



## PARTE II – FATORES ABIÓTICOS

<b>1. CLIMA</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Clima regional</b>	<b>1</b>
1.1.1. Introdução	1
1.1.2. Caracterização Macroclimática	2
1.1.2.1. Fatores determinantes do macroclima nas 4 (quatro) regiões amostradas no Projeto Parcelas Permanentes	2
1.1.2.2. Caracterização macroclimática das áreas de estudo onde foram alocadas as 4 (quatro) unidades amostrais do Projeto “40ha de Parcelas Permanentes”	3
1.1.2.2.1. Parque Estadual da Ilha do Cardoso	5
1.1.2.2.2. Parque Estadual de Carlos Botelho	6
1.1.2.2.3. Estação Ecológica de Caetetus	8
1.1.2.2.4. Estação Ecológica de Assis	9
1.1.2.3 Alterações nas condições macroclimáticas (mudanças climáticas) e seus impactos nos respectivos ecossistemas florestais	11
1.1.3. Condições meteorológicas dos quatro primeiros anos do Projeto “40ha de Parcelas Permanentes”	14
1.1.3.1 Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) da Estação Ecológica de Assis, onde foi alocada a Parcela Permanente de Cerradão	15
1.1.3.2. Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) da Estação Ecológica dos Caetetus, onde foi alocada a Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual	19
1.1.3.3. Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) do Parque Estadual de Carlos Botelho, onde foi alocada a Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa	22
1.1.3.4. Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, onde foi alocada a Parcela Permanente de Floresta de Restinga	25
1.1.4. Análise comparativa das condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) das quatro áreas de estudo (P.E. Ilha do Cardoso, P.E. Carlos Botelho, E.E. Caetetus e E.E. Assis), onde foi alocados os 40ha de Parcelas Permanentes	28
1.1.5 Considerações finais sobre o clima dessas áreas	31
<b>1.2. Regime de Luz: Importância de Estudos, Problemas e Sugestões</b>	<b>33</b>
1.2.1 A importância do estudo de regimes de luz em florestas tropicais e subtropicais.	33
1.2.2 A descrição dos regimes de luz em florestas.	35
1.2.3 Estudos sobre regimes de luz num projeto Parcelas Permanentes.	36
1.2.3.1. Mensuração direta dos regimes de luz	36
1.2.3.2 Descrição e análise dos regimes de luz, usando fotografias hemisféricas em micro-sítios da floresta.	41
1.2.3.3 Descrição e análise dos regimes de luz, usando a metodologia de imageamento do dossel nos 4 (quatro) tipos florestais estudados.	41
1.2.3.4 Descrição e análise de situações da floresta que indiretamente descrevem a distribuição de micro-sítios de luz	42
1.2.3.4.1 “Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes microsítios de luz em 10ha de Parcela Permanente na Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica dos Caetetus), Gália, SP”	44
1.2.3.4.2 “Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes micro-sítios de luz, em um trecho de Floresta de Restinga (P.E. da lha do Cardoso), São Paulo”.	49
<b>Referências Bibliográficas</b>	<b>54</b>



<b>2. CONTEXTUALIZAÇÃO DA PAISAGEM ONDE ESTÃO INSERIDAS CADA UMA DAS QUATRO PARCELAS PERMANENTES.</b>	<b>59</b>
<b>2.1. Introdução</b>	<b>59</b>
<b>2.2. Dados utilizados e metodologia</b>	<b>60</b>
<b>2.3. Província Costeira</b>	<b>65</b>
2.3.1. Contexto Regional	65
2.3.2. Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa no Parque Estadual Carlos Botelho	81
2.3.2.1. Área de Influência	85
2.3.2.2. Compartimentos de Relevo e Atributos dos Terrenos	85
2.3.2.3. Terrenos da Serra de Paranapiacaba e sua relação com a Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica de Encosta).	90
2.3.3. Parcela Permanente de Floresta de Restinga no Parque Estadual da Ilha do Cardoso	93
2.3.3.1. Área de Influência	93
2.3.3.2. Compartimentos de Relevo e Atributos dos Terrenos	94
2.3.3.3. Terrenos e sua relação com os 10ha de Floresta de Restinga da Parcela Permanente.	101
<b>2.4. O Planalto Ocidental</b>	<b>107</b>
2.4.1. Contexto Regional	107
2.4.2. Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual da Estação Ecológica de Caetetus	121
2.4.2.1. Área de Influência	121
2.4.3. Parcela Permanente de Savana Florestada ou Cerradão da Estação Ecológica de Assis	131
2.4.3.1. Área de Influência	131
2.4.4. Distribuição e Atributos dos Terrenos do Planalto Ocidental e sua relação com a Floresta Estacional Semidecidual e com o Cerradão	137
2.4.4.1. Distribuição e Atributos dos Terrenos	137
2.4.4.2. Tipos de Terrenos e sua relação com a Floresta Estacional Semidecidual e com o Cerradão.	150
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>151</b>
<b>3. SOLOS</b>	<b>157</b>
<b>3.1. Pedologia e edafologia (Pablo Vidal Torrado)</b>	<b>157</b>
<b>3.2. O estudo do funcionamento do solo e a sua importância nas relações entre o solo e a vegetação</b>	<b>157</b>
3.2.1. Introdução	157
3.2.2. Descrição dos materiais e métodos empregados nos estudos de funcionamento do solo em áreas cobertas por vegetação nativa	159
3.2.2.1. Caracterização morfológica detalhada da topossequência de solos escolhida.	159
3.2.3. Caracterização dos atributos físico-hídricos e químicos	161
3.2.3.1. Análise granulométrica	161
3.2.3.2. Densidade de partículas, densidade do solo e porosidade total	162
3.2.3.3. Distribuição de poros no solo utilizando técnicas micromorfométricas.	162
3.2.3.4. Curvas de retenção de água no solo	164
3.2.3.5. Condutividade hidráulica saturada de campo	165
3.2.3.6. Análise química do solo	165



3.2.3.7. Monitoramento hidrológico	166
3.2.3.7.1. Umidade volumétrica	166
3.2.4. Resultados	168
3.2.4.1. Parcela Permanente do Cerradão (Estação Ecológica de Assis)	168
3.2.4.2. Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica de Caetetus)	179
3.2.4.3. Parcela Permanente de Floresta de Restinga (Parque Estadual da Ilha do Cardoso)	188
3.2.4.4. Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual de Carlos Botelho	203
<b>3.3. Considerações finais</b>	<b>217</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>218</b>



# 1. Clima

Ana Cláudia Costa Destefani

Eduardo A. Santos

Fábio R. Marin

Mariana Meireles Pardi

Marta Regina Almeida Muniz

Paulo C. Sentelhas

Renato Augusto Ferreira de Lima

Sergius Gandolfi

## 1.1. Clima regional

### 1.1.1. Introdução

Do ponto de vista termodinâmico, ambiente é tudo o que envolve e interage com um sistema (Pereira et al., 2002). No caso das florestas, a atmosfera, o solo e a água fazem parte do ambiente, enquanto que as árvores/plantas, os animais e os microorganismos compõem os sistemas. Já do ponto de vista ecológico, costuma-se separá-los em meio biótico (plantas, animais e microorganismos) e abiótico (atmosfera, solo e água).

A Terra pode ser comparada com uma gigantesca fábrica, onde a matéria-prima necessária para sua produção (CO<sub>2</sub>) e a energia para os processos (radiação solar) são providas pelo ambiente (Pereira et al. 2002). A captação de energia solar é feita pelas plantas que, pela fotossíntese (processo), transformam-na em produtos necessários à manutenção da vida na presente forma. Quanto maior a disponibilidade de energia, maior a produção, o que possibilita uma maior biodiversidade, justificando assim, o maior número de espécies nas áreas mais próximas ao equador terrestre. Por meio dessa analogia, vemos a grande importância do ambiente e em especial da atmosfera, representada pelas condições meteorológicas/climáticas, na manutenção dos grandes sistemas ecológicos naturais (Pereira et al., 2002, Ferreira et al., 2005).

A distribuição da vegetação natural no globo terrestre advém dos fatores ambientais na macroescala (clima e solo), porém a presença da vegetação tem papel fundamental na manutenção das características físicas do ambiente, especialmente do clima na microescala. Alterações na vegetação natural repercutem no microclima local, que por fim irão provocar alterações nos padrões do macroclima. Observações feitas na região Amazônica mostraram que a alteração da cobertura vegetal original resultou em alterações não só no ciclo hidrológico (Ferreira et al., 2005), como também nas condições térmicas (Lyra et al., 1997).



Desse modo, a recuperação de áreas com florestas tropicais e a manutenção dos remanescentes florestais, estão intimamente ligados às condições climáticas/meteorológicas e o entendimento de tais condições (padrão médio e variabilidade) são de grande importância nesse contexto, assim como o conhecimento dos impactos das mudanças climáticas na dinâmica da distribuição e conservação das vegetações naturais.

De acordo com o exposto acima, os objetivos deste capítulo são: caracterizar as condições macroclimáticas médias das 4 (quatro) regiões fitogeográficas dominantes do estado de São Paulo, onde foram instaladas as 4 (quatro) unidades amostrais do Projeto “40ha de Parcelas Permanentes”; estabelecer os possíveis impactos que alterações nessas condições macroclimáticas (mudanças climáticas) poderiam gerar nos diferentes remanescentes florestais amostrados nessa parcelas; e caracterizar as condições meteorológicas vigentes ao longo do período de condução do Projeto.

### 1.1.2. Caracterização Macroclimática

#### 1.1.2.1. Fatores determinantes do macroclima nas 4 (quatro) regiões amostradas no Projeto Parcelas Permanentes

O Projeto Parcelas Permanentes foi instalado em remanescentes das quatro principais formações florestais do Estado de São Paulo, sendo Floresta de Restinga no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Floresta Ombrófila Densa no Parque Estadual de Carlos Botelho, Floresta Estacional Semidecidual na Estação Ecológica de Caetetus e Savana Florestada ou Cerradão na Estação Ecológica de Assis. Essas áreas se encontram num transecto de sudeste-noroeste, indo do litoral sul (Região de Registro) ao interior do Estado (Região de Marília e Assis), transcorrendo uma distância de cerca de 320 km em linha reta.

As diferentes condições geográficas definem distintos fatores que influenciam o macroclima regional dessas localidades, dentre os quais os mais importantes são:

a) Latitude: está associada à disponibilidade de radiação solar e fotoperíodo. Quanto maior a latitude, maior a variação anual dessas duas variáveis (radiação solar e fotoperíodo). Nos Parques Estaduais da Ilha do Cardoso e de Carlos Botelho, a latitude varia de 24 a 25°S, enquanto que nas Estações Ecológicas de Caetetus e Assis a latitude está por volta dos 22°S. Apesar dessas diferenças, a variação nas condições de disponibilidade energética e de fotoperíodo ao longo do ano são muito pequenas entre esses locais, o que leva a considerarmos a latitude como um fator pouco crítico para as diferenças climáticas observadas entre esses dois extremos de localidades onde foram implantadas as 4 parcelas permanentes;

b) Altitude: está associada às condições térmicas do local, já que existe uma relação inversa entre altitude e temperatura, consequência da redução da pressão atmosférica e da rarefação do ar com o aumento da altitude. Assim, espera-se que nas regiões mais elevadas, como em Assis e Gália, as temperaturas médias sejam menores que aquelas observadas ao nível do mar.



c) Continentalidade/Oceanidade: esses termos referem-se, respectivamente, à condição de um local situado no interior do continente ou próximo ao mar ou oceano. Devido ao maior calor específico da água em relação ao solo/vegetação, os mares e oceanos se aquecem e se resfriam mais lentamente que o continente, o que resulta numa variação térmica menor ao longo do dia e do ano. Tal característica é transmitida à atmosfera de localidades litorâneas, onde a amplitude térmica (diferença entre a temperatura máxima e mínima) é menor que a das localidades situadas no interior do continente.

d) Massas de ar e Frentes: de acordo com a configuração do continente latino-americano, as frentes frias, provocadas pelo encontro de uma massa de ar fria e seca com outra quente e úmida, atingem freqüentemente o território brasileiro sendo mais intensas no litoral. Esse fator contribui significativamente para que chuvas regulares ocorram na faixa litorânea do Estado de São Paulo durante todo o ano, enquanto que no interior tais frentes são mais intensas no período do verão.

e) Orografia: apesar desse fator estar mais associado à meso ou topoescala, ele é um dos condicionadores de chuvas na região da Serra do Mar, provocando as chuvas orográficas, que atingem especialmente a encosta a barlavento dessa formação montanhosa. Tal tipo de chuva não ocorre nas áreas interioranas estudadas.

A combinação e a dinâmica dos fatores descritos acima é que irão condicionar as diferentes condições meteorológicas (tempo) e climáticas (clima) de um determinado local, o que leva a concluir que nas regiões (áreas) estudadas tais condições são distintas, como será descrito a seguir.

#### *1.1.2.2. Caracterização macroclimática das áreas de estudo onde foram alocadas as 4 (quatro) unidades amostrais do Projeto “40ha de Parcelas Permanentes”*

O clima representa uma descrição estática das condições médias do seqüenciamento do tempo em um determinado local (Pereira et al., 2002). A essa média das condições do tempo denomina-se “Normal Climatológica”, a qual é calculada com base numa série de no mínimo 30 anos de dados meteorológicos, o que foi convencionado pela Organização Mundial de Meteorologia (OMM) com base em princípios estatísticos de tendência do valor médio. Sendo assim, o clima é fator preponderante no desempenho dos seres vivos estabelecidos em um determinado local, sendo possível por meio dele caracterizar o ambiente de funcionamento desses ecossistemas, além também se avaliar os impactos das atividades antropogênicas no ambiente e de se possibilitar o estabelecimento das melhores técnicas de manejo desses ecossistemas, para a solução de problemas ecológicos, sociais e econômicos.

Com o objetivo de caracterizar detalhadamente as condições macroclimáticas das áreas de estudo do Projeto Parcelas Permanentes, efetuou-se levantamento de dados meteorológicos médios (Normais Climatológicas) das quatro localidades onde foram instaladas as parcelas permanentes do presente projeto, considerando-se as seguintes bases de dados:



- Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo (DAEE): Assis, São Miguel Arcanjo, Sete Barras, Cananéia e Iguape.
- Instituto Agrônomo de Campinas (IAC): Capão Bonito e Gália.
- Instituto Nacional de Meteorologia (INMET): Paranaguá.

Esses dados, na escala mensal, foram utilizados para a caracterização dos regimes térmicos e hídricos das localidades onde as quatro parcelas permanentes do presente projeto estão instaladas, assim como para a caracterização de seus balanços hídricos climatológicos (BHC). Para a confecção dos BHCs, para uma capacidade de água disponível no solo de 200mm, utilizou-se o método de Thornthwaite & Mather (1955), sendo a evapotranspiração potencial (ETP) estimada de acordo com a fórmula de Thornthwaite (1948), a qual já foi amplamente testada para as condições do Estado de São Paulo, apresentando resultados bastante satisfatórios, como constatado por Camargo & Sentelhas (1997). O BHC possibilita caracterizar o clima da região não só em termos da variação sazonal das temperaturas e das chuvas, mas também em relação à caracterização dos períodos secos e úmidos e à disponibilidade hídrica regional (Pereira et al., 2002).

Os resultados desta caracterização são apresentados a seguir, levando-se em conta a combinação das classificações climáticas de Köppen, apresentada por Vianello & Alves (1991), e de Thornthwaite, apresentada por Pereira et al. (2002). São apresentados também dados da variação sazonal do fotoperíodo ou número máximo de horas de brilho solar (N) e dados anuais da insolação (ou número de horas efetivas de brilho solar - n), indicando as principais diferenças e similaridades entre as quatro regiões de estudo, onde foram instaladas as parcelas permanentes.

Na Tabela 1.1 são apresentadas as coordenadas geográficas e as principais características climáticas médias de cada uma das quatro localidades. Observa-se que as quatro áreas estudadas apresentam características climáticas distintas, as quais podem ser classificadas, basicamente, em três macroclimas diferentes, com relação ao regime térmico, de insolação e também com relação aos elementos do BHC (deficiência hídrica – DEF e excedente hídrico – EXC).



Tabela 1.1. Coordenadas geográficas e condições climáticas médias das localidades onde as áreas de estudo estão inseridas. IC = Parque Estadual da Ilha do Cardoso, CB = Parque Estadual de Carlos Botelho, CT = Estação Ecológica de Caetetus, AS = Estação Ecológica de Assis. Fonte: DAEE/SP, IAC, INMET.

Local	Lat.S	Lon.W	Alt.	Tmed	Tmax	Tmin	Prec	ETP	DEF	EXC	N	n	Fonte	
	Graus		m	°C			mm				h			
IC	Cananéia	24,93	47,95	7	22,4	30,4	12,6	2261	1123	0	1337	10,5/13,5	4,3	DAEE
	Iguape	24,70	47,55	5	22,1	30,0	12,2	1900	1097	0	803	10,5/13,5	4,3	DAEE
	Paranaguá	25,52	48,52	4	19,6	28,7	13,3	1931	909	0	1022	10,5/13,5	4,0	INMET
CB	C. Bonito	24,03	48,37	702	20,1	29,0	9,2	1210	939	1	271	10,5/13,5	5,7	IAC
	S.M.Arcanjo	23,88	47,98	660	20,4	29,3	9,7	1174	958	3	218	10,5/13,5	5,0	DAEE
	Sete Barras	24,38	47,91	35	21,8	31,3	13,0	1582	1064	0	518	10,5/13,5	4,8	DAEE
CT	Gália	22,30	49,55	522	21,4	30,6	9,0	1303	1034	10	278	10,7/13,3	7,1	IAC
AS	Assis	22,41	50,58	505	22,4	30,2	10,9	1255	1109	20	165	10,7/13,3	6,3	DAEE

Lat. = latitude, Lon = longitude, Alt. = altitude, Tmed = temperatura média anual, Tmax = temperatura máxima média do mês mais quente, Tmin = temperatura mínima média do mês mais frio, Prec = precipitação pluviométrica, ETP = evapotranspiração potencial, DEF = deficiência hídrica anual, EXC = excedente hídrico anual, N = fotoperíodo, n = insolação.

As características macroclimáticas de cada região de estudo e sua classificação climática podem ser observadas com mais detalhes nas análises climatológicas apresentadas a seguir.

#### 1.1.2.2.1. Parque Estadual da Ilha do Cardoso

Para a caracterização das condições macroclimáticas do Parque Estadual da Ilha do Cardoso foram selecionadas as localidades de Cananéia, Iguape e Paranaguá (PR), as quais compõem o complexo estuarino lacunar de Iguape-Cananéia-Paranaguá, considerado o terceiro do mundo em termos de produtividade pela União Internacional de Conservação da Natureza (IUCN).

Na Figura 1.1 são apresentados os regimes térmicos e hídricos das três localidades, assim como os seus respectivos BHCs. Observa-se que a região é caracterizada por variação sazonal no regime térmico e hídrico, porém, isso não chega a fazer com que haja o estabelecimento de uma estação seca bem definida, sendo a deficiência hídrica, em termos normais, nula. Já o excedente hídrico, ou seja, a água que excede a capacidade de armazenamento de água pelo solo e responsável pela alimentação dos lençóis freáticos e pelo escoamento superficial, atinge os maiores níveis entre as regiões estudadas, variando de 803 a 1.337 mm ao longo do ano, o que caracteriza o clima desses locais como sendo de úmido a super-úmido (Tabela 1.2). A nebulosidade, responsável pelas chuvas abundantes - entre 1.900 e 2.300 mm/ano - provoca redução significativa na insolação, que na média do ano não passa de 4,3 horas por dia. Com relação às temperaturas, o clima dessa área do Estado de São Paulo é classificado como Tropical Megatérmico, ao passo que no caso de Paranaguá, Estado do Paraná, a classificação indica um clima Sub-Tropical Mesotérmico (Tabela 1.2). Existe uma pequena diferença entre as classificações determinadas pelos métodos de Köppen e de Thornthwaite, porém, de um modo geral pode-se classificar o clima dessa região como sendo Tropical Super-Úmido.



#### 1.1.2.2.2. Parque Estadual de Carlos Botelho

Para a caracterização das condições macroclimáticas do Parque Estadual de Carlos Botelho foram selecionadas as localidades de Capão Bonito, São Miguel Arcanjo e Sete Barras, com altitudes que variam de 35 a 702 m. Este relevo variável define dois tipos climáticos diferentes, segundo a classificação de Köppen e de Thornthwaite (Tabela 1.2), que podem ser classificadas em termos médios, de acordo com os dados obtidos, como sendo: Sub-Tropical com pequena estação seca no inverno em Capão Bonito e São Miguel Arcanjo; e Sub-Tropical sem estação seca em Sete Barras.

Observando-se a Tabela 1.1 e a Figura 1.2, nota-se que a região é caracterizada predominantemente por períodos de excedente hídrico, porém em níveis bem inferiores aos observados na região litorânea da Ilha do Cardoso. Os excedentes oscilam entre 218 e 518 mm, concentrando-se principalmente entre os meses de outubro e março, ao passo que no restante dos meses, entre abril e setembro, o excedente hídrico diminui consideravelmente, podendo haver em alguns anos a ocorrência de deficiências hídricas consideráveis.

Com relação ao regime térmico, o clima é Mesotérmico, ou seja, com temperaturas médias do mês mais frio entre  $-3^{\circ}\text{C}$  e  $18^{\circ}\text{C}$ . O regime de horas de brilho solar ainda sofre influência da intensa nebulosidade causada pela proximidade do oceano e da orografia do local. No entanto, a insolação é ligeiramente maior do que a observada no litoral, sendo, em média, da ordem de 4,8 a 5,8 horas por dia.

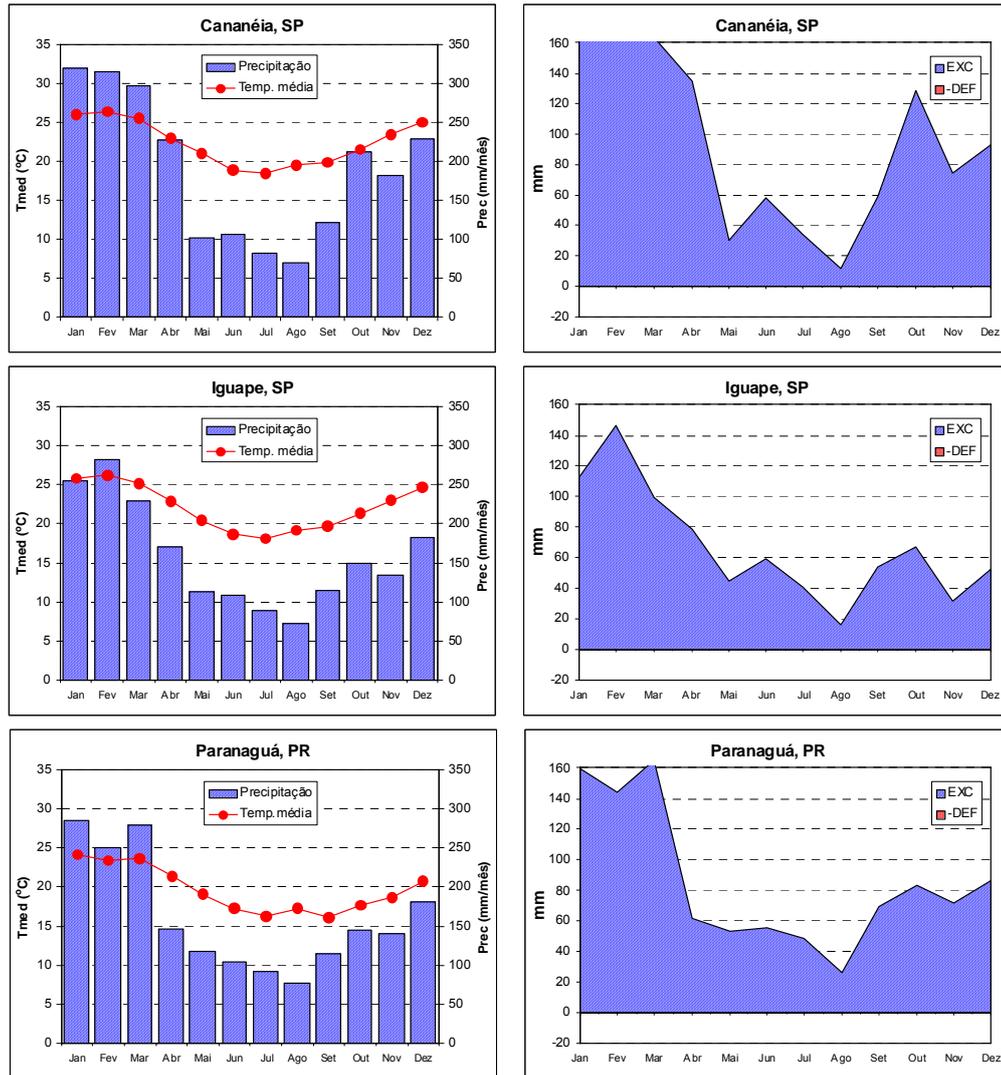


Figura 1.1. Regime térmico e hídrico e balanço hídrico climatológico das localidades que integram o Parque Estadual da Ilha do Cardoso: Cananéia e Iguape, SP, e Paranaguá, PR. Fonte dos dados: DAEE e INMET.

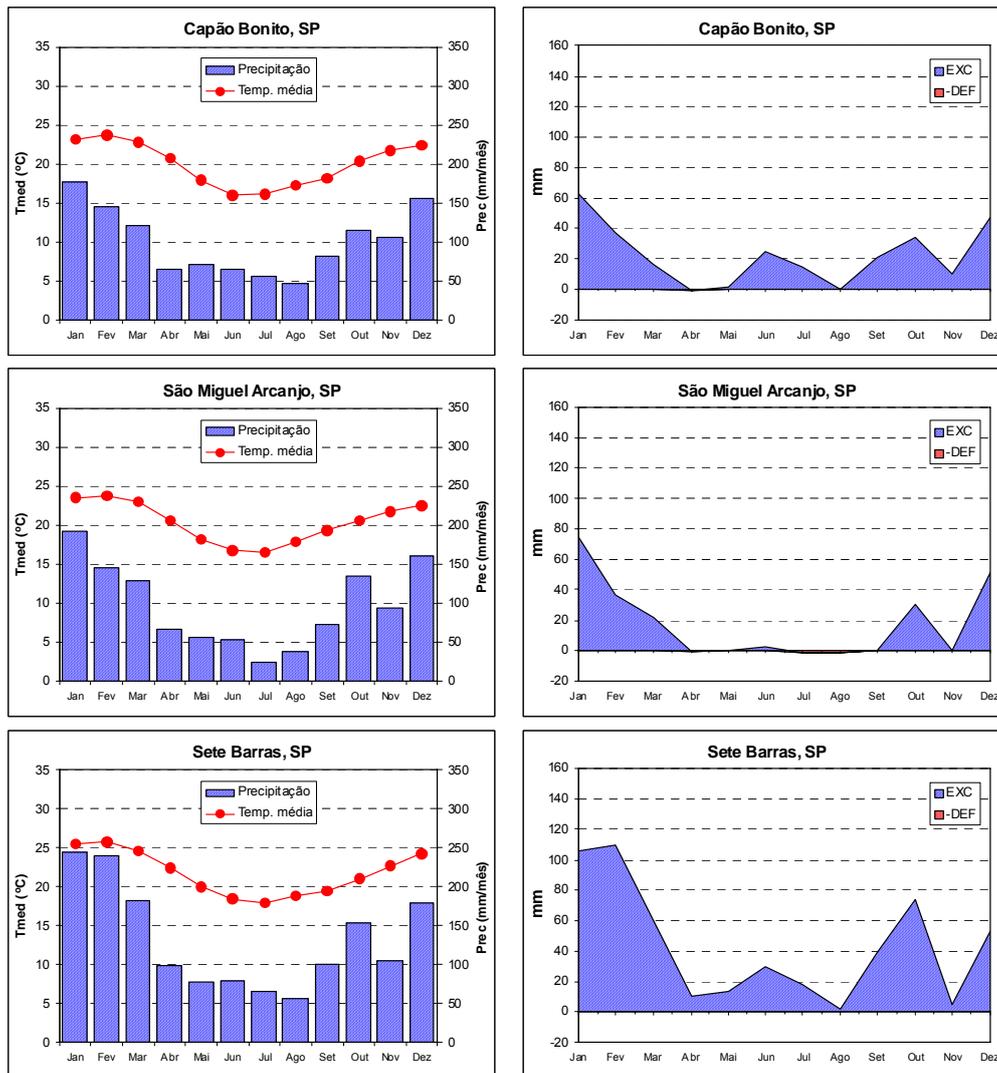


Figura 1.2. Regime térmico e hídrico e balanço hídrico climatológico das localidades que integram o Parque Estadual de Carlos Botelho: Capão Bonito, São Miguel Arcanjo e Sete Barras, SP. Fonte dos dados: DAEE e IAC.

#### 1.1.2.2.3. Estação Ecológica de Caetetus

Para a caracterização das condições macroclimáticas da Estação Ecológica de Caetetus foi selecionada a localidade de Gália, onde se encontra a área de estudo. A região é caracterizada por regime de chuva semelhante às demais áreas analisadas, porém, com totais mensais que resultam na formação de uma estação seca bem definida (Figura 1.3). De acordo com o BHC, o período de excedente hídrico vai de novembro a março, totalizando 278 mm, ao passo que as deficiências hídricas ocorrem entre abril e setembro, totalizando, em média, 10 mm. Em alguns anos, entretanto, é muito comum a ocorrência de estiagens mais prolongadas, com as deficiências hídricas atingindo valores muito acima dos índices normais.

Com relação ao regime térmico, a região é classificada como Mesotérmica (Tabela 1.2), com as temperaturas médias mensais oscilando entre 17,1°C e 24,7°C. A região é isenta da influência do oceano, predominando o efeito da continentalidade, o que associado à diminuição das chuvas durante o inverno, impõe uma disponibilidade de horas de insolação bem acima dos valores registrados nos Parques Estaduais da Ilha do Cardoso e de Carlos Botelho. Na região de



Gália, a insolação chega a uma média anual de 7,1 horas por dia, ou seja, acima de 50% do período de luz (fotoperíodo).

O macroclima da região pode ser classificado, em termos gerais, como Sub-Tropical Úmido, com pequena estação seca durante o inverno (Tabela 1.2), diferindo das regiões de Capão Bonito e de São Miguel Arcanjo pela intensidade com que as deficiências hídricas ocorrem ao longo do ano.

#### 1.1.2.2.4. Estação Ecológica de Assis

Para a caracterização das condições macroclimáticas da Estação Ecológica de Assis foi selecionada a localidade de mesmo nome, onde se encontra a área de estudo. A região é caracterizada por regime de chuva semelhante às demais áreas analisadas, porém, com totais mensais que resultam na formação de uma estação seca bem definida (Figura 1.3), à semelhança do que ocorre em Gália. De acordo com o BHC, o período de excedente hídrico vai de dezembro a março, totalizando 165 mm, ao passo que as deficiências hídricas ocorrem entre abril e setembro, totalizando, em média, 20 mm. Em alguns anos, entretanto, são muito comuns os períodos de estiagem mais prolongada, com as deficiências hídricas atingindo valores muito acima dos índices normais.

Com relação ao regime térmico, a região é classificada como Megatérmica (Tabela 1.2), com as temperaturas médias mensais oscilando entre 18,7°C e 25,2°C. A região é isenta da influência do oceano, predominando o efeito da continentalidade, o que associado à diminuição das chuvas durante o inverno, impõe uma disponibilidade de horas de insolação semelhante ao que ocorre na região de Gália e bem acima dos valores registrados nos Parques Estaduais da Ilha do Cardoso e de Carlos Botelho. Na região de Assis, a insolação chega a uma média anual de 6,3 horas por dia, ou seja, por volta de 50% do período de luz (fotoperíodo).

O macroclima da região pode ser classificado, em termos gerais, como Tropical Úmido, com pequena estação seca durante o inverno (Tabela 1.2), muito semelhante à Gália, porém, diferindo dessa região pela intensidade com que as deficiências hídricas ocorrem ao longo do ano.

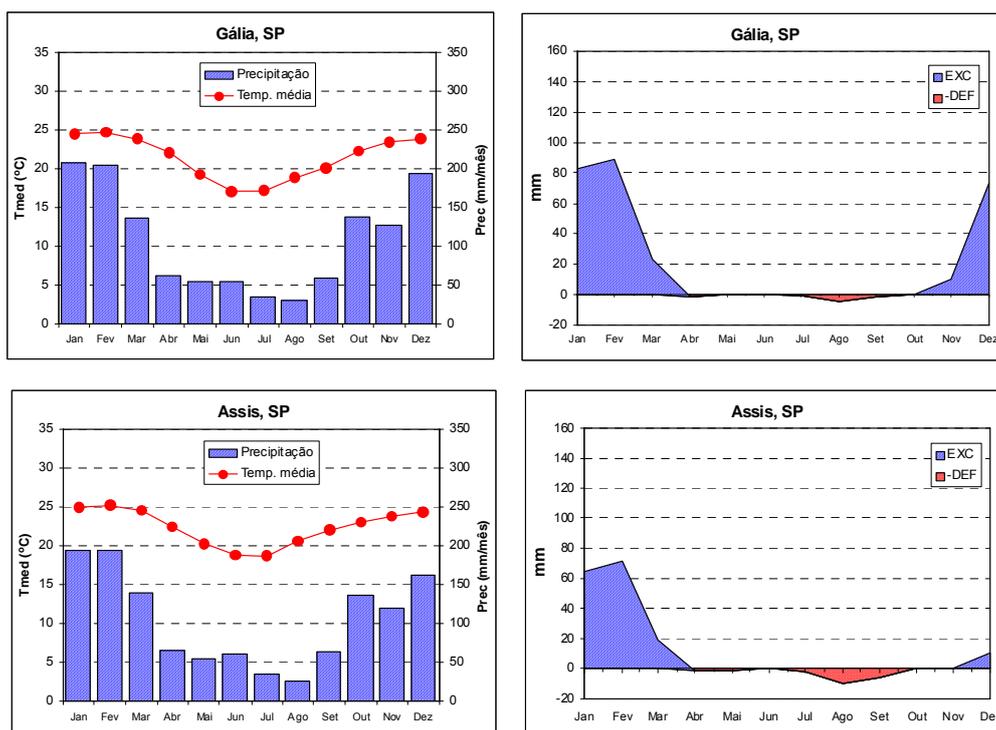


Figura 1.3. Regime térmico e hídrico e balanço hídrico climatológico das localidades que integram as Estações Ecológicas de Caetetus (Gália, SP) e de Assis (Assis, SP). Fonte dos dados: IAC e DAEE.

Tabela 1.2. Classificação climática das áreas de estudo, de acordo com os métodos de Köppen e de Thornthwaite. IC = Parque Estadual da Ilha do Cardoso; CB = Parque Estadual de Carlos Botelho; CT = Estação Ecológica de Caetetus; AS = Estação Ecológica de Assis.

Área	Local	Thornthwaite	Köppen	Geral
IC	Cananéia	Mesotérmico, Super-úmido, sem deficiência hídrica (A r B'4)	Megatérmico, Tropical, sem estação seca (Af)	Tropical Super-Úmido, sem estação seca ao longo do ano
	Iguape	Mesotérmico, Úmido, sem deficiência hídrica (B3 r B'4)	Megatérmico, Tropical, sem estação seca(Af)	
	Paranaguá	Mesotérmico, Super-úmido, sem deficiência hídrica (A r B'3)	Mesotérmico, Sub-Tropical, sem estação seca(Cfa)	
CB	Capão Bonito	Mesotérmico, Úmido com pequena deficiência hídrica (B1 r B'3)	Mesotérmico, Sub-Tropical, com estação seca no inverno (Cwa)	Sub-Tropical Úmido, sem ou com pequena estação seca no inverno
	S.M.Arcanjo	Mesotérmico, Úmido com pequena deficiência hídrica (B1 r B'3)	Mesotérmico, Sub-Tropical, com estação seca no inverno (Cwa)	
	Sete Barras	Mesotérmico, Úmido com pequena deficiência hídrica (B2 r B'4)	Mesotérmico, Sub-Tropical, sem estação seca (Cfa)	
CT	Gália	Mesotérmico, Úmido com pequena deficiência hídrica (B1 r B'4)	Mesotérmico, Sub-Tropical, com estação seca no inverno(Cwa)	Sub-Tropical Úmido, com pequena estação seca no inverno
AS	Assis	Mesotérmico, Sub-Úmido com pequena deficiência hídrica (C2 r B'4)	Megatérmico, Tropical com estação seca no inverno (Aw)	Tropical Sub-Úmido com pequena estação seca durante o inverno



### *1.1.2.3 Alterações nas condições macroclimáticas (mudanças climáticas) e seus impactos nos respectivos ecossistemas florestais*

O clima é uma representação média das condições meteorológicas de uma região. Nos últimos 65 milhões de anos, por diversas vezes, o clima da Terra sofreu grandes alterações em escalas de tempo que variaram de 103 a 107 anos, em decorrência de causas naturais como a movimentação de placas tectônicas, alterações orbitais e de outros processos mais raros (Joly, 2002).

Esse padrão de variação do clima da Terra passou a mostrar algumas modificações desde a revolução industrial, em decorrência do crescimento populacional, do alto consumo energético e da elevação nas emissões de CO<sub>2</sub> para a atmosfera. Nos últimos duzentos anos, a população mundial passou de cerca de 1 bilhão para mais de 6 bilhões de pessoas, baseando seu desenvolvimento quase que exclusivamente no uso de combustíveis fósseis (Schimel et al., 2001), adicionando-se com isso, as causas de origem antrópicas entre aquelas com grande potencial para afetar a dinâmica climática.

O principal efeito do aumento da queima de combustíveis fósseis e da conseqüente emissão de CO<sub>2</sub> é a alteração no balanço de radiação da Terra. Como descrito por Arrhenius no século 19, o CO<sub>2</sub> (e também outros gases, como o metano e o óxido nitroso) tem a característica de permitir a passagem da radiação eletromagnética com comprimentos de onda menores que 3.000 nanômetros (ondas curtas), provenientes do Sol, e de absorver e contra-emitir boa parte da radiação com comprimentos de onda maiores (ondas longas), emitida pela superfície da Terra. Com a elevação da concentração de CO<sub>2</sub> na atmosfera, o aporte de energia emitida pelo Sol que atinge a Terra não sofreu alteração, mas parte da energia emitida pela Terra em direção ao espaço passou a ser retida na atmosfera terrestre, alterando o balanço de radiação na superfície terrestre e a dinâmica dos processos meteorológicos que, em sua grande maioria, estão relacionados com a disponibilidade de energia radiante. Isso caracteriza o que se convencionou chamar de Efeito Estufa. Esse processo, no entanto, não é recente e ao contrário da imagem associada ao termo, ele foi essencial para o surgimento e manutenção da vida na Terra. A presença dos gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera terrestre é responsável pela manutenção da temperatura média do globo em torno dos 15°C. Sem a presença dos gases do efeito estufa estima-se que temperatura da Terra seria de aproximadamente -18°C. Estima-se que entre o ano 1000 e 1750 a concentração de CO<sub>2</sub> oscilava em torno de 280 partes por milhão (ppm) e que, atualmente, esteja em torno de 368 ppm.

Mesmo tendo sido elevado a concentração dos gases de efeito estufa (GEE) em cerca de 30% em relação à concentração pré-industrial, sob o ponto de vista estatístico, ainda não é possível estabelecer uma relação causal entre o aquecimento da Terra e o aumento na emissão de gases de efeito estufa para a atmosfera (Houghton, 2001), ainda que isso seja alvo de grande polêmica na comunidade científica (Pittock, 1999; Hulme et al., 1999). A despeito disso, as principais projeções climáticas futuras indicam a possibilidade de aumento na temperatura média



global entre 1,4 e 5,5oC ao longo deste século (Houghton et al., 2001). Estudos relacionados ao tema também indicam que essa elevação na temperatura global será acompanhada de grandes modificações nos padrões climáticos, com flutuações temporais e alta variabilidade espacial. Enquanto sinais de aquecimento com efeitos sobre a produção agrícola e florestal já são observados em regiões do Hemisfério Norte (Cooter e Leduc, 1995; Easterling, 2002), em outros locais essa elevação não foi identificada com clareza (Kahl, 1993; Newman, 2000). Esta característica torna mais difícil a realização de projeções em meso e microescala (Menzhulin et al., 2005).

Apesar da polêmica envolvida nessa discussão, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC), órgão das Nações Unidas para reunir informações e discutir as mudanças climáticas, seus impactos, as opções de adaptação e as formas de mitigação em âmbito internacional, concluiu que a temperatura média global aumentou 0,6oC ao longo do século passado, que a temperatura dos primeiros 8 km da atmosfera subiu 0,1oC por década entre 1960 e 2000, que a cobertura por neve e gelo diminuiu sobre a face da Terra, que o nível médio dos mares subiu e que a energia térmica armazenada nos oceanos aumentou, que houve aumento na probabilidade de ocorrência de eventos extremos, e que a maior parte do aquecimento observado nos últimos cinquenta anos decorre das atividades humanas (Houghton et al., 2001; McCarthy et al., 2001).

As florestas, apesar de estarem entre os ecossistemas onde são identificadas as maiores dificuldades para o estabelecimento de estratégias de adaptação dos organismos às mudanças climáticas (Malcolm, 1996), essas formações estão entre aquelas mais vulneráveis às mudanças climáticas globais (Nabuurs et al., 2002), por terem suas dinâmicas e distribuições fortemente relacionadas às condições climáticas, especialmente de temperatura e chuva (Salis et al., 1995; Torres et al., 1997; Scudeller, 2002) e por apresentarem dependência ecológica de longo prazo em relação a essas variáveis (McCarthy, 2001).

Espera-se que as mudanças climáticas globais afetem severamente os ecossistemas em todas as latitudes (Dobson et al., 1989). Na região tropical, o impacto das mudanças climáticas poderão ser irreversíveis e ecossistemas inteiros, de valor imensurável, poderão ser extintos (Nabuurs, 2002; Mata, 1996). Alterações na concentração de CO<sub>2</sub>, na quantidade de chuvas, no regime de temperatura, além do aumento na frequência de eventos extremos poderão provocar mudanças na estrutura e na dinâmica dos ecossistemas florestais, com impactos sobre a fauna e a flora (Pounds e Crump, 1994; Donnelly e Crump, 1998; Nadkarni e Solano, 2002).

Segundo Brown Jr. e Ab´Saber (1979) e Joly (2002), as áreas atualmente ocupadas pela Floresta Atlântica e Floresta Amazônica foram definidas há aproximadamente 18.000 anos atrás, quando houve o último período de frio e seca mais pronunciado no continente. Joly et al. (1999) e Forni-Martins e Martins (2000) encontraram evidências, baseadas em estudos de distribuição de espécies e em análises citológicas, de que os ecossistemas florestais brasileiros passaram por grandes modificações em decorrências de mudanças climáticas.



Um aspecto que parece ser de consenso é o que relaciona o aumento na temperatura com a elevação nas taxas de evapotranspiração das comunidades vegetais, ambas decorrentes da maior disponibilidade de energia radiante na atmosfera. Maiores taxas de evaporação das águas dos oceanos também são esperadas e isso acarretará em elevação na concentração de vapor de água na atmosfera e, por conseguinte, aumento das precipitações em torno de 15% ou 30% (Houghton, 2001). Para sistemas agrícolas já há evidências de que esse aumento na quantidade de chuvas não seria suficiente para compensar a elevação nas necessidades hídricas das principais culturas nas condições brasileiras, com grande potencial de impacto sócio-econômico em consequência da deficiência hídrica provocada pela elevação da temperatura (Assad et al., 2004).

