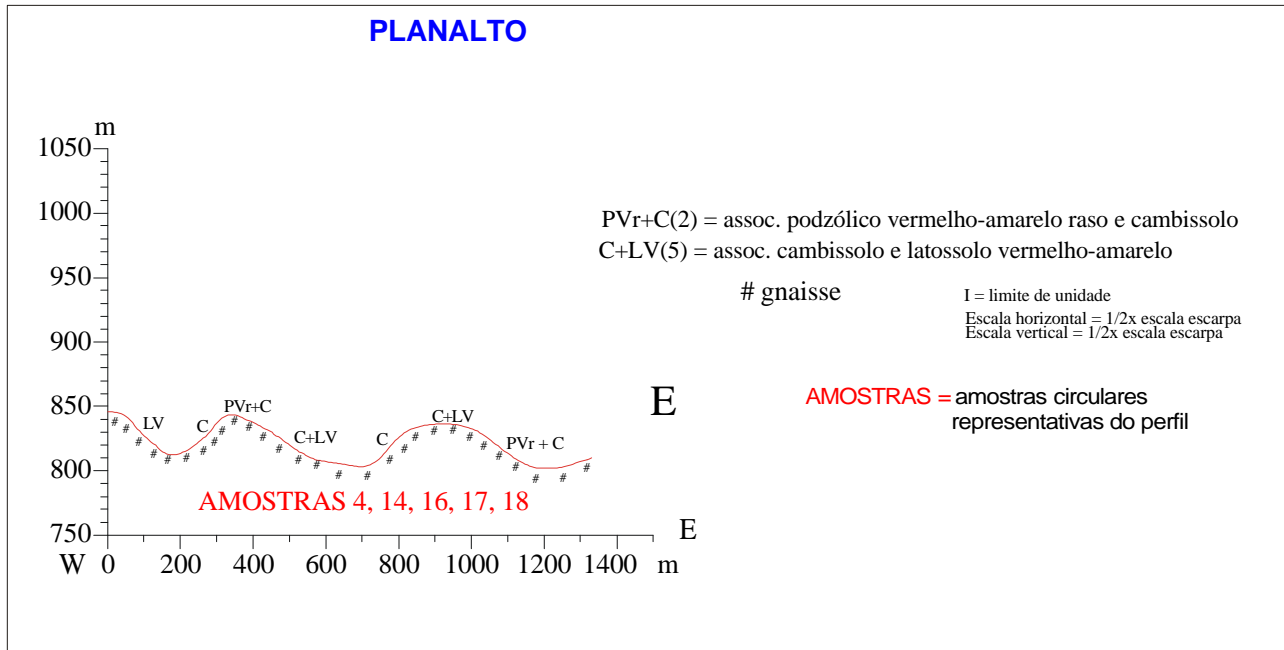


FIGURA 21: Perfil pedotopográfico E (relevo de morros paralelos baixos)

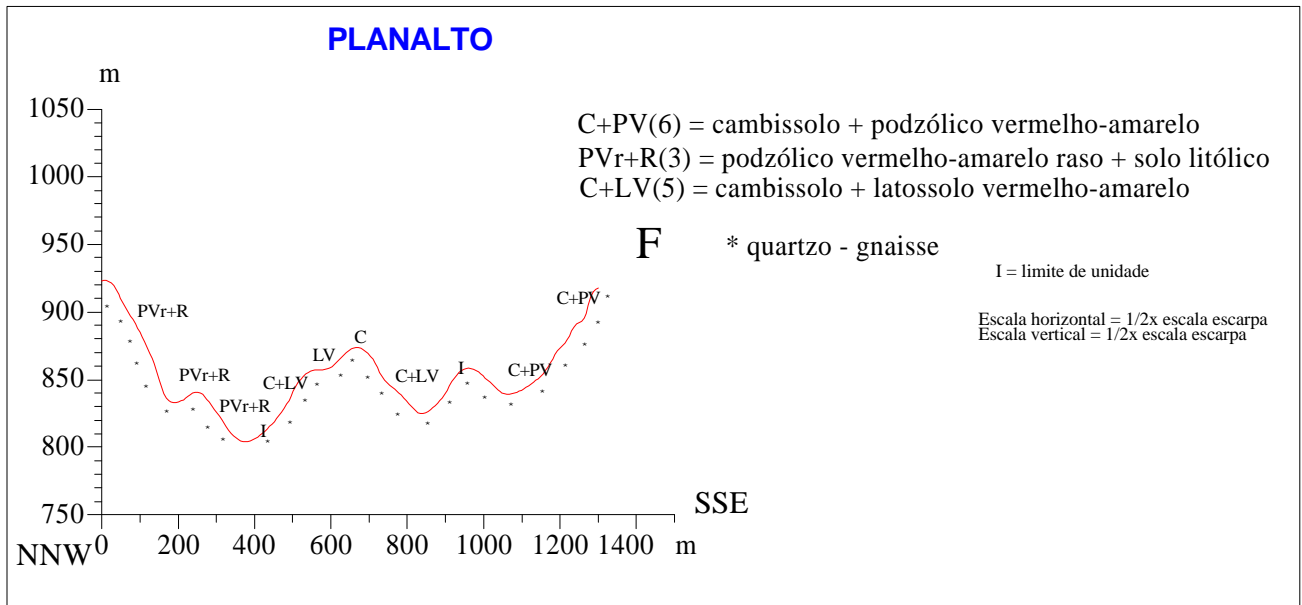


FIGURA 22: Perfil pedotopográfico F(relevo de morros paralelos topos convexos e com intenso fraturamento e relevo de morros altos, topos convexos alongados)

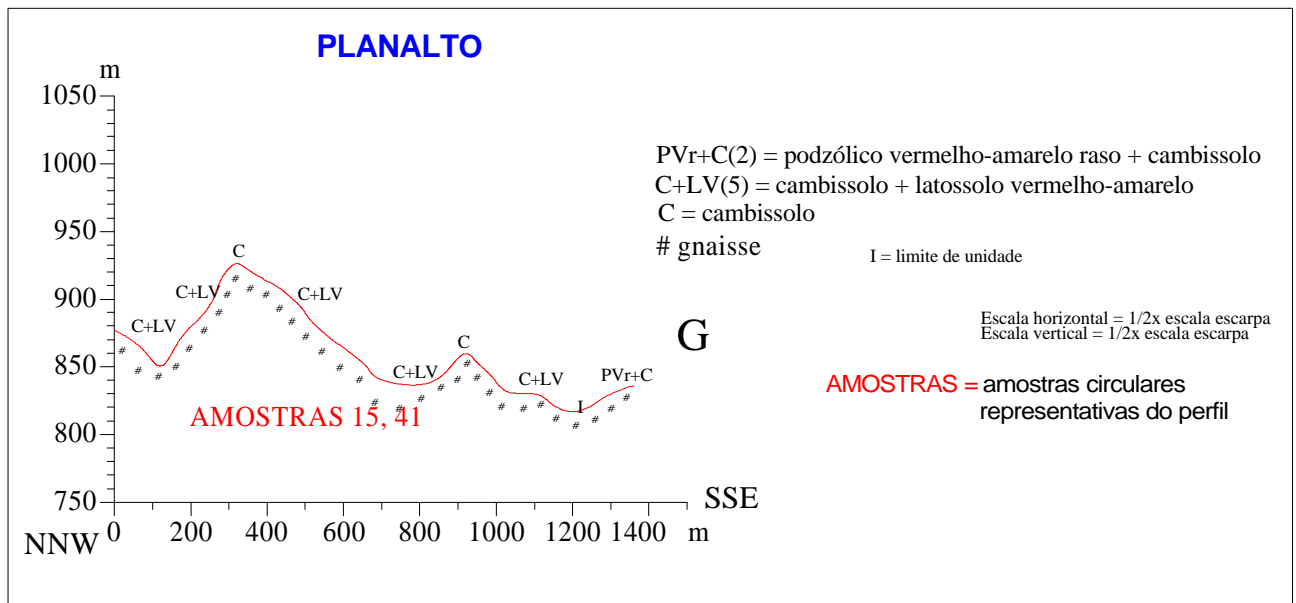


FIGURA 23: Perfil Pedotopográfico G (relevo de morros paralelos altos e topos convexos com grandes falhas)

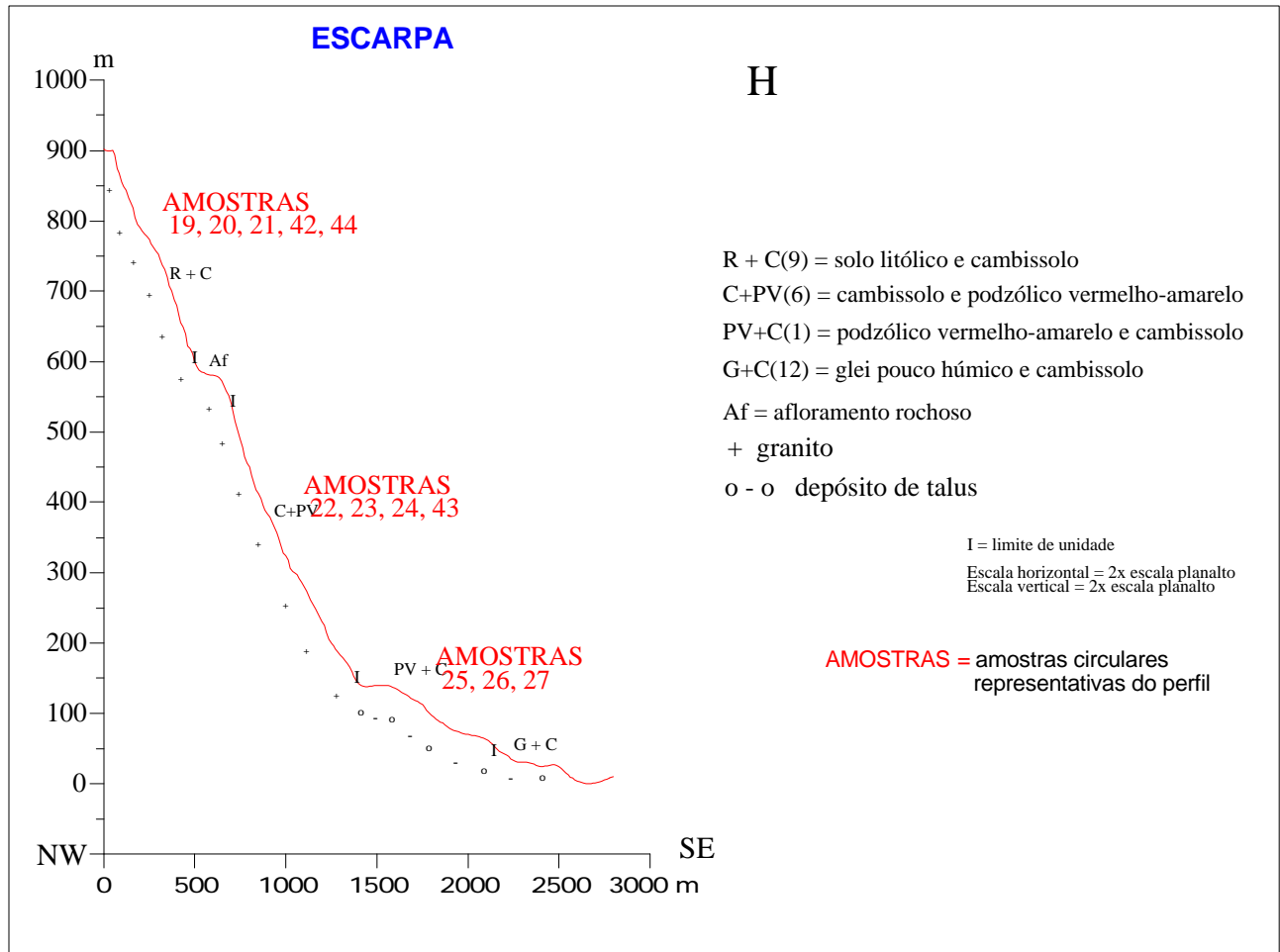


FIGURA 24: Perfil Pedotopográfico H (relevo escarpado, altas vertentes, médias vertentes e baixas vertentes)

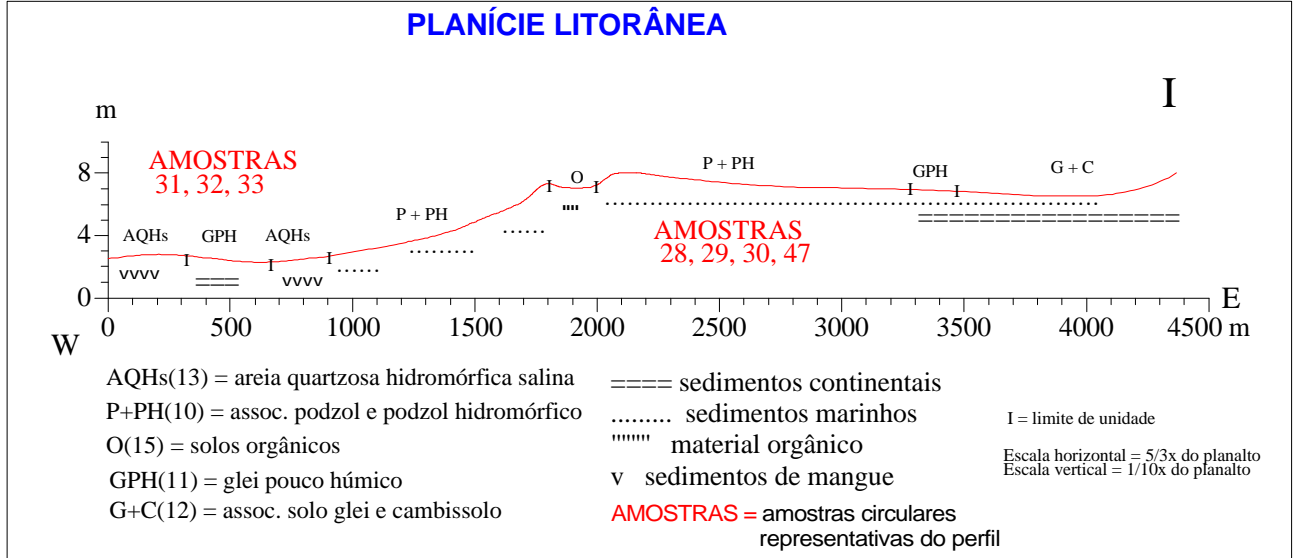


FIGURA 25: Perfil Pedotopográfico I (depressões na planície, terraços continentais, terraço marinhos, planície intertidal - mangue)

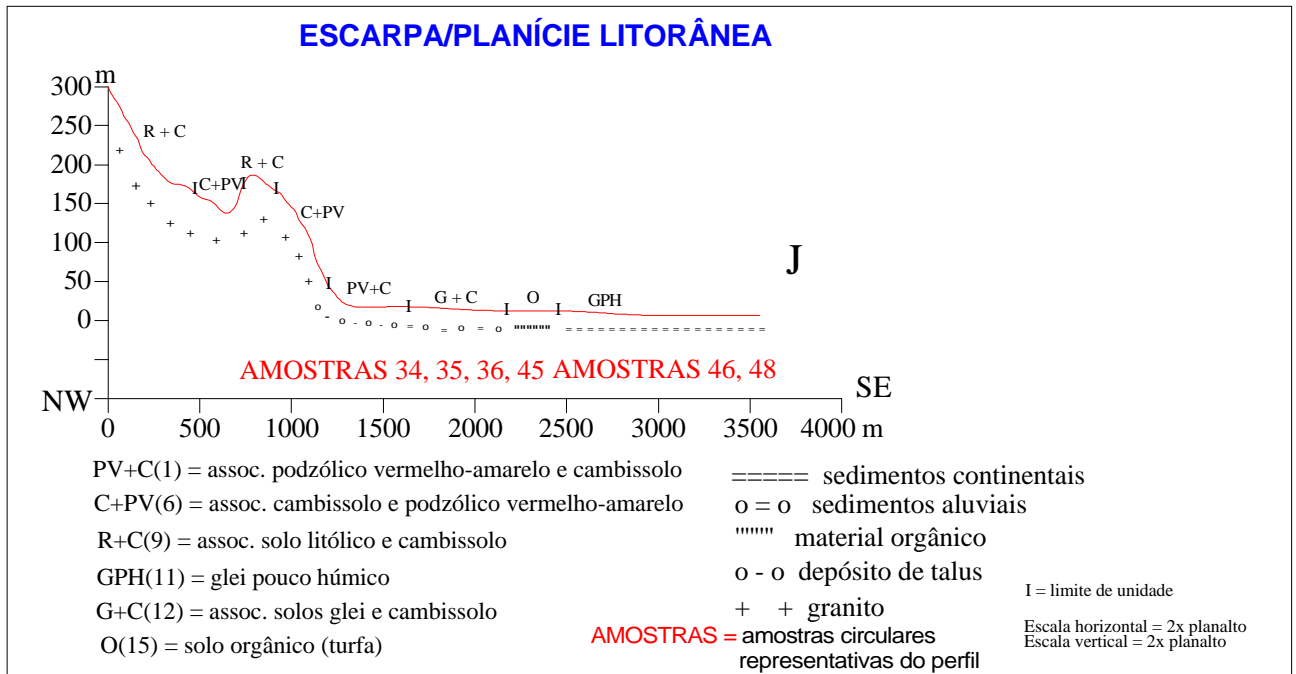


FIGURA 26: Perfil pedotopográfico J (médias e baixas vertentes da escarpa, planície alúvio/coluvionar e terraços continentais)

Unidade de mapeamento C+PV (6) associação Cambissolo e Podzólico Vermelho-Amarelo: ocorre na parte leste do planalto sobre substrato de granito/gnaise, em relevo moderadamente movimentado e acidentado de morros paralelos (altos e baixos) com topos convexos alongados e morros alongados altos e topos angulosos, dominantes na escarpa, sobretudo na parte central e a oeste, em relevo fortemente acidentado com declives acentuados sobre granitos. A vegetação no planalto é de mata de porte arbóreo médio, com copas emergentes e, epífitas e bromélias que se desenvolvem tanto no solo quanto nas árvores. Na escarpa, a vegetação de mata arbórea é alta a média, com copas emergentes, sub-bosque pouco denso e, epífitas e bromélias se desenvolvendo apenas nas árvores. Os perfis A, C, D e F representam essa unidade no planalto, em relevos de vertentes convexas declivosas e/ou íngremes e desníveis desde pequenos (menos de 50 m) a grandes (até 100 m). Nos topos e rupturas convexas fortes ocorrem os Solos Litólicos. Na escarpa os perfis **H** e **J** mostram essa unidade em encostas pouco regulares, declivosas com desnível de 400 m ou mais, vales bem encaixados, associada à unidade R+C nas partes mais altas. A prevalência do C sobre o PV indica dominância de solos mais rasos e, em consequência, vertentes menos regularizadas (aspecto mais rugoso).

Unidade de mapeamento GPH+PH (7) associação Gleissolo e Podzol Hidromórfico: ocorre a leste e oeste no planalto assente sobre sedimentos fluviais arenosos e seixosos, em relevo de morros paralelos com planícies fluviais, nas áreas aplainadas das várzeas, onde se desenvolve vegetação de mata de porte arbóreo/arbustivo baixo, sem copas emergentes, aparentemente relacionada ao excesso de umidade do solo. É representada em parte no perfil **B**, nos fundo de vales.

Unidade de mapeamento R+AF (8) associação Solo Litólico e Afloramento de Rocha: ocorre na borda do planalto a leste, assentes sobre granitos, em relevo movimentado e acidentado de morros alongados altos com topos angulosos e declives acentuados. Desenvolve-se aí, vegetação rasteira, esparsa denominada saxícola, composta por musgos, líquens e herbáceas. É representada no perfil **C**, em vertentes íngremes e desníveis de mais de 200 m.