Para os ecossistemas naturais, a temperatura e a chuva representam fatores importantes na definição da distribuição, da composição, da estrutura e do funcionamento da vegetação. Comunidades florestais que apresentam grande capacidade de troca de massa e energia com a atmosfera atuam como importante fator de controle local e regional do clima (Nobre et al., 1991; Avissar, 1991; Loope e Giambelluca, 1998) e, normalmente, são dependentes de grande disponibilidade hídrica para sua estabilidade temporal.

Para as florestas, as previsões de elevação na temperatura média global parecem ser especialmente preocupantes. Friend e Cox (1995), utilizando modelos climáticos adaptados a florestas tropicais, simularam a elevação da concentração de CO<sub>2</sub> para o dobro da atual e verificaram queda de 9% na taxa de transpiração devido à redução da condutância estomática que, por sua vez, também é uma consequência da maior disponibilidade de CO<sub>2</sub> no ambiente (Morison e Grifford, 1984; Eamus, 1991; Polley et al., 1992, Nie et al., 1992, Aidar et al., 2002).

Estudos sobre a importância das florestas no balanço de carbono da Terra ainda não foram suficientes para elucidar os mecanismos reguladores do ciclo do carbono entre os ecossistemas terrestres e a atmosfera (Grace et al., 1996; Houghton, 2003). As florestas tropicais têm papel fundamental no balanço de carbono da Terra e sua conversão para outras formas de uso do solo menos ricas em carbono representam uma transferência de CO<sub>2</sub> para a atmosfera de até 3,6 bilhões de toneladas por ano (Houghton, 1991). Utilizando a técnica da correlação de turbilhões, verificou-se que a Floresta Amazônica atua como sumidouro de carbono (Grace et al. 1995a, 1995b, 1996 e Costa et al. 2000). Ainda que tenham sido observadas taxas líquidas de absorção de cerca de 6% (Meir, 1996), com taxas de respiração do solo fortemente relacionadas à temperatura ambiente, quando extrapolados para a área total da Amazônia esses resultados permitiram inferir que a Amazônia retira da atmosfera algo em torno de 500 bilhões de toneladas de carbono por ano. Mesmo que modestos, frente às emissões de CO<sub>2</sub> oriundas da queima de combustíveis fósseis, esses dados reforçam a importância da floresta e, de certa forma, contradizem a idéia de que as florestas têm balanço de carbono nulo.

Segundo Markhan e Malcolm (1996), grande número de estudos foram realizados buscando-se conhecer o impacto potencial das mudanças climáticas sobre a diversidade biológica



e a estabilidade dos ecossistemas florestais em todo o mundo e uma das contribuições mais importante desses trabalhos foi o estabelecimento de relações entre a diversidade desses biomas com seus respectivos níveis de sensibilidade às mudanças climáticas, considerando o papel da ação antrópica sobre o grau de sensibilidade dos ecossistemas. Baseado em modelos de fluxo de massa e energia, Malcolm (1998) observou que áreas fragmentadas são mais suscetíveis ao aquecimento global e ao déficit hídrico do que ecossistemas bem conservados, ocupando grandes áreas.

Dentre as ações que podem ser tomadas para a minimização dos impactos de mudanças climáticas, Peters e Darling, (1985) sugerem que, diante do cenário de mudanças climáticas, na definição de novas áreas de conservação florestal sejam priorizadas as áreas consideradas limites para espécies que se pretenda proteger. Os autores também enfatizam que áreas com maior variação de altitude e com diversos tipos de solo seriam mais recomendadas por permitirem a migração das espécies mais sensíveis ao aquecimento para os pontos mais elevados (McNeely, 1990; Salis et al., 1995). Assim, a ampliação da área das reservas e o aumento em seu número também são estratégias importantes para a manutenção da diversidade biológica dos ecossistemas, ainda que nem sempre a expansão das áreas protegidas represente ganhos em termos de adaptabilidade (Halpin, 1995).

Sob o ponto de vista ecológico, as vantagens advindas do estabelecimento de corredores de vegetação entre áreas florestais próximas já são consenso quando comparadas com fragmentos florestais isolados, especialmente no que se refere ao deslocamento de animais e à disseminação das espécies vegetais. Contudo, quando se considera a hipótese de mudanças climáticas mais intensas, os corredores de vegetação podem também contribuir de forma decisiva para a migração de espécies em resposta às mudanças biogeográficas (Hunter et al., 1988; Joly, 2002). É evidente que essa vantagem adicional pode ser utilizada como estratégia de adaptação às eventuais mudanças climáticas apenas nos casos em que houvesse grandes áreas envolvidas, com boa variabilidade climática, conectadas entre si.

Outra estratégia adaptativa às mudanças climáticas seria a intervenção sobre o habitat natural de modo a torná-los mais adequados à sobrevivência das espécies ou para minimizar as alterações. Markhan e Malcolm (1996) apresentam uma série de intervenções atualmente utilizadas no manejo de ecossistemas naturais e que poderiam ser aplicados como medidas para minimização de impacto e para adaptação de espécies animais e vegetais às mudanças climáticas.

### 1.1.3. Condições meteorológicas dos quatro primeiros anos do Projeto “40ha de Parcelas Permanentes”

Com o objetivo de se caracterizar as condições meteorológicas das áreas de estudo do Projeto Parcelas Permanentes durante o período de execução do mesmo, foram instaladas estações meteorológicas automáticas (EMAs) nas sedes dos Parques Estaduais da Ilha do



Cardoso e de Carlos Botelho e das Estações Ecológicas de Caetetus e de Assis, as quais contavam com sensores de temperatura (Tar) e umidade relativa (UR) do ar, velocidade (VV) e direção do vento (DV), radiação solar global (Qg) e fotossinteticamente ativa (RFA) e chuva (P). Como a instalação das EMAs seu deu apenas ao longo do primeiro semestre de 2003, com as medidas se iniciando a partir de agosto, em função de dificuldades advindas com a compra e importação dos equipamentos, também foram coletados dados de temperatura máxima (Tmax), temperatura mínima (Tmin) e chuva (P) dos postos termopluviométricos de cada uma dessas regiões amostradas, que integram o sistema CIIAGRO/IAC, considerando o período de janeiro de 2002 a outubro de 2003, para que houvesse a cobertura climática de todo o período de coleta de dados dentro das parcelas permanentes, dos diferentes temas, como água no solo, fauna de solo luz, vegetação, fenologia, etc. Portanto, para a análise dos dados de temperatura, chuva e balanço hídrico, considerou-se o período compreendido entre 01/01/2002 a 31/10/2005, comum para todas as áreas de estudo, possibilitando, desse modo, a comparação entre elas. No caso das variáveis umidade relativa, radiação solar e vento, foram utilizados para análise um período menor, correspondendo a novembro de 2003 a agosto de 2005. Apesar das EMAs estarem programadas para armazenar dados a cada minuto para a variável RFA e a cada 15 minutos para as demais variáveis, a presente análise se restringiu aos dados diários e mensais. Apesar disso, os dados coletados em frequências menores (1 e 15 minutos) estão disponíveis aos interessados, para estudos e análises mais específicas.

#### *1.1.3.1 Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) da Estação Ecológica de Assis, onde foi alocada a Parcela Permanente de Cerradão*

Na Figura 1.4 são apresentadas as variações diárias dos dados meteorológicos coletados na E.E. de Assis, no período compreendido entre 01 de novembro de 2003 a 31 de agosto de 2005.

Nessa região, foram observadas ao longo do referido período, temperaturas médias diárias oscilando entre 8,2 e 29,1oC (Figura 1.4b). Essas médias foram obtidas a partir de leituras contínuas ao longo do dia e não apenas em função dos valores extremos, o que leva à obtenção de valores médios ligeiramente inferiores que as médias estimadas. As temperaturas extremas variaram bastante na região, o que é uma característica de locais sob influência da continentalidade. As temperaturas mínimas oscilaram entre 1,3 e 23,0oC, enquanto que as máximas variaram entre 13,6 e 38,4oC. Além do efeito da continentalidade, os níveis térmicos e as variações dos valores extremos também foram influenciados pela disponibilidade energética do local (Figura 1.4c), representada pela irradiância solar global (Qg). Na região de Assis, Qg variou entre 39,6 MJm-2dia-1, para um dia de verão com ausência de nebulosidade, e 2,0 MJm-2dia-1, para um dia nublado de inverno. A irradiância solar fotossinteticamente ativa (RFA), importante por seu papel fundamental no processo fotossintético, foi em média 33% dos valores de Qg, oscilando entre 0,8 e 11,5 MJm-2dia-1.



As chuvas (Figura 1.4a) foram bastante variáveis, atingindo uma ocorrência máxima diária de 57,7 mm. As chuvas concentraram-se nos meses de outubro a março, porém precipitações freqüentes foram observadas nos demais meses, especialmente do ano de 2004. A variação dos dados de umidade relativa média do ar (UR) (Figura 1.4d), foram proporcionais às variações observadas para a precipitação, havendo uma concordância entre os períodos de menores índices pluviométricos e os de menores umidades relativas. A UR variou de 30,3%, entre agosto e setembro de 2004, e 95,3%, nos meses chuvosos.

Os ventos (Figura 1.4e) também se mostraram bastante variáveis, oscilando entre a calma (0 ms<sup>-1</sup>) e 3 ms<sup>-1</sup>, sendo predominantemente de direção SE (Figura 1.4f), com algumas variações para as direções E, NE, S e SW. Praticamente, não foram observados ventos provenientes de N e NW na região.

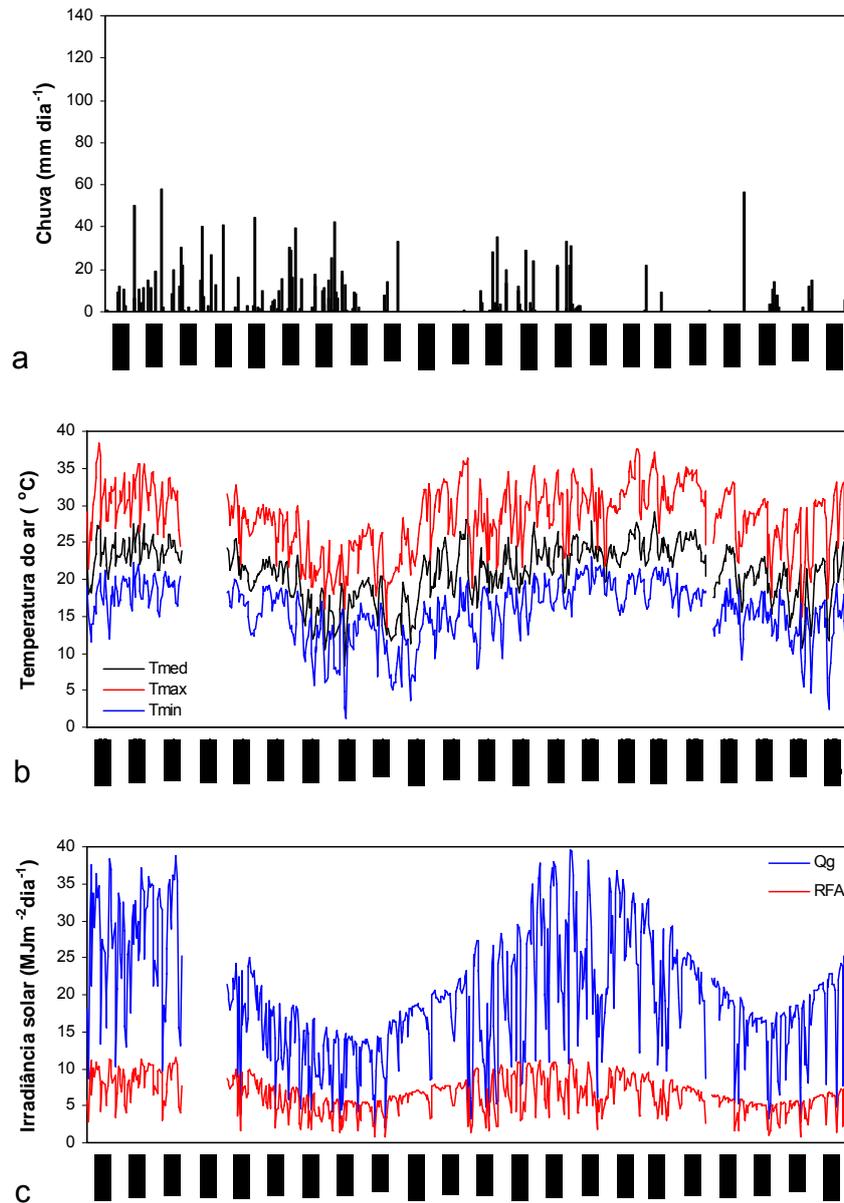


Figura 1.4. Variação diária dos elementos meteorológicos na E.E. de Assis, durante o período de 01/11/2003 a 31/08/2005: a) chuva; b) temperatura; c) radiação solar; d) umidade relativa; e) velocidade do vento; f) direção do vento.

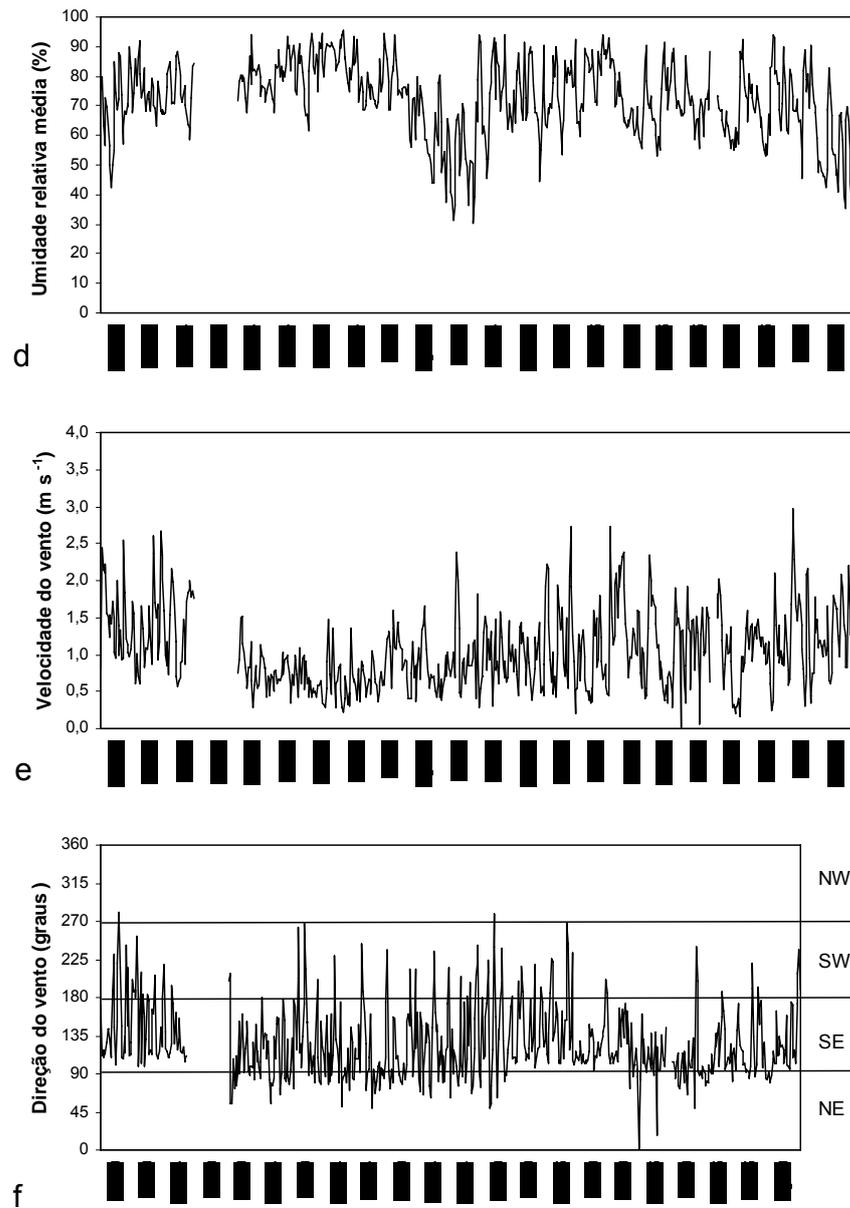


Figura 1.4. Continuação...



### 1.1.3.2. Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) da Estação Ecológica dos Caetetus, onde foi alocada a Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual

Na Figura 1.5 são apresentadas as variações diárias dos dados meteorológicos coletados na E.E. dos Caetetus, no período compreendido entre 01 de novembro de 2003 a 31 de agosto de 2005.

Nessa região, foram observadas ao longo do referido período temperaturas médias diárias oscilando entre 8,6 e 30,0°C (Figura 1.5b), muito semelhante ao que foi observado na E.E. de Assis, o que se deve ao fato das duas localidades se encontrarem praticamente nas mesmas condições de latitude e altitude (Tabela 1.1). As temperaturas extremas variaram bastante na região, o que é uma característica de locais sob influência da continentalidade. As temperaturas mínimas oscilaram entre 2,2 e 22,0°C, enquanto que as máximas variaram entre 16,1 e 38,8°C. Além do efeito da continentalidade, os níveis térmicos e as variações dos valores extremos também foram influenciados pela disponibilidade energética do local (Figura 1.5c), representada pela irradiância solar global ( $Q_g$ ). Na região de Gália, onde se encontra a E.E. dos Caetetus,  $Q_g$  variou entre 30,8 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, para um dia de verão com ausência de nebulosidade, e 0 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, para um dia intensamente nublado de inverno. A irradiância solar fotossinteticamente ativa (RFA) foi em média 36% dos valores de  $Q_g$ , oscilando entre 0,9 e 12 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>.

As chuvas (Figura 1.5a) foram bastante variáveis, atingindo uma ocorrência máxima diária de 128,8 mm. As chuvas concentraram-se nos meses de outubro a março, porém precipitações frequentes foram observadas nos demais meses, especialmente do ano de 2004. A variação dos dados de umidade relativa média do ar (UR) (Figura 1.5d), foram proporcionais às variações observadas para a precipitação, havendo uma concordância entre os períodos de menores índices pluviométricos e os de menores umidades relativas. A UR variou de 28,5%, entre agosto e setembro de 2004, e 95,1%, nos meses chuvosos.

Os ventos (Figura 1.5e) também se mostraram bastante variáveis, oscilando entre 0,2 ms<sup>-1</sup> e 3,7 ms<sup>-1</sup>, sendo predominantemente de direção SE (Figura 1.5f), com algumas variações para as direções E, NE, S e SW. Praticamente, não foram observados ventos provenientes de N e NW na região.

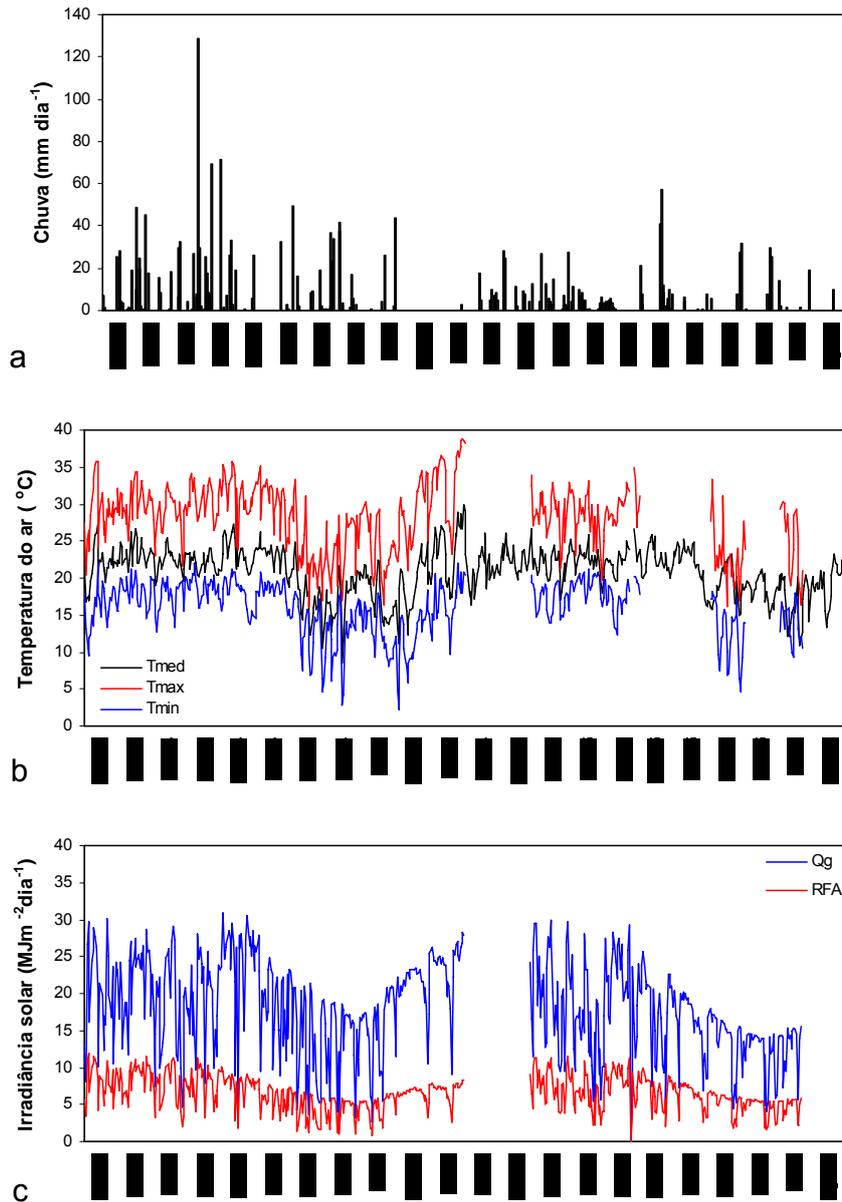


Figura 1.5. Variação diária dos elementos meteorológicos na E.E. dos Caetetus, durante o período de 01/11/2003 a 31/08/2005: a) chuva; b) temperatura; c) radiação solar; d) umidade relativa; e) velocidade do vento; f) direção do vento.

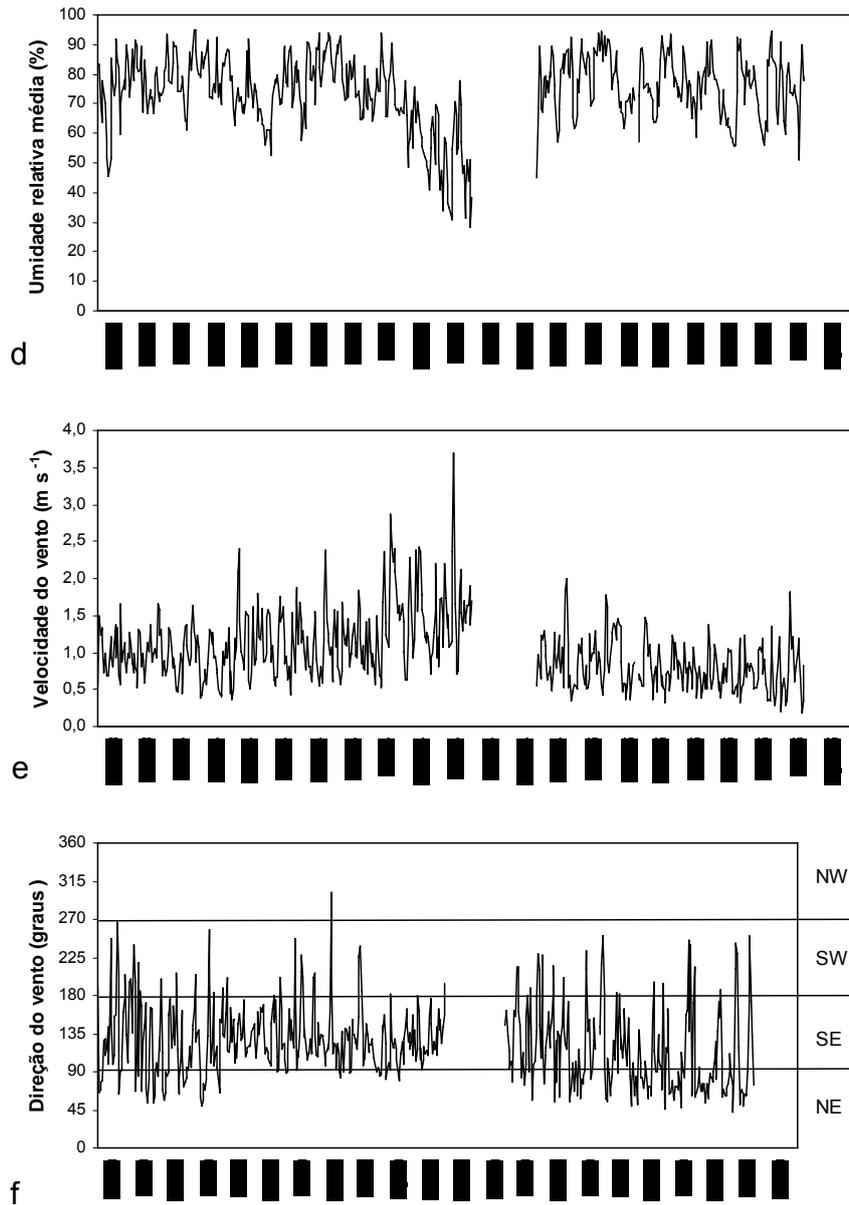


Figura 1.5. Continuação...



### 1.1.3.3. Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) do Parque Estadual de Carlos Botelho, onde foi alocada a Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa

Na Figura 1.6 são apresentadas as variações diárias dos dados meteorológicos coletados na P.E. de Carlos Botelho, no período compreendido entre 01 de novembro de 2003 a 31 de agosto de 2005.

Nessa região, foram observadas ao longo do referido período temperaturas médias diárias oscilando entre 10,6 e 30,8°C (Figura 1.6b). As temperaturas extremas variaram bastante na região, porém com uma amplitude não tão acentuada como no interior do estado, em decorrência da oceanidade. As temperaturas mínimas oscilaram entre 5,4 e 23,5°C, enquanto que as máximas variaram entre 14 e 39°C. Além do parcial efeito termo-regulador da água, devido à proximidade do oceano (oceanidade), os níveis térmicos e as variações dos valores extremos também foram influenciados pela disponibilidade energética do local (Figura 1.6c), representada pela irradiância solar global ( $Q_g$ ). Na região de Sete Barras, onde se encontra a P.E. de Carlos Botelho, os valores de  $Q_g$  variaram entre 25,3 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, para um dia parcialmente nublado, e 0,6 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, para um dia intensamente nublado de inverno. A irradiância solar fotossinteticamente ativa (RFA) foi, em média, 27% dos valores de  $Q_g$ , oscilando entre 0,2 e 7,9 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>. Esses menores níveis de  $Q_g$  e RFA se devem principalmente à intensa nebulosidade que ocorre no local, conseqüência também da formação das chuvas orográficas.

As chuvas (Figura 1.6a) foram bastante freqüentes na região, ocorrendo ao longo de praticamente todo o ano, atingindo uma ocorrência máxima diária de 205,2 mm. As precipitações se concentraram nos meses de outubro a março, porém precipitações freqüentes foram observadas nos demais meses, sendo poucos os dias sem registro de chuva. Essas chuvas são causadas não só pelas frentes frias, comuns na região, mas também pelos movimentos convectivos livres durante o verão (chuvas de verão) e pelos movimentos convectivos forçados devido à ação orográfica da Serra do Mar, que ocorrem ao longo de todo o ano. Em razão da alta freqüência de chuvas, as UR médias do ar na região (Figura 1.6d) foram proporcionalmente elevadas, variando 59,7% a 96,4%, sendo que na grande maioria dos dias a UR média manteve-se acima dos 80%.

Os ventos (Figura 1.6e) também se mostraram bastante variáveis, oscilando entre 0 e 1,5 ms<sup>-1</sup>, ficando abaixo de 0,5 ms<sup>-1</sup> na grande maioria dos dias, e quase sempre soprando do oceano em direção ao continente, ou seja, com direção predominante SE (Figura 1.6f), sendo isso uma constante fonte de umidade para as chuvas orográficas.

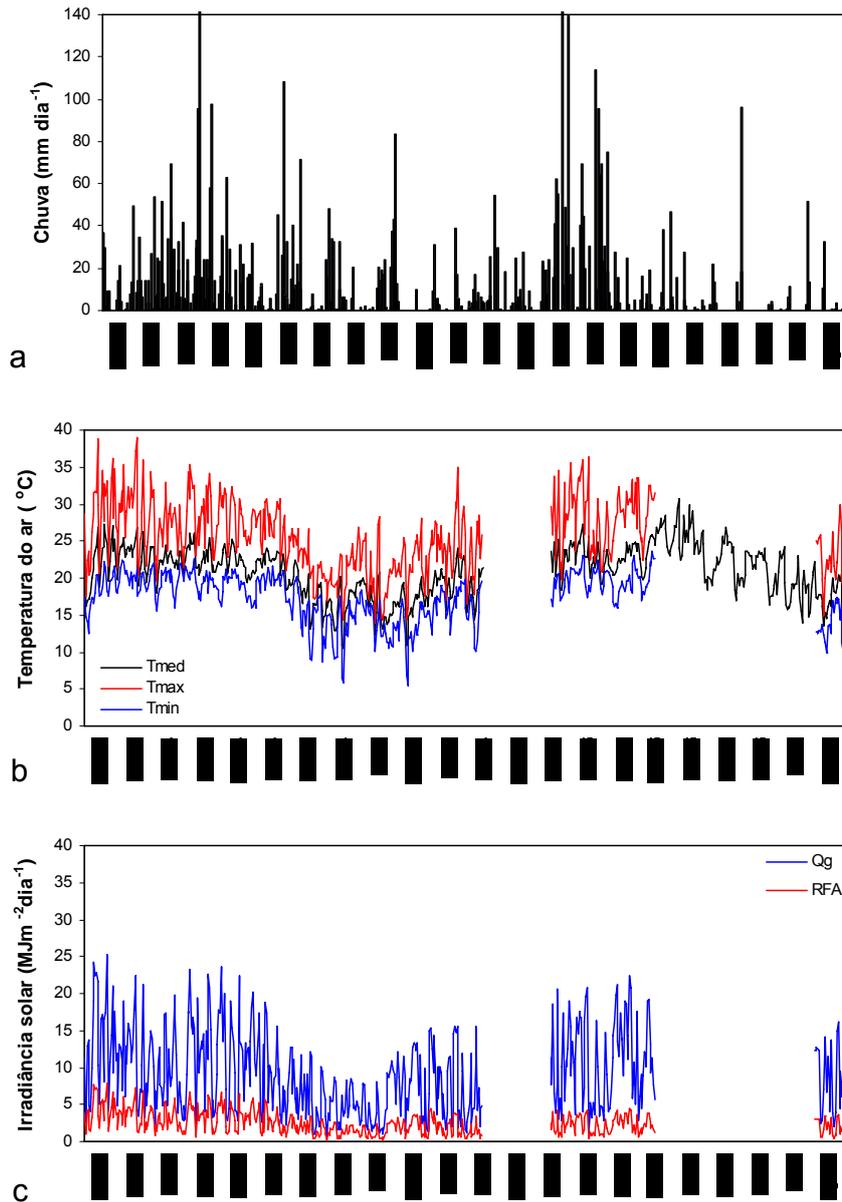


Figura 1.6. Variação diária dos elementos meteorológicos na P.E. de Carlos Botelho, durante o período de 01/11/2003 a 31/08/2005: a) chuva; b) temperatura; c) radiação solar; d) umidade relativa; e) velocidade do vento; f) direção do vento.

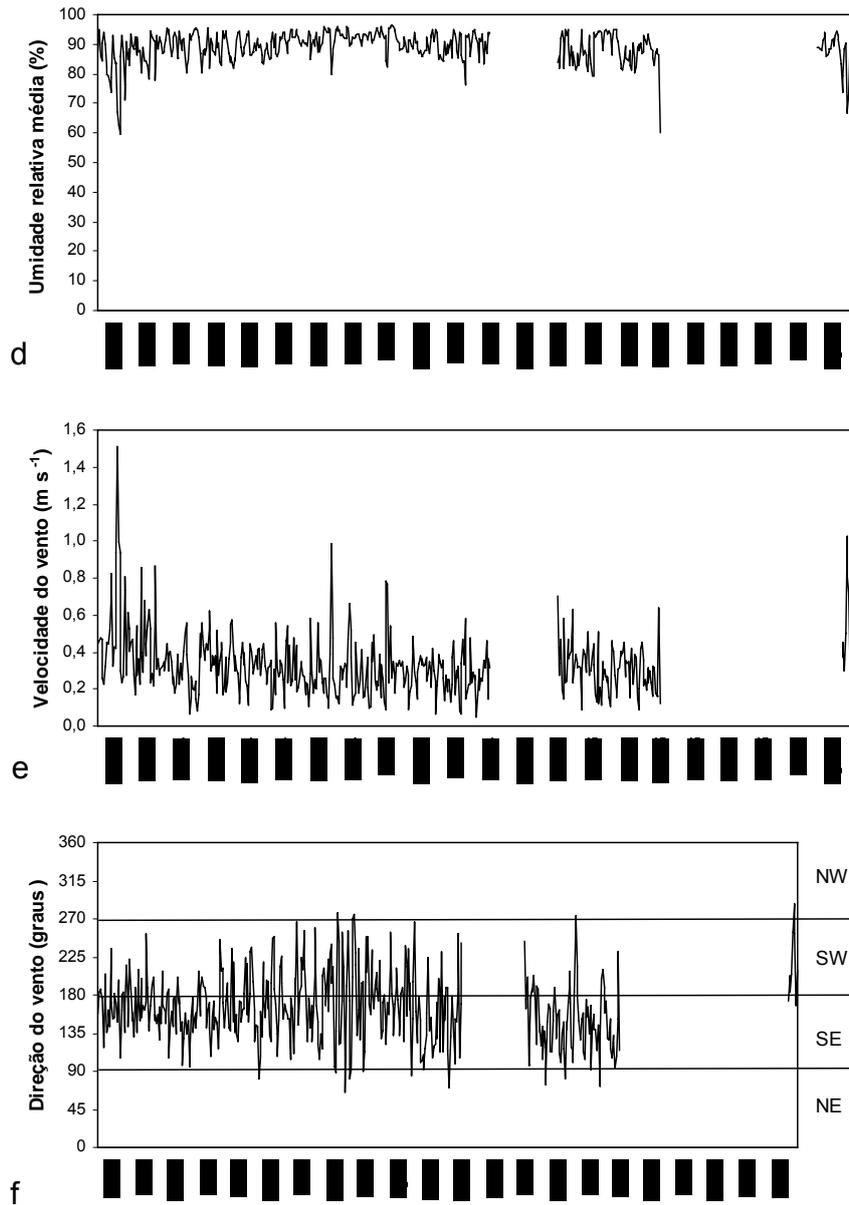


Figura 1.6. Continuação...



#### 1.1.3.4. Condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, onde foi alocada a Parcela Permanente de Floresta de Restinga

Na Figura 1.7 são apresentadas as variações diárias dos dados meteorológicos coletados na P.E. da Ilha do Cardoso, no período compreendido entre 01 de novembro de 2003 a 31 de agosto de 2005.

Nessa região, foram observadas ao longo do referido período temperaturas médias diárias oscilando entre 11 e 29,5°C (Figura 1.7b). As temperaturas extremas variaram bastante na região, com valores muito semelhantes aos observados no P.E. de Carlos Botelho, porém com uma amplitude não tão acentuada como no interior do estado, em decorrência do efeito da oceanidade. As temperaturas mínimas oscilaram entre 5,5 e 24,2°C, enquanto que as máximas variaram entre 16 e 38,8°C. Além do parcial efeito termo-regulador da água, devido à proximidade do oceano, os níveis térmicos e as variações dos valores extremos também foram influenciados pela disponibilidade energética do local (Figura 1.7c), representada pela irradiância solar global ( $Q_g$ ). Na Ilha do Cardoso,  $Q_g$  variou de 28,3 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, para um dia parcialmente nublado, a 0,9 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>, para um dia intensamente nublado de inverno. A irradiância solar fotossinteticamente ativa (RFA) foi em média 35% dos valores de  $Q_g$ , oscilando entre 0,9 e 12 MJm<sup>-2</sup>dia<sup>-1</sup>. Os valores de  $Q_g$  e RFA são ligeiramente superiores aos observados no P.E. de Carlos Botelho, onde a nebulosidade é maior em função da formação das chuvas orográficas.

As chuvas (Figura 1.7a), assim como no P.E. de Carlos Botelho, são bastante frequentes porém com níveis ligeiramente inferiores. Na região, ao longo do período analisado a chuva de máxima intensidade diária foi da ordem de 131,3 mm, cerca de 70 mm menor do que a observada na Serra do Mar. As chuvas, assim como nas demais áreas estudadas, concentraram-se nos meses de outubro a março, porém precipitações frequentes e de forte intensidade também foram observadas nos demais meses. As chuvas que ocorrem na região são de origem convectiva (chuvas de verão) e frontal, não havendo chuvas orográficas, o que justifica as precipitações menos intensas na Ilha do Cardoso em comparação à Serra do Mar. Em razão da alta frequência de chuvas, as UR médias do ar na região (Figura 1.7d) foram proporcionalmente elevadas, variando de 59,1% a 95,7%, sendo que na grande maioria dos dias, a UR média manteve-se acima dos 80%.

Os ventos (Figura 1.7e) também se mostraram variáveis com relação à sua intensidade, oscilando entre calma e 1,8 ms<sup>-1</sup>. Apesar da baixa intensidade, os ventos na Ilha do Cardoso foram mais intensos do que aqueles observados no P.E. de Carlos Botelho. Assim como nas demais regiões de estudo, os ventos tiveram direção predominante de SE em grande parte dos dias, com oscilações para S, SW, E e NE. Não foram observados ventos provenientes de W, N e NW, o que se justifica pela configuração do relevo da região. Os ventos predominantemente



vindos de SE, soprando do oceano em direção ao continente, foram uma constante fonte de umidade para a formação de chuvas na região.

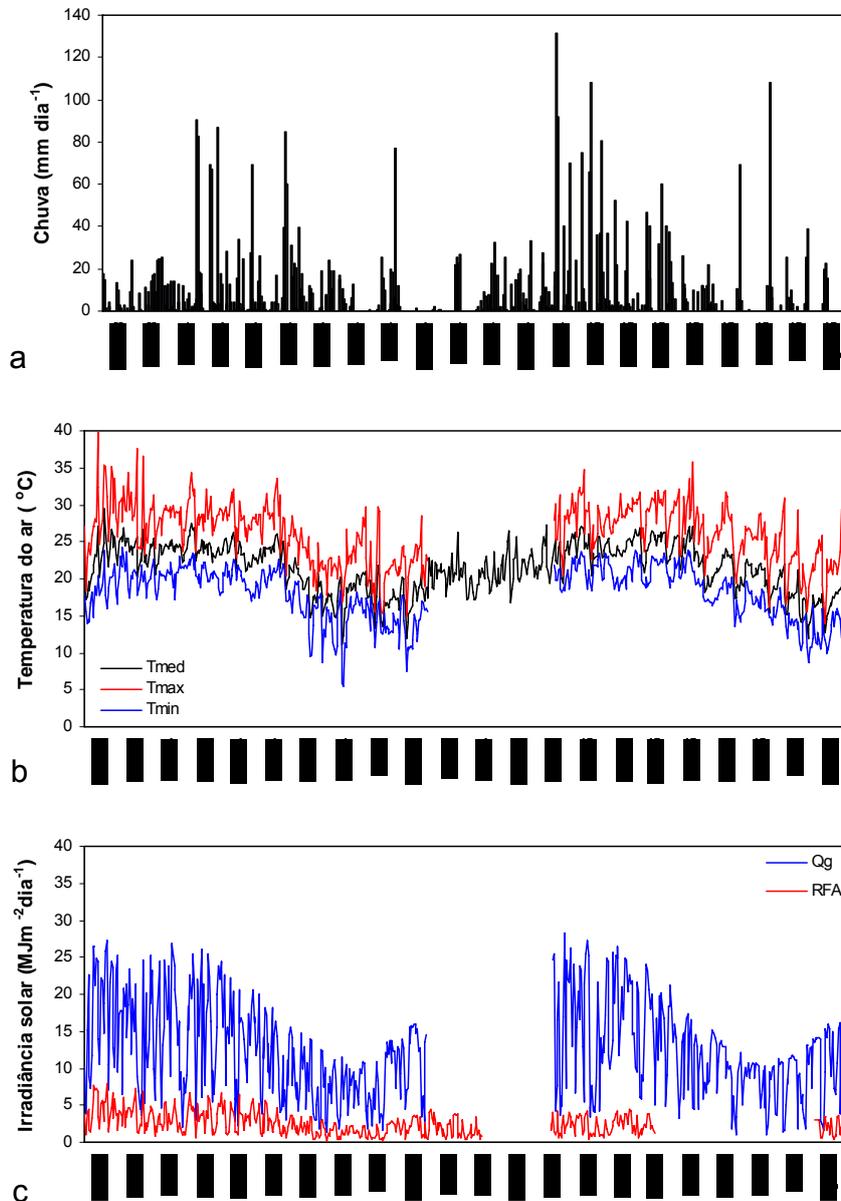


Figura 1.7. Variação diária dos elementos meteorológicos na P.E. da Ilha do Cardoso, durante o período de 01/11/2003 a 31/08/2005: a) chuva; b) temperatura; c) radiação solar; d) umidade relativa; e) velocidade do vento; f) direção do vento.

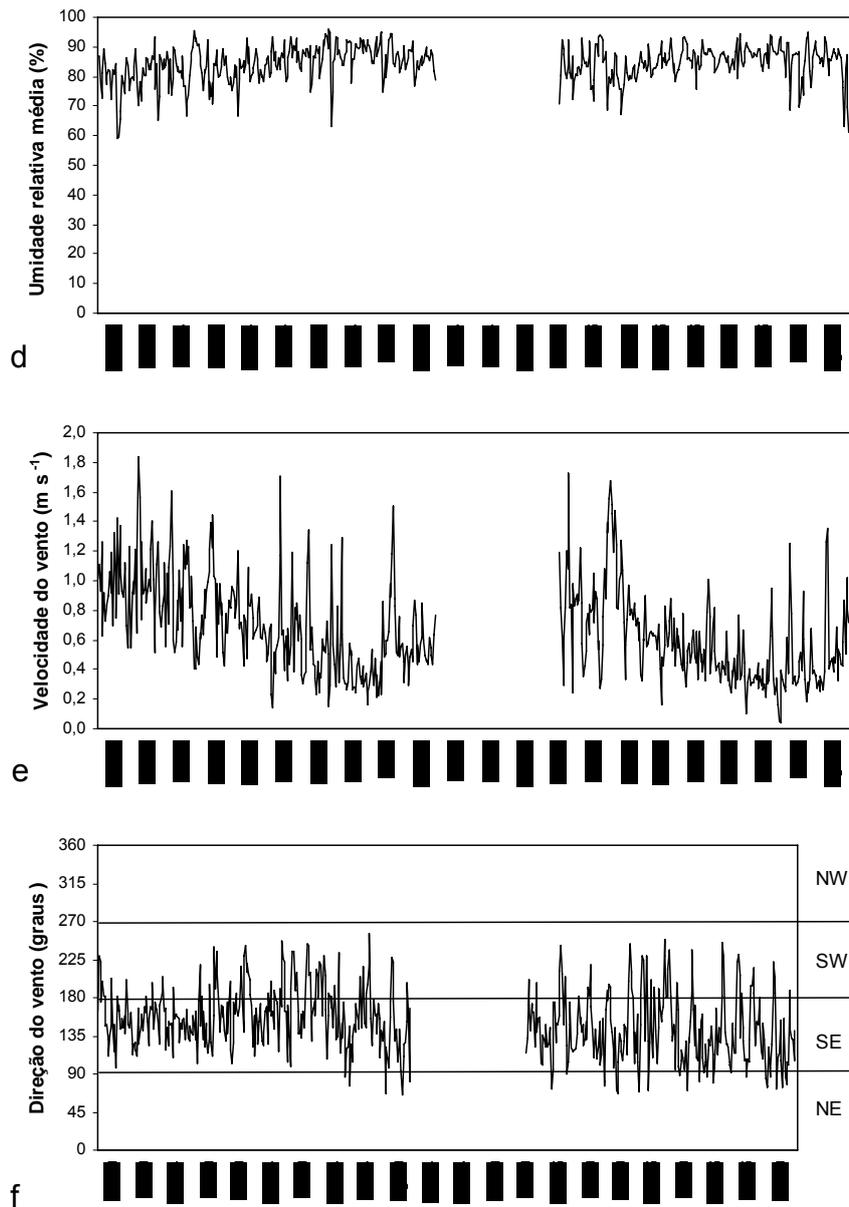


Figura 1.7. Continuação...