Unidade de mapeamento R+C (9) associação Solo Litólico e Cambissolo: ocorrem nas altas e médias vertentes da escarpa assentes sobre granitos, em relevo movimentado e acidentado, de vertentes retilíneas a côncavas. A vegetação é de mata arbórea de porte médio a baixo sem copas emergentes e apresentando epífitas e bromélias apenas nas árvores. É representada em parte nos perfis **H** e **J**, em desníveis de mais de 300 m.

Unidade de mapeamento P+PH (10) associação Solo Podzol e Podzol Hidromórfico: apresenta inclusão de Areia Quartzosa Hidromórfica (AQH), ocorre na planície litorânea sobre sedimentos marinhos arenosos, em relevo plano de terraços, onde se desenvolve vegetação de mata de restinga higrófila arbórea de porte médio/alto com copas emergentes por vezes adensada. É representada em parte no perfil **I**.

Unidade de mapeamento GPH (11) constituída por unidade simples de Glei Pouco Húmico: ocorre na planície litorânea sobre sedimentos continentais siltico-argilosos, em relevo plano de terraços, onde se desenvolve vegetação de mata de restinga higrófila arbórea de porte médio/alto com copas emergentes por vezes adensada, influenciadas pelo menor ou maior encharcamento do solo. É representada em parte nos perfis **I e J**.

Unidade de mapeamento G+C (12) associação de Gleissolo e Cambissolo: ocorre na planície litorânea com sedimentos alúvio-colúvionares siltico-argilosos (planície fluvial), em relevo aplainado de terraços, onde se desenvolve vegetação de mata arbórea higrófila de porte alto a médio, sem indivíduos emergentes, em áreas sazonalmente inundadas. É representada em parte nos perfis **I e J**.

Unidade de mapeamento AQHs (13) constituída por unidade simples de Areia Quartzosa Hidromórfica salina: ocorre na planície litorânea sobre depósitos de sedimentos arenosos de mangue, em relevo plano, onde se desenvolve vegetação de mata especializada de mangue de porte arbóreo médio/alto. É representada em parte no perfil **I**.

Unidade de mapeamento A+G (14) constituída por associação de Solo Aluvial e Gleissolo: ocorre ao longo dos principais rios que cortam a planície litorânea sobre sedimentos fluviais, em relevo plano de terraços fluviais, onde se desenvolve vegetação de mata ciliar higrófila arbórea de porte médio/alto.

Unidade de mapeamento O (15) constituída por unidade simples de Solo Orgânico (turfa): ocorre na planície litorânea, em relevo de depressão (abaciado) de acúmulo de matéria orgânica, onde se desenvolve vegetação de mata especializada arbórea homogênea composta de caxeta e taboa. É representada em parte no perfil **I**.

•
• •

Em toda a bacia do Guaratuba, com seu clima quente e úmido sem estação seca, o desenvolvimento da vegetação processa-se o ano todo sem interrupção, razão por ser também, denominada floresta sempre verde. No planalto, as precipitações são adicionadas da umidade relativa persistente na atmosfera, elevada o ano todo, causada pelos nevoeiros. Nessas condições, há um fornecimento constante de matéria orgânica durante o ano, o que justifica os teores de carbono elevados em todas as unidades de solos estudadas. A decomposição desse material fornece humos ácido que concorre para o abaixamento do pH KCl ($< 4,0$), tornando os solos ácidos a muito ácidos. Umidade e matéria orgânica muito ácidas propiciam lixiviação intensa e causam liberação do alumínio, como se percebe na maioria dos perfis. Além disso, diversos perfis mostram que os teores mais altos de Al^{3+} coincidem com pH em KCl mais baixo, demonstrando o aumento de cargas positivas livres.

Ao mesmo tempo, essas condições não seriam favoráveis à migração de argila, mas sim, ao desenvolvimento de solos, principalmente no planalto e escarpa da Serra do Mar, com pouca distinção de horizontes. Além disso, as colorações mais amareladas e sempre com presença de algum mosqueado em subsuperfície, indicam grande hidratação dos perfis. Por outro lado, esses fatores influenciam também os solos hidromórficos, tanto do planalto quanto na baixada. Assim, a hidromorfia, tanto no sopé das colinas do planalto quanto na planície litorânea, propiciam o desenvolvimento de processos e mecanismos de transformação no meio pedológico.

A delimitação das unidades de mapeamento de solos seguiu a interpretação e análise conjunta dos dados, que mostram haver uma estreita relação entre a composição e caracterização dos solos com a drenagem, a vegetação, o relevo e a geologia. Ela não é coincidente em todos os casos, mas sim, complementa-se na delimitação das unidades de mapeamento (associação de classes de solos). Estas unidades variam conforme a predominância de um ou mais desses formadores da paisagem, revelando ser uma composição complexa entre esses elementos.

Assim, na análise da rede de drenagem separaram-se padrões relacionados aos diferentes tipos de solos. As características descritivas do padrão e a disposição dos traçados dos rios e vales indicaram principalmente, os solos rasos e solos condicionados pelo lençol de água.

Há também, uma estreita relação entre os solos e a cobertura vegetal natural, como mencionado por RIZZINI (1964), VELOSO (1966), CAMARGO et al. (1972), GOUVÊA (1975) e KLEIN (1984).

No planalto, essa relação entre os solos e a vegetação pode ser claramente identificada, onde as formações de campo e arbóreo baixo indicaram solos rasos, que limitam o crescimento radicular (FOTO 9), bem como a vegetação de porte arbustivo/arbóreo baixo que se desenvolve sobre solos influenciados pelos solos Gleis e Podzol Hidromórfico.

Quanto às formas de relevo e geologia, a presença dos pegmatitos, principalmente nas altas vertentes e topos do relevo de morrotes com topos aplainados e morros alongados, apresentaram solos Podzólicos rasos, Regossolos e Litólicos. A constituição mineralógica desses pegmatitos, rica em quartzo, é fator que responde pelo lento aprofundamento dos solos, propiciando à vegetação restrições quanto à profundidade efetiva de utilização e fertilidade, caracterizando estas zonas como cobertas por campos herbáceo-arbustivos (FOTO 10).

Na escarpa, os solos de menor profundidade estão localizados nas altas vertentes e topos dos principais interflúvios e refletem-se pela vegetação de porte mais baixo. Esses solos rasos ocorrem preferencialmente, em declividades muito acentuadas nas altas e médias vertentes (solos Litólicos). Por seu lado, os Cambissolos e Podzólicos (FOTO 11) estão associados a cones de dejeção (sedimentos colúvionares e depósitos de tálus) nas baixas vertentes, como assinalaram RADAMBRASIL (1983) e ROSSI & PFEIFER (1991a,b) em regiões similares e contíguas.

Na escarpa, associado à unidade Cambissolo e Podzólico observou-se a presença de Latossolo no extremo leste da bacia. Esses solos, não puderam ser cartografados e individualizados por fotointerpretação com segurança, pois situam-se em áreas restritas e ocupam as baixas e médias vertentes com vegetação de porte alto, heterogênea, em declives acentuados, podendo ser considerada exceção à unidade de mapeamento.

As maiores declividades dos morros do planalto e escarpas associam-se à presença de Cambissolos e solos Litólicos, indicando que a morfogênese pode ser mais intensa que a pedogênese.

Na planície litorânea, as formações vegetais paludosas (caxetal) indicam a presença de depressões, o excedente hídrico, a carência de oxigênio e o meio ácido, permitem a acumulação de matéria orgânica e o desenvolvimento de solos Orgânicos (turfosos) (FOTO 12). Nas matas ciliares, em zonas de inundação periódica, estão presentes os solos aluviais e Gleis enquanto nas formações de mangue, o excesso de sais e ação cíclica das marés e cheias dos rios, condicionam a ocorrência das areias quartzosas hidromórficas salinas.

Em posição pouco mais elevada, sobre sedimentos marinhos arenosos que permitem oxigenação e, ao mesmo tempo, condições de circulação de soluções, formam-se os Podzóis.

Por meio dos perfis pedotopográficos observa-se a distribuição e o arranjo das unidades de mapeamento de solos encontradas (associações de classes de solos). Assim, mostra-se o modelado do relevo das principais unidades morfológicas mapeadas e seus solos correspondentes, bem como o material geológico sobre os quais estão se desenvolvendo. Porém, na escala do mapa e na hierarquia categórica da classificação utilizada, não se diferenciam tipos genéticos de solos sob materiais de origem similares nos três compartimentos (granitos, gnaisses e colúvios de granitos, apesar dessas rochas serem ácidas e apenas o gnaisse conter, provavelmente, mais mica), como são os casos das associações de solos C+PV que ocorrem tanto no planalto, nas vertentes da escarpa, quanto nos sopés da escarpa e morros isolados da planície.

Esses fatos permitiram dar destaque a três casos nessa bacia: a relação existente entre os solos Podzol e Glei, no planalto e planície, entre o Podzol e o solo Orgânico na planície litorânea, e como se dá a passagem do sedimento continental para o marinho, que serão vistas posteriormente.

3.5.2.3 Pedotopossequências

Desenvolveram-se trabalhos de campo visando detalhar e caracterizar setores de unidades de mapeamento de solos, através de transectos topográficos em três áreas amostrais, sendo duas na planície litorânea (transecto 1 e 2, FOTO 13), indicados no perfil pedotopográfico **I** e uma na região do planalto (transecto 3, FOTO 14), indicado no perfil pedotopográfico **B**. A numeração dos perfis aqui é independente do mapeamento, anteriormente citados, e a nomenclatura dos horizontes indica a correspondência lateral entre eles nas diferentes tradagens.

A pedotopossequência 1, na planície litorânea, corresponde a um exemplo de sucessão de solos sobre cordões de origem marinha e a pedotopossequência 2 é um exemplo da zona de contato entre os dois tipos de sedimentos, continental e marinho.

PEDOTOPOSSEQUÊNCIA 1

A pedotopossequência 1 (FIGURA 27) foi estabelecida a leste da bacia, em relevo plano ligeiramente ondulado, em altitudes de 2 a 5 m, sobre cordão arenoso de um feixe de restinga (terraço marinho), sob vegetação de mata de restinga, exuberante e de porte elevado, testemunhado por remanescentes arbóreos com diâmetros superiores a 50 centímetros e altura de 25 metros. Na parte alta dos cordões arenosos, aparecem perfis de Podzol, como os da FIGURA 27, com horizonte A organo-mineral, escuro, raízes abundantes, sobre um horizonte E branco de areia lavada e espessura de cerca de 250 cm, passando rapidamente a um Bh arenoso, escuro, de acumulação de matéria orgânica. O horizonte superficial A1 é constante ao longo da seqüência, pontos T1.1, T1.2, T1.3, T1.8 e T1.4, assim como os horizontes subsuperficiais E e Bh, porém estes, com espessuras variadas. O Podzol ocupa toda a pequena vertente do cordão, até quase sua base, passando a solo Orgânico no fundo do espaço intercordões onde, inclusive, o lençol freático aflora, entre os pontos T1.7, T1.6 e T1.5, sendo o ponto T1.7 transicional Podzol/Orgânico e os pontos T1.6 e T1.5 exemplos de Solo Orgânico.

O Podzol (QUADRO 10) apresenta no horizonte superficial, pH ácido em KCl (cerca de 4,0), com teores baixos de soma de bases e saturação por alumínio elevada, tornando-o álico. No solo Orgânico, o pH 2,7 é muito ácido, o que poderia indicar um caráter tiomórfico, apesar de não terem sido determinados seus teores de enxofre. A soma de bases é mais elevada, assim como a capacidade de troca de cátions, em função da própria matéria orgânica (teor elevado). Esses valores elevados de bases no horizonte superficial do solo Orgânico podem ser atribuídos ao ciclo biológico e à reciclagem pela vegetação e baixo índice de mineralização. Os teores de carbono orgânico, entre 0 e 45 cm de profundidade no solo Orgânico (22,5%), junto com o material arenoso, apresentam textura sedosa, coloração escura (preto) e em superfície ainda, material fibroso. Esse teor é responsável pelos elevados valores de soma de bases (8,10 cmol_c/kg) e capacidade de troca e retenção de bases (67,4 cmol_c/kg), além de propiciar, por meio da atuação dos ácidos orgânicos, a disponibilização do alumínio (4,92 cmol_c/kg) e hidrogênio (54,5 cmol_c/kg).

Essa seqüência de solo Podzol/Solo Orgânico parece ser comum a estas regiões, QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965) já haviam assinalado sua ocorrência na Ilha de Santo Amaro na Baixada Santista.

O clima úmido e quente, aliado ao abundante fornecimento de matéria orgânica ácida sobre o material arenoso muito poroso dos cordões e feixes de restinga, propiciam a complexação do ferro com os compostos orgânicos, migração em profundidade e precipitação na zona de flutuação do lençol freático, originando os horizontes Bh/Bhs dos Podzóis.

A presença de material sedimentar arenoso amarelado, próximo à topossequência 1, que passa progressivamente a volumes brancos (perda progressiva de ferro e matéria orgânica), permite interpretá-lo como material de origem dos Podzóis. Em maiores profundidades (acima de 2 m), observa-se o início de acumulação do ferro e matéria orgânica, com formação de horizonte Bh espódico (FOTO 15, 16, 17 e 18), que pode inclusive, apresentar-se endurecido como um Ortstein (FOTO 19). Em áreas contíguas, encontra-se o horizonte Bh em diferentes profundidades (desde 0,50 até acima de 3,60 m), podendo indicar a variação do nível do lençol de água nos últimos milhares de anos.

Nas partes baixas entre os cordões, onde o lençol aflora, a matéria orgânica evolui muito lentamente em meio redutor, acumulando-se e originando solos até turfosos.

Os processos de formação do Bh/Bhs e do horizonte orgânico da depressão podem ter sido contemporâneos, indicando formações independentes, ou por outro lado, a localização da bacia orgânica, entre terraços marinhos, e a continuação da seqüência de horizontes incluindo o Bh, na outra vertente, mostrariam que o solo Orgânico, teria se desenvolvido posteriormente à formação do Podzol, porém, não foi possível observar em detalhe o espaço de 10 m entre os pontos T.1.4 e T.1.6 da seqüência 1, devido à presença do lençol freático, o que talvez permitisse esclarecer essa questão.

Por outro lado, em diversos pontos da planície de sedimentação marinha observaram-se vários níveis de Bh, parecendo indicar diferentes momentos de formação, relacionados a outros níveis de lençol freático. Algumas acumulações de húmus e compostos de ferro apresentam-se endurecidas (ortstein), como nas proximidades da topossequência 1 a cerca de 4 m de profundidade: representariam momentos de forte migração e precipitação de complexos humo-férricos, processos mais intensos de Podzolização e/ou maior estabilidade climática e de nível do mar.

Assim, a deposição do material arenoso marinho da última transgressão formou terraços com cordões com águas nas partes baixas. Com a regressão, o lençol de água deve ter baixado progressivamente e o material poroso e o abundante fornecimento de matéria orgânica ácida, propiciaram a migração desta e de compostos de ferro, que precipitaram no contato com o lençol, na zona de sua flutuação, levando à formação do horizonte Bh/Bhs enquanto nas áreas deprimidas intercordões, acumulava-se matéria orgânica sob água.

PEDOTOPOSEQUÊNCIA 2

A pedotoposequência 2 (FIGURA 27) foi localizada a leste da bacia, em relevo plano microondulado, no contato entre os terraços marinhos, pouco mais elevados topograficamente, e os depósitos aluviais continentais. Ela é transversal ao limite entre os sedimentos marinhos arenosos, com perfis de Podzol similares aos da seqüência anterior, e os sedimentos continentais siltico-argilosos, com perfis de solo Glei. A vegetação sobre os solos podzois, apresenta-se como mata arbórea de porte elevado, exuberante com sub-bosque denso, enquanto sobre os solos Glei, torna-se mais esparsa, pouco mais baixa e com pouco sub-bosque, provavelmente, devido à constante presença do lençol de água aflorante.

Os Podzóis, tal como na pedotoposequência anterior, apresentam horizonte superficial A arenoso com 5 a 10 cm de espessura, escuro, sobre horizonte E claro também arenoso e extremamente lavado e espessura de 70 a 95 cm, seguido abruptamente de horizonte de acumulação humo-férrico (Bh), também escuro e arenoso. Esta seqüência é constante entre os pontos T2.6 e T2.3 em uma distância aproximada de 80 m.

O Podzol apresenta (QUADRO 11) em superfície, pH ácido (3,7) em KCl, soma de bases baixa (1,04 cmol_c/kg) e, H⁺ e Al³⁺ elevados, compatíveis com o pH. O teor de carbono orgânico, em torno de 1,2% é responsável pela capacidade de troca de bases em torno de 10 cmol_c/kg, devido ao material ser composto basicamente por areias que pouco contribuem para o valor T. A saturação por alumínio (30%) não é considerada alta, tendo o solo assim, apenas caráter distrófico, como ocorre com o horizonte diagnóstico subsuperficial Bh.

O solo Glei apresenta quantidade grande de mica em todo o perfil. O horizonte superficial A siltico-argiloso é contínuo nos quase 90 m de extensão observados (pontos T2.1, T2.2, T2.4 e T2.5), sendo seguido por diversos horizontes siltico argilosos com atributos de cor (mosqueamento e cores neutras) indicativos de hidromorfia intercalados por camadas descontínuas de material orgânico. A sucessão desses horizontes e camadas é complexa, como mostra o ponto T.2.2, um horizonte superficial A, organo-mineral escuro, passa progressivamente a um 2 Cg, Gleisado com coloração clara e mosqueamento; a cerca de 40 cm, aparece um primeiro horizonte escurecido de matéria orgânica 3 Ob, de 40 cm, sobre o horizonte 4 Cg, esverdeado e mosqueado; entre 180 e 240 cm observa-se um horizonte preto, francamente turfoso 5 Ob e, abaixo, outro 6 Cg Gleisado e esverdeado. Os horizontes superficiais A e 2 Cg apresentam continuidade lateral em toda a extensão observada. O QUADRO 11 apresenta os dados analíticos dessa seqüência e mostra que os solos são álicos, com elevados teores de saturação por alumínio, enquanto a soma de bases é

baixa, tendo muitas vezes certa contribuição do sódio. Os teores de carbono orgânico alcançam valores altos mesmo em profundidade, o que comprova a presença de diversas fases de acumulação.

A zona de contato entre o material essencialmente marinho arenoso e o siltico-argiloso continental ocorre em uma distância de aproximadamente 40 m, entre os pontos T2.2 e T2.3, tendo o material continental se sobreposto ao marinho de forma abrupta. Próximo ao contato com a formação marinha observa-se um depósito de cascalhos com matriz arenosa, em forma de bolsa, abaixo do horizonte 2 Cg e que corta, inclusive, o horizonte turfoso 5 Ob, porém não o 6 Cg. Além disso, os horizontes orgânicos 3Ob e 5Ob, não se estendem lateralmente, não atingindo o ponto T2.1. O QUADRO 11 mostra a composição desse material nos pontos T2.5 e T2.4, que quimicamente é muito similar ao descrito no ponto T2.2.

É possível estabelecer uma seqüência de eventos da deposição continental: na base, a presença de sedimento flúvio-lacustre, siltico-argiloso (6 Cg) representa uma primeira fase de deposição, com o horizonte turfoso enterrado (5Ob), que indica período de certa estabilidade, sob forte hidromorfia (lençol permanentemente aflorante), permitindo a acumulação de matéria orgânica em ambiente francamente redutor. A seguir, volta a se processar nova deposição flúvio-lacustre (4 Cg) que termina com nova fase de estabilidade e formação de horizonte orgânico pouco espesso (3 Ob). Condições de corrente fluvial com grande competência, provocam o entulhamento do conjunto e a deposição dos seixos (cascalho) a partir da base do horizonte 4 Cg. A seguir, retornam condições flúvio-lacustres mais tranquilas (deposição 2 Cg) e estabilização, ocorrendo a formação do solo atual com perfil O/A/Cg.