#### 1.1.4. Análise comparativa das condições meteorológicas de quatro anos (2002-2005) das quatro áreas de estudo (P.E. Ilha do Cardoso, P.E. Carlos Botelho, E.E. Caetetus e E.E. Assis), onde foi alocados os 40ha de Parcelas Permanentes

Considerando-se o período analisado, compreendido entre 01/11/2003 a 31/08/2005, se calculou as médias e os valores extremos dos elementos meteorológicos, com exceção para a chuva, para a qual se computou o total do período. Tal análise foi conduzida com o objetivo de se comparar as condições meteorológicas ocorridas entre as quatro áreas objeto de estudo do Projeto 40ha de Parcelas Permanentes.

Observa-se nos dados apresentados na Tabela 1.3, que as temperaturas médias não apresentaram muita diferença entre as quatro regiões do Estado de São Paulo, apesar das diferenças de altitude e latitude entre elas. Apesar disso, pode-se detectar que a temperatura na Ilha do Cardoso foi ligeiramente maior do que as das demais localidades. As diferenças observadas com relação às médias das temperaturas máxima e mínima foram expressivas. No interior do Estado, as temperaturas mínimas foram da ordem de 15,8 a 15,9°C ao passo que na região litorânea e na encosta da Serra do Mar esses valores atingiram entre 17,4 e 18°C. Para as temperaturas máximas ocorreu o oposto, com valores maiores nas E.E. de Assis e de Caetetus (entre 28,1 e 28,3°C) e menores nos P.E. de Carlos Botelho e da Ilha do Cardoso (entre 25,6 e 26,1°C). Isso mostra o efeito marcante da oceanidade na redução dos valores extremos de temperatura, ou seja, reduzindo a amplitude térmica, que foi de cerca de 12°C no interior e de 8°C no litoral. Com relação aos valores extremos absolutos de temperatura, não houve muitas diferenças em relação à temperatura máxima, com os valores sendo ligeiramente maiores na faixa litorânea, porém com diferenças inferiores a 1,4°C. Já para a temperatura mínima, foram observadas temperaturas indicativas de geadas (1,3 e 2,2°C) no interior do Estado, enquanto que no litoral e na encosta da Serra do Mar, as temperaturas mínimas não caíram abaixo de 5°C.

Para todos os demais elementos meteorológicos as diferenças foram marcantes. No caso da chuva, no P.E. de Carlos Botelho as chuvas acumularam 4105 mm a mais do que na E.E. de Assis, 3547 mm a mais do que na E.E. dos Caetetus e 1071 mm a mais do que no P.E. da Ilha do Cardoso. Essas diferenças mostram, entre outras coisas, a grande importância das chuvas orográficas na formação do clima das encostas da Serra do Mar. Obviamente, essas diferenças também apresentam componentes de variabilidade que não estão associados a isso, porém pode-se afirmar que grande parte dessas diferenças se deve ao efeito da orografia na formação das chuvas. Como conseqüência dessa maior intensidade de chuva, o P.E. de Carlos Botelho apresentou o menor nível de disponibilidade de radiação solar entre as regiões analisadas, sendo esse valor de 9,2 MJm-2d-1 no caso da Qg e de 2,5 MJm-2d-1 no caso da RFA, cerca de metade do que foi observado nas E.E. de Assis e dos Caetetus. Mesmo em relação ao P.E. da Ilha do Cardoso, os valores de Qg e de RFA foram inferiores, representando uma redução de 26,4% e 43,2% respectivamente.



As chuvas também foram responsáveis pelo gradiente de UR observado entre as quatro áreas, sendo o valor mais acentuado no P.E. de Carlos Botelho (89,1%), seguido do P.E. da Ilha do Cardoso (84,4%) e das E.E. de Assis e dos Caetetus (72,2 e 74,1% respectivamente). Tais níveis de umidade relativa do ar contribuem para que as áreas situadas no litoral e na encosta da Serra do Mar tenham uma maior umidade também no solo, já que a UR, por meio do déficit de saturação do ar, atua diretamente na taxa de evapotranspiração das árvores, interferindo no balanço de água do solo e, conseqüentemente, na geração dos excedentes hídricos. Além disso, outra variável meteorológica que interfere nas menores taxas de evapotranspiração da floresta nos P.E. de Carlos Botelho e da Ilha do Cardoso é a velocidade do vento, a qual é sensivelmente menor nas áreas próximas ao litoral do que no interior do Estado.

Com relação à direção do vento (DV), não se observou diferenças entre as quatro áreas estudadas. Isso se deve às características geográficas do Estado de São Paulo, que está situado na faixa de latitude entre 0 e 30° S, onde, em função da circulação geral da atmosfera, predominam os ventos provenientes de SE. Isso tem um efeito mais marcante na formação do clima da região litorânea e da encosta a barlavento da Serra do Mar, onde os ventos trazem continuamente umidade do oceano, contribuindo para a formação das chuvas e também para a elevação da umidade do ar. Tal influência do oceano no clima local já não ocorre no interior do Estado, especialmente na região de Marília, onde se encontram as E.E. de Assis e dos Caetetus, devido à sua distância de cerca de 320 km do oceano.

Analisando-se, finalmente, o efeito desses elementos meteorológicos no balanço hídrico climatológico sequencial, na escala quinquidial, no período de 2002 a 2005 (Figuras 1.8 e 1.9), observa-se que nos P.E. de Carlos Botelho e da Ilha do Cardoso (Figura 1.9), a ocorrência de deficiências hídricas significativas é menor, enquanto que os excedentes hídricos são maiores, quando comparada as outras duas áreas (E.E. de Caetetus e Assis), o que concorda com os padrões de normalidade para a região. A única exceção é observada para o ano de 2003 no P.E. de Carlos Botelho, onde houve a predominância de deficiências hídricas durante boa parte do ano, o que ocorreu como conseqüência das chuvas irregulares observadas nesse período. Nas E.E. de Assis e de Caetetus (Figura 1.8), as deficiências hídricas foram mais acentuadas e os excedentes hídricos mais amenos, o que também está de acordo com o padrão de normalidade para essas regiões. No entanto, o que chama a atenção nessas duas últimas localidades é a ocorrência de veranicos nos meses de novembro, janeiro e março, especialmente em Assis, o que foge do padrão de normalidade da região, que é de Primavera e Verão chuvosos.

Apesar da variabilidade inter-anual das informações do balanço hídrico climatológico seqüencial, observa-se de um modo geral que os padrões médios se repetiram nessa análise, mostrando que existe um gradiente de aumento das deficiências hídricas e de redução dos excedentes hídricos do litoral para o interior do Estado, sendo que os tipos vegetacionais existentes nessas áreas são condicionados por tais condições meteorológicas e hídricas.



Tabela 1.3. Condições climáticas na E.E. de Assis, na E.E. dos Caetetus, no P.E. de Carlos Botelho e no P.E. da Ilha do Cardoso, no período de 01/11/2003 a 31/08/2005.

Local	Tmed (°C)	Tmax (°C)	Tmin (°C)	TMA (°C)	TmA (°C)	UR (%)	P <sub>Total</sub> (mm)	Qg (MJm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	RFA (MJm <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> )	PAR/Qg	VV (ms <sup>-1</sup> )	DV
E.E.Assis	21,0	28,3	15,8	38,4	1,3	72,2	1586	19,8	6,5	0,33	1,0	SE
E.E.Caetetus	20,9	28,1	15,9	38,8	2,2	74,1	2144	18,1	6,5	0,36	1,0	SE
P.E.C.Botelho	20,9	25,6	17,4	39,0	5,4	89,1	5691	9,2	2,5	0,27	0,3	SE
P.E.I.Cardoso	21,4	26,1	18,0	39,8	5,5	84,4	4620	12,5	4,4	0,35	0,7	SE

Tmed = temperatura média do ar; Tmax = temperatura máxima média do ar; Tmin = temperatura mínima média do ar; TMA = temperatura máxima absoluta; TmA = temperatura mínima absoluta; UR = umidade relativa média do ar; P<sub>Total</sub> = chuva total acumulada no período, Qg = radiação solar global média; PAR = radiação fotossinteticamente ativa média; VV = velocidade média do vento; DV = direção predominante do vento.

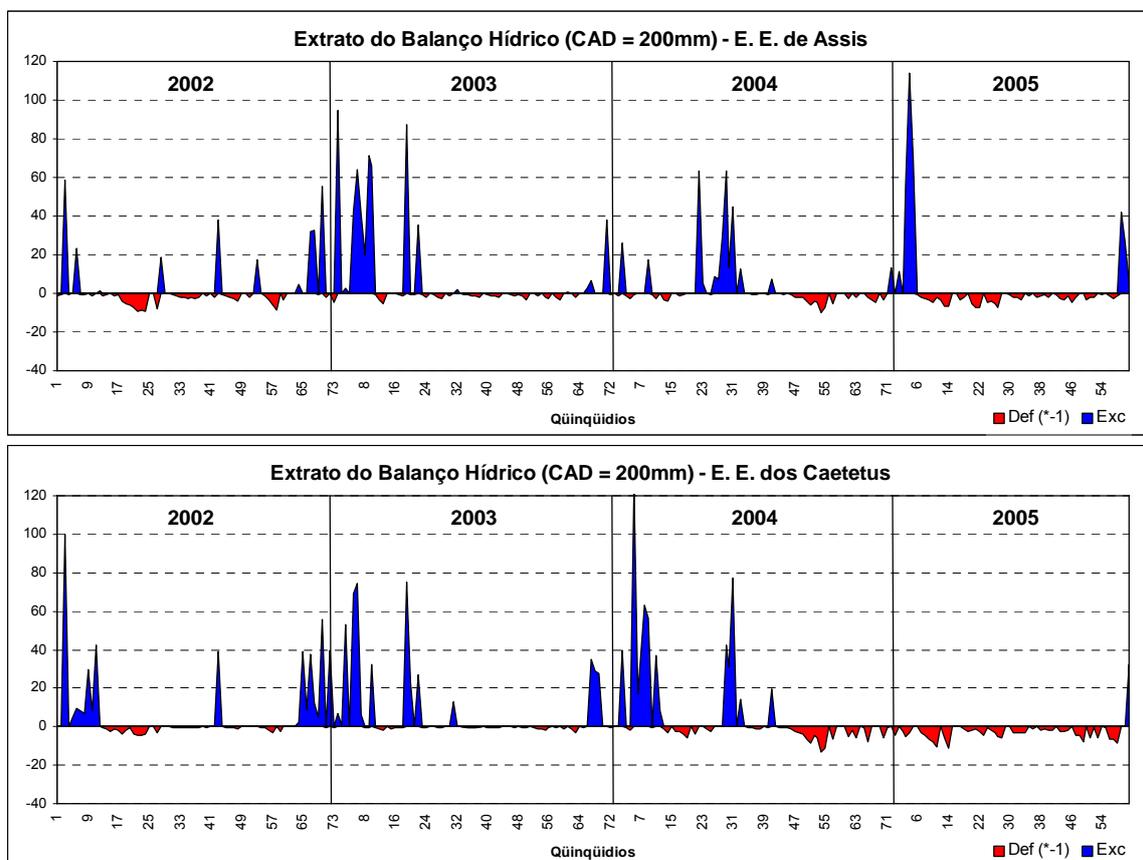


Figura 1.8. Extrato do balanço hídrico climatológico, no período de janeiro de 2002 a outubro de 2005 nas Estações Ecológicas de Assis (a) e dos Caetetus (b), considerando-se uma capacidade de água disponível no solo de 200 mm. Def (\*-1) = deficiência hídrica do quinquídio multiplicada por -1, para fins de plotagem no gráfico; Exc = excedente hídrico do quinquídio.

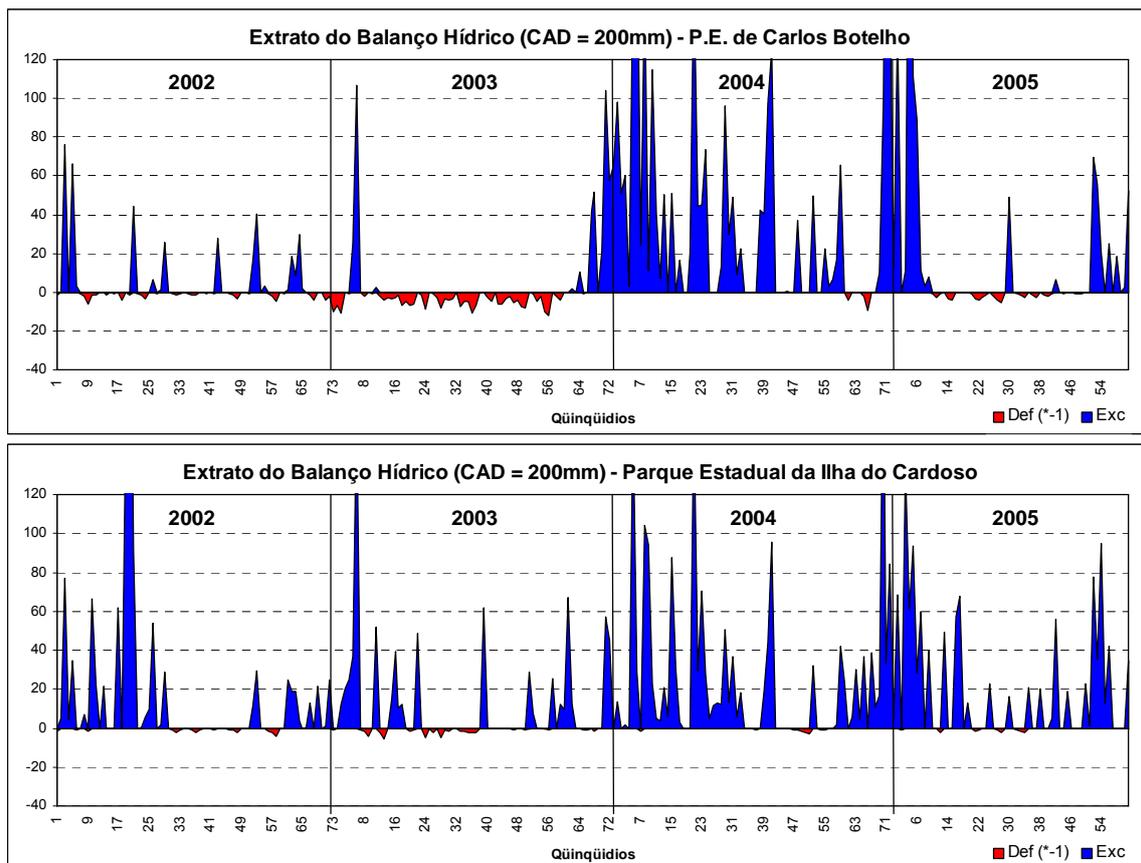


Figura 1.9. Extrato do balanço hídrico climatológico, no período de janeiro de 2002 a outubro de 2005 nos Parques Estaduais de Carlos Botelho (a) e da Ilha do Cardoso (b), considerando-se uma capacidade de água disponível no solo de 200 mm. Def (\*-1) = deficiência hídrica do quinquênio multiplicada por -1, para fins de plotagem no gráfico; Exc = excedente hídrico do quinquênio.

### 1.1.5 Considerações finais sobre o clima dessas áreas

As análises apresentadas permitiram identificar a existência de padrões climáticos distintos entre as áreas estudadas, sendo que as maiores diferenças ocorreram entre os P.E. da Ilha do Cardoso e de Carlos Botelho com as E.E. de Caetetus e Assis, e que esses padrões, mesmo com a variabilidade inter-anual das condições meteorológicas, se repetiram nos primeiros cinco anos de condução do Projeto 40ha de Parcelas Permanentes. As informações meteorológicas/climáticas apresentadas possibilitaram não só se caracterizar e distinguir as condições físicas do ambiente entre as quatro áreas de estudo, mas também entender a influência desses elementos nos padrões de adaptação e distribuição das diferentes espécies vegetais e animais. Apesar da formação dos macroclimas depender basicamente das condições geográficas do local, é evidente a grande influência da vegetação nativa na manutenção das condições microclimáticas.



Alterações no padrão climático da Terra em função das ações antrópicas, especialmente o aquecimento global, irão ter grande influência na sobrevivência e distribuição das espécies florestais, o que por sua vez influenciará o microclima local, o que indubitavelmente será mais um componente a contribuir com as mudanças climáticas a nível global. Portanto, estudos que possibilitem compreender melhor a dinâmica das vegetações nativas relacionadas às condições físicas do meio são de extrema importância para balizar ações futuras que minimizem os impactos causados pelo homem.



## **1.2. Regime de Luz: Importância de Estudos, Problemas e Sugestões**

### **1.2.1 A importância do estudo de regimes de luz em florestas tropicais e subtropicais.**

Desde os primórdios da Ecologia, os pesquisadores já reconheciam a capacidade de diferentes espécies arbóreas de Florestas Temperadas em sobreviver preferencialmente em condições de mais ou menos luz disponíveis nessas comunidades e mais tarde essa mesma constatação se estendeu também às florestas dos trópicos. (Watt, 1947; Whitmore, 1975).

O posterior reconhecimento, e gradual aceitação, de que tanto nas florestas temperadas, como nas tropicais existe uma dinâmica de clareiras, e que esta resulta na formação de um mosaico de manchas formado por clareiras abertas, clareiras em diferentes graus de preenchimento e por áreas dominadas por um dossel composto de árvores antigas, que só muitas décadas ou mesmo séculos anteriores parte desse dossel poderia corresponder a possíveis clareiras, representou um avanço no entendimento da dinâmica dessas vegetações. (Whitmore, 1990).

Essas diferentes manchas do mosaico florestal tendem a apresentar condições de luz distintas e, portanto, árvores com diferentes habilidades em explorar essa disponibilidade distinta de luz tendem a ocupar diferencialmente esses locais (Hartshorn, 1978).

Assim, clareiras recém abertas permitindo uma grande penetração de luz no interior da floresta favorecem nesses locais o estabelecimento e o desenvolvimento de espécies arbustivo-arbóreas exigentes, ou tolerante à luz (Hartshorn, 1978).

O gradual preenchimento dessas clareiras por essas espécies, e por outras já pré-existentes no sub-bosque da floresta e que sobreviveram à formação dessas aberturas no dossel, levam ao progressivo sombreamento dessas áreas quanto mais crescem esses indivíduos. Quanto mais preenchida a clareira, mais sombreado vai se tornando o seu interior, até que a copa dessas árvores alcança o dossel fazendo desaparecer a antiga abertura que ali existia. Durante esse processo de fechamento da clareira observa-se uma substituição das espécies arbóreas mais dependentes em luz por outras mais tolerantes à sombra. Por fim essas espécies presentes no dossel serão depois de algumas décadas substituídas por outras espécies também tolerantes à sombra, mas de crescimento muito mais lento e que formarão então um dossel que poderá aí permanecer por décadas, ou até séculos, até que essas árvores morram fazendo surgir de novo uma clareira nesse local (Hartshorn, 1978).

Essa descrição representa uma simplificação didática do que se tem observado, em especial, nas florestas tropicais úmidas, e representaria a forma pela qual essas florestas, e eventualmente outras florestas tropicais, se manteriam no tempo.

O funcionamento desse modelo depende de alguns desses pressupostos existirem numa dada floresta, como: a contínua abertura e o gradual fechamento de clareiras (clareiras em preenchimento); a existência de diferentes níveis de luz entre clareiras, a presença da condição



de sub-bosque nos trechos de dossel antigo; a existência de espécies que apresentem diferentes níveis de tolerância à sombra; a existência nessas espécies de uma capacidade diferencial em sobreviver e se desenvolver nesses diferentes locais. Isso resultaria numa substituição gradual de um grupo de espécies por outro e levaria a uma ocupação diferencial e sucessiva desses locais, durante o progressivo fechamento das clareiras.

Nas florestas tropicais úmidas o fator limitante e determinante desse processo seria a disponibilidade de luz, que teria então importância fundamental na dinâmica e manutenção da composição, estrutura e diversidade dessas comunidades.(Chazdon & Pearcy, 1991; Poorter et al., 2005).

Se para muitas florestas tropicais e subtropicais chuvosas, úmidas e estacionais existem evidências de que esse é um bom modelo para se entender a dinâmica e a manutenção da biodiversidade nessas comunidades (Denslow, 1980, 1987; Oberbauer et al., 1988; Torquebiau, 1988; Barton et al., 1989; Whitmore, 1989, 1996; Rich et al., 1993; Whitmore et al., 1993, Vázquez-Yanes et al., 1990; Pearcy et al., 1994; Zoltz et al., 1996; Souza and Válio, 2003; Válio, 2003; Hogan et al. 2002), para muitas dessas florestas tais pressupostos não foram ainda claramente demonstrado e caracterizado, nem esse processo foi localmente descrito e acompanhado. Por exemplo, a tolerância à luz é o principal fator que determina a sobrevivência das espécies arbóreas nas florestas tropicais? Há a formação de clareiras na Savana Florestada (Cerradão)?

As dificuldades são inúmeras para demonstrar todos esses pressupostos e dependem de estudos que devem ser realizados em muitas escalas espaciais e temporais e nos diferentes tipos florestais. Geralmente a dedução da sua ocorrência resulta da observação, e do acompanhamento temporal de mudanças que ocorrem em trechos espacialmente disjuntos dentro de uma floresta, já que a observação direta de todos esses processos, inclusive da substituição gradual das espécies arbóreas, demandaria enorme investimento de tempo.

Essas dificuldades tornam o monitoramento contínuo de um trecho de floresta amostrado com uma grande parcela permanente, uma ferramenta muito importante para o estudo desse modelo (Hubbell et al. 1999), pois além da amplitude espacial, o contínuo registro temporal de mudanças, por gerações contínuas de pesquisadores, são a única maneira efetiva de se documentar e comprovar se esses pressupostos existem. Permitem ainda discutir se a seqüência prevista de acontecimentos nesse modelo, efetivamente ocorre, ou se outros modelos são mais adequados.

Nos últimos 30 anos, e de forma cada vez mais intensa, pesquisadores tem trabalhado no estudo da dinâmica de diferentes florestas tropicais, sempre buscando testar o modelo aqui descrito e na maioria das vezes considerando a luz como o fator chave em toda essa discussão.(Ricklefs, 1977; Whitmore, 1989; Rich et al., 1993; Terborg and Matthews, 1999; Brokaw and Busing, 2000; Chazdon and Whitmore, 2002; Poorter et al., 2005)



Todo esse processo tornou a descrição dos regimes de luz existentes dentro das florestas e a descrição das respostas e adaptações das espécies arbustivo-arbóreas a esses regimes, um requisito fundamental para a discussão do processo de regeneração dessas florestas.

### 1.2.2 A descrição dos regimes de luz em florestas.

Os regimes de luz presentes no dossel ou no interior de um ecossistema florestal são difíceis de serem descritos, pois ainda não dispomos de métodos amplamente testados, com eficiências garantidas, passíveis de replicação e viáveis economicamente, que permitam uma descrição condizente com as necessidades dessa discussão (Chazdon, 1987)

A principal dificuldade observada para descrição desse fator numa floresta resulta da imensa variação temporal e espacial que a luz apresenta no mosaico florestal (Chazdon and Pearcy, 1991)

Embora hoje estejam disponíveis equipamentos sofisticados, que permitem a realização de medidas diretas (sensores de radiação), ou a obtenção de estimativas indiretas (p.ex.: fotos hemisféricas) da radiação incidente num dado ponto ou trecho de uma floresta, ainda assim, é muito restrita a nossa capacidade de descrever os regimes de luz em que vivem as plantas localizadas nas diferentes manchas do mosaico de uma floresta (Pearcy et al., 1992) e principalmente nas transições entre essas manchas.

Apesar dessas limitações. Os trabalhos publicados até o momento descrevem pelo menos três regimes de luz já identificados nas Florestas Tropicais Úmidas: a) altos níveis de radiação no centro das clareiras médias e grandes; b) níveis altos de sombreamento no sub-bosque e; c) níveis intermediários de luz, nas regiões de transição entre as clareiras e o sub-bosque vizinho, em clareiras parcialmente preenchidas e nas pequenas clareiras (Whitmore, 1996).

Nas florestas tropicais pelo menos três grupos ecológicos, ou funcionais, tem sido usados para descrever as espécies que se adaptam aos diferentes regimes de luz observados nessas florestas. Estas espécies apresentariam diferentes estratégias de regeneração, ou seja, as espécies pioneiras, ocupariam as áreas com maior disponibilidade de radiação direta, as secundárias iniciais ocupariam as áreas com níveis intermediários de luz, e as espécies clímax regenerariam nos locais de grande sombreamento. (Whitmore, 1996).

Dentre os muitos fatores que afetam os regimes de luz de uma floresta, podemos listar: a posição geográfica (latitude, altitude, etc.), o relevo (topografia, declividade, face de exposição, etc.), o clima (precipitação, nebulosidade, etc.), a composição e estrutura da floresta (mosaico, formas de vida, altura do dossel, justaposição das copas, densidade da folhagem, etc.), a fenologia das espécies (deciduidade, etc.) entre outros.

Considerando-se que são muitos os fatores que interferem na caracterização dos regimes de luz de uma floresta e que muitos desses fatores são distintos para os diferentes tipos florestais brasileiros, inclusive com particularidades das florestas do sub-tropical quando comparadas com as tipicamente tropicais, pode-se então compreender a importância de se descrever os regimes de



luz existentes nessas florestas, buscando desenvolver modelos de regeneração florestal próprios de cada um desses tipos florestais, permitindo assim uma adequação das políticas e das práticas de conservação e restauração dessas formações.

### 1.2.3 Estudos sobre regimes de luz num projeto Parcelas Permanentes.

No Projeto “40ha de Parcelas Permanentes” diferentes metodologias estão sendo testadas, na forma de sub-projetos, avaliando os regimes de luz dentro de uma ou mais das formações florestais amostradas no projeto (Floresta de Restinga, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão). Vários desses métodos estão sendo testados especificamente para a descrição dos regimes de luz ou então estão produzindo essa informação como parte da investigação de outras questões da dinâmica florestal, que não especificamente a luz.

Far-se-á aqui um breve resumo desses sub-projetos, apresentando a metodologia empregada, as dificuldades e soluções encontradas e os resultados parciais já obtidos, uma vez que muitos se encontram ainda em fase de coleta periódica de dados, enquanto outros estão em fase de análise do grande volume de dados produzidos.

#### 1.2.3.1. Mensuração direta dos regimes de luz

Até o presente só existe um estudo no Brasil que documentou, ao longo de um ano, os regimes de luz existentes numa floresta, esse estudo foi realizado num trecho de Floresta Estacional Semidecidual da Reserva Municipal de Santa Genebra, no município de Campinas (São Paulo) entre 1994 e 1995 (Gandolfi 2000).

Foram estudados em três trechos distintos dessa floresta, em diferentes graus de perturbação e diferentes estruturas de comunidade, sendo descrito em cada uma deles os regimes de luz presentes nas clareiras, no sub-bosque sob dossel perenifólio e no sub-bosque sob dossel decíduo.

Em cada área um registrador armazenava durante um dia por mês, amostras tomadas a cada um minuto, proveniente simultaneamente de oito sensores de quantum, enquanto em outro dia, armazenava médias de cinco minutos, calculadas a partir de amostras coletadas a cada cinco segundos, sempre das 9:30 as 17:00 h.

Consideradas todas as áreas, os máximos valores de densidade de fluxo total diário de fótons fotossintéticos (daqui para frente apresentados como PPF<sub>D</sub>), que variaram no sub-bosque sob dossel perenifólio entre 0,67 e 2,8 mol .m<sup>-2</sup> .d<sup>-1</sup>, no sub-bosque sob dossel decíduo entre 1,43 e 10,90 mol .m<sup>-2</sup> .d<sup>-1</sup> e nas clareiras 4,0 e 23,71 mol .m<sup>-2</sup> .d<sup>-1</sup>.

Os trechos de sub-bosque sob dossel decíduo apresentaram na maior parte do ano regimes de luz semelhantes aos do sub-bosque sob dossel perenifólio, no entanto, quando as árvores do dossel ficaram decíduas no período de estiagem, sob elas registraram-se regimes de luz semelhantes ao de algumas clareiras.



Essa penetração de luz até o sub-bosque sob as copas sem folhas de árvores decíduas do dossel no período de seca resultou em incrementos tanto na PPF total diária, como no número facho de luz direta (“sunflecks”). No entanto esse incremento de luz no período seco desses trechos decíduos provocou também um aumento nos níveis de radiação difusa de fundo nos trechos de sub-bosque sob dosséis perenifólios, vizinhos aos trechos decíduos.

Esses dados indicam a existência, nessas florestas, de um “quarto” regime de luz, não descrito para as Florestas Tropicais Úmidas, que é o regime de luz do “sub-bosque sob dossel decíduo” (Gandolfi, 2000), bem característico das florestas estacionais, típicas do sub-tropico. Provavelmente esse regime sob árvores decíduas do dossel pode ter grande relevância nessas Florestas Estacionais, tanto nas F.E. Semidecíduais, uma vez que mais de 50% dos indivíduos e espécies arbustivo-arbóreas dessas florestas podem ser decíduas, como nas F.E. Deciduais, onde mais de 90% dos indivíduos arbustivo-arbóreos são decíduos.

Uma das principais conclusões desse estudo foi que a latitude, a deciduidade e a declividade são os principais fatores que determinaram os regimes de luz observados nessa floresta.

Apesar de muitos aspectos do regime de luz poderem ser estimados indiretamente, apenas as medidas diretas da radiação incidente permitem uma avaliação mais precisa dos padrões de luz existentes numa dada área (Rich et al. 1995).

Considerando-se a heterogeneidade de fisionomias, composição florística e estrutura entre as quatro florestas estudadas no projeto 40ha de Parcelas Permanentes e o desconhecimento dos regimes de luz existentes na maioria dessas formações florestais, principalmente do sub-tropico, estabeleceu-se nesses quatro primeiros anos do projeto temático, uma estratégia que procurou fornecer dados iniciais a respeito desses regimes de luz nessas diferentes formações florestais, privilegiando-se a simultaneidade das medidas tomadas e a otimização dos equipamentos disponíveis.

Dois modelos de amostragem foram propostos para se obter essas informações gerais, o primeiro deles procurou fornecer dados sobre a amplitude de variações internas dos regimes de luz observados em cada uma das quatro florestas estudadas, nas diferentes unidades do mosaico florestal, para medidas tomadas sempre a 1,50 m do chão da floresta. De posse dos dados de cada área e através da comparação entre eles, pode-se ter uma idéia inicial das diferenças de amplitudes entre os regimes dessas áreas (Muniz, 2004).

O uso de sensores de PAR tem sido um dos métodos mais empregados na avaliação e descrição dos regimes de luz em remanescentes florestais todavia, a pequena dimensão dos sensores PAR se constitui num fator importante que limita a utilização desse método na avaliação espacial da distribuição da luz numa grande área (Gandolfi 2000), ou mesmo em situações da floresta, impedindo inclusive replicações das medidas nessas situações, por isso outros métodos estão sendo também testados no projeto parcelas permanente, para avaliação do regime de luz. Esses métodos também serão apresentados e discutidos aqui, mas de maneira mais sucinta.



Detalhes sobre os equipamentos empregados e as estratégias de coletas de dados já foram apresentados nos relatórios anteriores e em trabalhos já disponíveis na literatura ([www.lerf.esalq.usp.br/parcelaspermanentes](http://www.lerf.esalq.usp.br/parcelaspermanentes), Gandolfi 2000), então daremos aqui ênfase nesse relatório, para a coleta de dados de luz realizada em 2005, que foi definida a partir dos resultados iniciais obtido nos 3 (três) anos anteriores.

A proposta na coleta dos dados de luz de 2003 e 2004 era de descrever a variação espacial da radiação fotossinteticamente ativa em seis diferentes micro-sítios existentes dentro de cada um dos tipos florestais amostrados (Floresta de Restinga, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão) e em uma área aberta externa, para comparação, em cada uma dessas formações, visando dispor de uma primeira idéia do tipo e da amplitude variação existente nessas formações florestais (Tabela 1.4)

Tabela 1.4. Identificação dos sensores, do local e da condição específica na qual eles se encontravam alocados dentro ou fora da floresta durante 2003 e 2004.

Sensor	Local	Condição específica
Sensor 1	Clareira Média ou Grande	Centro da clareira
Sensor 2		Borda interna da clareira a 1m do limite da clareira
Sensor 3	Sub-Bosque	Borda externa da clareira até 1m do limite da clareira
Sensor 4		Sub-bosque a 10m ou 20 m do limite da clareira sob dossel perenifólio
Sensor 5	Sub-bosque	Sob copa de uma árvore decídua do dossel
Sensor 6	Clareira Pequena	Dentro da clareira
Sensor 7	Fora da Floresta	Numa área aberta a pleno sol

Sensores 1 a 6 foram colocados a 1,5m do chão da floresta, enquanto o sensor 7 foi colocado numa a estação meteorológica situada numa área aberta a 2m do chão.

Apesar de todas as dificuldades que ocorreram nessa fase inicial, desde a instalação até a manutenção do funcionamento contínuo dos equipamentos no campo e a coleta mensal dos dados, concluiu-se no segundo semestre de 2004, essa primeira fase de amostragem.

Os resultados até aqui já analisados permitiram constatar diferenças marcantes em relação às intensidades de luz observadas nos diferentes ambientes dessas florestas, quando comparamos as intensidades de luz sob dossel com as de clareiras e que as principais diferenças podem ser encontradas entre as clareiras, o sub-bosque sob dossel decíduo e sob dossel perenifólio.

Apenas o Cerradão (Assis/SP) mostrou padrões de variação muito menores entre as situações ou micro-sítios amostrados nesses tipos florestais, quando comparado com as demais formações florestais (Muniz, 2004), sugerindo que as diferenças existentes entre áreas de clareira

e sub-bosque no Cerradão talvez não sejam suficientemente significativas para levar a uma especialização das espécies arbustivo-arbóreas dessa floresta em relação à luz. (Figura 1.10)

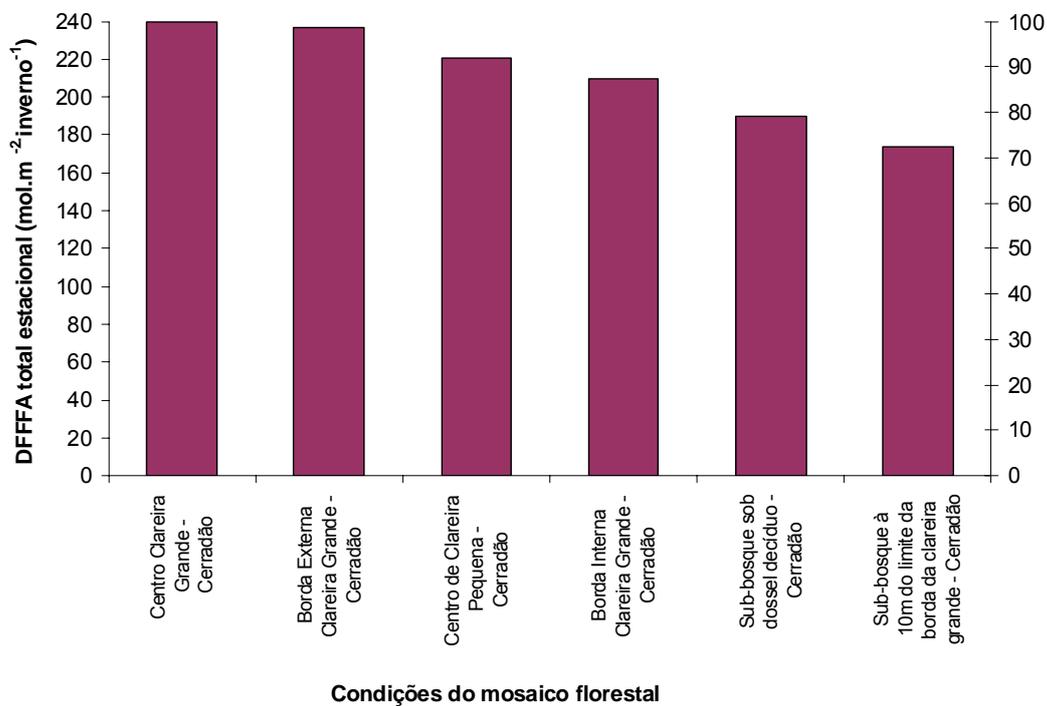


Figura 1.10. Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA – mol. m<sup>-2</sup>.estação<sup>-1</sup>) recebidos por seis sensores de quantum, situados em diferentes locais de um trecho de Savana Florestada (Cerradão) da Estação Ecológica de Assis, Assis(SP) durante o inverno de 2003.

Com base nesses resultados optou-se, a partir de dezembro de 2004, por concentrar o uso dos sensores disponíveis, que já eram restritos, na descrição dos principais regimes de luz observados na Floresta Estacional Semidecidual, na Floresta de Restinga e na Floresta Ombrófila Densa. Pois nessas três florestas, as diferenças internas, entre micro-sítios, dos regimes de luz se mostraram mais acentuadas e assim na segunda fase do presente estudo, a partir de 2005, as novas coletas de dados procuraram demonstrar a amplitude de variação dentro de cada uma das principais condições nelas existentes (clareiras, sub-bosque sob dossel perenifólio e sub-bosque sob dossel decíduo).

Em cada uma dessas florestas, a 1,50 m do chão, quatro sensores foram colocados dentro de diferentes clareiras, três sensores em diferentes trechos de sub-bosque sob a copa de três espécies perenifólias do dossel e três sensores sob a copa de três espécies decíduas do dossel, perfazendo um total de nove sensores dentro de cada uma das parcelas permanentes de cada tipo florestal (Tabela 1.5).



Tabela 1.5. Identificação dos sensores, do local e da condição específica na qual eles se encontram alocados dentro ou fora da floresta, na segunda fase de amostragem, a partir de dezembro de 2004.

Sensor	Local	Condição específica
Sensores 1, 2 e 3	Clareira Média ou Grande	Centro da clareira (3 clareiras distintas)
Sensores 4, 5 e 6	Sub-bosque	Sob copa de uma árvore decídua do dossel (3 espécies arbóreas distintas)
Sensores 7, 8 e 9	Sub-bosque	Sob copa de uma árvore perenifólia do dossel (3 espécies arbóreas distintas)
Sensor 10	Clareira Pequena	Dentro da clareira
Sensor 11	Fora da Floresta	Numa área aberta pleno Sol

Um novo banco de dados foi organizado pra essa segunda coleção de dados de luz. As coletas de dados e a manutenção dos equipamentos no campo devem prosseguir nessa condição até pelo menos março de 2006, quando completam pouca mais de um ano de coleta contínua.

Um acompanhamento de longo prazo com sensores é uma tarefa difícil e por isso poucos dados existem na literatura produzidos com essa metodologia (Rich et al. 1993, Whitmore et al., 1993). Entre os muitos problemas observados ao longo desses anos, podemos destacar a pane aleatória de alguns sensores, a pane geral do registrador, a interrupção de registros por alguns dias sem motivo aparente, a queda de galhos e troncos sobre ou a lado de sensores danificando o equipamento, ou obstruindo a coleta de dados, o ataque de animais à fiação, falhas no suprimento de energia, roubo de equipamentos etc.

O conjunto desses problemas tem feito com que a planejada disponibilidade simultânea de dados de diferentes pontos da floresta, entre florestas, entre períodos, bem como a replicação de medidas em condições previamente estabelecidas venha sendo parcialmente comprometida.

Todavia, essa é uma limitação real oriunda da manutenção de equipamentos sensíveis em condições adversas de campo, como indisponibilidade de fornecimento regular de energia, excessiva umidade e calor, em locais sujeitos ao ataque de animais, roubo e queda de galhos ou plantas inteiras.

Espera-se encerrar essa coleta inicial de dados no primeiro semestre de 2006 (março), obtendo-se séries reais, de longo período desses dados de luz nas diferentes situações desses tipos florestais, e a partir disso, estabelecer estratégias de análises desses dados, que permitam sustentar uma redefinição da coleta de dados de luz nessas florestas nos próximos anos, inclusive re-coletando dados que por algum motivo foram perdidos nesses anos ou coletando dados ainda não disponíveis, como a distribuição vertical da radiação nesses ambientes dessas diferentes florestas.



### *1.2.3.2 Descrição e análise dos regimes de luz, usando fotografias hemisféricas em micro-sítios da floresta.*

Após muitas dificuldades metodológicas, logísticas e de funcionamento do equipamento para obtenção no campo de fotos hemisféricas digitais dos diferentes micro-sítios desses tipos florestais, está agora em andamento, a caracterização do regime indireto de luz em clareiras e áreas de sub-bosque dessas formações, no sub-projeto de Renato Augusto Ferreira Lima (capítulo sobre clareiras). Para tanto, está sendo utilizada uma lente hemisférica Nikon 8mm, acoplada numa câmera fotográfica digital Nikon Coolpix 950. As fotos estão sendo tomadas com o auxílio de um tripé, a 1,5m acima do solo, com o topo da foto sempre orientado para o Norte Magnético e sempre ao entardecer ou ao amanhecer (evitando luz solar direta) e em duas condições atmosféricas (totalmente nubladas e totalmente sem nuvens).

A programação empregada utiliza as opções autofoco, com exposição e a abertura da câmera ao infinito. Para evitar tremores o disparador automático da câmera está usado, além de compensações de exposição entre -1,0 a -0,7eV. O programa HEMIVIEW será usado para analisar as fotos, que fornecerão "site factors" diretos e difusos.

Os valores assim obtidos serão usados apenas para comparar os regimes de luz entre cada uma das parcelas amostradas, nas diferentes formações, não havendo a necessidade de se fazer correções de possíveis distorções da lente ou qualquer tratamento especial das imagens digitais.

Esses procedimentos estão sendo feitos no período do verão e do inverno.

### *1.2.3.3 Descrição e análise dos regimes de luz, usando a metodologia de imageamento do dossel nos 4 (quatro) tipos florestais estudados.*

O imageamento do dossel consiste na simulação dos padrões de irradiação solar incidente sobre uma superfície que corresponda ao dossel de um trecho estudado de floresta. Sua construção se inicia com a elaboração de um modelo digital do terreno onde está a floresta em estudo, cuja superfície foi construída não a partir da superfície do solo, mas da superfície formada pelas copas das árvores do dossel e do estrato emergente.

No projeto Parcelas Permanentes essa superfície será elaborada pelo uso do programa Solar Analyst.

Com base nos dados do levantamento topográfico das quatro áreas estudadas, modelos digitais do terreno (DEM) já foram construídos estando disponível também o levantamento fitossociológico de cada floresta, que fornecerá as alturas das árvores do dossel e simulação da sua superfície.

A análise dos dados das estimativas de altura das árvores do dossel feitas nas parcelas permanentes das quatro florestas considerou que existem inconsistências que não puderam ser ainda resolvidas, uma vez que na estimativa das alturas do dossel existe uma margem importante de erro relacionada ao observador que faz essas estimativas. O fato de diferentes pesquisadores ter estimado as alturas numa mesma parcela permanente de 10ha e entre as parcelas das diferentes formações (40ha), certamente gerou grande variação dos dados, mesmo apesar do



treinamento prévio desses coletores de dados no campo, diferenças essas que precisam ser analisadas.

Se para medição dos perímetros das árvores, que é uma medida direta dos troncos, o que reduz muito a margem de prováveis erros ou de inconsistências, já foram constatadas algumas poucas inconsistências, supõe-se que para a estimativa da altura dos troncos, como não foram feitas medidas diretas e sim estimativas da altura baseadas na altura de algum elemento de referência, com a tesoura de alta poda, que atinge no máximo 15 metros de altura, esse dado tem grande subjetividade, relacionada à estimativa do observador empregado e com as dificuldades de observação do topo das copas, dada a própria complexidade da vegetação e do relevo locais.

Assim, optou-se por enquanto em não se utilizar os dados da superfície do dossel, até que as dificuldades encontradas possam ser solucionadas, optando-se por se fazer inicialmente uma análise, para as quatro áreas, do padrão de incidência da radiação solar em relação à superfície do terreno e não do dossel.

Essa análise encontra-se em processo de execução e em breve estará disponível.

Por outro lado a partir do trabalho de mestrado da aluna Mariana Meireles Pardi, que está sendo desenvolvido na Floresta de Restinga da Ilha do Cardoso, poder-se-á fazer uma análise efetiva da incidência na superfície do dossel e poder-se-á compará-la com a análise feita apenas com base na superfície do terreno. Essa aluna desenvolve na Floresta de Restinga, uma avaliação do regime indireto de luz que cada indivíduo arbustivo-arbóreo está submetido na floresta, a partir da caracterização da sua posição e da cobertura sobre o indivíduo amostrado na comunidade. Na coleta dos dados de campo, a Mariana está re-checando sozinha, a estimativa de altura anterior de cada um dos indivíduos amostrados, o que permitirá ter mais uma estimativa das alturas (baseada num mesmo observador), para confrontação com as estimativas anteriores. Terminada essa coleta de dados poder-se-á avaliar então as concordâncias e discordâncias entre os imageamentos baseados na superfície do terreno e na superfície do dossel, e as possibilidades de aproveitamento de cada um desses dados na discussão dos padrões observados na vegetação.

#### *1.2.3.4 Descrição e análise de situações da floresta que indiretamente descrevem a distribuição de micro-sítios de luz*

Mesmo com todas as dificuldades, muitos métodos foram e vêm sendo empregados para obter, direta ou indiretamente, uma descrição da quantidade e qualidade da luz disponível dentro de uma floresta (Chazdon, 1987).

Essa descrição é fundamental para o conhecimento da dinâmica florestal, pois busca apontar preferências das espécies e grupos ecológicos dentro dos regimes de luz e, com isso melhor estruturar as formas de conservação, manejo e restauração de ecossistemas florestais.

Mesmo levando em consideração que métodos diretos são os mais adequados para descrição dos regimes de luz, geralmente são caros e com pouca resolução espacial,



principalmente se executados com sensores de quantum que medem diretamente a radiação fotossinteticamente ativa.

Uma alternativa para essas limitações é a complementação desses métodos diretos, com métodos indiretos, permitindo a complementação dos resultados e uma boa descrição dos regimes de luz.

Existem várias formas e perspectivas de se quantificar a luz de forma indireta numa floresta (Gandolfi, 2000), sendo a caracterização estrutural da floresta em questão, a base para a construção desses métodos indiretos.

Gandolfi (2000) propôs um método que descreve a posição e o tipo de cobertura a que cada árvore se encontra dentro da floresta, informação que indiretamente serve para indicar o regime de luz ao qual cada indivíduo está submetido e foi denominado de “categorias de posição e cobertura” ou ainda de “categorias de regimes indiretos de luz”.

Esse método consiste na identificação da posição e da cobertura em que cada indivíduo arbustivo-arbóreo se encontra na estrutura tridimensional da floresta, ou seja, no reconhecimento da sua posição vertical (dossel e sub-bosque) ou horizontal (clareira e dossel) e, do tipo de cobertura sob ao qual o mesmo está submetido (pleno sol, sob árvores decíduas ou perenifólias).

O método pode ser aplicado durante a realização do levantamento fitossociológico de uma floresta, ou como no projeto Parcelas Permanentes, após os levantamentos florístico e fitossociológico terem sido realizados, visando não prejudicar a coleta inicial de dados da floresta. Sua aplicação não depende do conhecimento prévio da composição florística local, nem depende de aqueles que o executem conheçam as espécies que estarão sendo caracterizadas. Também não há necessidade do uso de nenhum equipamento especializado, bastando apenas o uso dos materiais normalmente empregados em estudos florístico-fitossociológicos.

A determinação da posição e da cobertura de cada indivíduo dentro da floresta se baseiam fundamentalmente na observação visual feita no campo, com possíveis acréscimos posteriores, feitos no laboratório com base na observação dos dados de campo ou através da literatura.

A proposição de que as posições e coberturas representam regimes de luz distintos se baseou numa amostragem dos regimes de luz, feita com medidas diretas realizadas com sensores de quantum (Gandolfi, 2000). Esta amostragem, que reconheceu os principais e mais frequentes regimes de luz existentes na floresta e assim, se estabeleceu uma correspondência entre esses regimes de luz e as posições e coberturas que cada indivíduo arbustivo-arbóreo podia ser encontrado na floresta estudada.

A combinação de posições coberturas descreve uma condição na floresta denominada de “micro-sítios de luz”, sendo atribuído a cada micro-sítio uma denominação específica.

O número de micro-sítios descritos varia com os regimes de luz existentes numa floresta e com os objetivos do trabalho pretendido, no seu trabalho Gandolfi (2000) utilizou oito categorias.

Para a aplicação desse método se faz necessário à delimitação das clareiras que nas aplicações citadas, foram consideradas uma área sem dossel. A clareira foi delimitada nesses



casos a partir de uma adaptação do método de Runkle (1981), ou seja, forma-se um polígono que liga árvores do dossel que formam o entorno dessa abertura, escolhendo-se as árvores do entorno a partir da altura do dossel da ou trecho de floresta em estudo.

Após a delimitação da clareira, apontam-se os limites da borda da clareira, que é uma faixa de 2m, que se divide em 1m para dentro da linha de marcação da clareira (base do tronco das árvores utilizadas para o fechamento do polígono) e 1m para fora da linha de marcação da clareira.

A experiência inicial de aplicação desse método foi feita numa Floresta Estacional Semidecidual (Gandolfi, 2000), e permitiu identificar potencialidades e dificuldades inerentes à sua aplicação prática, apontando a necessidade desse método ser testado e replicado em diferentes florestas e/ou trechos de uma mesma floresta, a fim de se obter uma análise mais consistente da utilidade do mesmo na caracterização de tendências de ocupação de cada espécie e/ou grupo ecológico em relação a determinados regimes de luz dentro da floresta.

Até o momento, esse método foi aplicado em duas Florestas Estacionais Semidecíduais, uma em Campinas (Gandolfi, 2000) e outra em Gália (mestrado de Ana Cláudia Costa Destefani, que é um dos sub-projetos do Projeto 40ha de Parcelas Permanentes), já em fase de conclusão e está sendo aplicado também numa Floresta de Restinga (dissertação de mestrado de Mariana Meireles Pardi, outro sub-projeto do projeto 40ha de Parcelas Permanentes) ainda em andamento.

Vejamos a seguir alguns resultados da aplicação desse método por essas duas autoras.

#### 1.2.3.4.1 “Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes microsítios de luz em 10ha de Parcela Permanente na Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica dos Caetetus), Gália, SP”

Ana Cláudia Costa Destefani

O sub-projeto da mestranda Ana Cláudia encontra-se já em fase de conclusão (Destefani, 2006), aguardando apenas a fase de defesa, que está agendada para 10/04/2006.

Os objetivos desse trabalho foi a caracterização da distribuição dos indivíduos e espécies arbustivo-arbóreas presentes nos 10ha da Parcela Permanente da Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica dos Caetetus em Gália SP), em relação a 15 categorias de posição e cobertura, e a identificação de problemas e possibilidades no uso desse método.

A aplicação desse método nessa floresta indicou a existência de algumas dificuldades e propiciou a busca de algumas soluções no sentido de melhorar a uso do método, bem como forneceu resultados importantes relacionados à dinâmica de clareiras.

Devido as dificuldades de reconhecimento no campo das doze categorias do trabalho de Gandolfi (2000), a Ana Cláudia no seu projeto revisou o uso dessas categorias de "posição e cobertura" expandindo o número de categorias de reconhecimento no campo, para 15. Esse maior número surgiu do desdobramento de algumas categorias anteriores e do reconhecimento de novos regimes indiretos de luz observados na Floresta Estacional Semidecidual da Estação Ecológica dos Caetetus.



Na análise final dos dados, essas 15 categorias foram reagrupadas em apenas 11 categorias, uma vez que para muitas delas o número de indivíduos observados foi muito pequeno, de tal forma que a manutenção dessa separação não acrescentava informações adicionais aos padrões observados (Destefani, 2006)

O mesmo procedimento deve ser aplicado no estudo ora em curso na Ilha do Cardoso, onde na coleta de dados no campo está sendo feita também com o uso de 15 categorias.

A Tabela 1.7 mostra a definição de categorias empregada enquanto a figura 1.11 mostra como se pode reconhecer essas categorias no campo.

No estudo desenvolvido por Destefani (2006), o número de indivíduos e as áreas de amostragem utilizadas foram consideravelmente maiores do que acusadas no projeto inicial, totalizando 10.701 indivíduos arbustivo-arbóreos com DAP maior que 4,8cm, distribuídos em 42 famílias, 101 gêneros e 135 espécies. Esse estudo mostrou ser fácil o reconhecimento do local onde cada espécie arbustivo-arbórea ocorre e qual era cobertura sob a qual ele se encontrava permitindo tanto descrever os padrões de ocorrência de cada espécies em relação a esses regimes indiretos de luz, como, ao contrário, usando as espécies para descrever a distribuição desses regimes de luz no espaço da floresta (Tabela 1.6).

Os resultados obtidos pela aplicação desse método podem ser organizados de formas diversas, por exemplo, por espécies, por grupos funcionais, por altura, por estrato, etc.

Quando os dados obtidos com esse método são apresentados em relação a grupos ecológicos (pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias) definidos previamente com o uso da literatura, pode-se comparar a distribuição das preferências observadas com aquela que se poderia esperar pela definição do grupo ecológico em que aquela espécie foi classificada.

Tabela 1.6. Resultados observados da distribuição do número de indivíduos arbustivo-arbóreos presentes numa Parcela Permanente de 10,24ha de um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Gália (SP), em cada uma das 11 Categorias Indiretas de Regimes de Luz .

Nº Ind	Categoria Indiretas de Regimes de Luz										
	D	CPS	CPQ	CBPS	CB	CCD	CCP	CLSD	SAD	SDD	SDP
10.701	2.111	3.615	112	235	97	541	655	59	467	1.610	753

Nº Ind: número indivíduos presentes na parcela permanente.

Categorias indiretas de luz: D – dossel; CPS- clareira a pleno sol; CPQ- clareira pequena; CB- clareira borda; CCD- clareira cobertura decídua; CCP- clareira cobertura perenifólia; Cl. Sem dec.- clareira sob cobertura desconhecida quanto a decidualidade; SAD- sob abertura no dossel; SDD- sob dossel decíduo; SDP- sob dossel perenifólio; CLSD. sem dec.- clareira sob cobertura desconhecida quanto à decidualidade.

A quantidade de dados produzida foi muito grande, não podendo ser aqui totalmente reproduzida, mas pode-se adiantar que para algumas espécies como *Urera baccifera*, classificada nos trabalhos como pioneira, os resultados observados foram concordantes com essa classificação prévia, que propunha sua ocorrência em clareiras a pleno sol ou em clareira em cicatrização.

Outras espécies como *Solanum argenteum* também classificada como tipicamente pioneira na maioria dos trabalhos, apresentou, no entanto, um comportamento mais semelhante ao de uma



espécie secundária inicial, ocorrendo preferencialmente nas bordas e interior de clareias e em ambientes menos sombreados do sub-bosque (Destefani, 2006).

Uma melhor classificação das espécies em grupos ecológicos pode ser um dos resultados práticos importantes da aplicação desse método, devendo os dados obtidos com esse método ser associado a outras informações sobre a biologia das espécies estudadas.

Quando a preferência por determinados regimes de luz existentes numa floresta for considerada com um critério importante para auxiliar a alocação das espécies em determinados grupos ecológicos, esse método pode ser uma contribuição relevante, ainda mais se as preferências das espécies observadas resultarem da aplicação repetida desse método numa mesma comunidade e em comunidades diferentes ao longo do tempo.

A melhor alocação pode ter aplicações práticas relevantes, pois pode auxiliar no planejamento de modelos que utilizam plantios para a restauração de áreas degradadas, pois em muitos desses modelos faz-se a distribuição das espécies a serem plantadas segundo seus grupos ecológicos. Muitas vezes, no entanto, essas informações se encontram ausentes para algumas espécies, ou confusa para outras, pois na maioria das vezes não há uma clara definição dos parâmetros usados para a classificação das espécies nos grupos ecológicos.

Tabela 1.7. Descrição das 10 Categorias Indiretas de Regimes de Luz (CIRL) definidas pela posição e cobertura.

Categorias Indiretas de Regimes de Luz (CIRL)		
Código	Posição do indivíduo na floresta	Cobertura sobre o indivíduo
D	No dossel	Mais de 50% da copa a pleno Sol > 10m de altura.
CPS	Centro	Mais de 50% da copa a pleno Sol < 10m de altura
CCP	Centro	Copa sob cobertura perenifólia < 10m de altura
CCD	Centro	Copa sob cobertura decídua < 10m de altura
CBPS	Borda 1m p/ dentro e p/fora da linha de marcação	Mais de 50% da copa a pleno Sol
CB	Borda 1m p/ dentro e p/fora da linha de marcação	Com algum tipo de cobertura
CPQ	Numa clareira pequena	Com ou sem cobertura sobre a copa
SAD	A mais de 1 metro de uma clareira	Sob abertura no
SDP	A mais de 1 metro de uma clareira	Copa sob dossel perenifólio > 10m de altura.
SDD	A mais de 1 metro de uma clareira	Copa sob dossel decíduo > 10m de altura.

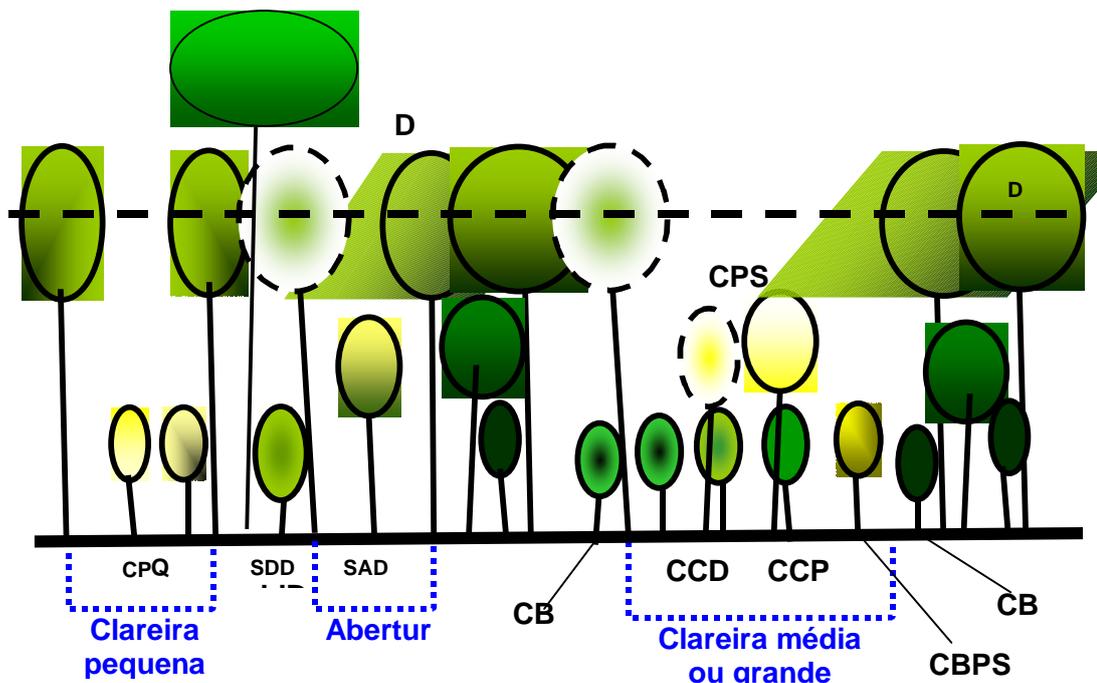


Figura 1.11 Esquema da distribuição das 10 categorias de posição e cobertura no mosaico florestal

Outra aplicação prática desse método, diz respeito a estudos sobre silvicultura tropical, onde, de uma maneira simples e prática, pode-se descrever os padrões de luz a que os indivíduos de uma floresta estão submetidos antes e depois de um manejo florestal, podendo-se se comparar os efeitos desse manejo nos regimes de luz de cada indivíduo ou espécie, e as suas conseqüências silviculturais, como crescimento, sobrevivência, mortalidade, forquilhamento, etc., resultantes dessas mudanças.



Outro dado interessante decorrente da aplicação desse método é a indicação de que espécies são capazes de crescer sobre quais espécies do dossel florestal, uma ferramenta interessante para a compreensão da dinâmica florestal.

O acúmulo de dados compilados com esse método referentes à distribuição das espécies nas diferentes categorias de posição e cobertura, ou micro-sítios de luz, em uma mesma área ou em áreas diferentes permitirá, com o tempo, uma melhor discussão sobre a existência ou não de preferência das espécies por determinados regimes de luz e como eventualmente essa preferência pode ou não variar em diferentes regiões, em diferentes momentos, ou mesmo em diferentes formações florestais.

Considerando-se também que muitas espécies apresentam baixa densidade em florestas tropicais, dificultando o entendimento da relação dessas espécies com regimes de luz, pode-se entrever que com uma futura disponibilidade de informações oriundas da aplicação desse método em vários levantamentos onde elas apresentam abundâncias distintas poderá auxiliar numa melhor compreensão sobre quais são os regimes de luz que essa espécie tolera, auxiliando a sua classificação em grupos funcionais.

A aplicação desse método no projeto Parcelas Permanentes, já evidenciou até o momento duas dificuldades importantes, a indisponibilidade de informações confiáveis na literatura a respeito da fenologia foliar das espécies (decídua ou perenifólia) e a dificuldade em se estabelecimento da altura mínima do dossel empregada nesse método.

Como Ana discute em seu trabalho, a altura mínima do dossel define os limites da clareira, influenciando assim, o tamanho das clareiras e alterando assim o número de indivíduos e espécies que estarão, e que pertencerão à clareira, ou ao dossel.

Esta definição afeta, sobretudo, a definição da posição do indivíduo, mas não à quantidade de luz recebida pelo indivíduo arbustivo-arbóreo. Assim, se um indivíduo esta sob a copa de outro indivíduo ele continuará sob ela. De forma semelhante se um indivíduo está a pleno sol, ele continuará a pleno sol, no entanto, dependendo do limite mínimo do dossel, ele pode ser considerado um indivíduo da clareira a pleno sol ou então um indivíduo do dossel, portanto o que muda é sua posição e não sua cobertura.

Portanto, em geral, quanto maior o limite mínimo do dossel maior a clareira, maior o número de indivíduos na categoria clareira a pleno sol (CPS) e menor o número de indivíduos da categoria dossel (D).

Uma maneira proposta, a partir dos estudos no projeto Parcelas Permanentes, para a definição da altura mínima do dossel consiste em caminhar pela área que será amostrada, procurando-se estimar a média da altura total dos indivíduos do dossel, e a profundidade média das copas desses indivíduos. Estabelecido o limite superior do dossel, por exemplo, 20m subtrai-se dele a profundidade média das copas do dossel, por exemplo, 5m, e obtém-se o limite inferior do dossel, 15m. Obtida essa referência, caminha-se pela área observando essa altura condiz com a realidade de campo.



A falta de informações confiáveis na literatura sobre a qual era o grupo ecológico a que pertencia cada espécie amostrada não foi uma dificuldade que atrapalhou a coleta de dados no campo, mas pode dificultar as análises comparativas entre os padrões observados na floresta e os padrões de distribuição esperados para cada espécie dentro da floresta, de acordo com a categoria sucessional a que cada indivíduo pertencia.

A baixa densidade de indivíduos de muitas espécies fez com que não se pudesse discutir adequadamente a distribuição das espécies frente aos regimes de luz existentes na floresta, um aspecto que não decorre do método, mas sim das características das florestas tropicais e subtropicais ricas em espécies.

Uma alternativa a esse problema talvez fosse fixar um número mínimo de indivíduos a serem observados por espécie para então se definir seu padrão de respostas à luz numa da floresta.

Embora atraente essa idéia pode apresentar também problemas, tais como, demandar um esforço de amostragem muito grande, a visita áreas muito extensas e o fato de não permitir uma visão espacial da espécie na comunidade, pois na prática se estaria tratando cada espécie como uma população isolada.

Em relação aos outros métodos indiretos de luz esse método tem uma vantagem por se basear numa observação direta e não em estimativa e por permitir discutir a preferências por determinados regimes de luz a partir de dados quantitativos e não apenas na experiência de campo de cada pesquisador, além de permitir uma avaliação rápida de muitas espécies sem a necessidade de equipamentos caros e sofisticados.

O trabalho ainda em curso na Floresta de Restinga da Ilha do Cardoso pode mostrar um outro aspecto da aplicação desse método, ainda não observado, o de fornecer informações iniciais sobre a distribuição das espécies em relação aos regimes de luz, quando ainda não há uma definição prévia das categorias sucessionais das espécies arbustivo-arbóreas de uma formação florestal. Essa observação permitirá orientar estudos para uma definição dessas categorias e/ou fornecer proposta inicial dessa classificação.

Esses estudos indiretos além de permitir o acompanhamento de longo prazo em relação a cada indivíduo e espécie arbustivo-arbórea do trecho presente na parcela permanente, pode fornecer parâmetros do regime indireto de luz de indivíduos de diferentes classes de altura ou diâmetro, para propostas que pretendam obter a classificação das espécies em grupos funcionais (p.ex. árvores de classificação) e que se utilizem de várias fontes de dados combinados como os relativos aos frutos, às sementes, dados de germinação, estabelecimento, etc.

1.2.3.4.2 “Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes micro-sítios de luz, em um trecho de Floresta de Restinga (P.E. da Iha do Cardoso), São Paulo”.

Mariana Meireles Pardi



A partir do reconhecimento dos padrões de distribuição das espécies na Floresta de Restinga, sua relação com os regimes locais de luz, bem uma checagem se estas espécies pertencem aos grupos ecológicos em que se encontram quando situadas em outras formações florestais, poderão ser elaborados modelos de dinâmica e sucessão para florestas de Restinga, que podem ser aplicados tanto nos planejamentos de restauração ecológica como de manejo.

Os objetivos específicos desse projeto foram:

- Descrever os padrões de distribuição dos indivíduos das espécies amostradas em 15 categorias de posição/cobertura na parcela permanente situada em uma Floresta de Restinga;
- Relacionar essas 15 categorias com os regimes de luz que estão sendo identificados com o uso de sensores de radiação fotossinteticamente ativa e outros estudos dentro do projeto temático ora em curso;
- Classificar as espécies em grupos ecológicos;
- Comparar e discutir a distribuição dos indivíduos de cada espécie e cada grupo ecológico nessas 15 categorias e correlacionar tal distribuição com os resultados do estudo em execução na Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica dos Caetetus).

A área de estudo foi a Parcela Permanente de 10,24 ha de Floresta de Restinga, instalada no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (SP), onde foram amostrados 16.938 indivíduos arbustivo-arbóreos com DAP (diâmetros a altura do peito) <sup>3</sup> 4.8 cm, ou PAP (perímetro a altura do peito) (Rodrigues, 2004; dados não publicados), cujo dossel varia entre 15 e 17 metros.

Como já discutido anteriormente, uma das dificuldades do método refere-se a identificação do dossel. O dossel é definido como um conjunto de árvores a pleno sol (50% ou mais de suas copas permanentemente expostas ao sol) e que devido à sua altura formam o estrato superior e contínuo da floresta. Sendo a altura mínima para pertencer ao dossel variável de acordo com a realidade local.

A análise os dados do levantamento fitossociológico e da estimativa visual do dossel da floresta na Parcela Permanente da Floresta de Restinga, mostrou que a altura do dossel variou entre 15 e 17 metros e que a profundidade das copas varia de 4 a 5 metros, Isso permite concluir que deveriam ser consideradas nessa metodologia, as árvores com altura mínima de 12 metros.

No entanto, após o início do trabalho de campo, constatou-se que esas características do dossel variavam no espaço e que alguns trechos prevalecia um dossel variando entre 8 e 15 metros, e que a profundidade das copas pode não ser um bom parâmetro na definição da altura mínima, e sim as características sucessionais da floresta, pois a altura mínima escolhida para delimitar as clareiras influi diretamente no que será amostrado como clareira, preenchimento ou floresta madura.

Com a altura de 12 metros, pouco da floresta estava sendo amostrado como floresta madura e áreas com dossel de 10 metros como preenchimento, quando se constata que em



Florestas de Restinga, apesar de algumas vezes haverem árvores de até 20 metros, o dossel geralmente não ultrapassa os 16 metros e por isso o dossel de 10 metros é composto por árvores maduras.

Sendo assim, a, concluiu-se que nesta área de estudo as árvores de mais de 12 metros compõem áreas mais maduras da floresta, e que será mais interessante para o que se pretende amostrar, se fossem consideradas pertencentes ao dossel as árvores com altura mínima de 9 metros. Com isto, as clareiras em preenchimento (já com o dossel formado, mas sem este apresentar 9 metros de altura), foram bem amostradas, bem como as clareiras recém formadas, com árvores de no mínimo 9 metros em seu entorno.

A definição de clareira empregada seguiu Gandolfi (2000) e correspondeu a um polígono, ao nível do chão, construído com linhas retas que unem a base dos troncos das árvores do entorno da clareira. São consideradas como árvores do entorno da clareira aquelas pertencentes ao dossel (altura mínima de 9 metros e copa a pleno sol), vizinhas entre si, que delimitam no dossel um espaço aberto, não ocupado por copas, com dimensões maiores do que 40m<sup>2</sup>. As árvores do entorno da clareira permitem delimitá-la, mas não pertencem a ela e sim ao dossel.

Foram considerados como pertencentes a essa posição todas as plantas encontradas dentro das áreas demarcadas como clareiras, excetuadas apenas aquelas que, embora dentro da clareira, apresentem altura igual ou superior a 9 metros, pois essas serão consideradas também como pertencentes ao dossel.

As clareiras podem ser classificadas em:

- - Clareira pequena - clareira cujo polígono ao nível do chão possua área entre 40 e 150 metros quadrados.
- - Clareira grande - clareira cujo polígono ao nível do chão possua área maior que 150 metros quadrados.

A partir da definição dos regimes indiretos de luz, de todos os indivíduos amostrados irá se verificar se existem correlações entre determinadas espécies e os regimes de luz em que se encontram.

A partir das análises de frequência das espécies nas distintas categorias de regimes indiretos de luz será possível analisar se é possível propor uma classificação das espécies em grupos ecológicos se comparará essa classificação com outra, também de grupos ecológicos, realizada apenas de dados da literatura para essa unidade fitogeográfica.

Após esta classificação será feita comparação com informações obtidas a partir de diferentes fontes bibliográficas para as mesmas espécies que se desenvolvam também em outras formações florestais, em busca de entender se há indícios que a luz pode ser considerada um fator determinante da distribuição das espécies na Floresta de Restinga.

Para isto os resultados deste trabalho serão também correlacionados com os dados referentes ao tipo de solo e dinâmica da água no mesmo, que são muito peculiares nas florestas de restinga.



Até o momento, já foram classificados aproximadamente 9.348 indivíduos, totalizando 119 das 256 sub-parcelas de 20x20m.

Foram demarcadas 60 clareiras de tamanhos variados, sendo a maioria delas enquadradas em “clareira grande” de acordo com o método aqui descrito.

Uma grande dificuldade observada no campo e inerente ao método é a definição da altura mínima que as árvores devem ter para fazerem parte do dossel, devido à subjetividade da definição deste parâmetro.

Uma solução encontrada pela aluna e seu orientador foi aquela descrita no método, na qual se procura estudar a caracterização da área além de buscar na literatura conhecimentos sobre a formação florestal estudada e observação da área do entorno. Somente desta forma se pode concluir, ainda assim com certa subjetividade, em que altura o dossel precisa se encontrar para caracterizar clareira, floresta em preenchimento ou madura.

Outra é a aplicação de algumas definições do método em campo. Algumas árvores do sub-bosque se encontram abaixo de mais de uma árvore do dossel, sendo estas de espécies diferentes. O que foi considerado foi a que cobria a maior parte da copa, mesmo que não chegasse a 50%. Além disso, muitas árvores do sub-bosque se encontram sob uma árvore que por sua vez está abaixo de outra árvore do dossel, de espécies diferentes.

Deve ser levado em conta também, que tanto para demarcação das clareiras como para determinação de qual árvore está sobre outra, cada pessoa tem um ponto de vista diferente, muitas vezes havendo discordância entre duas pessoas. Devido a isso a aluna acha interessante que apenas um observador seja responsável pela caracterização de uma mesma área de estudo, para padronização da observação.

Como parte do processo de melhoria do método sugere-se uma chave de identificação da categoria de posição e cobertura para ser utilizada no campo (Tabela 1.8).



Tabela 1.8. Chave dicotômica para a campo no identificação, das Categorias Indiretas de Regimes de Luz.

1. Indivíduo a pleno sol	2
1a. Indivíduo sombreado	8
2. Indivíduo com altura de no mínimo 9 metros.	3
2a. Indivíduo com menos de 9 metros de altura	4
3. Copa acima do limite inferior e até o limite superior das copas que forma o dossel	D
3.a. Copa acima do limite superior das copas que forma o dossel	E
4. Sob uma abertura no dossel	SAD
4.a. Numa clareira.	5
5. Numa clareira pequena	CPQ
5a. Numa clareira grande	6
6. No centro de uma clareira grande	CPS
9.a. Na borda de uma clareira grande	7
7. Até um metro da linha em direção ao interior da clareira grande	CBIPS
7.a. Até um metro em direção ao interior do sub-bosque(exterior da clareira)	SBECPS
8.. Localizado próximo a uma clareira	9
8.a. Localizado no sub-bosque distante de uma clareira	16
9. Localizado próximo, para dentro ou para fora, da linha que delimita uma clareira grande	10
9.a. Localizado próximo à linha que delimita uma clareira pequena	16
10.a Em direção ao interior de uma clareira grande	11
10.a. Em direção ao exterior clareira grande	14
11. A partir da linha que delimita uma clareira grande até um metro m direção ao seu interior	12
11.a. Para além de um metro em direção ao interior, a partir da linha que delimita uma clareira grande	13
12.Sombreado por uma árvore perenefólia	CBIDP
12.a. Sombreado por uma árvore decídua	CBIDD
13. Sombreado por uma árvore perenefólia	CCP
13.a. Sombreado por uma árvore decídua	CCD
14. A até um metro em direção ao exterior, a partir da linha que delimita uma clareira grande	15
14.a. Para além de um metro em direção ao exterior, a partir da linha que delimita uma clareira grande	16
15. Sombreado por uma árvore perenefólia	SBEDP
15.a. Sombreado por uma árvore decídua	SBEDD
16. Sombreado por uma árvore perenefólia	SDP
16.a. Sombreado por uma árvore decídua	SDD



Como se pode observar a caracterização dos regimes de luz por diferentes métodos está se desenvolvendo através de vários projetos e apesar das dificuldades encontradas, estão sendo encontradas soluções par a correção dos problemas encontrados, sendo que ao longo de 2006, boa parte dessa caracterização inicial estará concluída podendo-se não priorizar alguns aspectos específicos dessas florestas que estão emergindo desses dados iniciais.

## **Referências Bibliográficas**

- Aidar, M.P.M.; Martinez, C.A.; Costa, A.C.; Costa, P.M.F.; Dietrich, S.M.C. & Buckeridge, M.S. 2002. Effect of atmospheric CO<sub>2</sub> enrichment on the establishment of seedlings of jatobá, *Hymenaea courbaril* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Biota Neotropica* 2(1).
- Arrhenius, S. On the Influence of carbonic acid in the air upon the temperature of ground. *Philosophical Magazine*, v.41, p.237. 1896.
- Assad, E. D., Pinto, H.S., Zullo Junior, J. Ávila, A.M. H. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.11, p.1057-1064, nov. 2004.
- Avissar, R. A statistical-dynamic approach to parameterize subgrid-scale land-surface heterogeneity in climate models. *Survey Geophysical*, v.12, p.155-178, 1991.
- Barton, A.M.; Fetcher, N. and Redhead, S. (1989). The relationship between trefall gap size and light flux in a Neotropical Rain Forest in Costa Rica. *Journal of Tropical Ecology* 5: 437-439.
- Bloor, J.M.G. and Grubb, P.J.(2003) Growth and mortality in high and low light: Trends among 15 shade-tolerant tropical rain forest tree species. *Journal of Ecology* 91:77-85.
- Brokaw, N. and Busing, R.T. (2000) Niche versus chance and tree diversity in forest gaps. *Trends in Ecology and Evolution* 15(5):183-197.
- Brown Jr, K.S. & Ab' Saber, A. N. Ice-age forest refuges and evolution in the neotropics: correlation of paleoclimatological, geomorphological and pedological data with modern biological endemism. *Paleoclimas* 5: 1-30. 1979.
- Camargo, A.P. & Sentelhas, P.C. 1997. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, 5(1):89-97.
- Chazdon, R.L. (1987). Aspectos importantes para el estudio de los regimes de luz en bosques tropicales. *Revista da Biologia Tropical*. 35 (Supl.): 191-196.
- Chazdon, R.L. and Pearcy, R.W. (1991). The importance of sunflecks to forest understorey plants. *BioScience* 41(11):760-766.
- Chazdon, R.L. and Whitmore, T.C. (2002) *Foundations of Tropical Forest Biology: Classic Papers with Commentaries*. The University of Chicago Press, Chicago, USA, 862p.
- Cooter, E.L.; Leduc, S. Recent Frost data trends in northwest US. *International Journal of Climatology*. V.15, p. 65-75, 1995.
- Costa, R. F.; Pereira, A.R.; Fisch, G.F.; Culf, A.; Malhi, Y.; Nobre, C.A.; Nobre, A.D. A mitigação do CO<sub>2</sub> atmosférico na Amazônia brasileira central durante um período seco. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 8, n. 1, p. 275-281, 2000.
- Denslow, J.S. (1980). Gap partitioning among Tropical Rainforest succession trees. *Biotropica* (Suppl.) 12:47-55.
- Denslow, J.S. (1987). Tropical Rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 18:431-451.



- Destefani, A.A.(2006) Espécies arbustivo-arbóreas em diferentes micro-sítios de luz numa Floresta Estacional Semidecidual no município de Gália, SP., Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba. 256 p.
- Dobson, A.; Jolly, A.; Rubenstein, D. The greenhouse effect and biological diversity, *Tree*, v.4, n.3, p.64-67, 1989.
- Donnelly MA, Crump ML Potential effects of climate change on two neotropical amphibian assemblages. *Climate Change*. V. 39, p.541–561. 1998.
- Eamus, D. The interaction of rising CO<sub>2</sub> and temperatures with water use efficiency. *Plant Cell Environment*. V.14, p.843-852, 1991.
- Easterling, D.R. Recent changes in frost days and frost-free season in the United States. *Bulletim of the American Meteorological Society*. V.83, p. 1327-1332. 2002.
- Ferreira, S.J.F. et al. Precipitação interna e interceptação da chuva em floresta de terra firme submetida à extração seletiva de madeira na Amazônia Central. *Acta Amazônica*, 35(1):55-62, 2005.
- Forni-Martins, E.R. & Martins, F.R, 2000. Chromosome studies in plants of the Brazilian "cerrado". *Genetics and Molecular Biology* 23(4): 947-955.
- Friend, A.D.; Cox, P.M. Modelling the effects of atmospheric CO<sub>2</sub> on vegetation-atmosphere interactions. *Agricultural and Forest Meteorology*. V. 73, n.3-4, , p. 285-295, 1995.
- Gandolfi, S. (2000) História natural de uma Floresta Semidecidual no município de Campinas (São Paulo, Brasil), Tese de doutoramento, Instituto de Biologia, UNICAMP, Campinas, SP, Vol.1 e 2, 520p.
- Gandolfi, S. (2003) Regimes de luz em Florestas Estacionais e suas Possíveis Conseqüências. In: Claudino-Sales, W. (Org.). *Ecossistemas Brasileiros: Manejo e Conservação*. Expressão Gráfica e Editora, Fortaleza. BR, p. 305-311.
- Grace,J.; Lloyd, J.; McIntyre, J.; Miranda, A.C.; Meir, P.; Miranda, H.S.; Moncrieff, J.; Massheder, J.; Wright, I.; Gash, J. Fluxes of carbon dioxide and water vapour over an undisturbed tropical Forest in South-West Amazonia. *Global Change Biology*, v.1, p.1-12, 1995a.
- Grace,J.; Lloyd, J.; McIntyre, J.; Miranda, A.C.; Meir, P.; Miranda, H.S.; Nober, C.A.; Moncrieff, J.; Massheder, J.; Mahli, Y.; Wright, I.; Gash, J. Carbon dioxide uptake by an undisturbed tropical rain forest in South-West Amazonia, 1992-1993. *Science*, v.270, p.778-780, 1995b.
- Grace,J.; Lloyd, J.; McIntyre, J.; Miranda, A.C.; Meir, P.; Miranda, H.S. Carbon dioxide flux over Amazonian rain Forest in Rondônia. In: Gash, J.H.C.; Nobre, C.A.; Roberts, J.M.; Victoria, R.L. *Amazonian Deforestation and Climate*. 1996. John Wiley & Sons: New York. Pp. 307-318. 1996.
- Halpin, P.N. Global climate change and natural area protection: management responses and research directions. *Ecological Applications*: Vol. 7, No. 3, pp. 828–843.
- Hartshorn,G.S. (1978). Tree falls and tropical forest dynamics. In: Tomlinson, P.B. & Zimmermann, M.H. (eds.) *Tropical Trees as Living Systems*. Cambridge University Press, New York, USA, pp. 617-638.
- Hogan , K.P. and Machado, J.L. (2002) La Luz Solar: Consecuencias biológicas y medición. *Ecología y Conservación de Bosques Neotropicales*. Ediciones LUR, Cartago, Costa Rica, p. 119 – 143.
- Houghton, J.T.; Ding, Y.; Griggs, D.J.; Noguera, M. van der Linden, P.J.; Dai, X.; Maskell, K.; Johnson, C.A. (Eds.), 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis, The Third Assessment Report of Working Group I of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Houghton, R.A. Tropical deforestation and atmospheric carbon dioxide. *Climate change*, v.19, p.99-118, 1991.



- Hulme, M.; Barrow, E. M.; Arnell, N.W.; Harrison, P.A.; Johns, T.C.; Downing, T.E. Relative impacts of human-induced climate change and natural climate variability. *Nature*, 397, 688 - 691 1999.
- Hunter, M.L.; Jacobson Jr., G.L.; Webb III, T. Paleoecology and the coarse-filter approach to maintaining biological diversity. *Conservation Biology*, v.2, p.375-385. 1988.
- Joly, C.A. A Mata Atlântica e o aquecimento global. [www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm](http://www.comciencia.br/reportagens/clima/clima15.htm). 2002. Acesso em novembro de 2005.
- Joly, C.A., Aidar, M.P.M., Klink, C.A., McGrath, D.G., Moreira, A.G., Moutinho, P., Nepstad, D.C., Oliveira, A. A., Pott, A., Rodal, M.J.N. & Sampaio, E.V.S.B. "Evolution of the Brazilian phytogeography classification systems: implications for biodiversity conservation". *Ciência e Cultura* 51 (5/6) 331-368. 1999.
- Kahl, J. D., Charlevoix, D. J.; Zaftseva, N. A., Schnell, R.C., Serreze, M. C.; Absence of evidence for greenhouse warming over the Arctic Ocean in the past 40 years. *Nature*. v.361, p.335-337, 1993.
- Lieberman, M.; Lieberman, D. & Peralta, R. (1989) Forest are not just a swiss cheese: Canopy stereogeometry of non-gaps in Tropical Forests. *Ecology* 70(3):550-552.
- Loope LL, Giambelluca TW. Vulnerability of island tropical montane forest to climate change, with special reference to East Maui, Hawaii. *Climate Change*. v.39, p.503-517. 1998.
- Lyra, R., Souza, S.S., Fisch, G. Comparação floresta-pastagem através dos balanços à superfície, durante a estação seca. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 10. 1997. p.552-554.
- Malcolm J. R. A model of conductive heat flow in forest edges and fragmented landscapes. *Climatic Change* 39:487-502. 1998.
- Markhan, A.; Malcolm, J. Biodiversity and wildlife: adaptation to climate change. In: Smith, J.B.; Bhatti, N.; Menzhulin, G.V.; Benioff, R.; Campos, M.; Jallow, B.; Rijsberman, F.; Budyko, M.I.; Dixon, R.K. *Adapting to climate Change: An international perspective*. 1996. Springer: New York. Pp.384-401.
- Mata, L.J. A study of climate change impacts on the forests of Venezuela. In: Smith, J.B.; Bhatti, N.; Menzhulin, G.V.; Benioff, R.; Campos, M.; Jallow, B.; Rijsberman, F.; Budyko, M.I.; Dixon, R.K. *Adapting to climate Change: An international perspective*. 1996. Springer: New York. pp.347-358.
- McCarthy, J.J.; Canziani, O.F.; Leary, N.A.; Dokken, D.J.; White, K.S. (eds.) 2001. *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Mcneely, J.A. Climate change and biological diversity: policy implications. In: Boer, M.M.; Groot, R.S. (eds.) *Landscape ecological impacts of climate change*, pp. 406-428, IOS Press, Amsterdam, 1990.
- Meir, P.; Grace, J.; Miranda, A.; Lloyd, J. Soil respiration in rainforest in Amazônia, and in Cerrado in central Brazil. In: Gash, J.H.C.; Nobre, C.A.; Roberts, J.M.; Victoria, R.L. *Amazonian Deforestation and Climate*. 1996. John Wiley & Sons: New York. Pp. 319-331. 1996.
- Menzuhulin, G.V.; Savvateyev, S.P.; Cracknell, A.P.; Boken, V.K. Climate Change, global warming, and agricultural droughts. In: Boken, V. K.; Cracknell, A.P.; Heathcote, R.L. *Monitoring and predicting agricultural drought: a global study*. Oxford University Press. New York. p.429-449. 2005.
- Morison JIL, Gifford RM (1984) Plant growth and water use with limited water supply in high CO<sub>2</sub> concentrations. I. Leaf area, water use and transpiration. *Australian Journal of Plant Physiology*, v.11, p.361-374. 1984.
- Muniz, M.R.A. (2004) Estudo do regime de luz nas quatro principais formações fitogeográficas no estado de São Paulo durante o inverno do ano de 2003. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 169p.