O perfil T2.5, por outro lado, mostra o solo Glei com horizonte A siltico-argiloso sobre, sucessivamente, um horizonte Glei mais arenoso (2 Cg) e outro com maiores teores de silte e argila (4 Cg), superpostos a um horizonte E branco de areia lavada e Bh escuro (acúmulo de matéria orgânica) do solo Podzol. A granulometria, além disso, mostra claramente a superposição entre sedimento continental/areias marinhas. Na parte superficial (A, 2 Cg e 4 Cg), a areia fina oscila entre 27 e 40%, enquanto abaixo, E e Bh são respectivamente de 91 e 79%, valores equivalentes aos do Podzol (T2.3) do qual são o prolongamento: também os valores de argila e silte são muito mais elevados nos horizontes superiores, equivalentes aos do Podzol nos horizontes inferiores.

Quimicamente, o horizonte superficial apresenta maiores teores de matéria orgânica (3,4 a 4,8%) do que os perfis de Podzóis (1,2%), conseqüentemente, maior acidez (pH=3,7) e saturação por alumínio mais elevada. Com relação ao horizonte subsuperficial Bh, este comporta-se muito similarmente ao Podzol imediatamente ao lado (perfil T2.3). Essas diferenças podem ser

interpretadas como devido a três motivos: acúmulo de material vegetal, hidromorfia em superfície e teor de argila maior, nos solos Gleis.

A configuração desse contato, com a areia fina marinha e os horizontes Bh abaixo do sedimento continental, demonstram que os sedimentos arenosos do feixe de restinga são anteriores aos siltico-argilosos continentais (ponto T2.5), criando condições para que ocorram em uma depressão à sua retaguarda. Serviram de amarração aos antigos feixes de restinga, os morros isolados a leste, e os antigos costões a oeste, (FOTO 20). Na retaguarda, amplos espaços lagunares foram progressivamente preenchidos por sedimentos trazidos pelos rios que aí desembocavam. Os ciclos de assoreamento da antiga depressão lagunar foram localmente interrompidos por um momento de entalhamento fluvial, que seccionou as diversas camadas e horizontes de material siltico-argiloso e preencheu, posteriormente, com cascalhos e areias grosseiras entulhando esse antigo leito.

A presença de micas nesses sedimentos testemunharia a ocorrência de material não muito alterado nas áreas fontes, mesmo hoje em dia. Os solos das escarpas contém com frequência esses minerais, não sendo a presença deles, por si só, indicadora de condições climáticas especiais.

Restaria saber se haveria alguma relação entre esse horizonte Bh e o turfoso 5 Ob que, como indica a FIGURA 21, encontra-se hoje em profundidades similares, ou seja, o prolongamento da linha de ocorrência de um é coincidente à linha de formação do outro. Se essa relação existe seria indicadora da formação daquele horizonte contemporaneamente ao orgânico da várzea e, em consequência, um nível de mar mais baixo (cerca de 2m). Entre o ponto T2.5 e o ponto T2.3, há uma leve depressão com água aflorante, o que dificultou as observações pelo trado. Assim, a continuidade desse horizonte indicado na figura, ainda é hipotética, e seria necessário aprofundar as observações.

O detalhamento do espaço de cerca de 30 m entre os pontos T.2.2 e T.2.5 definiria com maior exatidão o contato entre os sedimentos marinhos e continentais, e as eventuais relações entre os horizontes Bh e 5 Ob, e a configuração mais exata da bolsa de cascalho. Tais questionamentos, poderão ser melhor esclarecidos com a determinação das idades absolutas, sobretudo com carbono 14, permitindo situar no tempo os eventos, relacionados aos diferentes níveis orgânicos soterrados nos solos Gleis e nas bacias orgânicas.

O conjunto das observações efetuadas permite mostrar que:

1. as formações marinhas arenosas antecederam a sedimentação continental, criando condições para que ocorresse em depressão à retaguarda do feixe de restinga;

2. a evolução pedológica do tipo Podzol, com a formação de um horizonte Bh, iniciou-se quando o nível do lençol freático encontrava-se mais baixo (provavelmente em uma fase de regressão marinha) e, talvez, contemporâneo da formação do horizonte turfoso de paleovárzea brejosa (5 Ob);

3. posteriormente, houve o soterramento do horizonte turfoso por nova sedimentação siltico-argilosa e nova pausa, que permitiu a formação de pequeno horizonte orgânico (3 Ob);

4. contemporaneamente ou pouco posterior, ocorre escavação de um canal fluvial cujos sedimentos seixosos indicam competência de transporte, energia mais elevada (atividade torrencial); e,

5. finalmente, uma última sedimentação recobre esses testemunhos, com a pausa atual que permite a evolução do horizonte A.

•
• •

Tanto na toposseqüência 1 como na 2 (QUADROS 10 e 11), os solos Podzóis mostram-se arenosos, normalmente compostos por areias finas de origem marinha, com baixíssimos teores de silte e argila, enquanto para os solos Gleis da seqüência 2, os valores se invertem, sendo o silte e a argila os elementos dominantes na granulometria, aliás, as micas aqui presentes devem ser as responsáveis pelos teores mais elevados de bases trocáveis no solo.

Nota-se, assim, que os tipos de solo encontrados relacionam-se ao material onde se desenvolvem. Sobre os sedimentos arenosos de origem marinha, encontram-se Podzóis e, nos cordões dos feixes de restinga, uma sucessão Podzol/Solo Orgânico, tal como QUEIROZ NETO & KÜPPER (1965) haviam assinalado na Baixada Santista e de modo similar ao descrito por BOULET (1988) na Guiana Francesa. Os Gleis ocorrem sobre os sedimentos continentais de textura siltico-argilosa, com horizontes orgânicos enterrados e uma bolsa de seixos rolados de natureza fluvial.

As sensíveis diferenças entre sedimentos continentais e marinhos dizem respeito à textura, siltico-argilosa, areno-argilosa, siltico-areno-argilosa dos primeiros, contendo micas, e essencialmente arenosas do segundo, como indicado na FIGURA 27; ao micro relevo, praticamente plano no primeiro caso e fortemente microondulado, correspondendo à seqüência de antigos cordões de restinga, no segundo caso; e à posição do lençol freático, aflorante ou subaflorante, sobre todo o depósito continental e apenas nas partes baixas entre os cordões arenosos dos terraços marinhos.

PEDOTOPOSSEQUÊNCIA 3

A pedotopossequência 3 mostra uma transformação de Podzol em Glei (FIGURA 28) no planalto, tendo sido observada na estrada que acompanha os dutos que levam as águas da barragem elevatória do rio Guaratuba para o rio Claro, em vale de afluente do rio Guaratuba. A estrada acompanha o terço inferior da vertente que detalha parte do perfil pedotopográfico **B** no compartimento de morros paralelos com planícies. Mostra uma sobreposição de diferentes materiais, inicialmente areias com matéria orgânica, sobre camada de seixos rolados de diversos diâmetros, assentada sobre material fino siltoso e micáceo de alteração do gnaiss, por vezes interpenetrado por matéria orgânica e ferro de migração. Essa seqüência ocorre sob vegetação de mata com indivíduos arbóreo-arbustivo de porte baixo a médio (FOTO 21). Foi observada em aproximadamente 450 m de extensão e apresenta sucessivas passagens de solos Podzol para solo Glei.

A FIGURA 28 mostra o horizonte superficial A comum a toda a seqüência, abaixo da superfície, nível de seixos em quase toda a extensão da seqüência e à esquerda, espessa-se e bifurca-se até atingir a parte central. Abaixo segue outro nível, mais estreito e de seixos pequenos, terminando com uma lente seixosa isolada, na parte basal, aparentemente de deposição fluvial, denotando um terraço (planície fluvial suspensa), que sofreu processo de deposição de baixa seleção (areia grossa, cascalho fino e grosso). Em sua base, exceção à lente seixosa isolada, aparece a rocha alterada de estrutura conservada (Cr), material fino siltoso com minerais primários (mica e feldspato). Sobre esse material, sucedem-se lateralmente, perfis de PH e GPH. Abaixo do horizonte A e acima do Cr, alternam-se lateralmente, sucessão de seqüências verticais de horizontes E/Bh/Bs/Cg dos Podzóis e Cg dos Glei. Em superfície, os dados analíticos (granulometria e química) são muito similares. Os horizontes subsuperficiais correspondentes do solo Podzol e do solo Glei, possuem dados granulométricos muito semelhantes, o que pode indicar material originário também similar. Os Podzóis por vezes, apresentam diversas camadas de acúmulo de matéria orgânica intercaladas por horizontes de iluviação E (como entre os perfis T3.20 e T3.28 - FOTO 22).

O perfil de Podzol (T3.28) apresenta horizonte A superficial areno-argiloso escuro que passa a um horizonte de máxima perda E mais claro, apesar de ainda escuro, areno-argiloso com cascalho fino, que passa para o Bh com matéria orgânica iluviada, ainda sobre o cascalho grosseiro. Abaixo deste, nova formação de horizonte E também com cascalho, porém em matriz arenosa e sobre outra concentração de matéria orgânica e ferro, formando horizontes Bhs endurecidos (ortstein) sobre Bh e Bs. Por fim, encontra-se o horizonte Cr, alteração do gnaiss.

O perfil T3.28A, dois metros adiante do T3.28 e desenvolvido sobre o mesmo material, apresenta horizonte superficial escuro areno-argiloso, similar ao do Podzol. Seguem-se diversos horizontes Cg, que variam pela presença de cascalho de diversos tamanhos e coloração, assente sobre o mesmo horizonte Cr de alteração do gnaíse. Os perfis T3.35 e T3.35A são similares, porém com interpenetração de matéria orgânica no material alterado do gnaíse.

O QUADRO 12 caracteriza esses Podzóis que, apesar de arenosos, possuem teores mais expressivos de argila e silte do que os encontrados na planície litorânea, devido às diferenças entre seus materiais de origem. As diferenças de granulometria entre o Glei do planalto e da planície litorânea são menores.