- Nabuurs, G.J.; Pussinen, A.; Karjalainen, T.; Erhard, M.; Kramer, K. Stemwood volume increment changes in European forest due to climate change – a simulation study with the EFISCEN Model. *Global Climate Change*, 2002, v.8, p.304-316, 2002.
- Nadkarni, N.M., Solano, R. Potential effects of climate change on canopy communities in a tropical cloud forest: an experimental approach. *Oecologia*, v. 131, p.580–586, 2002.
- NEWMAN, P. "What's happening to stratospheric ozone over the Arctic, and why?". Conferencia U.S. Global Change Research Program Seminar Series. 31 July. Washington D.C., 2000.
- Nie D, He H, Kirkham MB, Kanemasu ET Photosynthesis of a C3 grass and a C4 grass under elevated CO2. *Photosynthetica* 26:189-198, (1992)
- Nobre, C.A.; Sellers, P.J.; Shulkla, J. Amazonian deforestation and regional climate change. *Journal of Climate*, v.4, p.957-988. 1991.
- Oberbauer, S.P.; Clarck, D.B.; Clarck, D.A & Quesada, M. (1988). Crown light environments of saplings of two species of Rain Forest emergent trees. *Oecologia (Berlim)* (1988) 75:207-212.
- Pearcy, R.W.; Chazdon, R.L.; Gross, L.J. and Mott, K.A. (1994) Photosynthetic utilization of sunflecks: A temporally patchy resource on a time scale of seconds to minutes. In: Caldwell, M.M. and Pearcy, R.W. (Eds.) Exploitation of environmental heterogeneity by plants: Ecophysiological processes above and belowground. Academic Press, California, USA, p. 145-174
- Pearcy, R.W.; Ehleinger, J.; Mooney, H.A. and Rundel, P.W. (ed.) (1992) *Plant Physiological Ecology: Methods and Instrumentation*. Chapman & Hall, 457p.
- Pereira, A.R., Angelocci, L.R., Sentelhas, P.C. 2002. *Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas*. Editora Agropecuária, Guaíba, 478p.
- Peters, R.L.; Darling, J.D.S. The greenhouse effect and nature reserves. *BioScience*, v.35, n.1, p.707-716. 1985.
- Pittock, A.B. Climate change: The question of significance. *Nature* 397, 657 - 658 (25 February 1999)
- Polley HW, Johnson HB, Mayeux HS. Carbon dioxide and water fluxes of C3 annuals and C3 and C4 perennials at sub-ambient carbon dioxide concentrations. *Functional Ecology*, v.6, p.693-703. 1992.
- Poorter, L., Bongers, F., Sterck, F.J. and Wöll, H. (2005) Beyond the regeneration phase: differentiation of height-light trajectories among tropical tree species. *Journal of Ecology* 93:256-267.
- Pounds JA, Crump ML Amphibian declines and climate disturbance: the case of the Golden Toad and the Harlequin Frog. *Conservation Biology*, v. 8, p.72–85. 1994.
- Rich, P.M.; Clarck, D.B.; Clarck, D.A. and Oberbauer, S.F. (1993) Long-term study of solar radiation regimes in a tropical wet forest using quantum sensors and hemispherical photography. *Agricultural and Forest Meteorology* 65: 107 – 127.
- Ricklefs, R.E. 1977. Environmental heterogeneity and plant species diversity: a hypothesis. *American Naturalist* 111, 376–381.
- Runkle, J.R. (1981) Gap regeneration in some old-growth forests of eastern United States. *Ecology* 62(4):1041-1051.
- Salis, S.M.; Shepherd, G.J. & Joly, C.A. 1995. Floristic comparison between mesophytic forests of the interior of the state of São Paulo, S.E. Brazil. *Vegetatio* vol. 119:155-164
- Schimel, D. S.; House, J. I.; Hibbard, K. A.; Bousquet, P. Ciais, P.; Peylin, P.; Braswell, B. H.; Apps, M. J.; Baker, D.; Bondeau, A.; Canadell, J.; Churkina, G.; Cramer, W.; Denning, A. S.; Field, C. B.; Friedlingstein, P.; Goodale, C.; Heimann, M.; Houghton, R. A.; Melillo, J. M.; Moore III, B.; Murdiyarso, D.; Noble, I.; Pacala, S. W.; Prentice, I.C.; Raupach, M.R.; Rayner, P.J.; Scholes, R. J.; Steffen, W. L.; Wirth, C. Recent patterns and mechanisms of carbon exchange by terrestrial ecosystems. *NATURE*, v. 414, n. 8, 2001.



- Scudeller, V.V. 2002. Análise fitogeográfica da Mata Atlântica - Brasil. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Biologia Vegetal, IB, UNICAMP.
- Souza, R.P. e Válio, I.F.M. (2003) seedling growth of fifteen Brazilian tropical tree species differing in successional status. *Revista Brasileira de Botânica* 26(1):37-47.
- Terborgh, J. and Matthews, J. (1999) Partitioning of the understory light environment by two Amazonian treelets. *Journal of Tropical Ecology* 15:751-763.
- Thornthwaite, C.W & Mather, J.R. 1955. The water balance. *Publications in Climatology*, New Jersey, 104p.
- Thornthwaite, C.W. 1948. An approach toward a rational classification of climate. *Geographical Review*, 38:55-94.
- Torquebiau, E.F. (1988). Photosynthetically active radiation environment, patch dynamics and architecture in a Tropical Rain Forest in Sumatra. *Australian Journal of Plant Physiology* 15:327-342.
- Torres, R. B.; Martins, F. R. & Kinoshita, L. S. 1997. Climate, soil and tree flora relationships in forests in the state of São Paulo, southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 20 (1): 41-49.
- Válio, I.F.M. (2003) Seedling growth of understorey species of a Southeast Brazilian Tropical Forest. *Brazilian Archives of Biology and Technology* 46(4):697-703.
- Vázquez-Yanez, C. and Orosco-Segovia, A. (1990) Ecological significance of light controlled seed germination in two contrasting tropical habitats. *Oecologia* 83: 171-175.
- Vianello, R.L. & Alves, A.R. 1991. *Meteorologia básica e aplicações*. UFV, Viçosa, 449p.
- Watt, A.S. (1947) Pattern and process in plant community. *Journal of Ecology* 35:1-22.
- Whitmore T.C.; Brown, N.D.; Swaine, M.D.; Kennedy, D.; Goodwin-Bailey, M.C.I. and Gong, W.K. (1993). Use of hemispherical photographs in forest ecology: measurement of gap size and radiation total in a Bornean Tropical Rain Forest. *Journal of Tropical Ecology* 9: 131-151.
- Whitmore, T.C. (1975). *Tropical Rain Forest of the Far East*,. Claredon Press, Oxford, England, 282 p.
- Whitmore, T.C. (1989) Forty years of Rain Forest ecology 1948-1988 in perspective. *GeoJournal* 19(4):347-360.
- Whitmore, T.C. (1990). *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Oxford University Press, Oxford, England. 226 p.
- Whitmore, T.C. (1996) A review of some aspects of tropical rain forest seedlings ecology with suggestions for further enquiry. In : SWAINE, M.D. (ed.) *The ecology of tropical forest tree seedlings*. (Man & Biosphere Series; Vol. 18), UNESCO and The Parthenon Publishing. Group Ltda, Paris, France, p. 3- 39.
- Whitmore, T.C.; Brown, N.D.; Swaine, M.D.; Kennedy, D.; Goodwin-Bailey, M.C.I. & Gong, W.K. (1993). Use of hemispherical photographs in forest ecology: measurement of gap size and radiation total in a Bornean Tropical Rain Forest. *Journal of Tropical Ecology* 9: 131-151.
- Zoltz, G. and Winter, K. (1994) Photosynthesis of tropical canopy tree, *Ceiba pentandra*, in a lowland forest in Panama. *Tree Physiology* 14 :1291-1301.



## **2. Contextualização da paisagem onde estão inseridas cada uma das quatro parcelas permanentes.**

Antonio Gonçalves Pires Neto

Marcio Rossi

Igo Fernando Lepsch

Amanda de Fátima Martin Catarucci

Mariana Meireles Pardi

### **2.1. Introdução**

As análises dos fatores abióticos compreenderam, além dos estudos nas áreas das Parcelas Permanentes, uma avaliação regional dos condicionantes geoambientais voltados para o entendimento da distribuição dos padrões fisiográficos, em que se relaciona o substrato rochoso, o relevo, os solos e a dinâmica superficial.

A constituição e a distribuição desses padrões constituem subsídios importantes para o entendimento das características estruturais e da composição das florestas, como também dos processos geradores e mantenedores da sua biodiversidade. Com base nesta perspectiva considerou-se a contextualização regional de cada uma das Parcelas Permanentes alocadas nesse projeto, com 10ha cada, de fundamental importância para possibilitar discutir a representatividade regional dessas Parcelas Permanentes e a amplitude dos conhecimentos gerados dentro da suas respectivas unidades fitogeográficas.

Os atributos físicos relacionados ao substrato rochoso, ao relevo e ao solo foram analisados por meio de métodos geomorfológicos que permitiram a caracterização dos 10ha de Parcelas Permanentes em cada região fitogeográfica e também dos terrenos adjacentes, subsidiando o entendimento dos condicionantes regionais desses tipos vegetacionais, reflexões sobre a representatividade regional dessas parcelas e de aspectos da evolução das diferentes paisagens em que elas estão inseridas.

Com este procedimento delimitaram-se zonas de funcionamento relativamente homogêneas em cada uma dessas áreas, aonde foram associados os atributos físicos constituintes e os processos de formação similares, que caracterizaram os tipos de terrenos em que se desenvolveu a Floresta Ombrófila Densa, a Floresta de Restinga, que estão inseridas na Província Costeira, e a Savana Florestada ou Cerradão e a Floresta Estacional Semidecidual, que por sua vez estão inseridas no Planalto Ocidental.

Na Província Costeira, a Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho) está associada a Serrania Costeira, no domínio das rochas metamórficas e ígneas do Embasamento Cristalino e dos cambissolos e argissolos; enquanto que a Floresta de Restinga



(Parque Estadual da Ilha do Cardoso) ocorre na Baixada Litorânea, associada aos sedimentos quaternários marinhos e mistos e aos espodosolos.

Nos estudos desenvolvidos na Província Costeira, foram identificados diferentes setores de escarpa serrana e da baixada litorânea, os quais refletem uma história evolutiva complexa durante o Quaternário. Esses processos evolutivos seriam responsáveis pelas variações significativas nos atributos físicos dessa paisagem costeira, que poderiam estar condicionando a grande diversidade das formações florestais existentes nestes setores, relações estas que ainda não foram claramente demonstradas.

No Planalto Ocidental, onde se encontram a Floresta Estacional Semidecidual e a Savana Florestada ou Cerradão, (Estação Ecológica de Caetetus e Estação ecológica de de Assis) que ocorrem associadas as rochas sedimentares e ígneas básicas da Bacia do Paraná, e predominam os latossolos e argissolos. Os estudos mostraram que os atributos do meio físico apresentam uma forte sinergia com as formações florestais, cuja distribuição e constituição refletem os aspectos constituintes e evolutivos da paisagem regional.

## **2.2. Dados utilizados e metodologia**

Para a avaliação da representatividade das quatro parcelas permanentes implantadas nas principais formações florestais do Estado de São Paulo, no que se refere aos fatores abióticos condicionantes das suas características e da sua distribuição, foram realizados estudos geomorfológicos, que tiveram como base o conceito de Tipos de Relevo, sendo a análise integrada dos atributos do meio físico, efetuada com base no conceito de Terrenos.

Para a caracterização do contexto regional foram utilizadas informações bibliográficas e cartográficas, tendo-se como referência o **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**, em escala **1:1.000.000** (PONÇANO *et al.*, 1981); o **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo** (OLIVEIRA *et al.*, 1999), o **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo** (ROSS e MOROZ, 1997) e o **Mapa Geológico do Estado de São Paulo**, (BISTRICHI *et al.*, 1981, in ALMEIDA *et al.*, 1981) todos em escala **1:500.000**.

Foram utilizados mapeamentos de maior detalhe destacando-se: Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo (LEPSCH *et al.*, 1999), na escala 1:250.000; o Mapa de Subsídios ao Planejamento da Atividade de Mineração - Baixo Ribeira e Litoral Sul em escala 1:150.000 (CPRM, 1982), os mapas geomorfológicos preliminares na escala 1:50.000 dos projetos APA da Serra do Mar (1990) e do Macrozoneamento do Vale do Ribeira (1992); o Mapa Geológico do Estado de São Paulo, folhas de Marília e Itararé, (DAEE-UNESP, 1982); e a Carta Pedológica Semidetalhada do Estado de São Paulo, na escala 1:100.000, folhas Maracaí (ROSSI *et al.*, 2000), Marília (COELHO *et al.*, 2000) e Assis (BOGNOLA *et al.*, 1996).



As bases cartográficas e os mapas das áreas adjacentes a cada uma das Parcelas Permanentes foram construídos a partir de cartas topográficas na escala 1:50.000 do IBGE e de fotografias aéreas na escala 1:25.000, dos levantamentos de 1962 e 1972-73, realizados respectivamente pela Aerofoto Natividade e pela Vasp Aerofotogrametria S.A.

Os trabalhos foram executados por meio de interpretação de fotografias aéreas e de imagem de satélite, da compilação de dados bibliográficos e cartográficos e de levantamentos de campo realizados nos meses de janeiro, fevereiro e março de 2005.

Os mapas de terrenos das Áreas de Influência de cada uma das quatro Parcelas Permanentes, foram elaborados nas escalas 1:50.000, 1:125.000 e 1:250.000, e subsidiaram a análise integrada das formas de relevo, da drenagem, do substrato litoestrutural, das coberturas detríticas e da dinâmica superficial, que caracterizam os terrenos existentes em cada uma das áreas estudadas.

A premissa adotada para o desenvolvimento dos estudos geomorfológicos é a de que o **relevo é a chave para a compreensão do meio físico**, uma vez que ele reflete uma síntese histórica e funcional dos fatores intervenientes em sua gênese, que são: a neotectônica, o substrato rochoso e o clima.

O relevo, entendido como resultado da interação destes três fatores, constitui um todo indivisível, onde os seus elementos não podem ser entendidos isoladamente, mas sim dentro de uma interação dinâmica e em cadeia com os demais elementos constituintes do meio físico.

A metodologia utilizada permite tal integração, uma vez que procura distinguir, em uma dada região, áreas cujos atributos físicos sejam distintos de áreas adjacentes, levando à subdivisão da região em áreas de dimensões variáveis, onde se reconhece um padrão recorrente de topografia, solos e vegetação, sendo o relevo o padrão básico para delimitação destas subdivisões (PONÇANO *et al.* 1981).

Para se atingir os objetivos propostos pelo projeto e pela metodologia do “Land System”, adotou-se como procedimento para mapeamento geomorfológico das áreas, a proposição de VAN ZUIDAN (1982) que recomenda a elaboração de mapas geomorfológicos sinóticos de escala média.

A elaboração destes mapas compreende trabalhos de pesquisa bibliográfica e cartográfica, compilação de dados pré-existentes (dados secundários), complementados por interpretação de imagens de satélite, fotografias aéreas e de cartas topográficas, e também dados primários coletados no campo, o que exige certo nível de extrapolações.

Para elaboração dos mapas geomorfológicos utilizou-se da proposição de DEMEK (1967), que considera o **tipo de relevo** como a unidade taxonômica que apresenta homogeneidade quanto a morfografia, morfometria, substrato rochoso, gênese e, conseqüentemente, quanto à dinâmica.



Estas unidades de mapeamento fornecem, os elementos básicos para a caracterização do relevo da área e os subsídios necessários aos estudos de paisagens, visto que o relevo constitui uma primeira síntese dos processos de interação entre a hidrosfera, litosfera e atmosfera ao longo do tempo geológico.

Por outro lado, o relevo reflete também a interação dinâmica entre os movimentos neotectônicos, o clima e o substrato rochoso, no tempo e no espaço, de sorte que esta interação histórica determina a conformação do relevo atual, ao passo que a interação atual entre estes fatores condiciona o funcionamento do relevo (morfodinâmica).

Com base nestas premissas foram elaborados os mapas geomorfológicos das áreas, tendo-se por objetivo inicial a identificação do tipo de relevo em que foram implantadas as parcelas, e sua inter-relação com os relevos adjacentes, para posteriormente avaliar a distribuição desses relevos no contexto regional.

Para se caracterizar os diferentes tipos de relevo erosivos, utilizou-se de critérios propostos por PONÇANO *et al.* (1981), modificados por PIRES NETO (1992), cujas características morfométricas são apresentadas no Quadro 1. Para a área da planície costeira os tipos de relevo foram relacionados aos diferentes ambientes de sedimentação em que ocorrem (Quadro 2).

Quadro 1 - Classificação de formas de relevo erosivas, segundo a amplitude e inclinação das encostas. (PONÇANO *et al.*, 1981, modificado por PIRES NETO, 1992).

Amplitude local	Inclinação predominante	Formas de Relevo
< 100 m	< 5 %	Rampas
	5 a 15 %	Colinas
	> 15 %	Morrotes
100 a 300 m	> 15 %	Morros
> 300 m	> 15 %	Montanhas



Quadro 2 - Formas de relevo de acumulação diferenciadas nas planícies costeiras, planícies fluviais e em áreas de relevos dissecados.

Ambientes de Sedimentação	Formas de Relevo de Acumulação
Gravitacional / pluvial	Rampas de Colúvio Corpos de Tálus
Fluvial	Cones de dejeção Planícies de inundação Planícies fluviais Terraços
Misto	Planície fluvio marinha Planície fluvio lagunar Planície paleolagunar
Marinho	Terraço marinho Planície marinha com cordões Planície marinha Praia Cordões arenosos Planície de maré
Eólico	Campos de dunas

Para a análise dos fenômenos de dinâmica superficial foram considerados as informações disponíveis na bibliografia e os elementos da terceira categoria taxonômica propostos por DEMEK (1967), que são os elementos das formas ou unidades geneticamente homogêneas, que permitem fazer inferências sobre os processos atuantes na região.

Para a análise dos dados obtidos partiu-se do conhecimento do relevo e da sua inter-relação com os solos, que tem como elementos determinantes: o substrato rochoso e o tipo de cobertura detrítica.

Na caracterização do tipo de relevo, procurou-se avaliar a dinâmica superficial atual e passada. A primeira foi avaliada com base na ocorrência de formas erosivas e de deposições atuais e a dinâmica passada, através do reconhecimento das formas de relevo e das feições acumulativas (depósitos correlativos), os quais refletem, por sua constituição, composição e distribuição, as condições paleoclimáticas responsáveis pela elaboração do relevo atual.

Os aspectos da evolução morfogênica regional foram considerados, quando necessário, para a compreensão da distribuição dos relevos e da dinâmica atual, não sendo, porém objeto de estudo detalhado.

Para a realização dos estudos geomorfológicos foram realizadas as seguintes atividades:



Interpretação de fotografias aéreas, na escala 1: 25.000. Lançamento dos limites dos tipos de relevo e das feições geomorfológicas de interesse em bases topográficas, elaboradas ou ampliadas para a escala das fotos;

Compilação de dados pedológicos e geológicos para o estabelecimento de relações com os tipos de relevo; descrição morfográfica, caracterização morfométrica dos tipos de relevo identificados, e elaboração dos mapas geomorfológicos, de terrenos e da legenda preliminar;

Interpretação do relevo em imagem de satélite, na escala 1:250.000, compilação de dados geológicos e pedológicos, elaboração de um mapa de terrenos e estabelecimento de relações de cada área de estudo com o contexto regional.

Trabalhos de campo executados ao longo das trilhas existentes dentro e no entorno imediato das Parcelas Permanentes, cada uma de 320x320m, com 10,24ha, somando 40,96ha de área amostral, e em estradas que cortam a região adjacente tendo-se descritos cerca de 400 pontos.

Após os trabalhos de campo foi feita a integração e as análises dos dados obtidos, que permitiram a elaboração dos Mapas de Terrenos das Áreas de Influência das Parcelas Permanentes, do Mapa de Terrenos Regional, perfis, tabelas e textos.

Para a elaboração dos Mapas de Terrenos das Áreas de Influência das Parcelas Permanentes foi utilizado o conceito que considera o **terreno**, como uma porção da superfície terrestre que é caracterizada pela similaridade do arranjo espacial de seus componentes e atributos, e que se definem pela forma (relevo), constituição (substrato rochoso), cobertura detrítica (solo), dinâmica superficial e pela vegetação associada (ZONNEVELD, 1993).

Essas áreas podem ser facilmente reconhecidas pela sua fisionomia, tanto no campo quanto por meio de imagens de sensores remotos, permitindo assim classificar o espaço segundo as potencialidades e fragilidades dos terrenos, pois considera que os principais atributos do terreno são interdependentes e tendem a ocorrerem correlacionados, de modo que o uso e a ocupação dos terrenos são dependentes das combinações e interações de efeitos desses atributos (AUSTIN e COCKS, 1978).

Os terrenos são áreas relacionadas e que podem ser descritas simultaneamente em relação as suas feições mais significativas. São uniformes pelo tipo de relevo, solo, vegetação e tendo em vista um propósito prático (AUSTIN e COCKS, 1978).

O estudo do terreno classifica o espaço segundo as suas condições ambientais predominantes e suas qualidades ecológicas, avaliando seu potencial de uso, bem como o de suas várias partes. Assim essa abordagem permite obter uma visão sintética do meio que pode ser utilizada tanto em estudos aplicados como científicos.

Os terrenos identificados têm como base para a sua delimitação os padrões de formas de relevo, uma vez que o relevo pode ser entendido como uma síntese histórica e dinâmica das interações entre a litosfera, a atmosfera e a hidrosfera. O relevo, modelado sobre os diferentes



tipos de rocha, controla a distribuição dos diversos tipos de solo e da vegetação, e em consequência dessas interações, a frequência e intensidade dos processos de erosão e de deposição que ocorrem na superfície do terreno.

Para a apresentação dos resultados dos estudos realizados foi adotado o seguinte procedimento:

Contexto Regional – nessa análise foram considerados a compartimentagem regional do relevo, o substrato litoestrutural, a cobertura detrítica, os solos e os aspectos morfogênicos, de modo a subsidiar a caracterização dos principais tipos de terrenos existentes;

Área das Parcelas Permanentes – nessa análise foram identificados os principais aspectos físicos que caracterizam cada uma das áreas;

Áreas de Influência das Parcelas Permanentes - Neste contexto foram considerados os relevos, os solos, o substrato rochoso e os aspectos dinâmicos dos diferentes terrenos que ocorrem na área de implantação das parcelas;

Estabelecimento das relações entre as Áreas de Influência das Parcelas Permanentes com o contexto regional e com a distribuição de remanescentes florestais.

Embora os trabalhos tenham sido realizados com a mesma abordagem para a Província Costeira e o Planalto Ocidental, os resultados acabaram sendo diferenciados em consequência das características de cada um dos compartimentos de relevo estudados, devido a sua complexidade de constituição e da sua história evolutiva, que são fatores importantes no condicionamento do tipo e da distribuição das florestas.

## **2.3. Província Costeira**

### **2.3.1. Contexto Regional**

A Província Costeira compreende “a área do Estado de São Paulo drenada diretamente para o mar, constituindo o rebordo do Planalto Atlântico. É, em maior parte, uma região serrana contínua que a beira-mar cede lugar a uma seqüência de planícies de variadas origens” (ALMEIDA, 1964). A região serrana constitui a Serrania Costeira, onde se diferenciam a Serra do Mar e a Serra de Paranapiacaba, enquanto que as planícies a beira mar configuram a Baixada Litorânea.

A **Serra do Mar** é uma escarpa erosiva de constituição granito-gnáissica, que se desenvolve próximo ao mar, e onde se diferenciam os trechos entre a Serra de Juqueriquerê e Parati, entre a Serra de Juqueriquerê e Bertioga e o trecho da Baixada Santista.

A **Serra de Paranapiacaba**, onde foi implantada a Parcela Permanente de Carlos Botelho e domina a Bacia do Rio Ribeira de Iguape, apresenta aspecto montanhoso com altitudes de 1000 a



1300m, onde os rios Ribeira, Juquiá, São Lourenço, Jacupiranga e outros escavaram seus vales paralelos à linha de costa, que se encontra a quase cem quilômetros da frente serrana.

A **Baixada Litorânea** são terrenos não mais elevados que 70 m sobre o nível do mar, que apresentam sedimentos terciários e sedimentos costeiros mais novos, podendo-se diferenciar: o litoral entre São Sebastião e Parati, as Baixadas de Santos e Itanhaém e a Baixada do Ribeira de Iguape, onde está implantada a Parcela Permanente de Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).

As diferenças morfológicas do litoral paulista são fatos descritos desde DEFFONTAINE (1935), cabendo a MONBEIG (1949) a delimitação de três sub-regiões que denominou de Litoral de Iguape, Litoral de Santos e Litoral de São Sebastião, os quais têm correspondência com os compartimentos Iguape - Cananéia, Santos – Itanhaém – Peruíbe e Caraguatatuba, propostos por FULFARO *et al.* (1974).

Estes compartimentos abrigam planícies costeiras caracterizadas e diferenciadas por SUGUIO & MARTIN (1978) nos seguintes setores:

Cananéia – Iguape: compreende um extenso complexo estuarino-lagunar com planícies de maré, praias e dunas, formadas por sedimentos de origem lagunar e marinha, associados à transgressão Cananéia (pleistocênica) e Santos (holocênica);

Itanhaém - Santos – compreende dois setores, as planícies entre Peruíbe e Mongaguá, que apresentam extensas áreas arenosas e trechos pantanosos associados às drenagens, e pequenas áreas de planície de maré; e a região estuarina de Santos que é uma planície costeira complexa com praias, planícies de maré, canais de maré e planícies fluvio-marinhas. Este setor é formado por sedimentos das transgressões Cananéia e Santos e também sedimentos lagunares tendo origem semelhante à Cananéia – Iguape.

Bertioga - Ilha de São Sebastião – que compreende dois setores: um entre Bertioga e Barra do Una, que apresenta a mesma constituição e origem dos trechos anteriores; e outro entre Barra do Una e a Ilha de São Sebastião onde as planícies são formadas por sedimentos continentais na sua parte interna e sedimentos marinhos na parte externa, dando origem às planícies costeiras tipo Juqueí e tipo Boiçucanga;

Ilha de São Sebastião - Serra do Parati – neste trecho predominam pequenas planícies marinhas (praias de bolso) formadas por sedimentos marinhos recentes, que se desenvolvem conforme os tipos Juqueí e Boiçucanga. A maior planície desse trecho é a de Caraguatatuba, onde ocorrem sedimentos das transgressões Cananéia e Santos e sedimentos lagunares.

PONÇANO *et al* (1981) ampliou a caracterização do relevo da Província Costeira identificando novos compartimentos e descrevendo os diferentes tipos de relevo que ocorrem na região, que são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Compartimentos e tipos de relevo que constituem a Província Costeira baseado em PONÇANO *et al.* (1981) e SUGUIO & MARTIN (1978).



Zonas	Subzonas	Tipos de relevo
Serrania Costeira	Serra do Mar Estende-se de Parati até Peruíbe	Escarpas Festonadas (521) Escarpas com espigões digitados (522) Morros isolados (246) Serras alongadas (251) Montanhas (252)
	Serra de Paranapiacaba Compreende a bacia do Rio São Lourençinho, São Lourenço	Morros paralelos (244) Morros com serras restritas (245) Serras alongadas (251) Montanhas com vales profundos (253)
	Serrania de Itatins Área alongada de direção E-W entre Peruíbe e Iguape	Mar de Morros (243) Morros paralelos (244) Serras alongadas (251)
	Serrania do Ribeira Compreende a bacia do Rio Ribeira a montante de Eldorado	Mar de Morros (243) Morros paralelos (244) Morros com serras restritas (245) Serras alongadas (251) Escarpas com espigões digitados (522)
	Planaltos interiores Ocorrem de modo isolado nos cimos das serras.	Mar de Morros (243) Morros paralelos (244) Morros em áreas de sumidouros (411) Serras alongadas (251)
Morraria Costeira	Dominam na bacia do baixo Rio Ribeira	Colinas isoladas (216) Morrotes em meia laranja (233) Morros paralelos (244) Morros com serras restritas (245) Planícies aluviais (111)
Baixadas Litorâneas	(Trechos) Cananéia – Iguape Itanhaém - Santos Bertioga – São Sebastião São Sebastião –Serra de Parati	Planícies Costeiras (121) Terraços marinhos (122) Mangues (123)

A Província Costeira é constituída por rochas arqueanas, proterozóicas e cambrianas do embasamento cristalino, rochas básicas mesozóicas, e sedimentos cenozóicos continentais, mistos e marinhos.

As rochas arqueanas são representadas por charnoquitos, enderbitos, kinzigitos, granulitos quartzo feldspáticos, gnaisses graníticos homogêneos de fácies anfíbolíticas e gnaisses bandados, que constituem o Complexo Costeiro (BISTRICHI *et al*, 1981).



As rochas do proterozóico são representadas pelos Complexos gnáissicos – granitóides constituídos por gnaisses homogêneos, gnaisses bandados e laminados e gnaisses com matriz fina a média e pelas seqüências metavulcânicas sedimentares que são constituídos por micaxistos, filitos, quartzitos, quartzito xistos, quartzitos micáceos e/ou feldspáticos, metarcóseos, rochas cálcio silicáticas e metabasitos. Essas rochas são representadas na área pelo Complexo Embu (Pse), Complexo Pilar (PSp) e pelo Complexo Turvo – Cajati (Plt).

De idade proterozóica e fanerozóica ocorrem ainda, na Província Costeira, rochas miloníticas associada às Zonas de Cizalhamento, de direção NE - SW e Plutões granitóides.

As rochas mesozóicas são representadas por diques constituídos por basaltos, diabásios e gabros de granulação fina à média e apresentam orientação ENE-WNW ou NE-NW.

Os sedimentos cenozóicos de origem continental ocorrem ao longo de planícies fluviais no planalto e na baixada costeira, e no sopé das encostas serranas, onde formam os cones de dejeção e corpos de tálus.

Na planície costeira os sedimentos marinhos são representados por areias de antigas praias da Formação Cananéia, por cordões arenosos holocênicos, comumente com concentrações de conchas, praias atuais e dunas.

Os sedimentos de origem mista constituem as planícies fluvio-lagunares e de maré. As principais características do substrato rochoso e dos depósitos sedimentares são apresentadas no Quadro 4.

**Quadro 4 - Características principais do substrato rochoso e dos depósitos sedimentares que ocorrem na Província Costeira.**

Rochas arqueanas	
Gnaisses homogêneos	Composição granítica a tonalítica e sienítica-diorítica, com biotita e/ou hornblenda e eventualmente clinopiroxênio e granada. Textura equi ou inequigranular, com grãos maiores de feldspatos alcalinos euédricos a ocelares, granulação fina a muito grossa. Intercalações de quartzito, gnaisses kinzigíticos e cálcio silicáticas, formações ferríferas magnetíticas e anfíbolitos metaltrabasitos.
Gnaisses bandados	Apresentam bandas alternadas claras e escuras, estas últimas com biotita, hornblenda, granada, clinopiroxênios e raramente ortopiroxênios. Apresentam intercalações de gnaisses kinsigíticos, quartzitos, formações ferríferas magnéticas, anfíbolitos, metaltramafitos.
Rochas proterozóicas	
Gnaisses homogêneos	Apresentam composição essencialmente monzogranítica com variações granodioríticas e sienogranitos, finos a grossos, cinzentos por vezes róseos, leuco a hololeucocráticos, com biotita e/ou hornblenda, apresentando intercalações de rochas cálcio silicáticas, quartzitos, micaxistos, anfíbolitos, metaltramilonitos e outros tipos de gnaisses.
Gnaisses bandados e laminados	composição essencialmente granítica a tonalítica, podendo apresentar termos mais pobres em quartzo, finos a grossos, com bandas alternadas claras e escuras, estas com maiores quantidades de biotita e/ou hornblenda. Frequentemente com megacristais de feldspatos alcalinos, centimétricos, ocelares a euédricos, por vezes com granada e sillimanita. Intercalações de quartzitos micáceos e/ou feldspáticos, micaxistos, rochas cálcio silicáticas, gonditos, anfíbolitos, metaltramafitos, gnaisses quartzosos e outros tipos de gnaisses;
Gnaisses com matriz fina a média	foliados, têm cor cinza e escura, e composição granodiorítica a tonalítica, com hornblenda e/ou biotita, em que aparecem megacristais de feldspatos alcalinos, metaltramafitos, quartzitos micáceos e/ou feldspáticos, rochas cálcio silicáticas, micaxistos e outros tipos de gnaisses.
Micaxistos	incluem moscovita xisto, moscovita - biotita xisto, quartzo - moscovita xisto, quartzo - biotita - moscovita xisto, sillimanita - quartzo - moscovita xisto e migmatitos heterogêneos de paleossoma dominante. Tem cor de alteração arroxeada e avermelhada. São finos localmente microporfioblásticos com granada, sillimanita e estauroлита. Apresentam intercalações subordinadas de metarenitos finos, quartzitos, filitos, rochas cálcio- silicáticas e anfíbolitos.
Filitos	rochas bandadas e laminadas, de coloração roxa - escura ou avermelhada. Compostos por mica branca e quartzo, tendo como acessórios opacos e feldspatos. Associa-se a filitos grafitosos, quartzo filitos, metarenitos finos, metarcóseos, quartzitos, moscovita xistos finos, rochas cálcio - silicáticas e anfíbolitos.
Metaconglomerados	Rochas constituídas por seixos e blocos de quartzito, granitos e gnaisses, em matriz fina a média, xistosa. Tem coloração parda - esverdeada a cinza.
Metarenitos	Compreendem associação de metarcóseos e metagrauvas. Tem coloração cinza - média a escura, passando a rósea, amarelada ou avermelhada quando alterada. Apresentam fragmentos e grãos de feldspato em matriz quartzosa impura e ocasionalmente com cimento carbonático. Tem intercalações de filitos laminado, xistos, quartzitos e metaconglomerados polimíticos.
Quartzitos	Rochas com textura granoblástica a levemente orientada, granulação fina a média. Tem cor branca a cinza- clara, associam-se a metarenitos, filitos e xistos finos.



Quadro 4 - Características principais do substrato rochoso e dos depósitos sedimentares que ocorrem na Província Costeira.

Rochas cálcio silicáticas	Rochas formadas pela alternância de bandas milimétricas a submilimétricas anfibolíticas e cálcio-silicáticas. Tem granulação fina a média. Coloração é cinza esverdeada passando a amarelada ou arroxeadada quando alterada. Intercalam-se quartzo xistos finos e anfibolitos.
Anfibolitos	Rochas de granulação média à grossa, com foliação pouco desenvolvida. Provavelmente metadiabásios, metagabros ou metabasaltos. Coloração negra a cinza-escura passando a amarela-esverdeada quando alterada.
Granitos e granodioritos	Rochas isótropas, granulação fina a grossa, textura sub-diomórfica e hipodiomórfica granular ( $\epsilon$ O $\gamma$ i);
Granitos alcalinos a subalcalinos	Rochas isótropas, de granulação média a grossa, textura hipodiomórfica ou xenomorfica granular, predominando termos granodioríticos e biotita granitos ( $\epsilon$ O $\gamma$ a)
Grantóides foliados	Rochas de granulação fina a média, textura porfírica freqüente, composição granodiorítica a granítica (PS $\gamma$ c)
Rochas mesozóicas	
Rochas básicas	Ocorrem na forma de diques constituídos por basaltos, diabásios e gabros de granulação fina à média.
Sedimentos cenozóicos	
Sedimentos aluvio-coluvionares	Depósitos detríticos constituídos por blocos e matacões métricos de granito e blocos angulosos de quartzo de veio, com matriz formada por areia arcoseana grossa a média, rica em grânulos de quartzo, feldspato e fragmentos de rocha sendo, por vezes, micáceas. Nos cones de dejeção intercalam-se areias médias e grossas, micáceas, por vezes argilosas e os seixos podem estar orientados.
Sedimentos Fluviais	Cascalhos oligomíticos, areias arcoseanas e lamitos dispostos em terraços fluviais depositados em Terraços fluviais  Areia, silte, argila e matéria orgânica com níveis de cascalho dispostos em planícies fluviais.
Sedimentos marinhos da Formação Cananéia	Areias quartzosa finas e muito finas, de cor amarela a ocre, cimentada ou não, resultante de deposição marinha regressiva, de idade pleistocênica.
Sedimentos marinhos da Transgressão Santos	Depósitos de areias quartzosas finas marinhas, micáceas, com restos de conchas, de idade holocênica.
Sedimentos mistos	argilas plásticas e argilas siltosas cinza a negra, com matéria orgânica depositadas em paleolagunas;  argila, silte, associados a areia muito fina, com grande quantidade de restos vegetais e conchas depositados em planícies de maré
Sedimentos marinhos com retrabalhamento eólico	areia fina a muito fina quartzosa, micácea e inconsolidada de Praias e dunas



Os solos que ocorrem na Serrania Costeira são representados por associações de Cambissolos, Argissolos, Neossolos Litólicos e Latossolos, cuja distribuição esta relacionada aos compartimentos de relevo e à constituição da escarpas. Na Baixada Litorânea a distribuição dos solos esta associada às feições de relevo acumulativas que caracterizam os diferentes ambientes de sedimentação onde ocorrem Espodossolos, Gleissolos, Organossolos, Cambissolos, Neossolos fluvicos e Neossolos Quartzarênicos. Os principais solos encontrados estão relacionados nos quadros descritivos dos compartimentos da Província Costeira.

As diferenças nas formas de relevo, na constituição, nas associações de solo e nos vários tipos de planícies, que ocorrem na região costeira, permitiram definir sete setores, com evolução, comportamento e dinâmicas superficiais distintas, que foram diferenciados e caracterizados com base na análise integrada dos tipos de relevo (PONÇANO et al., 1981), com os dados do substrato rochoso (BISTRICHI et al., 1981), com os dados sedimentológicos das planícies costeiras (SUGUIO & MARTIN, 1978) e com as informações sobre solos (OLIVEIRA et al., 1999), sendo descritos nos Quadros 5 a 11.

Quadro 5 - Compartimentos da Província Costeira, entre a Barra do Uma e a Serra de Parati, estabelecido com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN (1978), PONÇANO et al. (1981), BISTRICHI et al. (1981), e OLIVEIRA et al. (1999).

<b>Unidade / Trecho</b>	<b>BARRA DO UNA / SERRA DE PARATI</b>
<b>Serrania Costeira</b>	<b>Serra do Mar</b>
Substrato Rochoso,	Migmatitos estromatiticos e ofalmiticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (AcM). Granulitos quartzo feldspáticos, kinzigitos, charnoquitos e gnaisses graníticos.(AcH) Granitos foliados, granulação fina a média, porfiríticos, composição tonalítica a granítica (PS γ c)
Relevo	Escarpas Festonadas (521) - Escarpas com espigões digitados (522) Morros isolados (246) - Serras alongadas (251) - Montanhas / Ilha Bela (252)
Solos	Cambissolo Háptico distrófico textura argilosa e média fase não rochosa e rochosa + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos textura argilosa ambos A moderado e proeminente. Relevo montanhoso, escarpado e forte ondulado (CX 11)
<b>Baixada Costeira Relevo</b>	<b>Planícies Costeiras (121)</b>
Tipos de planícies e Sedimentos	Planície de Caraguatubá – Terraços marinhos de 7 a 8 m em sedimentos da Fm. Cananéia. Planícies marinhas com cordões holocênicos. Planície lagunar com sedimentos areno-argilosos com conchas. Planície tipo Juquei – Cordões arenosos fecham pequena baía, formando laguna colmatada por sedimentos argilo-arenosos com matéria orgânica. Planície tipo Boiçucanga – colmatada por sedimentos continentais junto à encosta e por sedimentos marinhos na parte externa.
Solos	Espodossolos Ferrocárbicos órticos, A proeminente e moderado textura arenosa + Neossolos Quartzarênicos Órticos distróficos A moderado relevo plano (ES1)



Quadro 6 - Compartimentos da Província Costeira, entre Bertiooga e Barra do Una, estabelecido com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN (1978), PONÇANO *et al.* (1981), BISTRICHI *et al.* (1981), e OLIVEIRA *et al.* (1999).

Unidade / Trecho	BERTIOGA / BARRA DO UNA
Serrania Costeira	Serra do Mar
Substrato Rochoso	Migmatitos estromatíticos e oftalmíticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (AcM). Granitos foliados, granulação fina a média, porfíricos, composição tonalítica a granítica (PS $\gamma$ c)
Relevo	Escarpas Festonadas (521) - Morros isolados (246)
Solos	Cambissolo Háplico distrófico textura argilosa e média fase não rochosa e rochosa + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos textura argilosa ambos A moderado e proeminente. Relevos montanhosos, escarpados e forte ondulados (CX 11)
Baixada Costeira Relevo	Planícies Costeiras (121) Planície de maré (123)
Tipos de planícies e Sedimentos	Planície marinha com cordões holocenicicos é predominante Remanescentes de sedimentos da Fm. Cananéia são restritos Planície aluvio-colviais próximas às encostas serranas Planícies de maré são restritas limitando-se a foz dos rios
Solos	Espodossolos Ferrocárbicos órticos, A proeminente e moderado textura arenosa + Neossolos Quartzoarênicos Órticos distróficos A moderado relevo plano (ES1)  Gleissolos Sálcos órticos textura média + Neossolos Quartzoarênicos Hidromórficos salinos ambos A moderado, relevo plano (GZ1)



Quadro 7 - Compartimentos da Província Costeira, entre Mongaguá, Santos e Bertioga, estabelecido com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN (1978), PONÇANO *et al.* (1981), BISTRICHI *et al.* (1981), e OLIVEIRA *et al.* (1999).

Unidade / Trecho	MONGAGUÁ / SANTOS / BERTIOGA
Serrania Costeira	Serra do Mar
Substrato Rochoso,	Migmatitos estromatíticos e ofталmiticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (AcM). Pequenos corpos de Granitos e granodioritos de granulação fina a grossa (ε O γi )
Relevo	Escarpas Festonadas (521) - Escarpas com espigões digitados (522) Morros isolados (246) - Serras alongadas (251)
Solos	Cambissolo Háplico distrófico textura argilosa e média fase não rochosa e rochosa + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos textura argilosa ambos A moderado e proeminente. Relevos montanhosos, escarpados e forte ondulados (CX 11)
Baixada Costeira Relevo	Planícies Costeiras (121) Planície de maré (123)
Tipos de planícies e Sedimentos	Terraços marinhos com altitudes de 7 a 8 m em sedimentos da Fm. Cananéia, em parte ação eólica formando dunas. Planícies marinhas com cordões holocênicos com altitudes de 4 a 7 m. Planície lagunar – sedimentos areno-argilosos com conchas. Planície fluvio lagunar – sedimentos argilo-arenosos Planícies de maré amplas - argilas, areias finas e com muita matéria orgânica.
Solos	Espodossolos Ferrocárbicos órticos, A moderado + Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos hísticos ambos textura arenosa + Organossolos endotiomórficos + Gleissolos indiscriminados (ES2) Gleissolos sálicos órticos + Gleissolos Tiomórficos indiscriminados + Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos A proeminente e moderado, textura arenosa relevo plano (GZ2)



Quadro 8 - Compartimentos da Província Costeira, entre Itanhaém e Peruíbe, estabelecido com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN,(1978), PONÇANO *et al.* (1981), BISTRICHI *et al.* (1981) e OLIVEIRA *et al.* (1999).

Unidade / Trecho	ITANHAÉM / PERUÍBE
Serrania Costeira	Serra do Mar
Substrato Rochoso	Migmatitos estromatíticos e oftalmiticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (ACM). Clorita-xisto, quartzo-mica-xisto, xistos grafitosos, talco-xistos e com filitos, quartzitos, mármores , calcossilicáticas e metassiltitos subordinados (PSpx)
Relevos	Escarpas Festonadas (521) Morros isolados (246) Morrotes em meia laranja (233)
Solos	Cambissolo Háptico distrófico textura argilosa e média fase não rochosa e rochosa + Latossolos Vermelho-Amarelos Distróficos textura argilosa ambos A moderado e proeminente. Relevos montanhosos, escarpados e forte ondulados (CX 11)
Baixada Costeira Relevo	Planícies Costeiras (121) Terraço marinho (122)
Tipos de planícies e Sedimentos	Terraços marinhos em sedimentos da Fm. Cananéia, ação eólicos formando dunas(122) Planície marinha com cordões holocênicos Planície lagunar holocênica – sedimentos areno-argilosos com conchas, nas zonas baixas drenadas pelos rios Preto, Branco e Aguapeú e com sambaquis Planície aluvio-coluviais próximas às encostas serranas Planícies de maré são restritas limitando-se a foz dos rios
Solos	Espodossolos Ferrocárbicos órticos, A moderado + Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos hísticos ambos textura arenosa + Organossolos endotiomórficos Gleissolos indiscriminados (ES2) Gleissolos sálicos órticos + Gleissolos Tiomórficos indiscriminados + Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos A proeminente e moderado, textura arenosa relevo plano (GZ2) Cambissolos hápticos Tb Distróficos A moderado rextura indiscriminada bem a imperfeitamente drenados + Neossolos Flúvicos e Gleissolos Hápticos de várzea (CX 16)



Quadro 9 - Compartimento da Província Costeira na Serrania do Itatins, estabelecido com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN,(1978), PONÇANO *et al.* (1981), BISTRICHI *et al.* (1981) e OLIVEIRA *et al.* (1999)

Unidade / Trecho	SERRANIA DE ITATINS
Serrania Costeira	Serrania de Itatins
Substrato Rochoso,	Migmatitos estromatíticos e ofalmiticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (AcM). Granulitos quartzo feldspáticos , kinzigitos, charnoquitos e gnaisses graníticos.(Ach)
Relevo	Morros paralelos (244) Morros com serras restritas (245) Serras alongadas (251) Montanhas com vales profundos (253)
Solos	Argissolo Vermelho – Amarelo distrofico textura argilosa + Argissolo Vermelho Distrofico textura média/argilosa + Argissolo Vermelho – Amarelo distrofico latossólico Textura argilosa, relevo forte ondulado (PVA 75)  Neossolo Litólico Distrófico Tb textura média + Cambissolo Háptico distrófico textura média e argilosa ambos A moderado + Afloramentos rochosos relevo montanhoso (RL14)



Quadro 10 - Compartimentos da Província Costeira, Serra de Paranapiacaba e Serrania do Ribeira, estabelecidos com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN,(1978), PONÇANO *et al.* (1981), BISTRICHI *et al.* (1981) e OLIVEIRA *et al.* (1999)

Unidade / Trecho	VALE DO RIBEIRA
Serrania Costeira	Serra de Paranapiacaba
Substrato Rochoso,	Granitos foliados, granulação fina a média, porfíricos, composição tonalítica a granítica (PS $\gamma$ c) Migmatitos estromatíticos e ofalmiticos de paleossoma xistoso, gnáissico e anfibolítico e gnaisses (PSeM).
Relevo	Serras alongadas (251) Montanhas com vales profundos (253) Escarpas Festonadas (521)
Solos	Cambissolo Háplico Tb distrófico textura argilosa e média relevo montanhoso (CX 3)  Cambissolo Háplico Tb distrófico + Cambissolo Háplico Tb distrófico latossolico ambos A moderado, textura argilosa e argilosa com cascalho relevo montanhoso (CX 6)
Serrania Costeira	Serrania do Ribeira
Substrato Rochoso,	Granitos foliados, granulação fina a média, porfíricos, composição tonalítica a granítica (PS $\gamma$ c) Granitos e granodioritos de granulação fina a grossa ( $\epsilon$ O $\gamma$ i ) Migmatitos estromatíticos e ofalmiticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (AcM). Filitos, quartzo filitos, metassilitos com intercalções de micaxistos e quartzitos (PSpF) Mica-xisto, quartzo-mica-xisto, granada-xistos e com quartzitos, mármores , calcossilicáticas e metaltrabásitos subordinados (Plt X)
Relevo	Serras alongadas (251) Morros com serras restritas (245) Escarpas Festonadas (521) Escarpas com espigões digitados (522)
Solos	Cambissolo Háplico Tb distrófico textura argilosa + Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico textura média argilosa + Neossolo Litólico Tb + Cambissolo Háplico Tb ambos relevo escarpado (CX20)  Cambissolo Háplico Tb distrófico textura argilosa + Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico textura média/argilosa + Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico textura média/argilosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossolico textura argilosa relevo montanhoso (CX24)  Cambissolo Háplico Tb distrófico textura argilosa + Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossolico textura argilosa e argilosa com cascalho + Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico textura média/argilosa + Argisolo Vermelho-Amarelo latossolico textura argilosa + relevo montanhoso e forte ondulado (CX26)  Cambissolo Háplico Tb distrófico textura argilosa ou média + Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico textura média/argilosa + Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico textura média/argilosa + Cambissolo Háplico Tb distrófico latossolico textura argilosa A moderado relevo montanhoso (CX 28)



Quadro 11 - Compartimento da Província Costeira, Morraria Costeira estabelecido com base nos trabalhos de SUGUIO & MARTIN,(1978), PONÇANO *et al.* (1981), BISTRICHI *et al.* (1981), e OLIVEIRA *et al.* (1999)

Unidade / Trecho	VALE DO RIBEIRA
Morraria Costeira	Morraria Costeira
Substrato Rochoso e Sedimentos	Migmatitos estromatíticos e ofalmiticos de paleossoma xistoso e gnaissico e gnaisses (AcM). Mica-xisto, quartzo-mica-xisto, granada-xistos e com quartzitos, mármore , calcossilicáticas e metaltrabasitos subordinados (Plt X) Brechas sedimentares, paraconglomerados, lamitos, intercalados com conglomerados e areias; ortconglomerados, areias e argilas da Fm. Pariquera-Açu. (Qp)
Relevo	Colinas isoladas (216) Morrotes em meia laranja (233) Morros paralelos (244) Morros com serras restritas (245)
Solos	Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico latossólico A moderado textura argilosa relevo forte ondulado (PVA 85)  Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico latossólico textura argilosa relevo forte ondulado + Latossolo Amarelo Distrofico relevo suave ondulado ambos A moderado (PVA 88)  Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico latossólico textura argilosa relevo forte ondulado+ Cambissolo Háplico Tb Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossolico textura argilosa ou argilosa com cascalho relevo montanhoso (PVA 89)  Argisolo Vermelho-Amarelo Distrofico latossólico textura argilosa relevo forte ondulado+ Cambissolo Háplico Tb Distrófico + Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossolico textura argilosa ou argilosa com cascalho relevo montanhoso + Latossolo Amarelo Distrofico relevo suave ondulado (PVA 90)  Latossolo Amarelo Distrofico textura argilosa relevo suave ondulado (LA1)
Baixada Costeira Relevo	Terraço Marinho (122) Planícies Costeiras (121) Planície de maré (123) Planície aluvial (111)
Tipos de planícies e Sedimentos	Terraços marinhos em sedimentos da Fm. Cananéia Planície marinha com cordões holocênicos Planície lagunar holocênica – sedimentos areno-argilosos com conchas, nas zonas baixas Planície aluvio-colviais próximas às encostas serranas Planícies de maré restritas limitando-se a foz dos rios dentro do estuário Dunas e Praias constituídas por areias muito finas
Solos	Espodossolos Ferrocárbicos órticos, A moderado + Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos histicos ambos textura arenosa + Organossolos endotiomórficos + Gleissolos indiscriminados (ES2)  Organossolos Tiomórficos + Gleissolos indiscriminados tiomórficos e não tiomórficos relevo de várzea (OJ1)  Organossolo Méssico ou Háplico Distrófico + Organossolo Méssico ou Háplico Distrófico (soterrados) + Gleissolos não tiomórficos Eutrófico e Distrófico indiscriminados + Gleissolo Háplicos Tb Distrófico textura argilosa/média ou argilosa todos de várzea (OY2)



As características morfológicas e a disposição espacial desses compartimentos da Província Costeira têm papel relevante no controle do clima interferindo tanto na pluviosidade como na temperatura, como se pode observar no Quadro 12, estabelecido com base no trabalho de SANT'ANNA *et al.* (1991) in MANTOVANI (1993).

Quadro 12 - Características climáticas dos principais compartimentos de relevo da Província Costeira. Baseado em SANT'ANNA *et al.* (1991) in MANTOVANI (1993).

<p>Litoral Norte Entre a ponta da Trindade e Caraguatatuba</p> <p>Domínio dos sistemas tropicais e atividade frontal e com presença de frentes estacionárias. Menor influência de invasões de frio Apresenta de 150 a 200 dias de chuva por ano.</p>	<p>Serra do Mar</p> <p>Apresenta altitudes superiores a 700m e efeito orográfico com pluviosidade superior a 3.000 mm.</p>	<p>Litoral</p> <p>Ubatuba – entre Maranduba e ponta da Trindade – pluviosidade média entre 2000 e 2500 mm.</p>
		<p>Caraguatatuba – entre a Ilha Bela e Maranduba – pluviosidade média de 1700 mm associada à zona de sombra provocada pela Serra do Juqueriquere.</p>
<p>Litoral Central Entre Ilha Bela e Peruíbe</p> <p>Participação dos sistemas frontais e polares é mais equilibrada, e o predomínio de um ou do outro se altera ano a ano. Apresenta de 150 a 200 dias de chuva por ano com pluviosidade média elevada chegando a 4.500 mm.</p>	<p>Serra do Mar</p> <p>Distância da serra ao mar é de 10 a 30 km estando exposta a Frente Polar Atlântica.</p> <p>Serra do Quilombo - Pluviosidade maior que 4000 mm</p> <p>Serra de Mongaguá - Pluviosidade entre 2000 e 2500 mm</p>	<p>Litoral</p> <p>Maresias – áreas mais chuvosas</p>
		<p>Baixada Santista - Precipitações entre 2000 a 2500 mm</p>
		<p>Praia Grande a Peruíbe – Diminuição da precipitação condicionada ao afastamento progressivo da escarpa e a zona de sombra provocada pela Serra do Itatins.</p>
<p>Litoral Sul</p> <p>Influência de massas tropicais e polares, maior variação de precipitação. Invernos com maior frequência de dias com temperaturas baixas. Com mínima absoluta de – 4º C em altitudes elevadas. 1 a 5 dias de geada por ano. Apresenta de 125 a 150 dias de chuva por ano</p>	<p>Serras</p> <p>Juréia - Itatins – Pluviosidade elevada superior a 3000 mm.</p>	<p>Litoral</p> <p>Juréia – Pluviosidade 2500 mm</p>
	<p>Serra de Itaqueri – Pluviosidade de 2000 mm</p>	<p>Iguape – Pluviosidade menor que 2000 mm</p>
	<p>Serra de Paranapiacaba – afastada cerca de 100 km do mar sem influências marítimas, compensadas pelo efeito orográfico. Pluviosidade de 2000 mm.</p>	<p>Cananéia – Pluviosidade de 2000 a 2500 mm e com aumento de temperatura da superfície das águas oceânicas devido ao complexo estuarino-lagunar</p>
	<p>Vale do Ribeira Morraria Costeira</p>	<p>Juquia – Precipitação inferior a 1500mm</p>
		<p>Registro – Precipitação baixa</p>
<p>Eldorado – Precipitação inferior a 1500 mm devido à zona de sombra de chuva.</p> <p>Jacupiranga – Precipitação baixa devido à zona de sombra de chuva.</p>		



A Província Costeira que constitui uma grande feição de realce do litoral sudeste tem sua gênese associada à evolução da borda continental atlântica envolvendo, para sua compreensão, tanto aspectos da história evolutiva do planalto adjacente, como da baixada litorânea e da plataforma continental, aonde a atuação dos processos tectônicos e morfoclimáticos, ao longo dos tempos cenozóicos, vêm definindo as suas características fisionômicas e dinâmicas.

A participação da tectônica na configuração do litoral paulista é um fato aventado desde os trabalhos de FREITAS (1944 e 1951) e MARTONNE (1933/1950) sendo corroborado mais recentemente pelos trabalhos de FULFARO *et al.* (1974), FULFARO e PONÇANO (1974), RICCOMINI *et al.* (1986), MELO (1990), MELO *et al.* (1990), CAMPANHA *et al.* (1992), SOUZA (1995), COSTA *et al.* (1998) dentre outros.

Nesse sentido é interessante notar que embora em linhas gerais as planícies maiores apresentem seqüências sedimentares comparáveis, elas mostram características morfológicas distintivas, indicando que os mecanismos similares de sedimentação sofreram interferência de fatores neotectônicos diferenciados, que foram responsáveis pela configuração atual da Província Costeira, durante e após o Pleistoceno.

Portanto, as diferentes feições observadas na região serrana e na planície costeira mostram que sua evolução está associada à interação entre processos tectônicos cenozóicos, a ação da erosão diferencial sobre as rochas e as variações do nível marinho durante o Quaternário, período em que a ação do clima vem sendo de grande importância no desenvolvimento dos processos morfogenéticos, pedogenéticos e de estabelecimento da cobertura florestal.

As variações do clima ao longo do Quaternário, parecem ter influenciado na distribuição geográfica, na evolução da diversidade, na coevolução, na seleção, na competição e na extinção das espécies florestais, como vem sendo sugerido por diversos estudos (LEDRU *et al.*, 1996, 1998; SALGADO LABOURIAU *et al.*, 1998; BISSA *et al.*, 2000; YBERT *et al.*, 2001), na região costeira do sul e sudeste.

YBERT *et al.* (2001) ao analisar as variações do clima no sul-sudeste do Brasil, indicam que durante o Holoceno tardio vem ocorrendo um aumento da umidade. No litoral e no interior do Rio Grande do Sul os registros mostram que o grau de umidade do clima vem aumentando desde 5000 / 4100 anos BP, com maior aumento durante os últimos 1000 anos.

Em Santa Catarina onde, embora tenha ocorrido um período mais seco entre 10.000 e 2.900 anos BP, tem-se nos registros palinológicos da Serra do Rio do Rastro um aumento acentuado de elementos da Floresta Pluvial Atlântica de 6500 anos BP até hoje. Na Planície Costeira de Santa Catarina um episódio úmido foi também apontado para o período de 4600 a 3500 anos BP.

No Paraná, na Serra Campos Gerais registra-se um aumento da umidade de 9500 anos BP para o presente, havendo um aumento marcante da precipitação entre 2850 a 1530 anos BP. Na bacia superior do Rio Paraná, registra-se também um período úmido entre 8000 e 3500 anos BP e outro de 1500 anos BP até hoje.



Em São Paulo, no Morro do Itapeva, os registros mostram um aumento da umidade após 4100 anos BP e que teria sido mais acentuado entre 2600 a 450 anos BP. Os dados obtidos na Planície de Cananéia-Iguape demonstram que o clima foi úmido desde 4400 anos BP, apresentando dois episódios levemente mais úmidos há 2000 anos e entre 1400 a 750 anos BP.

No Rio de Janeiro as maiores mudanças da vegetação teriam ocorrido entre 5500 e 1400 anos BP, tendo-se um período mais úmido entre 2300 e 2100 anos BP e entre 1000 e 600 anos BP.

BISSA et al. (2000) ao avaliar a evolução Paleoambiental na Planície Costeira do Baixo Ribeira, também registra um aumento da umidade, bem como mudanças ambientais significativas, que devem ter afetado a distribuição tanto da Floresta Atlântica de Encosta devido a maior proximidade do mar nessa época, como da Floresta de Restinga, cuja expansão se deu após o recuo do mar há 2600 anos BP. Os episódios registrados por BISSA et al. (2000) são sumariados no Quadro 13.

Quadro 13 - Eventos climáticos e evolução Paleoambiental na Planície Costeira do Baixo Ribeira segundo BISSA et al. (2000).

Período (anos BP)	Eventos
4400 -3250	Zona 1 – Região ocupada por laguna ou enseada. Diatomáceas marinhas, pólenes de plantas herbáceas, baixa concentração de polens de arbóreas sugerindo que a laguna estava cercada por floresta aberta localizada nos cordões e nas colinas adjacentes.
3250 - 2600	Zona 2 – Desaparecimento da laguna devido ao abaixamento do nível do mar, clima mais úmido que o anterior. A floresta ombrófila densa provavelmente paludosa recobre a região.
2600 - 1400	Zona 3 – Diminuição da diversidade polínica sugere clima um pouco mais seco, mas que permite que a floresta se mantenha.
2000	Pico de pólen de plantas arbóreas sugere um breve período mais úmido.
1400 - 775	Zona 4 – Aumento de polens e esporos de plantas pantanosas e pteridófitas e diminuição de polens arbóreos indicam que o local estava ocupado por um lago raso de água doce ou um pântano, provavelmente relacionado a uma subida do nível freático e a um aumento de precipitação.
775 – hoje	Zona 5 – A floresta paludosa se reinstala e o clima volta a ser um pouco menos úmido.

Portanto, pode-se considerar que as informações mostram nitidamente um aumento da umidade para esse setor da costa brasileira, a partir de 6000 / 5000 anos BP com períodos alternados de maior ou menor umidade.

Diante deste quadro em que os atributos dos terrenos variam ao longo de toda a Província Costeira, refletindo a sua constituição e evolução, que tem sido condicionada pelos fatores neotectônicos e climáticos durante o Quaternário, e onde a configuração atual desses terrenos



interfere na distribuição das chuvas e das temperaturas condicionando a dinâmica superficial dos terrenos é que se deve procurar entender a distribuição da vegetação, cujo processo evolutivo sem dúvida reflete a complexidade dos condicionantes abióticos que ocorrem nessa região.

### 2.3.2. Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa no Parque Estadual Carlos Botelho

A Floresta Ombrófila Densa dos 10,24ha de Parcela Permanente do P.E. Carlos Botelho se desenvolve sobre Cambissolos Latossólicos, Neossolos litólicos e Gleissolos Háplicos (SOARES JUNIOR; VIDAL-TORRADO e SILVA, 2004).

A área da Parcela Permanente está inserida em relevo de Morros e Montanhas, ocupando parte de um anfiteatro cujas encostas são constituídas por segmentos erosivos e por segmentos desenvolvidos sobre depósitos de tálus. A configuração das encostas condiciona a distribuição dos solos, de modo que a correlação entre a forma, a constituição e a cobertura detrítica permite estabelecer um perfil morfopedológico, em que se relacionam também as condições dinâmicas, associados a cada um desses segmentos (LEPSCH *et al*, 2004), Figuras 1 e 2.

Na área adjacente a Parcela Permanente ocorre abaixo do divisor de águas, no trecho superior da encosta, um segmento retilíneo de inclinação acentuada, constituído por rochas graníticas de composição granodiorítica a granítica, textura porfirítica, granulação fina a média, sobre os quais se formam Cambissolos Háplicos Tb distróficos latossólicos textura argilosa. Nesse setor ocorrem processos de rastejo, evidenciados por freqüentes degraus na encosta (terraces), pela inclinação de troncos das arvores e escorregamentos planares indicados pelas cicatrizes de deslizamentos e clareiras.

Abaixo desse segmento ocorre ruptura de declive negativa, marcando uma diminuição da inclinação, que favorece a deposição de detritos removidos da parte superior, estando associada a um corpo de tálus onde são freqüentes blocos e matações de granito, espalhados por toda superfície deste tipo de terreno. Tais depósitos detríticos apresentam topo levemente aplanado com inclinação suave. Comumente essa superfície de topo é limitada por ruptura de declive positiva, que marca aumento de inclinação.

Este segundo segmento íngreme estende-se até outra ruptura de declive negativa, que limita um segundo nível de depósito de tálus. Esta seqüência se repete marcando um terceiro nível de depósito detrítico, que se estende até o talvegue, onde ocorre o retrabalhamento torrencial dos detritos e se forma um cone de dejeção (ou aluvial), que a jusante, no ponto de confluência das torrentes serranas, atinge amplo desenvolvimento.

Os corpos de tálus e cones aluviais são constituídos por blocos e matações métricos de granito e alguns blocos angulosos de quartzo de veio. Nas proximidades, ocorrem diques com blocos sub angulosos de rochas básicas. A matriz destes depósitos é formada por areia grossa a



média, arcoseana, rica em grânulos de quartzo, feldspato e fragmentos de rocha sendo, por vezes, micáceas.

Nos três níveis de depósitos detríticos ocorrem, em unidades de mapeamento simples ou compostas, Cambissolos Háplicos Tb distróficos textura média (rasos e/ou pouco profundos), Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos. Os solos desses patamares detríticos são predominantemente de textura média, com cascalhos e fragmentos de rocha em decomposição sendo formados a partir do retrabalhamento do regolito dos patamares superiores.

No canto inferior direito, sul da parcela, sobre um dique de rocha básica desenvolvem-se os Cambissolos Háplicos distroféricos típicos, ocorrendo na massa do solo, blocos e matacões de rocha alterada com esfoliação esferoidal.

Nestes depósitos predominam processos associados ao entalhe erosivo das torrentes, que formam segmentos de encostas abruptos, onde ocorrem pequenos escorregamentos e entalhes profundos nos depósitos. Outro processo freqüente nestes depósitos de tálus é a erosão interna ("piping"), caracterizada pelo escoamento das águas pluviais e fluviais por entre os blocos e matacões, que provocam freqüentemente, o desaparecimento dos canais e o seu surgimento em pontos distantes.

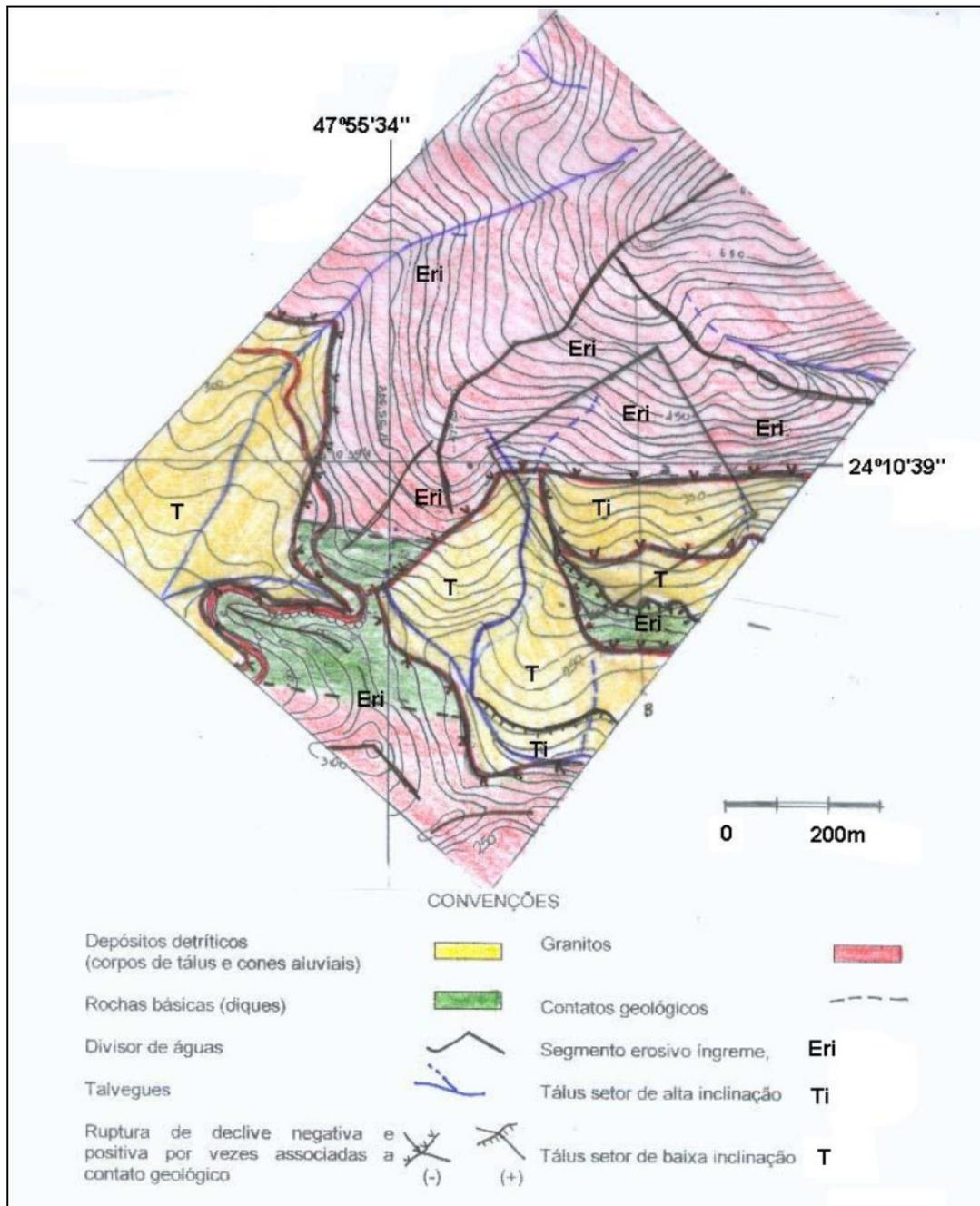


Figura 1 .Esboço Geomorfológico da encosta serrana onde está implantada a Parcela Permanente do Parque Estadual de Carlos Botelho segundo LEPSCH, PIRES NETO e SOARES JUNIOR (2004).

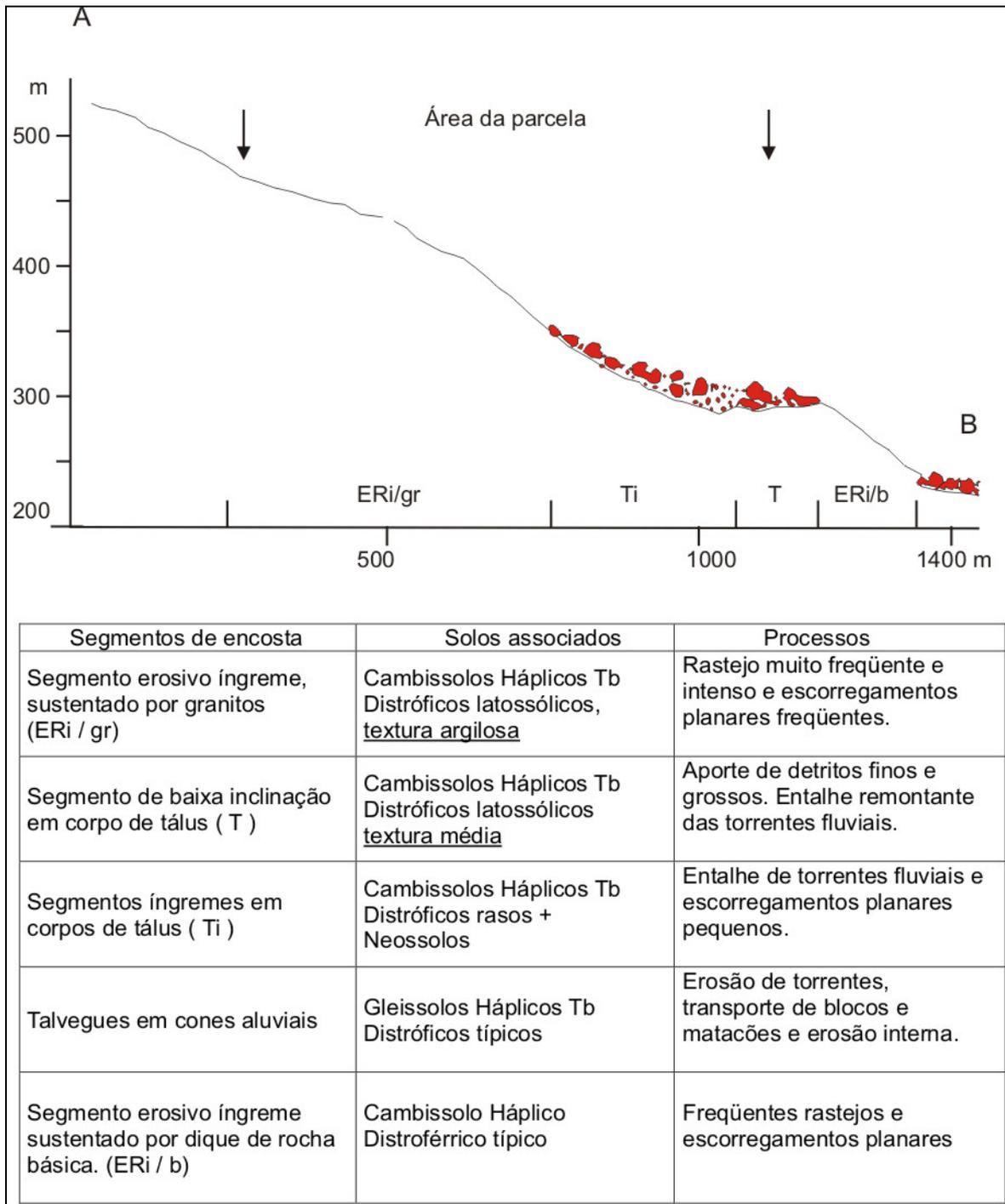


Figura 2 .Perfil morfopedológico da encosta da Serra do Mar, em que se encontra implantada a Parcela Permanente do Parque Estadual de Carlos Botelho segundo LEPSCH, PIRES NETO e SOARES JUNIOR (2004).



### 2.3.2.1 Área de Influência

A Área de Influência da Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa de Carlos Botelho, analisada na escala 1:50.000, abrange uma área com cerca de 340 km<sup>2</sup>, limitada pelas coordenadas UTM (22J) 7980 – (23J) 2080 e 7315 – 7332. A área está localizada na Serra de Paranapiacaba (Serrania Costeira) que é constituída por rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino, intrusivas básicas mesozóicas e por depósitos detriticos cenozóicos. Esses materiais deram origem a cambissolos e argissolos sobre os quais se desenvolve a Floresta Atlântica de Encosta.

### 2.3.2.2. Compartimentos de Relevo e Atributos dos Terrenos

A Área de Influência da Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa Carlos Botelho, Figura 3, abrangeu parte do Parque Estadual de Carlos Botelho englobando três compartimentos de relevo: o Planalto de Guapiara, a Serra de Paranapiacaba e a Morraria Costeira (PONÇANO et al., 1981).

O Planalto de Guapiara corresponde a região mais elevada com altitudes de 750 a 940 m. É limitado por uma escarpa erosiva irregular e de diferentes amplitudes, que se desenvolve ao longo dos vales que dissecam o planalto. Em alguns trechos, a escarpa associa-se a linha de falha, que na área delimita a Serra de Paranapiacaba. É formado pelos seguintes terrenos: Morros, Morros e Morrotes, Morrotes angulosos e por Morrotes Paralelos, Fotos 16, 17 e 18.

A Serra de Paranapiacaba, afastada cerca de setenta e cinco (75) quilômetros do mar, é caracterizada por relevos de grandes amplitudes (Morros e Montanhas) cujos topos se encontram em altitudes de 500 a 800m, e está rebaixada de 50 a 150 m com relação ao Planalto de Guapiara. Ao longo dos vales é comum a presença de cones de dejeção, enquanto que associado ao sopé das encostas íngremes formam-se corpos de tálus como na área em que está implantada a Parcela Permanente.

A Morraria Costeira, cujo limite está em parte condicionado pela Falha de Caucaia, constitui um pequeno trecho no sul da área de influência com altitudes entre 20 e 250 m, sendo caracterizada pela presença de relevos de Morros residuais, Morrotes e Colinas, Terraços fluviais e Planícies fluviais extensas.

O Planalto de Guapiara, a Serra de Paranapiacaba e a Morraria Costeira diferenciam-se por seus elementos constituintes e atributos, pela distribuição espacial e pelos diferentes níveis de altitude. Determinam doze tipos de terrenos, que tem suas características sumariadas no Quadro 14, e sua distribuição apresentada na Figura 4.



Quadro 14 - Compartimentos de relevo e atributos dos terrenos delimitados na Área de Influência da Parcela Permanente de Carlos Botelho.

Compartimento de relevo (altitude)	Tipo de Terreno Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos*
Planalto de Guapiara  Altitudes: 750 a 940 m	MORROS	Granitos e embrechitos facoidais, filitos, xistos, gnaisses bandados e migmatitos xistosos e rochas miloníticas.	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa ou argilosa com cascalho ou cambissolo latossólico + Argissolo Amarelo distrófico textura média / argilosa (CX+PA)
	MORROS E MORROTOS		
	MORROTOS ANGULOSOS	Filitos, xistos, gnaisses bandados e migmatitos xistosos de granulometria fina com foliação bem desenvolvida e rochas miloníticas.	Argissolo amarelo distrófico + argissolo amarelo distrófico latossólico ambos textura média / argilosa ou argilosa (PA+PA latossólico)
	MORROTOS PARALELOS		
Serra de Paranapiacaba  Altitudes: 50 a 850 m	ESCARPAS	Granitos e embrechitos facoidais. Associam-se milonitos, cataclasitos e	Cambissolo háplico distrófico textura média a argilosa normalmente álico + Neossolo lítico distrófico textura média a argilosa (CX+RL). Cambissolo háplico distrófico, latossólico textura argilosa ou argilosa com cascalho álico (CX)
	MONTANHAS E MORROS	diques de rochas básicas (diabásios, basaltos e gabros).	
	CORPOS DE TALUS	Constituídos por matacões, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados imersos em matriz areno-argilosa arcoseana, arenosa ou argilosa.	Cambissolos Hápicos Tb Distróficos latossólicos textura média a argilosa rochosos + Cambissolos Hápicos Tb Distróficos + Neossolos Líticos
	CONES DE DEJEÇÃO PLANÍCIE FLUVIO COLUVIAL	Constituídos por níveis de seixos orientados e blocos arredondados intercalados com camadas de areias médias e grossas, micáceas, por vezes arcoseanas e ou argilosas, que predominam no topo.	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa pedregosa e rochosa + Argissolo amarelo distrófico textura argilosa / muito argilosa com ou sem rochividade (CX blocos+PA) + Neossolo Flúvico textura errática por vezes com camadas seixosas (CX+RU)
Morraria Costeira  Altitudes: 20 a 250 m	MORROS RESIDUAIS	Granitos e embrechitos facoidais, filitos, xistos, gnaisses bandados e migmatitos xistosos e rochas miloníticas.	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa ou argilosa com cascalho ou cambissolo latossólico + Argissolo Amarelo distrófico textura média / argilosa (CX+PA)
	MORROTOS E COLINAS	xistos, gnaisses bandados e migmatitos xistosos de granulometria fina com foliação bem desenvolvida e rochas miloníticas	Argissolo amarelo distrófico + Argissolo amarelo distrófico latossólico ambos textura média / argilosa ou argilosa (PA + PA latossólico)
	TERRAÇO FLUVIAL	Cascalhos oligomíticos, areias arcoseanas e lamitos. Espessuras até 10 m.	Cambissolo háplico distrófico textura média ou argilosa + Neossolo Flúvico textura errática por vezes com camadas seixosas (CX+RU)
	PLANÍCIE FLUVIAL	Silte, argila, areia, cascalho e matéria orgânica em cama das de espessuras e arranjos variados.	Gleissolo háplico distrófico textura argilosa ou média álico (GX) Neossolo Flúvico textura argilosa por vezes com camadas seixosas + Cambissolo Háplico textura média (RU+CX)

\* As informações sobre os solos foram obtidas do Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Rio Ribeira de Iguape (LEPSCH et al, 1999) e dos levantamentos de campo.

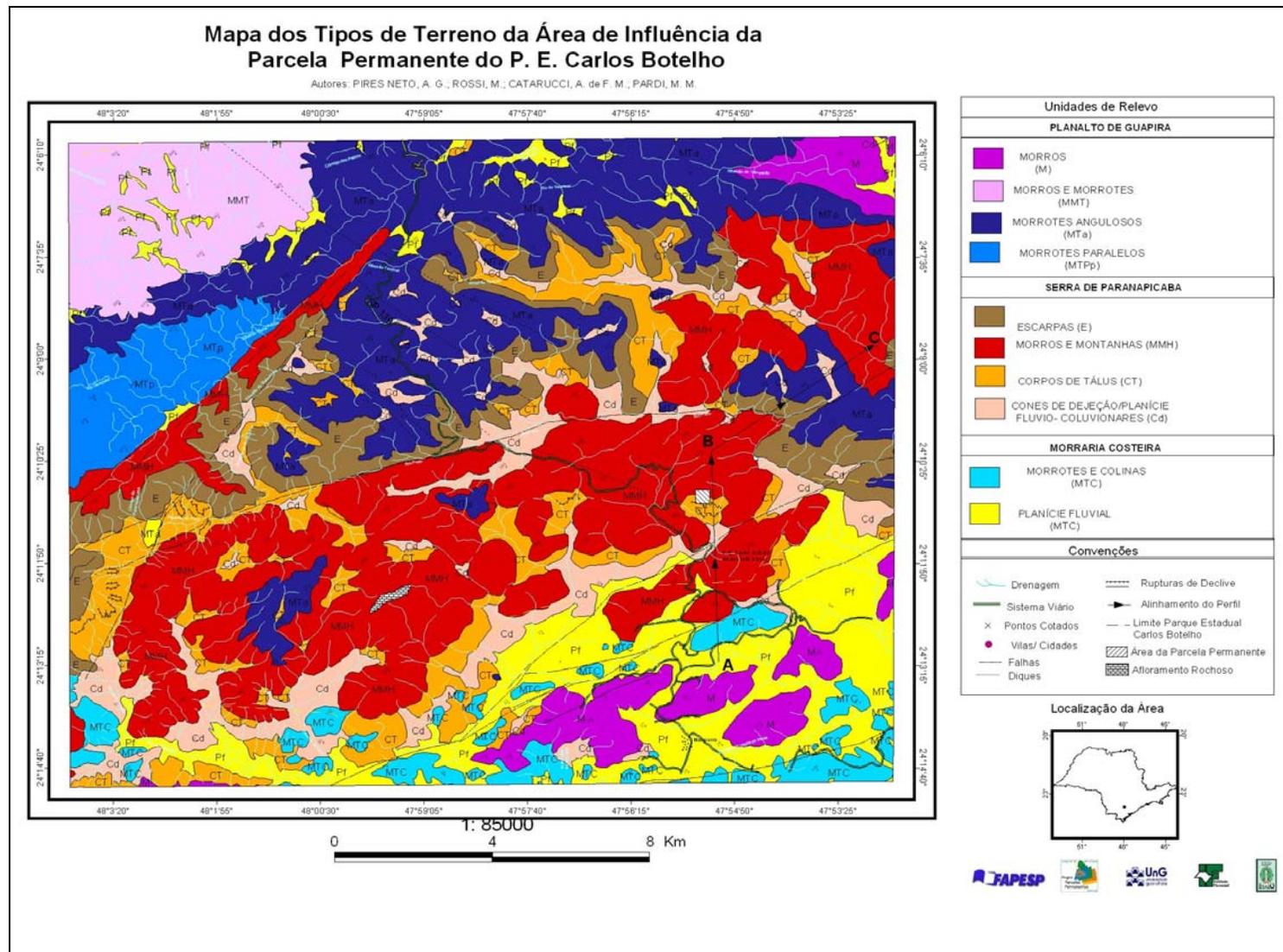
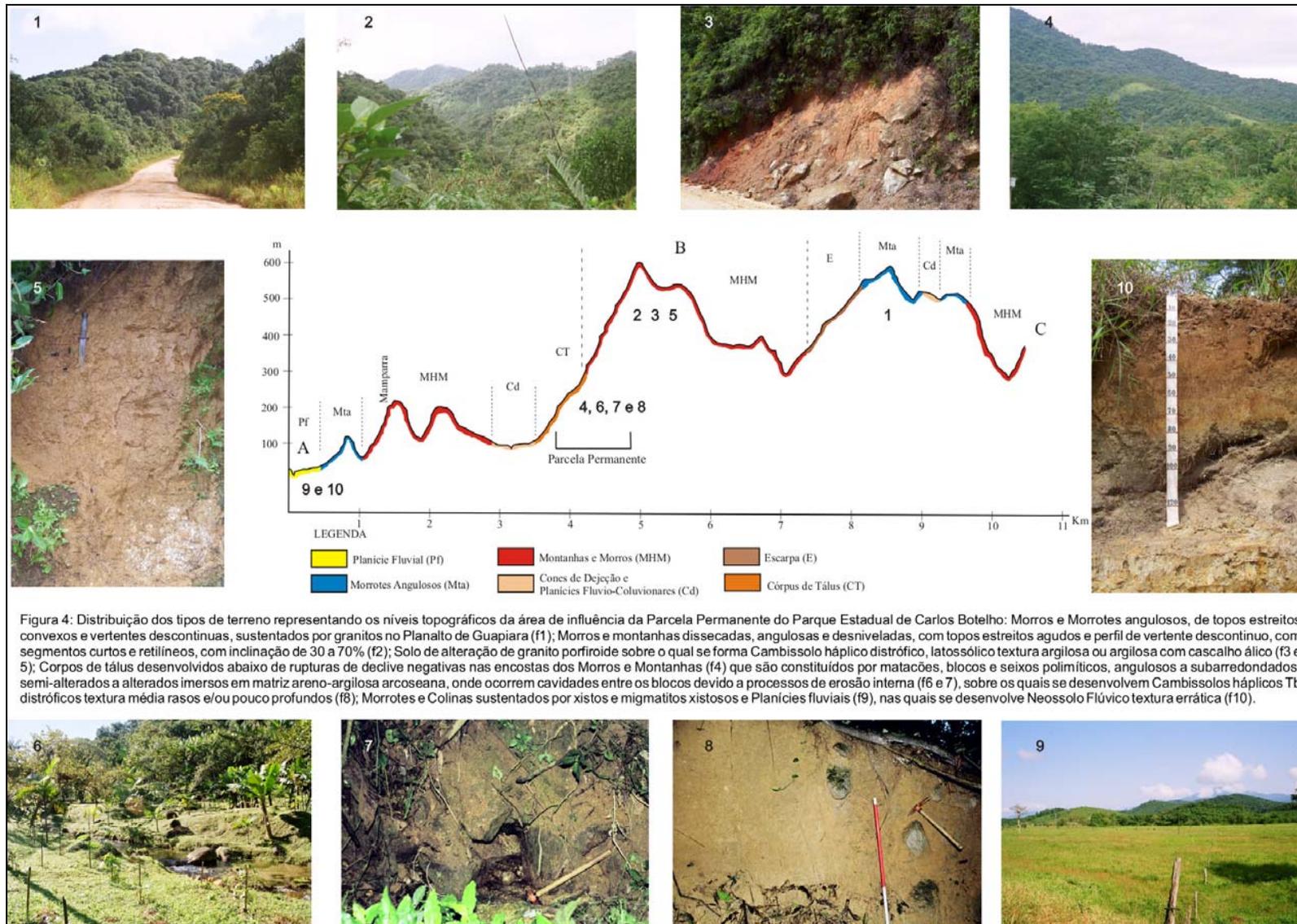


FIGURA 3. Mapa de Tipos de Terrenos da Área de Influência da Parcela Permanente do Parque Estadual de Carlos Botelho.