Os dados analíticos da passagem Podzol/Glei pontos T.3.28 e 28A (QUADRO 13) mostram que os teores de argila dos horizontes do Podzol são mantidos na passagem para o Glei (10-12%), exceção ao Bhs e Bh (18%) que, lateralmente passam a 14% nos Cg. Essa discriminação do teor de argila é acompanhada pela do ferro total que, no Bhs (ortstein) é de 8% e chega a 20% no Bs, passando nos horizontes correspondentes do Glei (Cg4) a 1,6/2,0%. Esse fato mostra que o aumento da hidromorfia provoca o rápido desaparecimento dos horizontes ferruginosos, sendo testemunhado por fragmentos de ortstein, em continuidade a esses níveis endurecidos, no interior da massa Gleizada. Nos Bh, ocorre também declínio do carbono total em direção à Gleização. Os dados químicos mostram-se homogêneos para ambos os solos, com pH ácido e muito próximos (pH em H₂O de 4,2 a 4,5), a soma de bases apresenta-se baixa, com teores inferiores a 1,0 (valor S de 0,3 a 0,75) e capacidade de troca também baixa. O Al trocável é elevado e aumenta nos horizontes organo-minerais do Podzol, com óbvio aumento da saturação, sendo característica constante em toda a bacia do Guaratuba, porém são mais altos nos Podzóis. Os teores de ferro total podem ser expressivos nos horizontes de acumulação Bhs e Bs, dos Podzóis. Em alguns perfis do Glei, encontramos alguma concentração desse elemento, no horizonte Cg e Cr, em valores e profundidades aproximadas aos do Bhs e Bs, indicando uma certa permanência desse elemento apesar do avanço da hidromorfia, porém os valores são muito homogêneos para ambos (Fe% de 0,2 a 0,7 exceção aos citados acima). Portanto, solos ácidos com forte atuação do alumínio livre, porém com teores de ferro total baixos, apesar da verificação em campo de sua migração e concentração.

O excesso de água, a posição elevada do material cascalhento, paralela ao fundo do vale, e sua composição de seixos de quartzo/quartzito rolados, leva a propor, origem de deposição fluvial em antiga várzea, hoje suspensa como terraço. A morfologia desta seqüência mostra a invasão da hidromorfia sobre os horizontes do Podzol (mosqueado crescente nessa direção, até Gleização integral), que se processa desigualmente, na base (2Cg sobre Bh/2E) e por línguas (3Cg sobre 2Bh/Bs), desagregando a crosta de ferro e de matéria orgânica (FOTO 23) e reduzindo-as, notado nos volumes brancos, acinzentados e amarelados interpenetrando e desagregando os volumes vermelhos (ferro) e pretos (matéria orgânica) através de fissuras ou zonas de contato, por baixo e por cima das crostas, como observado nos Pontos T3.28 e T3.28A. A hidromorfia, por meio dos volumes cinza, desagrega a matéria orgânica destruindo a camada de ortstein pelas linhas de penetração de água, sendo as camadas ferruginosas pouco mais resistentes à desagregação que as de matéria orgânica, testemunhado por fragmentos de ortstein, em continuidade a esses níveis endurecidos, no interior da massa Gleizada. Neste caso, a matéria orgânica ácida em abundância auxilia a mobilização do ferro. Essa Gleização é pronunciada próximo aos canais de drenagem (D), sobretudo à direita. Nos Bh, ocorre também declínio do carbono total em direção à Gleização.

Assim, o Podzol subsiste nas porções melhor drenadas, devendo ter se formado em condição climática mais seca, distinta da atual, pois não ocorre em outras posições da vertente e topo ou seja, necessitaria da oscilação de lençol e oxigenação para a precipitação e acumulação do ferro e matéria orgânica, portanto um páleo-pedoclima. Quando a condição de umidade aumenta, possibilita-se a formação do Glei e a destruição do Podzol (situação atual). O detalhamento dessas zonas de transformação pela hidromorfia, parece ser importante na definição exata dessa evolução.

Além disso, várias camadas de acumulação de ferro e matéria orgânica mostram diferentes níveis de lençol da superfície para baixo, sendo destruídas conforme a migração da matéria orgânica ácida, como no Ponto T3.20. Assim, definiu-se que a evolução do solo Glei é dependente da drenagem (FOTO 24), enquanto a do solo Podzol depende também da disponibilidade de matéria orgânica, porosidade e sua diferenciação (migração e acúmulo); assim encontra-se em zona mais alta e melhor drenada (FOTOS 25 e 26).

Desta forma, os solos devem ter se desenvolvido indiferentes às modificações dos materiais (seixos e gnaisses) mas dependentes dos ambientes sucessivos, relacionados à presença de vegetação florestal densa (matéria orgânica ácida) e de clima quente e úmido, provavelmente com estação seca no início (formação do Podzol) seguido de clima sem estação seca (maior umidade-Gleização).

3.6 AMOSTRAS CIRCULARES

A bacia do Guaratuba

A análise das amostras circulares busca identificar sistemas semelhantes, facilitando o mapeamento dos recursos naturais, sendo usualmente utilizado no levantamento e mapeamento geológico e pedológico, diminuindo o número de observações e coleta de solos no campo. Aqui foi utilizada para definir zonas homogêneas com sistemas ou associações de solos, devido às dificuldades de acesso à área.

Como critérios para situar as amostras circulares utilizou-se o de similaridade quanto aos atributos, principalmente em função dos compartimentos morfológicos, buscando áreas o mais homogêneas possível, conforme descrito nos métodos de trabalho. O sistema de perfis pedotopográficos contribuiu para a distribuição das amostras, uma vez que permitiu visualizar os diferentes elementos, buscando essa maior homogeneidade de solos.

A aplicação do método de amostragem circular permitiu quantificar e qualificar a rede hidrográfica por meio de medição e análise de rios da FIGURA 29, com localização indicada na FIGURA 04. Os resultados da análise quantitativa são observados nas TABELAS 04 a 09.

Em um primeiro momento, com as amostras de 1 a 36, foram efetuadas análises de agrupamento através dos dados brutos, porém isoladamente, de número, comprimento de rios, comprimento médio de rios, frequência, densidade e razão de textura.

Em um segundo momento, além de aumentar o número de amostras estudadas, passando para 48, os dados foram transformados em índices e estudados em conjunto: número, comprimento, comprimento médio, formas de relevo, declive, geologia e vegetação, aplicando-se a análise de agrupamento de Cluster com 14 classes, pelo método da variância mínima. Foram excluídos do teste os índices derivados do número e comprimento de rios, pois estes são função de divisões por constantes, o que daria um peso maior àqueles elementos. Esta segunda etapa buscou melhorar os resultados de agrupamento encontrados na primeira, tornando os delineamentos de solos mais homogêneos.

TABELA 04: número de rios das amostras circulares, por ordem de ramificação

		ORDEM/NÚMERO DE RIOS							TOTAL
	AMOSTRA	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	
PLANALTO	1	30	7	2	1				40
	2	28	5	2	0				35
	3	33	8	2	1				44
	4	25	5	1	0				31
	5	24	7	1	0				32
	6	18	5	1	1				25
	7	23	6	2	1	0	1		33
	8	46	10	2					58
	9	32	10	3	1				46
	10	38	12	5	1				56
	11	42	8	3	1				54
	12	36	7	2	1	1			47
	13	61	7	1	0	1			70
	14	33	7	1	1	2	1		45
	15	34	16	3	2				55
	16	30	7	2					39
	17	20	9	1	1				31
	18	16	6	1					23
	37*	9	2	1	1				13
	38*	17	6	1	1				25
39*	18	7	1					26	
40*	29	10	2	1				42	
41*	34	10	3	1				48	
	Média								40
ESCARPA	AMOSTRA	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	TOTAL
	19	21	5	3	1				30
	20	32	6	2	1				41
	21	31	4	2					37
	22	10	2	1					13
	23	12	3						15
	24	5	2	1					8
	25	7	1	4	2	1			15
	26	8	4	3	2	0	1		18
	27	17	5	4	2				28
	42*	20	5	3	2				30
	43*	20	5	1					26
	44*	12	3						15
	Média								23
PLANÍCIE LITORÂNEA	AMOSTRA	1 ^a	2 ^a	3 ^a	4 ^a	5 ^a	6 ^a	7 ^a	TOTAL
	28	3	2						5
	29	4	1						5
	30	3	2						5
	31	1	0	0	1	1			3
	32	2	1	0	0	0	0	1	4
	33	2	0	0	1	0	0	1	4
	34	3	1	1	0	1			6
	35	5	1	2	0	0	1		9
	36	11	3	2	0	1			17
	45*	6	3	0	0	1			10
	46*	1	0	0	0	1			2
47*	2	2	1					5	
48*	2							2	

* Amostras que entram na análise apenas na Segunda etapa.

*Amostras que entram nas análises apenas na segunda etapa.

* Amostras que entram nas análises apenas na segunda etapa.

TABELA 07: Características quantitativas do padrão de drenagem e as classes de textura topográfica das amostras circulares

CARACTERÍSTICAS OBSERVADAS/COMPARTIMENTO					
	AMOSTRA	FREQUÊNCIA	DENSIDADE	RAZÃO DE TEXTURA	CLASSE TEXTURAL
PLANALTO	1	80	9	16	FINA
	2	70	7	14	MÉDIA
	3	88	7	18	FINA
	4	62	6	12	MÉDIA
	5	64	7	13	MÉDIA
	6	50	7	10	MÉDIA
	7	66	8	13	MÉDIA
	8	116	8	23	FINA
	9	92	8	18	FINA
	10	112	10	22	FINA
	11	108	10	21	FINA
	12	94	9	19	FINA
	13	140	11	28	FINA
	14	90	10	18	FINA
	15	110	9	22	FINA
	16	78	8	16	MÉDIA
	17	62	7	12	MÉDIA
	18	46	6	9	MÉDIA
	37*	26	6	5	GROSSEIRA
	38*	50	9	10	MÉDIA
	39*	52	8	10	MÉDIA
40*	84	8	17	FINA	
41*	96	12	19	FINA	
ESCARPA	19	60	9	12	MÉDIA
	20	82	11	16	FINA
	21	74	9	15	MÉDIA
	22	26	7	5	GROSSEIRA
	23	30	7	6	GROSSEIRA
	24	16	6	3	GROSSEIRA
	25	30	6	6	GROSSEIRA
	26	36	7	7	MÉDIA
	27	56	9	11	MÉDIA
	42*	60	12	12	MÉDIA
	43*	52	8	10	MÉDIA
44*	30	6	6	GROSSEIRA	
PLANÍCIE LITORÂNEA	28	10	3	2	GROSSEIRA
	29	10	4	2	GROSSEIRA
	30	10	4	2	GROSSEIRA
	31	6	4	1	GROSSEIRA
	32	8	3	2	GROSSEIRA
	33	8	5	2	GROSSEIRA
	34	12	6	2	GROSSEIRA
	35	18	5	4	GROSSEIRA
	36	34	7	7	MÉDIA
	45*	20	6	4	GROSSEIRA
	46*	4	2	1	GROSSEIRA
47*	10	4	2	GROSSEIRA	
48*	4	2	1	GROSSEIRA	