Legenda das Unidades de Terreno da Área de Influência do Parque Estadual de Carlos Botelho

MAPA ANEXO (Folha A3)





### 2.3.2.3. *Terrenos da Serra de Paranapiacaba e sua relação com a Floresta Ombrófila Densa (Floresta Atlântica de Encosta).*

A Parcela Permanente de Carlos Botelho, que representa a Floresta Ombrófila Densa ou Floresta Atlântica de Encosta, está relacionada aos Corpos de tálus e as encostas dos Morros e Montanhas, que constituem a Serra de Paranapiacaba.

A parcela está estabelecida sobre um segmento de encosta íngreme dos Morros e Montanhas, constituído por rochas graníticas e por Cambissolos Háplicos Tb distróficos latossólicos textura argilosa; e sobre três níveis de corpo de tálus, constituídos por matacões, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados imersos em matriz areno-argilosa arcoseana, arenosa ou argilosa, sobre os quais se desenvolvem Cambissolos Háplicos Tb distróficos textura média (rasos e/ou pouco profundos), Neossolos Flúvicos e Gleissolos Háplicos.

De modo geral, os terrenos de Morros, de Morros e Morrotes, de Morrotes angulosos e de Morrotes Paralelos que caracterizam o Planalto de Guapiara, não apresentam relação com a Parcela Permanente de Carlos Botelho, devido as suas características e altitude que é superior a 750 m, o mesmo acontecendo com os Terraços Fluviais, a Planície Fluvial, os Morrotes e Colinas da Morraria Costeira, onde as características dos terrenos em muito diferem daquelas encontradas na Parcela Permanente. A exceção dos Morros residuais com depósitos de tálus que poderiam apresentar situações e processos similares aos encontrados na área da Parcela Permanente.

Os Morros e Montanhas apresentam formas dissecadas, angulosas e desniveladas, com topos estreitos agudos. O perfil de vertente é descontínuo com segmentos curtos e retilíneos, com comprimento de 300 – 1500 m e inclinação de 30 a 70%. Apresentam vales erosivos e muito encaixados, com canais em rocha e blocos, com cachoeiras e rápidos, e Planícies alveolares localizadas a montante de soleiras. A densidade de drenagem é alta, com densa rede de canais de primeira ordem pouco encaixados.

Os Morros e Montanhas são terrenos, constituídos por granitos porfiróides e embrechitos facoidais de composição granítica a granodiorítica, formadas por quartzo, feldspatos e micas, por milonitos e diques de rochas básicas (diabásios, basaltos e gabros) com granulação fina à média e orientação ENE-WNW ou NE-NW. Sobre as rochas graníticas formam-se Cambissolo háplico distrófico, latossólico textura argilosa ou argilosa com cascalho álico (CX), enquanto que às rochas básicas associam-se a Cambissolo Háplico Distroférrico típico.

Os processos erosivos, freqüentes e de alta intensidade, que ocorrem nesses terrenos, tais como ravinas, rastejo e movimentos de massa do tipo escorregamentos planares e queda de blocos, e o entalhe fluvial, dissecam os expressivos corpos de tálus que ocorrem no sopé das encostas.



Os Corpos de tálus são constituídos por matações, blocos e seixos polimíticos, angulosos a subarredondados, semi-alterados a alterados imersos em matriz areno-argilosa arcoseana, arenosa ou argilosa. Esses sedimentos quando atingem o fundo dos vales são retrabalhados pelas torrentes serranas e formam planícies fluvio-colúviais e cones de dejeção, constituídos por níveis de seixos orientados e blocos arredondados intercalados com camadas de areias médias e grossas, micáceas, por vezes arcoseanas e ou argilosas, que predominam no topo.

Os terrenos Morros e Montanhas correspondem ao relevo classificado por PONÇANO et al. (1981) como Montanhas com vales profundos (253), sendo semelhante às Serras Alongadas (251), cuja presença na Província Costeira é uma característica do Vale do Ribeira, ocorrendo na Serra de Paranapiacaba, na Serrania do Ribeira e na Serrania de Itatins.

Fora esse setor da Serrania Costeira tem-se a presença de relevos de Morros e Montanhas, somente na Serra de Mongaguá, caracterizada pelo relevo Serras Alongadas (251), que ocorre na frente da Escarpa da Serra do Mar como um relevo residual. Esses setores muito se diferenciam do trecho constituído pela Serra do Mar, que forma um compartimento contínuo, entre Peruipe a Parati, caracterizado pela presença de Escarpas Festonadas (521) e Escarpas com Espigões digitados (522), cuja distância máxima do mar não chega a trinta (30) quilômetros.

Embora ocorram diferenças nos tipos de relevo, pode-se considerar que elas não estão condicionadas ao substrato rochoso, pois as Montanhas com vales profundos (253) e as Serras Alongadas (251) que ocorrem no Vale do Ribeira são sustentadas por granitos, xistos, filitos, migmatitos e charnoquitos, do mesmo modo que as Escarpas Festonadas (521) e Escarpas com Espigões digitados (522), da Serra do Mar.

No entanto a distribuição dos solos na Serrania Costeira mostra uma forte relação relevo-solo, pois nas Escarpas Festonadas (521) e Escarpas com Espigões digitados (522) independentemente do substrato rochoso predominam Cambissolos Háplicos Distróficos textura argilosa e média fase não rochosa e rochosa + Latossolo Vermelho-Amarelo Distróficos textura argilosa ambos com A, moderado e proeminente (OLIVEIRA *et al.*, 1999). Enquanto que nos relevos de Montanhas com vales profundos (253) e nas Serras Alongadas (251) do Vale do Ribeira, ocorrem diferentes associações de Cambissolos, com ocorrências de Argissolos Vermelho-Amarelo, Argissolos Vermelhos, Neossolos Litólicos e Afloramentos rochosos.

Diante deste quadro, cabe considerar que as diferenças de relevo e de solos na Província Costeira estariam associadas principalmente à atuação diferenciada do clima e dos processos neotectônicos, que teriam sido predominantes na morfogênese da Província Costeira paulista durante o Cenozóico.

As diferenças de relevo e de solos encontradas nos terrenos que constituem os grandes compartimentos da Serrania Costeira, no entanto, poderiam ser minimizadas quando analisada em detalhe, uma vez que tanto os Morros e Montanhas como as Escarpas podem estar



associadas à presença de Corpos de Tálus, Cones de Dejeção e Planícies aluvio-colúviais, que têm sido identificados e mapeados em diversos locais ao longo da Serra do Mar.

Esses depósitos, com possíveis características semelhantes estariam localizados na região de Boracéia e Guaratuba e entre Caraguatatuba e Maranduba, onde ocorrem corpos graníticos, semelhantes aos que ocorrem na área da Parcela Permanente.

ROSSI (1999) aponta diferenças no comportamento da vegetação nos variados segmentos das encostas e associa-os a diversos tipos de solos. Sendo constatado por SIMONNETTI (2001), que a estrutura e principalmente a composição da floresta apresentam diferenças entre os segmentos de encostas e os depósitos colúviais (corpo de tálus), havendo uma maior diferenciação na floresta que se desenvolve sobre os depósitos aluviais (cones de dejeção e planícies aluvio-colúviais) associados a Cambissolos Háplicos Tb Distróficos latossólicos e Neossolos Flúvicos. Tal fato estaria condicionado pela dinâmica superficial da região, aonde à ação das torrentes serranas não permitem a formação de solos bem desenvolvidos, devido a constante remoção e aporte de sedimentos, que também interferem no banco de sementes e plântulas, alterando a estrutura e a densidade da floresta.

Nos depósitos colúviais, onde ocorrem Cambissolos Háplicos Tb Distróficos latossólicos e Latossolo Amarelo Dístrófico típico, e nas encostas, onde ocorrem Latossolo Amarelo Dístrófico típico e Latossolo Amarelo Dístrófico câmbico, a floresta é mais densa e com raras árvores de grande porte que ultrapassem o dossel. Nesses setores predominam processos de infiltração e de escoamento subsuperficial, que atuam durante a maior parte do ano sem afetar a cobertura vegetal, enquanto que os escorregamentos embora sejam responsáveis pela remoção da floresta, são mais aleatórios e permitem que nas cicatrizes, a sucessão primária se desenvolva até seu estado clímax. SIMONNETTI (2001) aponta ainda para o papel da orientação das encostas que interfere tanto na composição da floresta como nas características físico-químicas dos solos.

Além dos aspectos dinâmicos diferenciados no perfil transversal das escarpas que interferem na vegetação, deve-se considerar as diferentes condições de pluviosidade e temperatura, observadas ao longo da Província Costeira (SANT'ANNA *et al.*, 1991), que poderiam também condicionar diferenciações na composição e na estrutura da floresta.

Por fim, deve-se considerar que embora sejam reconhecidas diferentes situações abióticas ao longo da Serrania Costeira no litoral paulista, ainda não se têm elementos suficientes para se afirmar se eles condicionam variações na estrutura e composição da Floresta Atlântica de Encosta. Havendo portanto a necessidade de outros levantamentos, em que se adote avaliações mais expeditas da vegetação, que permitam a comparação entre os diferentes aspectos morfopedológicos dos terrenos, sua dinâmica superficial e o seu contexto climático.



### 2.3.3. Parcela Permanente de Floresta de Restinga no Parque Estadual da Ilha do Cardoso

A Floresta de Restinga, que ocorre nos 10hs de Parcela Permanente no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, está localizada no interior do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia. Essa floresta associa-se a presença de Espodossolos Ferrocárbico Hidromórfico, Gleissolo histico, Neossolos Quartzarênicos hidromórficos e Organossolos (GOMES, 2005), que se desenvolveram sobre sedimentos marinhos quaternários, constituídos por areias quartzosas finas, micáceas, com restos de conchas que formam cordões regressivos e sobre areias argilosas ricas em matéria orgânica depositadas nas depressões intercordões.

A distribuição dos solos está associada a variação da topografia da parcela, que a norte está mais próxima ao nível do mar, aumentando sua altitude para sul, no interior da parcela. Na porção mais próxima a Planície de maré, que é mais baixa e alagada, ocorre o Neossolo Quarzoarênico hidromórficos. Após a subida de cerca de 1,5 m ocorre um incipiente desenvolvimento do horizonte espódico e do horizonte de eluviação, havendo mais para o interior da parcela, o maior desenvolvimento de horizonte espódico e de horizonte de eluviação.

Tal fato sugere que quanto mais próximo do mar mais incipiente são os processos de eluviação, cuja intensidade vai aumentando para o interior da parcela, em direção as áreas melhor drenadas. Isso evidencia que próximo ao mar os sedimentos são mais jovens que no interior da parcela, o que resulta do caráter regressivo do mar nos últimos 5.000 anos. Esse processo regressivo estaria relacionado ao abaixamento do nível do mar da Transgressão Santos, (SUGUIO e MARTIN, 1978), cujos registros na região apresentam máximos a altitudes de 2 e 5 m.

As características dos solos, dos sedimentos e a forma do terreno em que está implantada a Parcela Permanente da Ilha do Cardoso permitem associá-la as Planícies marinhas planas ou pouco onduladas formadas por cordões baixos e por depressões intercordões parcialmente alagadas. Tais feições estariam associadas a Transgressão Santos, que na região de Iguape-Cananéia, foi também responsável pela formação das Planícies marinhas com cordões.

#### 2.3.3.1. Área de Influência

A Área de Influência da Parcela Permanente de Floresta de Restinga da Ilha do Cardoso, mapeada na escala 1:125.000, tem aproximadamente 1530 km<sup>2</sup>, é limitada pelas coordenadas UTM (22J) 7780 – (23J) 2200 e 7206 – 7258. Essa área representa a Baixada Litorânea, a Morraria Costeira e a Serrania do Ribeira.

A Baixada Litorânea é formada por sedimentos quaternários marinhos, mistos e continentais e ocupada pela Floresta de Restinga. A Morraria Costeira e a Serrania do Ribeira são constituídas por sedimentos terciários e rochas do embasamento cristalino que sustentam relevos de Escarpas, Morros e Montanhas, Morros residuais e Morrotes e Colinas.



Os sedimentos quaternários deram origem a espodossolos, neossolos quartzarênicos, organossolos e gleissolos, que se distribuem nas planícies e terraços marinhos, nas planícies de marés, nas praias e dunas e nas depressões intercordões. Aos sedimentos terciários e as rochas do embasamento associam-se cambissolos, argissolos e neossolos litólicos.

### 2.3.3.2. *Compartimentos de Relevo e Atributos dos Terrenos*

A Área de Influência da Parcela Permanente da Floresta de Restinga da Ilha do Cardoso englobou uma grande extensão da Baixada Litorânea, para que se pudesse identificar áreas da Planície marinha com características semelhantes a da Parcela Permanente e que estivessem voltadas para dentro dos canais do estuário. Foram ainda incluídas partes da Morraria Costeira e da Serrania do Ribeira, para que se pudesse ter um entendimento dos condicionantes da distribuição do relevo da região. Assim foram identificados três compartimentos de relevo: a Serrania do Ribeira, a Morraria Costeira e a Baixada Litorânea (PONÇANO *et al.*, 1981).

Esses compartimentos de relevo condicionam a distribuição dos terrenos, que se diferenciam por seus elementos constituintes e atributos, tendo sido identificados quatorze (14) unidades que tem suas características sumariadas nos Quadros 15 e 16, e sua distribuição apresentada na Figura 5.

A Serrania do Ribeira é constituída por relevos de Escarpas e de Morros e Montanhas, com grandes amplitudes (cujos topos se encontram em altitudes de 300 a 1270m), estando bem próximos ao mar. Esses terrenos ocorrem na parte leste da Área de Influência, sendo circundados por Morrotes e Colinas da Morraria Costeira e por terrenos da Baixada Litorânea.

Os Morrotes e Colinas que se desenvolvem ao longo dos vales, formaram-se por processos de pedimentação, que acabaram isolando núcleos de relevo de Morros e Montanhas e de Morros residuais que formam serras como as de Paratiu, Cordeirinho, Miguel, Arrepiado, Tapitingui, Cardoso, Itapanapina e Ariri.

Ao longo dos vales em que se instalaram os Morrotes e Colinas, ocorrem Planícies fluviais contínuas e extensas, que se alargam em direção a planície costeira e Terraços fluviais localizados.

A Baixada Litorânea formada por sedimentos quaternários marinhos, mistos e continentais, constitui uma extensa planície costeira caracterizada por diferentes tipos de terrenos, tais como: Terraços marinhos, Planícies fluviais complexas, Planície marinha com cordões, Planície marinha, Planície de maré, Praias, Dunas e Depressões intercordões.



Quadro 15 - Compartimentos de relevo e atributos dos terrenos delimitados na Área de Influência da Parcela Permanente da Ilha do Cardoso (Serrania do Ribeira e Morraria Costeira).

Compartimento de relevo (altitude)	Tipo de Terreno Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos*
Serrania do Ribeira e Morraria Costeira  Altitudes: 50 a 1200 m	MORROS E MONTANHAS	Granitos porfiroides a granoblásticos grossos, granitos de granulação média e embrechitos facoidais, Xistos, filitos e migmatitos xistosos e rochas miloníticas.	Cambissolo háplico distrófico, latossolico textura argilosa ou argilosa com cascalho álico (CX)
	MORROS RESIDUAIS	Xistos e migmatitos xistosos e rochas miloníticas.	Argissolo amarelo distrófico + argissolo amarelo distrófico latossólico ambos textura média/argilosa ou argilosa (PA+PA latossólico)
	MORROTOS E COLINAS	Brechas sedimentares, paraconglomerados e lamitos, intercalados com conglomerados e areias com estratificação cruzada; ortoconglomerados, areias e argilas da Fm. Pariquera-Açu.	Argissolo vermelho amarelo distrófico latossolico, textura argilosa e media argilosa (PVA 85,86)
	CONES DE DEJEÇÃO PLANÍCIE FLUVIO COLUVIAL	Constituídos por níveis de seixos orientados e blocos arredondados intercalados com camadas de areias médias e grossas, micáceas, por vezes arcoseanas e ou argilosas, que predominam no topo.	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa pedregosa e rochosa + Argissolo amarelo distrófico textura argilosa ou muito argilosa com ou sem rochosidade (CX+PA) e Cambissolo háplico distrófico textura argilosa pedregosa e rochosa + Neossolo Flúvico textura errática por vezes com camadas seixosas (CX+RU)
	TERRAÇO FLUVIAL	Cascalhos oligomíticos, areias arcoseanas e lamitos. Espessuras até 10 m.	Cambissolo háplico distrófico textura média ou argilosa + Neossolo Flúvico textura errática por vezes com camadas seixosas (CX+RU)
	PLANÍCIE FLUVIAL	Silte, argila, areia, cascalho e matéria orgânica em camadas de espessuras e arranjos variados.	Gleissolo háplico distrófico textura argilosa ou média álico (GX) e Neossolo Flúvico textura argilosa por vezes com camadas seixosas + Cambissolo háplico textura média (RU+CX)

As informações sobre os solos foram obtidas do Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Rio Ribeira de Iguape (LEPSCH et al, 1999) e trabalhos de levantamento de campo.



Quadro 16 - Compartimentos de relevo e atributos dos terrenos delimitados na Área de Influência da Parcela Permanente da Ilha do Cardoso (Planície Costeira).

Compartimento de relevo (altitude)	Tipo de Terreno Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos*
Baixada Litorânea  Altitudes: 0 a 13 m	PLANÍCIE FLUVIAL COMPLEXA	Areia, silte, argilas e matéria orgânica. Cascalhos são restritos.	Gleissolo tiomórfico argiloso + Gleissolo háplico indiscriminado (GT+GX)
	TERRAÇO MARINHO	Constituída por areias quartzosa finas e muito finas, de cor amarela a ocre, cimentada ou não, resultante de deposição marinha regressiva, de idade pleistocênica (Fm. Cananéia).	Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico textura arenosa. Os Neossolos quartzarênicos aparecem como inclusão (ES)
	PLANÍCIE MARINHA COM CORDÕES	Constituída por areias quartzosas finas marinhas, micáceas, com restos de conchas, de idade holocênica (Transgressão Santos). Intercalam-se camadas de argilas plásticas e argilas siltosas cinza a negra, com matéria orgânica nos alagadiços	Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico textura arenosa + Neossolo quartzarênico (ES+RQ)
	PLANÍCIE MARINHA	e também areia média e grossa próxima à escarpa e aos canais fluviais.	Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico textura arenosa + Organossolos + Neossolo quartzarênico (ES+O+RQ)
	PLANÍCIE DE MARÉ	Constituída por argila, silte (em alguns locais areia muito fina) e grande quantidade de restos vegetais e conchas.	Gleissolo tiomórfico salino
	PRAIAS	Constituída por areia fina a muito fina quartzosa, micácea e inconsolidada.	Neossolo quartzarênico (RQ)
	DUNAS	Constituída por areia fina a muito fina quartzosa	
	DEPRESSÕES INTERCORDÕES	Constituída por areias finas marinhas, matéria orgânica ocorrendo argila de modo subordinado.	Organossolo hêmico ou fíbrico + Gleissolo melânico ou háplico (O+GM)

As informações sobre os solos foram obtidas do Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Rio Ribeira de Iguape (LEPSCH et al, 1999) e trabalhos de levantamento de campo.

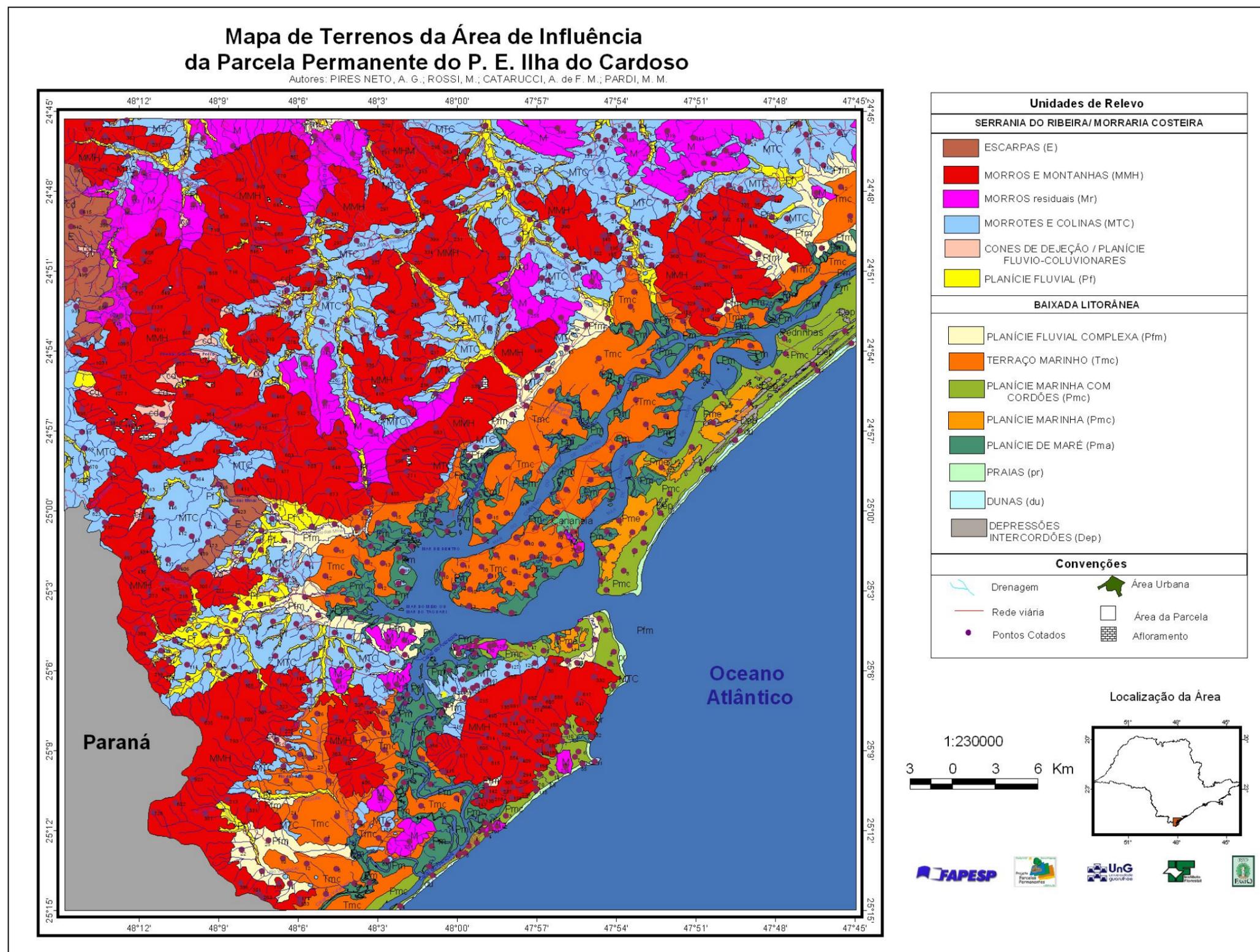


Figura 5 - Mapa dos Tipos de Terreno da Área de Influência da Parcela Permanente do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

Legenda das Unidades de Terreno da Área de Influência do Parque Estadual da Ilha do Cardoso

Unidades de Relevô	Morfometria	Morfografia	Substrato	Solos	Dinâmica Superficial	
<b>SERRANIA DO RIBEIRA /MORRARIA COSTEIRA</b>						
	ESCARPAS (E)	Amplitude: 180 a 490 m Comprimento de Rampa: 600 a 1100 m Inclinação: 30 a 48% Altitude: 500 a 900 m	Formas alongadas, assimétrica, sub- nivelada. Na cimeira tem ruptura de declive nítida. Perfil de vertente contínuo retilíneo ou descontínuo devido a presença de corpos de tálus e/ou pedimentos. Vales erosivos em V aberto, pouco encaixado. Média densidade de drenagem	Granitos porfiróides, gnaisses porfiroblásticos e migmatitos de paleossoma gnaissico	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa ou argilosa com cascalho ou Cambissolo latossólico + Argissolo Amarelo distrófico textura média/argilosa (CX+PA)	Erosão laminar em sulcos e ravinas ocasionais e de baixa intensidade. Ravinas, rastejo e movimentos de massa: escorregamentos planares e queda de blocos são frequentes e de alta intensidade. Entalhe fluvial é generalizado e de alta intensidade. Terrenos muito suscetíveis à interferência devido à inclinação acentuada de suas encostas e a intensidade dos processos erosivos.
	MORROS E MONTANHAS (MMH)	Amplitude: 140 a 600 m Comprimento de rampa: 300-1500 m Inclinação: 30 a 70% Altitude: 200 a 1200 m	Formas dissecadas, angulosas e desniveladas. Topos estreitos agudos. Perfil de vertente descontínuo, segmentos retilíneos e curtos. Vales erosivos em e muito encaixados. Canais em rocha e blocos, com cachoeiras e rápidos. Planícies alveolares localizadas a montante de soleiras. Densidade de drenagem alta, com densa rede de canais de primeira ordem pouco encaixados.	Granitos porfiróides a granoblástico grosso, granitos de granulação média e embrechitos facoidais. Composição granítica a granodiorítica, formadas por quartzo, feldspatos e micas. Os solos de alteração têm textura variável podendo ser areno-argiloso até argilo-arenoso, ricos em grânulos e fragmentos de rocha, sendo comum os blocos e matações métricos. O solo residual argiloso ou areno-argiloso com grânulos, sendo de profundos a pouco profundos.	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa ou argilosa com cascalho álico (CX)	
	MORROS RESIDUAIS (Mr)	Amplitude: 100 a 200 m Comprimento de rampa: 200-850 m Inclinação: 30 a 70% Altitude: 100 a 300 m	Formas desniveladas. Topos estreitos, convexos e agudos. Perfil de vertente contínuo, segmentos convexos e retilíneos. Vales erosivos e erosivos acumulativos. Canais em rocha e blocos. Planície fluvio-coluvial. Alta densidade de drenagem.	Xistos e migmatitos xistosos de granulometria fina com foliação bem desenvolvida sendo constituídas por micas, silte, feldspato e quartzo e rochas miloníticas. Essas rochas têm solos superficiais argilo-arenosos, com espessuras inferiores a 0,5m e resistentes à erosão. Os solos de alteração são argilo-siltosos, micáceos e com blocos. Têm baixa coesão e são francamente erodíveis. Solos superficiais silto-argilosos a muito argilosos, com espessuras de até 1,5 m. Os solos de alteração são argilo-siltosos a argiloso, podendo apresentar seixos.	Argissolo amarelo distrófico + Argissolo amarelo distrófico latossólico ambos textura média/argilosa ou argilosa (PA+PA latossólico) Argissolo vermelho amarelo distrófico latossólicos, textura argilosa e média argilosa (PVA 85,86).	Escoamento laminar e concentrado localizados e de moderada intensidade. Rastejo e escorregamentos frequentes e de moderada a alta intensidade. Terrenos muito suscetíveis à interferência devido à inclinação de suas encostas e a erodibilidade dos solos de alteração.
	MORROTES E COLINAS (MTc)	Amplitude: 40 a 90 m Comprimento de rampa: 150-400 m Inclinação: 10 a 30% Altitude: 50 a 130 m	Formas subniveladas com dissecação variada. Topos estreitos, agudos e convexos e topos amplos e convexos. Perfil de vertente contínuo, segmentos retilíneos e convexos. Vales erosivos e acumulativos. Em forma de V encaixados nos morrotes a abertos com rampas aluvio-coluviais nas colinas. Canais em rocha, blocos e aluviais nos morrotes e aluviais meandantes nas colinas. Densidade de drenagem variada.			Erosão laminar em sulcos (ravinas) frequentes e de baixa intensidade. Rastejo e escorregamentos pequenos localizados nas encostas mais íngremes são de baixa intensidade. Entalhe fluvial localizado e de média intensidade e com deposição fluvial nas planícies. Terrenos sensíveis à interferência devido à erodibilidade dos solos e a setores de encostas mais íngremes.
	CONES DE DEJEÇÃO PLANÍCIE FLUVIO-COLUVIONARES (Cd)	Inclinação: 5 a 15% Altitudes variadas	Rampas deposicionais subhorizontais e/ou côncavas, associadas ao fundo de vales e sua chegada na planície, onde se alargam formando leques que se interdigitam com os depósitos das planícies aluviais. Formados por ação fluvial, pluvial e gravitacional.	Constituídos por níveis de seixos orientados e blocos arredondados intercalados com camadas de areias médias e grossas, micáceas, por vezes arcoseanas e ou argilosas, que predominam no topo.	Cambissolo háplico distrófico textura argilosa pedregoso e rochoso + Argissolo amarelo distrófico textura argilosa ou muito argilosa com ou sem rochoso (CX blocos+PA) + Neossolo flúvico textura errática por vezes com camadas seixosas (CX+RU)	Erosão vertical e lateral de canais e rastejo são frequentes e de média intensidade. Acúmulo de detritos é frequente e de média a alta intensidade. Terrenos muito suscetíveis à interferência devido à ação das torrentes serranas e à mobilidade dos depósitos.
	TERRAÇO FLUVIAL (Tf)	Inclinação: < 5% elevados de 5 a 10m acima dos rios	Áreas planas ou onduladas, levemente inclinadas em direção ao rio. São descontínuas e apresentam bordas abruptas, ocorrendo ao longo dos rios maiores. Baixa densidade de drenagem.	Cascalhos oligomíticos, areias arcoseanas e lamitos. Espessuras até 10 m.		Erosão laminar em sulcos e entalhe fluvial ocasional e de baixa intensidade. Terrenos pouco suscetíveis à interferência que no entanto precisam ser controlados devido à proximidade dos rios e de APPs.
	PLANÍCIE FLUVIAL (Pf)	Inclinação: <2% elevadas de 2 a 8m acima dos rios	Áreas planas formadas pela ação deposicional dos rios. Compreende a planície de inundação e os baixos terraços. Têm alagadiços e pântanos em canais abandonados, apresentam margens abruptas.	Silte, argila, areia, cascalho e matéria orgânica em cama das de espessuras e arranjos variados.	Gleissolo háplico distrófico textura argilosa ou média álico (GX)	Freático elevado. Erosão laminar em sulcos localizados e de baixa intensidade. Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias e seixos por acréscimo lateral. Terrenos muito suscetíveis (impróprios) à ocupação, com risco de inundação e contaminação e de interferência com APPs.



## Legenda das Unidades de Terreno da Área de Influência do Parque Estadual da Ilha do Cardoso

BAIXADA LITORÂNEA						
	PLANÍCIE FLUVIAL COMPLEXA (Pfm)	Inclinação: <2% elevadas de 1 a 3 m acima dos rios	Incluem planícies fluvio-lagunares e fluvio marinhas não diferenciadas. São áreas planas onduladas que abrigam a faixa de movimentação dos canais meândricos (leito maior). Associam-se alagadiços em canais abandonados, pântanos, barras em pontal, barras longitudinais e ilhas. Nas paleolagunas, há retrabalhamento fluvial, conferindo a estas faixas, características distintas das planícies adjacentes.	Areia, silte, argilas e matéria orgânica. Cascalhos são restritos.	Gleissolo háplico distrófico textura argilosa ou média álico (GX)	Freático elevado. Erosão laminar em sulcos localizados e de baixa intensidade. Erosão lateral e vertical do canal, enchentes sazonais, deposição de finos durante as enchentes por decantação e de areias e seixos por acréscimo lateral. <b>Terrenos muito suscetíveis (impróprios) à ocupação, com risco de inundação e contaminação e de interferência com APPs.</b>
	TERRAÇO MARINHO (Tmc)	Altitudes 6 a 13 m	Áreas planas elevadas. Tem cordões marinhos curtos e espaçados e alagadiços nas depressões intercordões. Associam-se campos de dunas restritos. Canais aluviais meândricos. Média a baixa densidade de drenagem.	Constituída por areias quartzosas finas e muito finas, de cor amarela a ocre, cimentadas ou não, resultantes de deposição marinha regressiva de idade pleistocênica (Formação Cananéia).	Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico textura arenosa. Neossolos quartzarênicos aparecem como inclusão (ES)	Erosão fluvial na margem dos rios, inundações nas depressões intercordões devido ao freático elevado. <b>Terrenos suscetíveis à ocupação devido à dificuldade de escoamento.</b>
	PLANÍCIE MARINHA COM CORDÕES	Altitudes 2 a 5 m	Áreas planas onduladas formadas pela alternância de cordões marinhos longos e depressões intercordões alagadiças e pantanosas, paralelas à linha de costa.	Constituída por areias quartzosas finas marinhas, micáceas, com restos de conchas de idade holocênica (Transgressão Santos). Intercalam-se camadas de argilas plásticas e argilas siltosas cinza a negra, com matéria orgânica nos alagadiços e também areia média e grossa próxima à escarpa e aos canais fluviais.	Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico textura arenosa + Neossolo quartzarênico (ES +RQ)	Freático elevado. Erosão por ação das ondas e entalhe lateral de canais meândricos. Inundações periódicas devido ao regime pluvial. <b>Terrenos muito suscetíveis à ocupação, devido à dificuldade de escoamento e ao risco de inundação.</b>
	PLANÍCIE MARINHA (Pm)	Altitudes 2 a 12 m	Áreas planas pouco onduladas formadas por cordões baixos e por depressões intercordões parcialmente alagadas. Na parte interna dos canais estuarinos apresentam dois níveis: um mais elevado e ondulado pelos cordões mainhos e outro mais baixo e alagadiço, acima do nível da planície de maré.		Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico textura arenosa + Organossolos + Neossolo quartzarênico (ES+O+RQ)	
	PLANÍCIE DE MARÉ (Pma)	Altitudes 2 a 3 m	Áreas planas na faixa de oscilação das marés, de encontro de águas doces e salgadas e abrigadas das circulações mais enérgicas. Associam-se zonas mais elevadas só atingidas pela maré de sizígia, canais de maré meândricos, vegetação de mangue e gramíneas.	Constituída por argila, silte (em alguns locais areia muito fina) e grande quantidade de restos vegetais e conchas.	Gleissolo tiomórfico salino	Inundações diárias pela maré e intensa deposição de finos e matéria orgânica. <b>Terrenos muito suscetíveis (impróprios) à ocupação, devido à inundação diária pela maré e a presença de solos moles.</b>
	PRAIAS (pr)	Altitudes 0 a 1 m	Áreas planas e inclinadas suavemente em direção ao mar. Formas retilíneas e alongadas. Apresentam bermas e pequenas falésias.	Constituída por areia fina a muito fina micácea e inconsolidada.	Neossolo quartzarênico (RQ)	Movimentação lateral e vertical constante de sedimentos, condicionadas às variações de energia e direção das ondas e das correntes litorâneas. Movimentação de areia pela ação dos ventos. <b>Terrenos muito suscetíveis (impróprios) à ocupação devido à ação do mar e da mobilidade dos sedimentos.</b>
	DUNAS (du)	Altitudes 0 a 3 m	Áreas onduladas desenvolvidas no pós praias pela ação eólica sobre as areias marinhas.	Constituída por areia fina a muito fina quartzosa		Movimentação freqüente de areia pela ação dos ventos em direção ao continente. <b>Terrenos muito suscetíveis (impróprios) à ocupação devido à mobilidade dos sedimentos.</b>
	DEPRESSÕES NA PLANÍCIE (Dep)	Altitudes 1 a 2 m	Áreas deprimidas entre cordões marinhos que formam alagadiços e pântanos ocorrendo tanto na planície como em terraços marinhos.	Constituídos por areias finas marinhas, matéria orgânica ocorrendo argila de modo subordinado.	Organossolo hêmico ou fíbrico + Gleissolo melânico ou háplico (O+GM)	Alagamento durante as chuvas devido ao freático elevado, deposição intensa de matéria orgânica. <b>Terrenos muito suscetíveis à ocupação devido à dificuldade de escoamento e ao caráter pantanoso.</b>



Os Terraços marinhos são constituídos por sedimentos pleistocênicos da Fm. Cananéia, sobre os quais se desenvolveram Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não hidromórfico, textura arenosa com inclusões de Neossolos quartzarênicos. Os Terraços apresentam altitudes de até 13m nas porções mais internas, próximos ao embasamento cristalino, onde muitas vezes penetram ao longo dos vales mais amplos e isolam Morros e Montanhas e Morros residuais. Os rios que atravessam os Terraços marinhos, retrabalham esses depósitos dando origem a Planícies fluviais complexas (fluvio-marinhas), que geralmente se desenvolvem entre os Terraços marinhos e os relevos continentais (Morros e Montanhas e Morrotes e Colinas).

Os Terraços marinhos, nas áreas mais externas e próximas do mar, apresentam altitudes de 5 a 6m. É comum a presença de cordões litorâneos com grandes amplitudes que marcam a fase regressiva dessa sedimentação, Figura 6.

Durante a fase regressiva, que se estabeleceu por volta de 17.000 anos BP, com o nível de mar a aproximadamente -110 m, parte dos sedimentos da Formação Cananéia foram erodidos, formando-se vales. Durante a Transgressão Santos o mar penetrou nas áreas rebaixadas gerando um extenso sistema de lagunas, onde foram depositados argilas-arenosas e argilas-siltosas cinza, ricas em matéria orgânica. Nesta época o mar retrabalhou parte dos sedimentos da Formação Cananéia, que foram depositados, dando origem aos cordões litorâneos quaternários, que forma a Planície marinha estendendo-se entre o oceano e os depósitos marinhos arenosos pleistocênicos (SUGUIO e MARTIN, 1978).

Atualmente nas porções erodidas dos Terraços marinhos, ao longo dos canais fluviais, e dentro dos canais do estuário, formaram-se Canais e Planícies de maré, nos quais se desenvolve a vegetação de mangue.

Em vários locais da Ilha Comprida, constata-se que os Terraços com sedimentos da Formação Cananéia ocorrem como feições residuais e por vezes isoladas pela Planície marinha com cordões e/ou pelas Planícies de Maré.

As Planícies marinhas na Ilha Comprida, Figuras 7 e 8, e na Ilha do Cardoso, Figura 9, desenvolveram-se tanto do lado do oceano como do lado dos canais do estuário, como é o local onde foi implantada a Parcela Permanente.

As Planícies marinhas são holocênicas, tendo seu desenvolvimento associado a Transgressão Santos. Elas apresentam cordões litorâneos constituídos por areias quartzosas finas, micáceas, com restos de conchas, depressões intercordões e áreas alagadiças onde ocorrem intercalações de argilas plásticas e argilas siltosas cinza a negra, com matéria orgânica, que derão origem a Espodossolo ferrocárbico hidromórfico ou não, textura arenosa e Neossolo quartzoarênico.

Na Planície marinha com cordões pode-se individualizar as Depressões intercordões, as Dunas e as Praias, que são terrenos formados próximo ao oceano pela ação das ondas e do vento.



As Depressões intercordões comumente são alongadas e de grande extensão, podendo ou não estar associada a canais de drenagem. São formadas por areias marinhas com matéria orgânica e argila de modo subordinado, onde se formam Organossolo hêmico ou fíbrico + Gleissolo melânico ou háplico.

As Dunas que na Ilha Comprida apresentam altitudes de 2 a 12 m, são paralelas a praia, desenvolvendo-se no pós-praia, pela ação eólica sobre as areias marinhas. As Praias são de areia fina a muito fina e apresentam baixa declividade. Sobre essas areias se desenvolve Neossolo quartzarênico.

A Planície marinha em que foi implantada a Parcela Permanente está voltada para a parte interna do canal do estuário. Ela apresenta dois níveis: um mais elevado e ondulado e outro mais baixo e alagadiço, acima do nível da Planície de maré. Essa planície é pouco mais elevada que a Planície marinha com cordão, sendo mais plana e pouco ondulada, formada por cordões marinhos baixos e por depressões intercordões parcialmente alagadas.

Esse tipo de Planície marinha sem cordão, associada à Transgressão Santos, até onde se pode constatar, com base no nível atual dos estudos, parece ter uma distribuição restrita tanto na Ilha do Cardoso, como na Ilha Comprida.

Essas áreas individualizadas na Ilha Comprida e representadas no mapa de Terrenos da Área de Influência da Parcela Permanente da Ilha do Cardoso foram investigadas por trado nos trabalhos de campo, não sendo constatada a presença de areias finas amarelas da Formação Cananéia, como indicado por SUGUIO e MARTIN (1978).

Esses pontos altos correspondem à ocorrência de Espodossolos ferrocárbicos hidromórficos ou não hidromórficos textura arenosa, Organossolos e Neossolos quartzoarênicos, que se desenvolvem sobre sedimentos da Transgressão Santos, em condições semelhantes a da Parcela Permanente.

A Planície de maré se desenvolve nas margens dos canais do interior do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia, em locais abrigadas das circulações mais enérgicas, sendo constituída por áreas planas na faixa de oscilação das marés e de encontro de águas doces e salgadas. Essas áreas apresentam solos moles formados por areia fina, silte e argila (vasa), permanentemente alagadas, concentrações salinas elevadas e grande quantidade de restos vegetais e conchas, sendo cortadas por canais de maré meândricos e recobertas pela vegetação de mangue. Ocorre nesses terrenos Gleissolo tiomórfico salino.

#### *2.3.3.3. Terrenos e sua relação com os 10ha de Floresta de Restinga da Parcela Permanente.*

A Floresta de Restinga amostrada na Parcela Permanente do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, está associada as Planícies marinhas mais planas e pouco onduladas formadas por areias marinhas holocênicas, depositadas durante a Transgressão Santos, sobre os quais se



desenvolveram Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico, Gleissolo hístico, Neossolo Quartzarênico hidromórfico e Organossolos. Além desses atributos um aspecto importante na caracterização da Parcela Permanente está associado a sua localização, que é voltada para os canais do interior, do Complexo Estuarino Lagunar de Iguape-Cananéia, abrigada da ação mais enérgica das águas.

Na Área de Influência da Parcela Permanente da Ilha do Cardoso, as áreas com condições semelhantes a observada na Parcela, estariam restritas a parte interior da ilha Comprida, ao longo do Mar de Cananéia e na porção interior da praia de Ararapira, ao longo do canal homônimo, uma vez que nas demais áreas da região estuarina ocorrem Terraços marinhos, constituídos pela Formação Cananéia e Planícies de maré.

A delimitação de áreas semelhantes a Parcela Permanente foi feita por meio de interpretação de fotografias aéreas e com verificação de campo, quando se pode constatar que a relação entre os solos e o relevo, se mostra semelhante ao que se observou na Parcela Permanente. Situações similares foram observadas nas Planícies marinhas com cordão, onde no entanto, os organossolos não são tão desenvolvidos.

Embora sejam identificadas Planícies marinhas holocênicas com ou sem cordões em outras áreas da Baixada Litorânea, não se tem nos demais compartimentos de relevo as condições Estuarinas Lagunares que se tem na região de Iguape – Cananéia.