* Amostras que entram na análise apenas na segunda etapa

Primeira Etapa: análise das características da rede de drenagem

Na primeira etapa, os valores brutos classificados pelo método de Cluster, permitem separar o planalto da planície litorânea, enquanto a escarpa mistura-se sobretudo com o planalto. É interessante notar, que determinadas amostras saem muito da classificação para todos os itens analisados, sendo sempre as mesmas, 36, 19, 20, 21, 27, 6 e 18. A amostra 36 situada na planície fluvial nos sopés da escarpa, confunde-se com a amostra 27 que representa o material colúvionar da escarpa. De certa forma, isso é de se esperar, pois esses materiais mesclam-se no contato entre baixa vertente e planície litorânea. Podemos deduzir que algumas amostras do planalto estariam localizadas provavelmente sobre material originário semelhante ao da escarpa e por isso os dados se assemelham, o que definiria sistemas pedológicos também semelhantes.

Analisando os índices isolados, obtidos por compartimento (planalto, escarpa e planície litorânea) FIGURA 29 e TABELA 04, observa-se que apenas o número de rios e os índices correspondentes individualizam certos agrupamentos, de formas de relevo e de solos, através de sua média e definem áreas dentro de cada compartimento (unidades).

As unidades que ocupam o planalto apresentam elevado número de rios de 1ª ordem de ramificação, semelhantes apenas a uma série de amostras das altas vertentes da escarpa; isto se deve, em grande parte, aos intensos fraturamentos observados nesses compartimentos.

O número de rios na planície litorânea é bem menor que os outros compartimentos, exceção à planície fluvial (amostras 34, 35 e 36), bem separada das demais, em função do maior número apresentado, 10,67 em média. As formas de terraços marinhos (amostras 28, 29 e 30) apresentam média de 5 rios, em geral de 1ª e 2ª ordens; as amostras localizadas no mangue (31, 32 e 33) apresentam média de 3,67 rios, em geral, de ordem mais elevada (4ª, 5ª e 7ª). Nesses casos, o número de rios e a ordem de ramificação estão agrupando formas de relevo e associações de solos, exceção feita às planícies fluviais, que se apresentaram também como na escarpa, não uniformes.

Quanto aos índices, com base no comprimento (TABELA 05), agrupam amostras individualizando-as, porém sem identificar compartimentos de relevo ou de solos, não separando categorias distintas, como por exemplo: comprimento de rios no planalto,

agrupa as amostras 1, 2, 3, 4, 5, 6, 16, 17 e 18, 7, 8, e 9, e 10, 11, 12, 13, 14 e 15, não respeitando os elementos estudados.

As observações de comprimento médio de rios (TABELAS 06) também não satisfazem completamente uma diferenciação de unidades de solos, sendo necessária a observação conjunta com outros parâmetros para boa individualização.

A TABELA 07, apresenta os dados quantitativos do padrão de drenagem e as classes de textura topográfica para as amostras do planalto, escarpa e planície litorânea e a TABELA 08, as médias por compartimento.

No plano geral, para todas as amostras (TABELA 08), a frequência de rios diferencia bem amostras de compartimentos distintos, com média de 80 para o planalto, 46 para a escarpa e 12 para a planície, individualizando os grandes compartimentos de formas de relevo. Porém, analisando os dados para a individualização de subcompartimentos, algumas amostras da escarpa agrupam-se às do planalto, com valores muito próximos, não sendo satisfatórios.

Da mesma forma, a razão de textura separa os compartimentos, indicando para o planalto o índice 15,9 para a escarpa 9,08; e, para a planície litorânea 2,46 mas, isoladamente, não diferencia subcompartimentos do relevo e unidades de mapeamento de solos.

Considerações sobre a primeira etapa:

A média calculada desses índices (TABELA 08), mostra que é possível distinguir os compartimentos, à exceção da densidade de drenagem e do comprimento total, que não separam planalto da escarpa. Esses últimos parecem refletir apenas as principais litologias, rochas ígneas e metamórficas no planalto e escarpa, e, de sedimentares e sedimentos na planície litorânea. As outras médias, frequência, razão de textura e número de rios das amostras do planalto são superiores aos índices da escarpa e destas, maiores que as da planície litorânea, ao passo que, nas do comprimento médio essa relação se inverte. Assim, deve-se supor que tais índices refletem outros fatores além dos litológicos, como será visto mais adiante.

Na TABELA 08 observa-se que o número de rios individualiza os compartimentos com valores médios de 40 para o planalto, 23 para a escarpa e 6 para a

planície litorânea; a análise de agrupamento de Cluster apresenta este índice, como bom indicador na separação das amostras do planalto e da planície. Porém, as amostras da escarpa, ora agrupam-se com as do planalto (amostras 1, 2, 16, e 18), ora com as da planície (amostra 36), indicando uma provável homogeneidade de material de origem (granitos com relação ao planalto e cones de dejeção para a planície). Esses materiais parecem estar ocorrendo de forma contínua entremeando os grandes compartimentos. As amostras do planalto que se agrupam com as da escarpa estão sobre sistemas pedológicos semelhantes, solos Litólicos, Cambissolos e Podzólicos rasos, porém, sobre compartimentos morfológicos distintos.

TABELA 08: Médias dos índices estudados por compartimento

MÉDIAS	PLANALTO	ESCARPA	PLANÍCIE
NÚMERO	40	23	6
COMPRIMENTO	4,11	4,00	2,14
COMPRIMENTO MÉDIO	0,10	0,17	0,36
DENSIDADE	8,26	8,08	4,23
FREQUÊNCIA	80	46	12
RAZÃO DE TEXTURA	15,19	9,08	2,46

Assim, o número de rios individualiza os solos dentro dos compartimentos, enquanto a frequência de rios e a razão de textura individualizam apenas os grandes compartimentos de formas de relevo, mas não as unidades de solo. Já a classe de textura topográfica, não individualiza os compartimentos, como observaram vários autores para outras regiões (FRANÇA, 1968; MARCHETTI, 1969; CARVALHO, 1977; PFEIFER, 1984; e ROSSI et al., 1991b). A densidade de drenagem também não separa os compartimentos com segurança, seja quanto aos solos ou às formas de relevo, ao contrário dos resultados encontrados por PFEIFER (1984) e ROSSI et al. (1991b).

Com relação aos índices baseados no comprimento de rios, os resultados equiparam-se aos apresentados por CARVALHO (1977 e 1981), PFEIFER (1984) e ROSSI et al. (1991b), cujas amostras também se agrupam, sem diferenciar sistemas pedológicos. Essa pouca expressividade pode ser atribuída à semelhança litológica ao nível do

reconhecimento efetuado, sendo eficiente a separação para material sedimentar em contraposição aos demais.

Esses resultados conduzem a concluir de um lado, que os materiais originários dos diferentes compartimentos são similares, e de outro, que os sistemas ou associações de solos são análogos e possuem relação infiltração/deflúvio muito semelhante, tornando aparentemente os dados extraídos da rede de drenagem, aproximados.

Com relação à individualização de subcompartimentos formados por associações do mesmo tipo de solo, estas amostras circulares não conseguem distingui-las. Isso pode ser explicado, pelo fato de tais áreas apresentarem proporções de tipos de solos que mascaram os dados estatísticos, não conseguindo boa individualização.

Assim, tal procedimento indica que apenas o número de rios e seus índices correspondentes conseguem agrupar amostras com associações de solos similares e mesmo assim, existem alguns agrupamentos não desejáveis entre amostras do planalto e escarpa e amostras da planície. Os demais índices, não se apresentaram satisfatórios.

Desta forma, a consistência dos agrupamentos ficou comprometida, tendo sido necessária a aplicação da segunda etapa.

Segunda etapa: análise dos elementos da paisagem

Objetivando-se melhorar os resultados obtidos por meio da aplicação da estatística nos atributos da rede de drenagem, os dados qualitativos do relevo e geologia são transformados em valores numéricos e estabelecidos índices através de classes (os quais não representam seqüência, ou seja, servem apenas para a aplicação da estatística no agrupamento de “Cluster”), juntando amostras que apresentem índices ou grupos de índices semelhantes, conforme descrito abaixo. As classes de declive aqui descritas, correspondem às declividades dominantes em cada subcompartimento morfológico nos quais as amostras foram situadas.

RELEVO

- | | |
|-----------------------------------------------|--------------------------|
| 1 - Morros paralelos altos
drenagem média | 8 - Escarpa densidade de |
| 2 - Morros paralelos baixos
drenagem baixa | 9 - Escarpa densidade de |

- 3 - Morros paralelos com várzeas restritas
- 4 - Colinoso com morros altos alongados
- 5 - Morros paralelos com alto fraturamento
- 6 - Morros alongados altos
- 7 - Escarpa com densidade de drenagem alta

- 10 - Terraços marinhos altos
- 11 - Terraços marinhos baixos
- 12 - Mangue
- 13 - Planície fluvial

GEOLOGIA

- 1 - PEgr (Proterozóico Superior-Granitos)
- 2 - ACg (Arqueano-Gnaisses)
- 3 - ACg (Arqueano-Gnaisses com foliação)
- 4 - ACg (Qtz-Arqueano-Gnaisses e quartzitos)
- 5 - Qmg (Quaternário-Mangue)
- 6 - Qi (Quaternário-Sedimentos continentais)
- 7 - Qm (Quaternário-Sedimentos marinhos)
- 8 - Qa (Quaternário-Sedimentos aluviais)
- 9 - Qc (Quaternário-Sedimentos coluviais)
- 10 - ACp+PEgr (Pegmatitos + Granitos)

DECLIVE

- 1 - $> 46^\circ$
- 2 - 21 - 46°
- 3 - 12 - $46^\circ(+21-46^\circ)$
- 4 - 12 - $46^\circ(+12-21^\circ)$
- 5 - 6 - 12° e 21 - 46°
- 6 - 0 - 6°
- 7 - 6 - 21°
- 8 - 0 - 3°

NÚMERO DE RIOS

1	- 0 - 5
2	- 5 - 10
3	- 10 - 15
4	- 15 - 20
5	- 20 - 25
6	- 25 - 30
7	- 30 - 35
8	- 35 - 40
9	- 40 - 45
10	- 45 - 50
11	- 50 - 55
12	- 55 - 60
13	- 60 - 65
14	- 65 - 70

COMPRIMENTO DE RIOS

1	- 0 - 0,42
2	- 0,42 - 0,84
3	- 0,84 - 1,26
4	- 1,26 - 1,68
5	- 1,68 - 2,10
6	- 2,10 - 2,52
7	- 2,52 - 2,94
8	- 2,94 - 3,36
9	- 3,36 - 3,78
10	- 3,78 - 4,20
11	- 4,20 - 4,62
12	- 4,62 - 5,04
13	- 5,04 - 5,46
14	- 5,46 - 5,88

COMPRIMENTO MÉDIO DE RIOS

1	- 0,000 - 0,045	8	- 0,315 - 0,360
2	- 0,045 - 0,090	9	- 0,360 - 0,405
3	- 0,090 - 0,135	10	- 0,405 - 0,450
4	- 0,135 - 0,180	11	- 0,450 - 0,495
5	- 0,180 - 0,225	12	- 0,495 - 0,540
6	- 0,225 - 0,270	13	- 0,540 - 0,585
7	- 0,270 - 0,315	14	- 0,585 - 0,630

Com a aplicação da análise de agrupamento, utilizando-se os dados brutos transformados em índices para homogeneizá-los (TABELA 09) foi possível estabelecer melhor relação entre os diversos elementos, agrupando amostras representativas dos mesmos sistemas ou associações pedológicas e compartimentos morfológicos.

No compartimento planalto, as amostras 1, 2, 3 e 9 agruparam solos rasos como os Solos Litólicos de granito pouco intemperizado, com grandes afloramentos rochosos e os Podzólicos rasos e Regossolos, oriundos do pegmatito, todos dentro de uma

unidade geomorfológica, morros alongados com pouco fraturamento, representadas no perfil pedotopográfico **C** na FIGURA 19. As amostras 4, 16, 17 e 18 compreendem material gnaissico e possuem, em suas vertentes, uma seqüência alternada de Cambissolos e Latossolos, e Podzólicos rasos e Cambissolos associados, da unidade de relevo morros paralelos convexizados altos, apresentadas no perfil pedotopográfico **E** na FIGURA 22. As amostras 5, 6, 7, 37, 38 e 39 referem-se a unidade de morros paralelos com planícies fluviais sobre gnaisses e sedimentos fluviais, e obedece a uma seqüência pedológica de Cambissolos e Latossolos nas vertentes e Gleissolo e Podzol nas partes aplainadas, localizadas no perfil pedotopográfico **B** na FIGURA 18. As amostras 8, 10, 11, 12 e 40 compreendem material de origem granítico e formações pedológicas rasas de Podzólicos Vermelho-Amarelo e Cambissolos; estando o Podzólico Amarelo com Regossolo da unidade de relevo de morros paralelos convexizados altos, demonstrado no perfil pedotopográfico **D** na FIGURA 20. A amostra 13 isola-se das demais correspondendo a material granítico, da unidade relevo de morros paralelos com alto fraturamento formação pedológica de Podzólicos rasos e Litólicos, definidos no perfil pedotopográfico **F** na FIGURA 22. As amostras 14, 15 e 41 compreendem material gnaissico e possuem seqüência alternada de Cambissolo com Latossolo, e quando a ruptura de declive é nítida, os solos apresentam-se mais rasos chegando à formação de Litólicos, identificam a unidade denominada morros paralelos que apresentam os fraturamentos principais, representados no perfil pedotopográfico **G** na FIGURA 23.

Das amostras situadas no compartimento escarpa pode-se separar três áreas, de acordo com a média do número de rios, que também se agrupam de forma a representar as associações de solos; assim, as amostras 19, 21, 42 e 43 correspondem a material granítico e apresentam sistemas pedológicos representados por Solos Litólicos e Cambissolos, da unidade altas e médias vertentes com padrão de drenagem denso (arborescente), situados no perfil pedotopográfico **H** na FIGURA 24. As amostras 22, 23, 24 e 44 correspondem a material de origem granítico com Cambissolos e Podzólicos alternando-se nas vertentes, na unidade de relevo vertentes com padrão de drenagem pouca densa (sub-paralelo - pinado), apresentados no perfil pedotopográfico **H** na FIGURA 24. Amostras 25, 26, 27 e 36 apresentam solos Podzólicos dominando em área os Cambissolos, em material de cones de dejeção, e a amostra 36, devido a sua localização (abrange parte do

compartimento planície litorânea e parte da escarpa), agrupou-se a esta unidade pela sua representatividade de solos, situadas no perfil pedotopográfico **H** na FIGURA 24. A amostra 20 não se agrupou, tornando-se exceção do agrupamento 19, 21, 42 e 43 devido a compreender também, depósitos de colúvio e tálus, porém em porções mais elevadas da vertente.

TABELA 09 : Índices das características estudadas e os agrupamentos

*	Grupo	Amostra	Número	Compr.	C. Médio	Relevo	Declive	Vegetação	Geol.
PLANALTO	I	1	9	13	4	6	1	1	10
	I	2	8	10	4	6	1	1	10
	I	3	10	10	3	6	2	1	10
	I	9	11	11	3	6	2	2	10
	IV	4	8	9	4	1	3	3	2
	IV	16	9	10	3	2	3	2	2
	IV	17	8	10	4	2	3	2	2
	IV	18	6	9	4	2	3	2	2
	V	8	13	11	4	4	4	6	3
	V	10	13	13	3	4	4	6	3
	V	11	12	13	3	4	4	6	3
	V	12	11	13	3	4	4	8	3
	V	40	10	12	4	4	4	7	3
	X	5	8	10	4	3	6	5	2
	X	6	6	10	4	3	6	5	2
	X	7	8	11	5	3	6	5	2
	X	37	4	9	7	3	6	5	2
	X	38	6	12	5	3	6	5	2
	X	39	7	11	5	3	6	5	2
	XI	14	10	13	4	1	3	3	2
XI	15	12	12	4	1	5	3	2	
XI	41	11	14	4	1	5	4	2	
XIV	13	15	14	4	5	2	3	4	
ESCARPA	IX	20	10	15	4	9	7	10	9
	II	19	7	12	5	7	2	9	1
	II	21	9	13	4	7	2	9	1
	II	42	7	15	6	7	1	12	1
	II	43	7	11	5	7	2	9	1
	VI	22	4	10	7	8	4	11	1
	VI	23	4	10	7	7	2	12	1
	VI	24	3	8	10	8	2	13	1
	VI	44	4	9	6	8	2	13	1
	VII	25	4	9	6	9	7	12	9
	VII	26	5	9	5	9	7	14	9
VII	27	7	12	5	9	7	14	9	
PLANÍCIE LITORÂNEA	VII	36	5	10	6	9	7	18	9
	III	28	2	6	13	11	8	15	7
	III	29	2	6	11	11	8	15	7
	III	30	2	6	9	11	8	15	7
	III	32	2	6	11	12	8	16	5
	III	34	3	8	12	13	8	14	6
	III	47	2	6	10	10	8	15	6
	XIII	31	2	6	15	12	8	16	5
	XIII	33	2	7	15	12	8	16	5
	XII	45	3	9	9	13	8	18	6
	XII	35	3	8	8	13	8	17	6
VIII	46	2	4	15	10	8	19	6	

* Comp.= comprimento de rios; C.Médio= comprimento médio de rios; Geol.= geologia.

As amostras que ocupam os depósitos de cones de dejeção, não se apresentam uniformes, em função da própria heterogeneidade do material.

Para o compartimento planície litorânea, as amostras 28, 29 e 30 correspondem a material de origem de sedimentos marinhos com desenvolvimento de solos Podzol e Podzol hidromórfico. As amostras 31, 32 e 33 encontram-se sobre sedimentos de mangue e correspondem às areias quartzosas salinas. As amostras 34, 35, 36 e 45 sobre material de origem de depósitos alúvio-colúvionar onde dominam os Gleissolo e Cambissolos. As amostras 46, 47 e 48 compreendem os depósitos de sedimentos continentais com solos do tipo Glei, todas representadas no perfis pedotopográficos **I e J**.

Considerações sobre a Segunda etapa

A aplicação da análise estatística de agrupamento nos índices número e comprimento de rios, formas de relevo, declive, geologia e vegetação permitiu agrupar amostras circulares que representam unidades pedológicas nos diferentes compartimentos, tornando-se assim, um mecanismo para confirmação de mapeamentos.

Para as amostras da planície litorânea verifica-se que, a separação de tipos ou associação de solos não é muito eficiente por este procedimento; isto se deve ao fato de a área ocupar um relevo muito aplainado e possuir características muito similares com relação à drenagem, relevo e declive; apenas a geologia e vegetação apresentam-se distintas, de forma a diferenciar os solos.

Desta forma, a aplicação deste procedimento de estudos para as áreas que compreendem o planalto e escarpas da Serra do Guaratuba, indica que as associações de solos podem ser individualizadas, facilitando a delimitação de unidades de mapeamento, haja visto, as dificuldades de acesso ao local.

As amostras agrupam-se de modo geral, porém estudos mais detalhados são necessários para a diferenciação mais exata de sistemas pedológicos ou litologias.

Assim, os resultados obtidos tiveram maior confiabilidade, agrupando elementos muito mais semelhantes com relação aos solos, formas de relevo, material de origem e características da rede de drenagem.