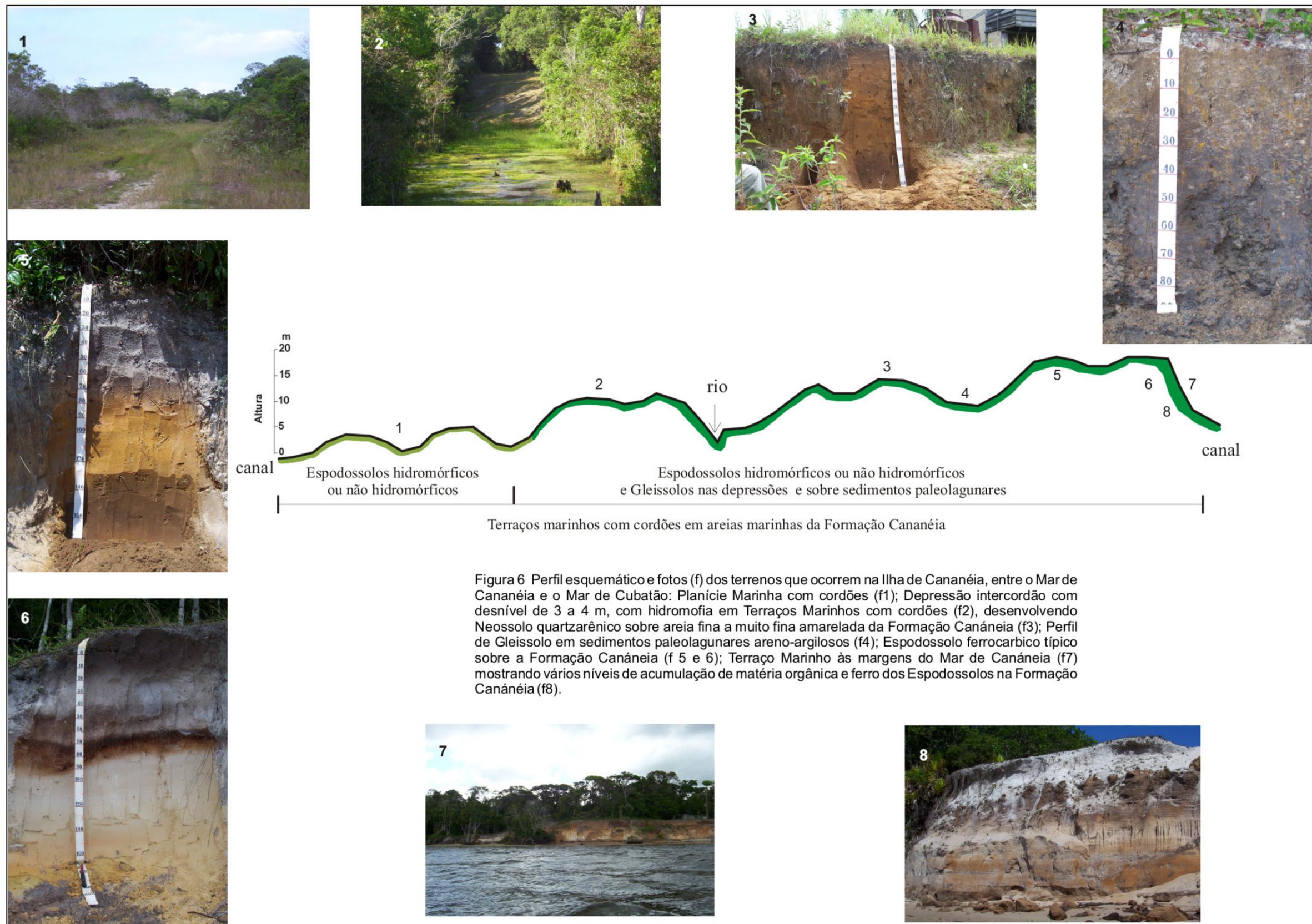
Condições com certa semelhança poderiam existir na região do Estuário de Santos e ao longo do Rio Itapanhaú, embora nessas áreas predominem as Planícies de maré com Gleissolos Sálícos associados a Gleissolos Timórficos e Espodossolos Ferrocárbicos hidromórficos.

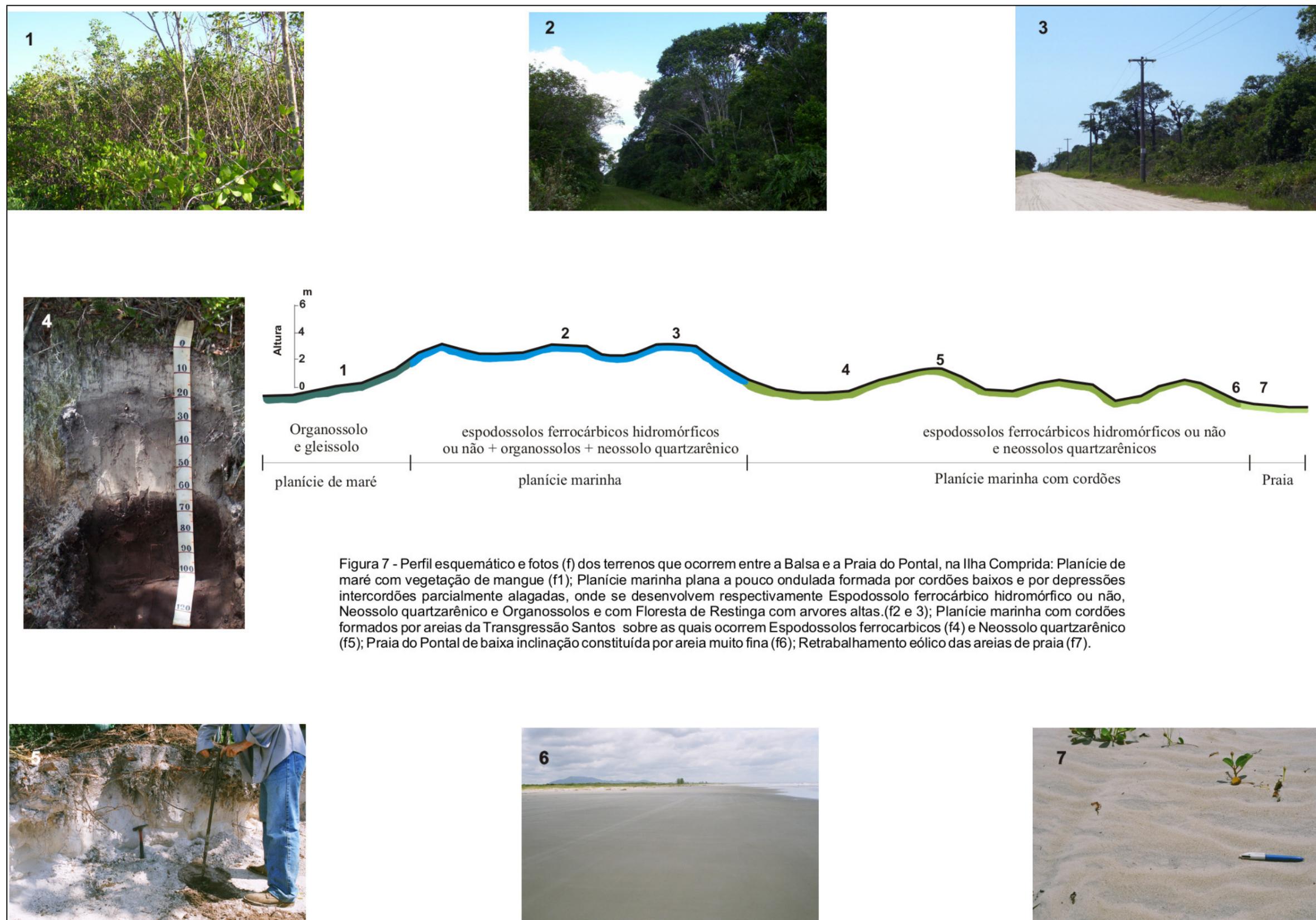
Nos demais trechos do litoral paulista embora tenham ocorrido processos de sedimentação semelhante aos que ocorreram na região de Iguape e Cananéia, os fatores neotectônicos condicionaram o desenvolvimento de planícies costeiras distintas, de modo que não se repetem as condições existentes na Parcela Permanente da Ilha do Cardoso.

Do mesmo modo que no caso da Floresta Atlântica de encosta, as diferentes condições de pluviosidade e temperatura, hoje observadas ao longo da Província Costeira (SANT'ANNA et al., 1991), poderiam condicionar diferenciações na composição e na estrutura da Floresta de Restinga.

Assim pode-se considerar que a Parcela Permanente da Ilha do Cardoso é representativa da Floresta de Restinga desenvolvida em Planícies marinhas holocênicas, associadas à parte abrigada de áreas estuarinas e lagunares, como a que ocorre na região de Iguape – Cananéia e que se estende para o Estado do Paraná.

Para as demais áreas de Planícies marinhas com ou sem cordões, da planície costeira paulista seriam necessários outros levantamentos, em que se associe o condicionante morfológico dos terrenos, sua dinâmica superficial e o seu contexto climático, para permitir a comparação entre as diferentes situações abióticas que condicionam as possíveis variações de estrutura e composição da Floresta de Restinga.





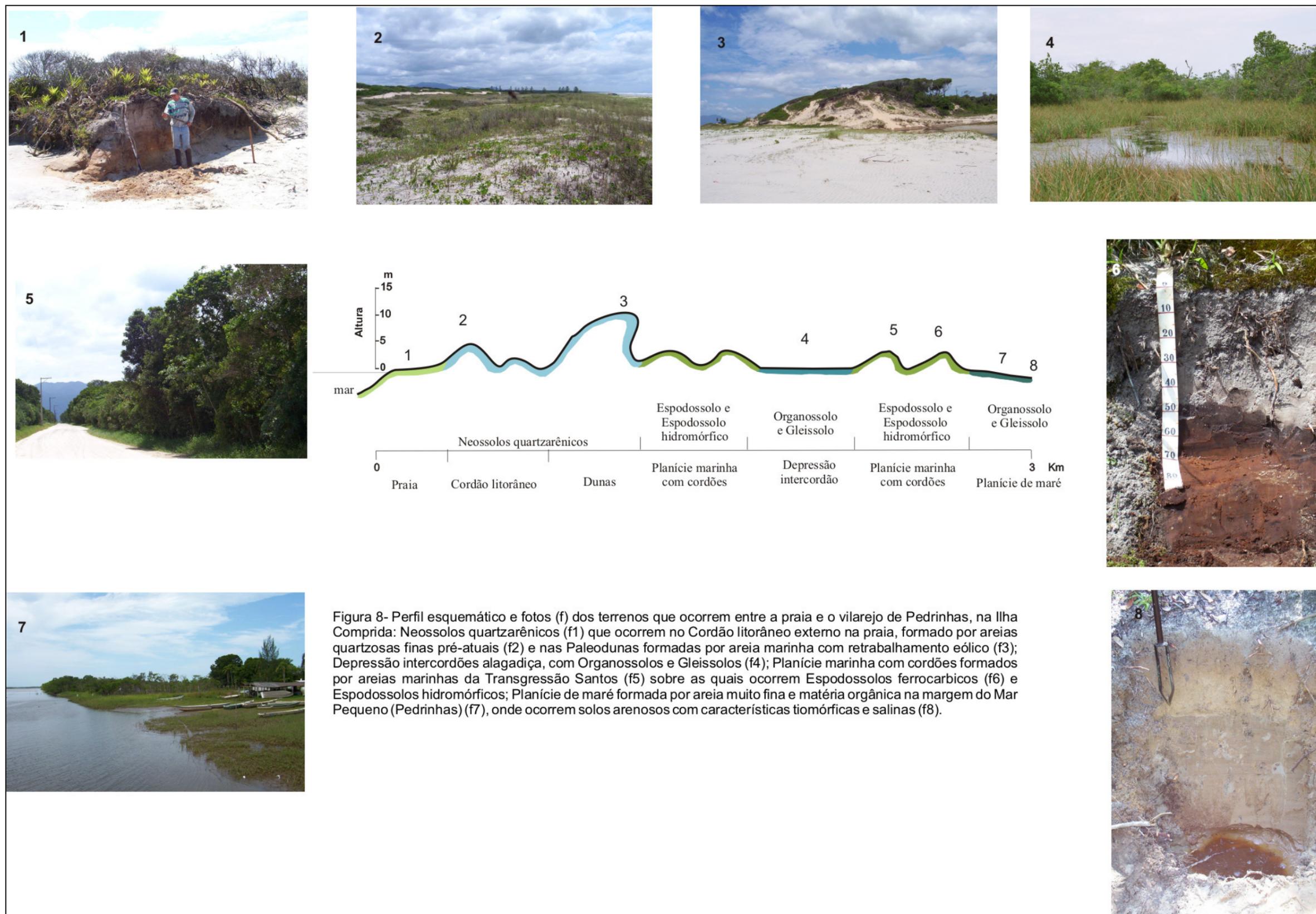
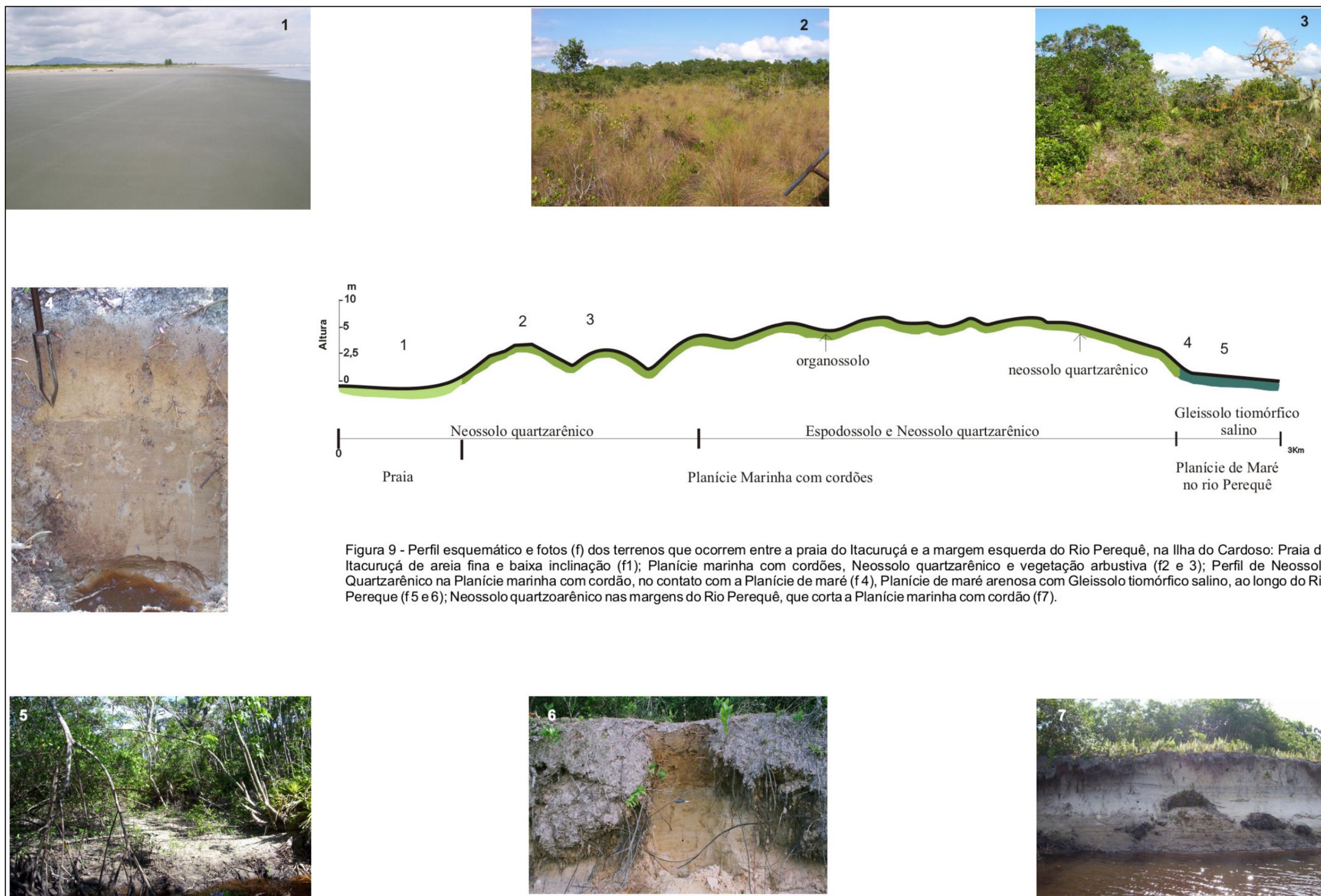


Figura 8- Perfil esquemático e fotos (f) dos terrenos que ocorrem entre a praia e o vilarejo de Pedrinhas, na Ilha Comprida: Neossolos quartzarênicos (f1) que ocorrem no Cordão litorâneo externo na praia, formado por areias quartzosas finas pré-atuais (f2) e nas Paleodunas formadas por areia marinha com retrabalhamento eólico (f3); Depressão intercordões alagadiça, com Organossolos e Gleissolos (f4); Planície marinha com cordões formados por areias marinhas da Transgressão Santos (f5) sobre as quais ocorrem Espodossolos ferrocárbicos (f6) e Espodossolos hidromórficos; Planície de maré formada por areia muito fina e matéria orgânica na margem do Mar Pequeno (Pedrinhas) (f7), onde ocorrem solos arenosos com características tiomórficas e salinas (f8).





## 2.4. O Planalto Ocidental

### 2.4.1. Contexto Regional

O Planalto Ocidental é uma das unidades fisiográficas do Estado de São Paulo, já identificada desde o trabalho pioneiro de MORAES REGO (1932).

Ainda na mesma década, DEFFONTAINES (1935) denomina o Planalto Ocidental de Zona dos Arenitos e Derrames Basálticos, reconhecendo nessa região o papel do substrato rochoso no condicionamento dos solos e da cobertura florestal, "... as zonas puramente de arenito dão campos ou cerrados de solo arenoso, os afloramentos de terra roxa que não são mais aqui simples manchas como na zona permiana, mas constituem verdadeiros lençóis, trazem suntuosas florestas, frequentemente mais rica ainda que as da Serra do Mar, como por exemplo a floresta de Palmitos do Norte do Paraná, cheias de jequitibas e perobas gigantes. Assim a paisagem acha-se entremeada de campos e de matas em relação direta com a constituição dos solos."

AB'SABER (1956) define esse setor do território de São Paulo como Chapadões Areníticos do Oeste Paulista, caracterizado-o como uma região constituída por "extensas plataformas interfluviais, extremamente rebaixadas, conformando uma sucessão interminável de colinas tabuliformes, amplas e ligeiramente onduladas. A amplitude altimétrica local não ultrapassa de 30 a 40 m."

ALMEIDA (1964) adota também a denominação Planalto Ocidental, descrevendo as relações existentes entre as rochas do Grupo Bauru e os relevos dessa região. Em seu trabalho enfatiza a importância dos arenitos calcários da Formação Marília na sustentação de relevos tabulares que se destacam sobre os relevos colinosos da região e que constituem o Planalto de Marília, Catanduva e Monte Alto (PONÇANO *et al.*, 1981).

Cabe destacar aqui a controversia existente quanto ao limite leste deste compartimento do relevo paulista, visto que alguns autores como MORAES REGO (1932), DEFFONTAINES (1935), e ROSS e MOROZ (1997) consideram que o Planalto Ocidental inicia-se a partir das Escarpas das Cuestas Basálticas, enquanto que AB'SABER (1956), ALMEIDA (1964) e PONÇANO *et al.* (1981) consideram que o substrato rochoso, basaltos e arenitos condicionam mudanças nas formas de relevo, que permitem definir o compartimento (provincia) Cuestas Basálticas.

Esta última proposta é também adotada pelo Mapa de Unidades de Relevo do Brasil (IBGE, 1993) que engloba o Planalto Ocidental Paulista, dentro do Planalto Central da Bacia do Paraná e as Cuesta Basálticas, dentro da unidade Patamares da Bacia do Paraná.

PONÇANO *et al.* (1981) reconhece na área de influencia das estações ecológicas de Caetetus e Assis a zona Áreas Indivisas e a zona Planalto de Marília, cujos relevos são apresentados na Figura 10 e descritos no Quadro 17.



As Áreas Indivisas, que constituem a maior parte do Planalto Ocidental, são representadas por relevos do tipo Colinas amplas (212) e por áreas restritas de Morros alongados e Espigões (234). No mapeamento de ROSS e MOROZ (1997), as áreas de Colinas amplas, apresentam-se subdivididas em relevos com topos tabulares, que predominam mais próximo ao sopé da escarpa do Planalto de Marília, e em relevos com topos convexos que predominam ao longo do Rio Paranapanema.

O Planalto de Marília apresenta em suas partes mais elevadas relevos de Colinas amplas (212) e Colinas médias (213). Em alguns locais essas colinas são delimitadas por Escarpas Festonadas (521) enquanto que em outros pontos o relevo elevado é desfeito em relevos do tipo Morros alongados e Espigões (234) e em Encostas sulcadas por vales subparalelos (511).

O relevo de colinas que ocorre no Planalto de Marília, constitui a superfície de cimeira da região, que apresenta caimento em direção ao Rio Paraná, estando em altitudes de 600 a 700 m. No sopé da escarpa desenvolve-se uma superfície mais jovem com caimento em direção ao Rio Paranapanema, com altitudes de 600 a 400 m.

Essas superfícies que ocorrem na região foram denominados respectivamente de Superfície I e Superfície III por LEPSCH (1977), ou Superfície antiga com cobertura arenosa (nível I) e Glacis inferior (nível III) por QUEIROZ NETO *et al.* (1978).

Para LEPSCH (1977) a Superfície I, ou Superfície Echaporã, que apresenta baixa densidade de canais fluviais, estaria associada a parte acumulativa das superfícies de aplanamento, desenvolvidas em períodos de baixa umidade, o que seria evidenciado pela constituição e espessura da cobertura detritica, por sua permeabilidade e grande resistência a erosão. A Superfície III estaria associada a partes erosivas e deposicionais de uma outra superfície de aplanamento, que teria sido erodida e entalhada por processos mais recentes, que originariam as demais superfícies. Figura 11.

Para QUEIROZ NETO *et al.* (1978) a Superfície Antiga com cobertura arenosa (nível I) corresponderia a um pediplano associado a presença de cascalheiras de seixos e blocos de quartzo e quartzito alterados, que no platô de Marília apresenta-se recoberta por material arenoso espesso. O Glacis Inferior (nível III) foi considerado como uma superfície de erosão desenvolvida ao longo dos eixos fluviais, que teria sido posteriormente dissecada, formando relevos com amplitudes de até 80 a 100 m.

Os dois autores reconhecem também a presença de uma superfície inclinada na borda dos platos, que teria sido responsável pelo seccionamento da Superfície de cimeira e pela exposição dos depósitos que a constituem. Essa feição foi denominada de Superfície II por LEPSCH (1977) e de Glacis Superior (nível II) por QUEIROZ NETO *et al.* (1978).

No Planalto de Marília a rede hidrográfica apresenta padrão dendrítico e subparalelo. A alta permeabilidade da cobertura detritica na superfície de cimeira, faz com que essas áreas apresentem baixa densidade de drenagem. Essa diferença de permeabilidade entre a cobertura



detritica e a rocha subjacente faz com que ocorram nascentes próximas à borda do platô, que dão origem a uns poucos canais fluviais, que drenam a superfície de cimeira. No sopé da escarpa ocorre grande número de nascentes, que dão origem a uma região com maior densidade de drenagem.

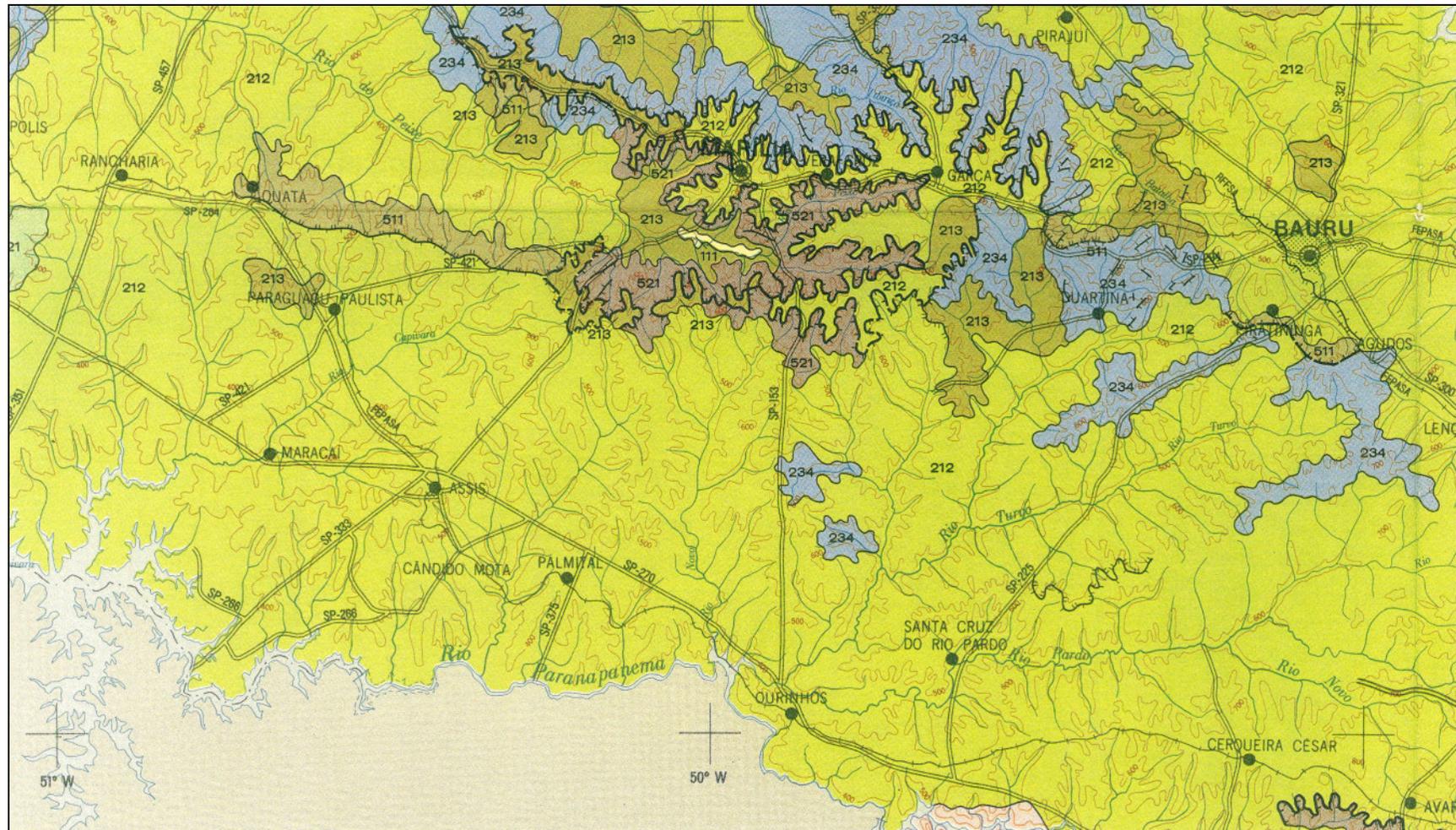


Figura 10. Tipos de relevo e compartimentos do Planalto Ocidental que caracterizam área de influência das Estações Ecológicas de Caetetus e Assis, compilado de PONÇANO *et al.* (1981) e ampliado para a escala 1:500.000. Tipos de relevo: Colinas amplas (212); Colinas médias (213), Morros alongados e Espigões (234), Encostas sulcadas por vales subparalelos (511) e Escarpas Festonadas (521). Zonas: Planalto de Marília (I) e Áreas Indivisas (II).



QUADRO 17 - Características gerais dos relevos do Planalto Ocidental que ocorrem na área de influência das Estações Ecológicas de Caetetus e Assis, elaborado com base no trabalho de PONÇANO *et al.* (1981).

TIPO DE RELEVO	MORFOGRAFIA	SUBSTRATO ROCHOSO	MORFODINÂMICA
Colinas amplas <b>212</b> Decl: < 15% Ampl: < 100m	Topos extensos e aplainados eventualmente com lagoas. Vertentes com perfis retilíneos. Vales abertos com planícies aluviais restritas. Drenagem de baixa densidade, padrão subdendritico	Arenitos finos a grossos com siltitos, argilitos, calcários, cimento e nódulos carbonáticos (Fm. Marília) Arenitos finos a muito finos com cimentação e nódulos carbonáticos (Fm. Adamantina). Basaltos (Fm. Serra Geral)	Reentalhes de canal ocasionais e de baixa intensidade
Colinas médias <b>213</b> Decl: < 15% Ampl: < 100m	Topos aplanados e convexos. Vertentes com perfis retilíneos e convexos. Vales abertos a fechados com planícies aluviais restritas. Drenagem de média a baixa densidade, padrão sub-retangular e sub-dendritico.		Erosão laminar, em sulcos, Ravinamento e boçorocas ocasionais e de alta intensidade
Morrotos alongados e espigões <b>234</b> Decl: > 15% Ampl: < 100m	Predominam interfluvios sem orientação preferencial, topos angulosos e achatados, vertentes ravinadas com perfis retilíneos. Drenagem de média a alta densidade, padrão dendritico, vales fechados.	Arenitos finos a grossos com siltitos, argilitos, calcários, cimento e nódulos carbonáticos (Fm. Marília) Arenitos finos a muito finos com cimentação e nódulos carbonáticos (Fm. Adamantina).	Erosão laminar, em sulcos e reentalhes de canal ocasionais e de baixa intensidade Rastejo localizado e de moderada intensidade
Encostas sulcadas por vales subparalelos <b>511</b> Decl: 15 - 30% Ampl: > 100m	Topos angulosos e arredondados. Vertentes com perfis retilíneos. Vales fechados. Drenagem de média densidade e padrão subparalelo a dendritico.	Arenitos finos a grossos com siltitos, argilitos, calcários, cimento e nódulos carbonáticos (Fm. Marília)	Erosão laminar, em sulcos, reentalhe de canal, rastejo, escorregamento e queda
Escarpas festonadas <b>521</b> Decl: > 30% Ampl: > 100m	Desfeita em anfiteatros. Os divisores de água têm topos angulosos. Vertentes com perfis abruptos, retilíneos e convexos. Vales fechados. Drenagem de média densidade padrão subparalelo a dendritico.		de blocos frequentes e de moderada a alta intensidade

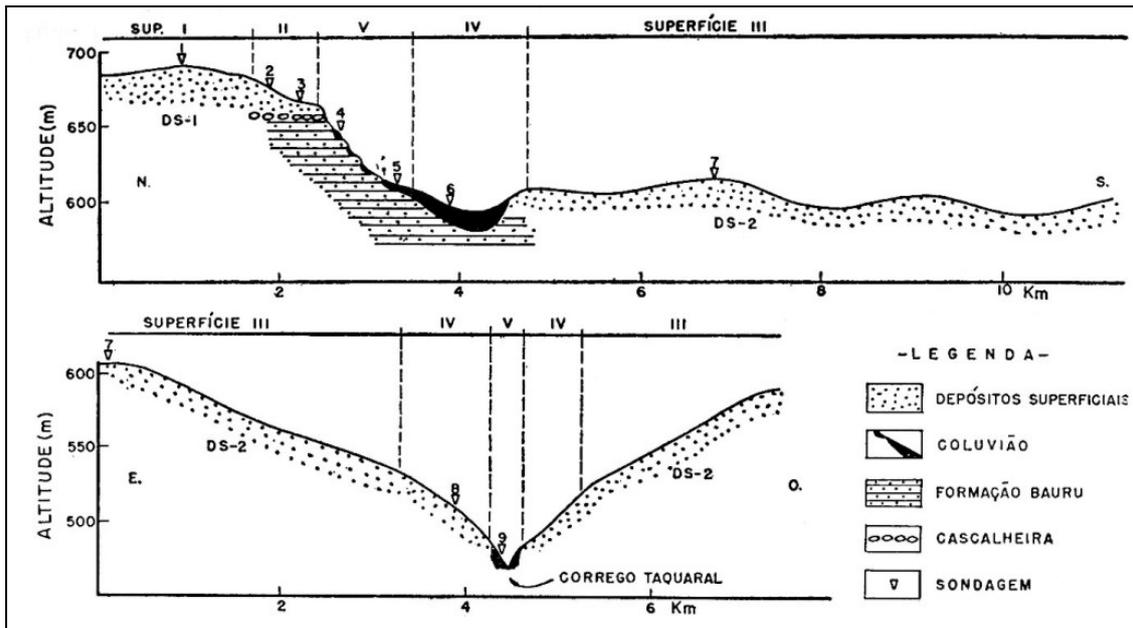


Figura 11 - Cortes transversais mostrando a relação entre superfícies geomorfológicas e depósitos superficiais, segundo LEPSCH (1977)

A região de estudo faz parte da Bacia Sedimentar do Paraná, que é constituída por rochas ígneas mesozóicas da Formação Serra Geral, rochas sedimentares das formações Adamantina e Marília, do Grupo Bauru e sedimentos continentais quaternários de aluviões, cuja distribuição tem como referência o trabalho de BISTRICHI *et al.* (1981) Figura 12.

Ocorrem ainda na região depósitos arenosos e areno-argilosos com cascalhos, que não se encontram delimitados nos mapas geológicos consultados. Esses sedimentos formam uma cobertura expressiva sobre o Planalto de Marília e em seu sopé, e foram descritos por PENTEADO & RANZANI (1973), SOARES & LANDIM (1976), LEPSCH (1977), QUEIROZ NETO *et al.* (1978), QUEIROZ NETO & JOURNAUX (1978) e MELO & PONÇANO (1983).

As **rochas ígneas básicas** (Formação Serra Geral) são constituídas por derrames basálticos de coloração cinza a negra, textura afanítica, formadas por labradorita zonada, clinopiroxênios e acessórios. Essas rochas predominam ao longo do Rio Paranapanema onde ocupam uma faixa de 15 a 50 quilômetros de largura.

O solo de alteração e o solo residual dessas rochas têm textura argilosa a muito argilosa, são muito consistentes, sendo comum a presença de blocos de rocha alterada no saprolito. A espessura do conjunto pode variar de 1,0 a 3,0 m. O solo residual varia de argiloso a argilo-siltoso tendo espessuras de 0,3 a 1,0 m, nos relevos mais ondulados, sendo superior a 2,5 m nos relevos mais suaves. Nas encostas mais íngremes a rocha sã ou alterada pode aflorar.

Os **arenitos de composição variada** do Grupo Bauru se depositaram na Bacia do Paraná, no Cretáceo Superior, possivelmente durante a fase de elaboração da Superfície de Aplanamento



Sul Americana (ou Japi). Na área de estudo o Grupo Bauru é representado pelas formações Adamantina e Marília.

A Formação Marília é constituída por arenitos de granulação fina a grossa, com conglomerados ricos em feldspatos e minerais pesados. Os arenitos ocorrem em bancos maciços ou com acamamento subparalelo incipiente e tênue estratificações cruzadas de médio porte. Intercalam-se lamitos, siltitos, argilitos e calcáreos, sendo freqüente a presença de cimento e nódulos carbonáticos. Essas rochas afloram principalmente nas bordas dos platôs e nas escarpas.

A Formação Adamantina é constituída por arenitos finos a muito finos, que se dispõe em bancos com estratificação cruzada, e por lamitos, siltitos e arenitos lamíticos, maciços ou com estratificação plano paralela. São comuns à presença de seixos de argilito, cimento e nódulos carbonáticos. Os afloramentos dessas rochas são raros na região de estudo, onde geralmente se observa a presença de espessas coberturas areno-argilosas.

O solo de alteração desses arenitos é areno-siltoso ou areno-argiloso, variando a fração de finos em consequência da composição dos arenitos, enquanto que a espessura da alteração varia em função do relevo.

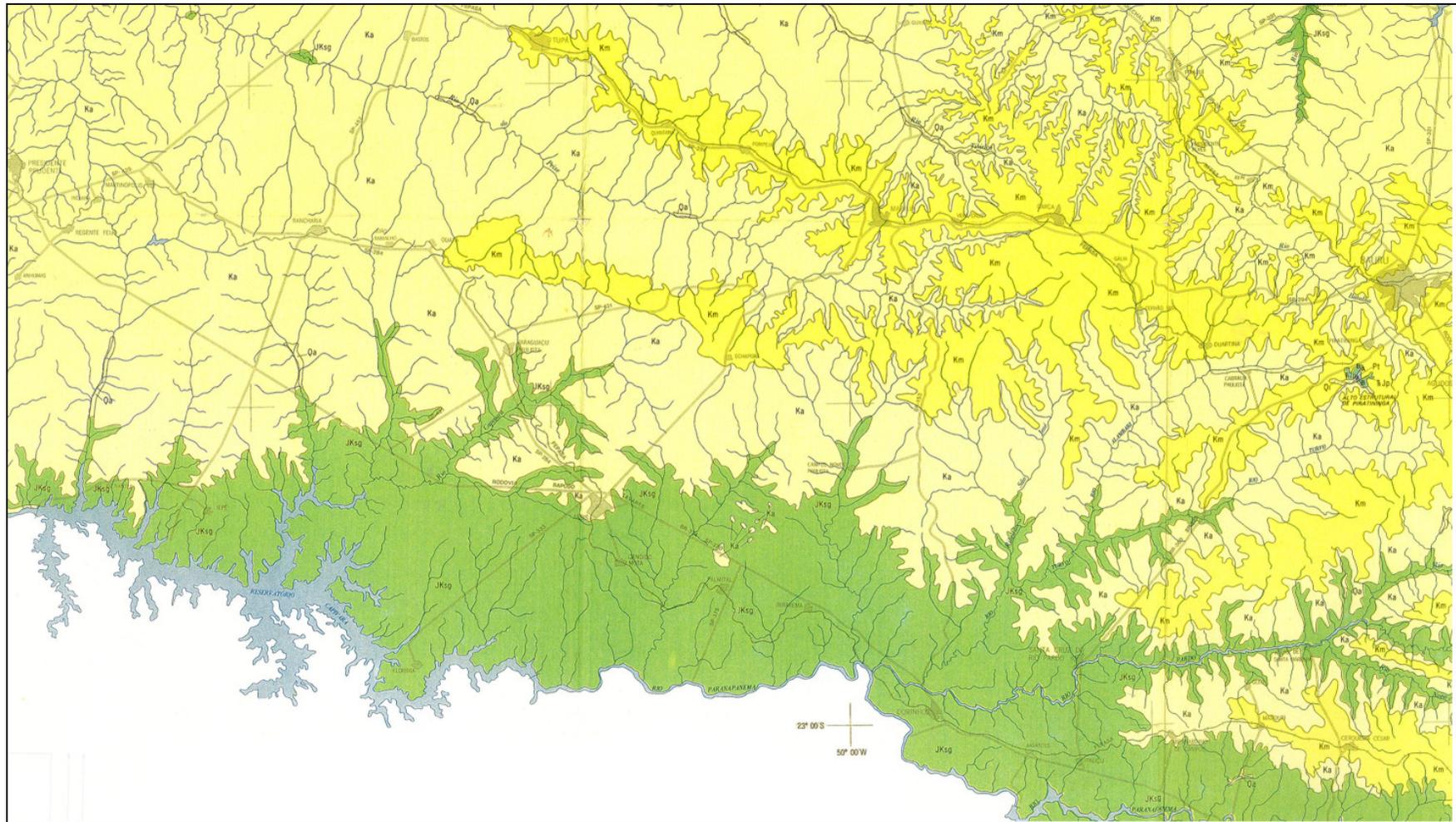


Figura 12 - Unidades litoestratigráficas presentes na região de estudo: Aluviões (**Qa**), Coberturas eluvio-coluvionares (**Qi**), Formação Marília (**Km**) Formação Adamantina (**Ka**). Formação Serra Geral (**JKsg**), Compilado do Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1: 500.000 (BISTRICHI *et al.*, 1981).



Os **sedimentos cenozóicos** que ocorrem na região são representados pelos sedimentos aluviais quaternários e pelas coberturas detríticas terciárias.

Os **sedimentos aluviais** mapeados na área de estudo estão associados a planícies fluviais estreitas e descontínuas. Os sedimentos aluviais são inconsolidados, com baixa capacidade de suporte, sendo constituídos por areia fina argilosa, argila orgânica, argila siltosa e cascalhos. Na base ocorrem camadas de areias e cascalhos finos. Os sedimentos aluviais têm espessuras variáveis.

As **coberturas detríticas terciárias** vem sendo descritas por diversos autores, desde a década de trinta, embora elas não tenham sido representadas nos mapas geológicos da região.

Esses depósitos, que se distribuem sobre os Planaltos de Marília e Echaporã, e no seu sopé, foram denominados respectivamente de DS -1 e DS-2 por LEPSCH (1977), tendo sido também descritos por QUEIROZ NETO *et al.* (1978).

Os depósitos de cimeira que ocorrem no Platô de Marília são areno-argilosos, com grânulos de quartzo, muito porosos, friáveis e sem estrutura, apresentando na base, cascalheiras constituídas por seixos de quartzo e quartzito, subarredondados e de diâmetros variados. Em alguns locais observam-se camadas de argila de cores vermelha e vermelha escura, em profundidades de até 6 m. Esses depósitos apresentam espessuras de 3 a 20 m, ocorrendo geralmente sobre os arenitos cretáceos. Na borda do platô de Echaporã os depósitos estão truncados expondo uma camada contínua de seixos de quartzo, com espessuras de 30 a 50 cm (LEPSCH, 1977).

A fração argila desses sedimentos é constituída por argilo minerais de caulinita, gibssita e hidróxido de ferro, diferenciando-se das argilas constituintes dos solos derivados dos sedimentos da Formação Marília, que são formadas de modo predominante por atapulgita e por menores quantidades de montmorilonita. As maiores quantidades de caulinita nos depósitos do platô mostram que esses depósitos são mais intemperizados e sugerem uma idade mais antiga para eles (LEPSCH, 1977).

QUEIROZ NETO *et al* (1978) cita que os cascalhos além de quartzo podem apresentar grânulos, nódulos carbonatados e fragmentos de argilito provenientes dos arenitos cretáceos.

Os depósitos de sopé (DS -2) são também areno-argilosos, e com cascalheiras menos desenvolvidas na base. Sua espessura pode ser maior que uma dezena de metros. A relação areia fina / areia grossa desses depósitos tem características intermediárias entre a dos arenitos cretáceos e a da cobertura detrítica superior, o que sugere que ela tenha sido derivada desses dois materiais, que foram depositados durante a fase de morfogênese responsável pela elaboração da Superfície III (LEPSCH, 1977).

Estes depósitos apresentam ampla distribuição regional, ocorrendo à oeste de Assis, onde se estende também sobre os basaltos, como se pode observar nos trabalhos de campo.



Os solos que ocorrem na região têm sua distribuição condicionada pelas características do substrato rochoso e do relevo. Segundo OLIVEIRA *et al.* (1999), são diferenciadas quatro (4) classes principais de solos: Argissolos, Neossolos, Latossolos e Nitossolos, (Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / EMBRAPA, 1999) os quais se desenvolvem sobre rochas sedimentares arenosas do Grupo Bauru e rochas ígneas básicas, da Formação Serra Geral, Figura 13.

Os Argissolos Vermelho–Amarelos estão de modo geral associados aos arenitos das formações Marília e Adamantina, apresentando, variações condicionadas pelo relevo. A unidade Argissolo Vermelho–Amarelo (PVA2) textura arenosa/média e média de relevos suave ondulado e ondulado e a de Argissolo Vermelho–Amarelo (PVA10) com Argissolo Vermelho, ambos de textura arenosa/argilosa e arenosa/média e com o Latossolo Vermelho textura média relevos suave ondulado e plano, correspondem ao relevo do tipo Colinas amplas, que ocorrem sobre o Planalto de Marília e nas Áreas Indivisas.

De maneira geral, pode-se considerar que nos topos ocorrem os latossolos de textura média e argissolos de textura próxima à arenosa e arenosa em superfície, profundos, com fertilidade baixa e saturação por alumínio elevada. Essa situação confere aos solos uma drenagem interna quase sempre excessiva no latossolos e bem drenada nos argissolos. No caso da textura binária, a presença de camadas ou horizontes de textura mais fina permite a retenção de água por maior período de tempo. Estas condições devem condicionar o estabelecimento dos diferentes tipos florestais da região.

Próximo às escarpas e nas colinas diretamente abaixo destas, os solos tendem a aumentar sua fertilidade e disponibilidade hídrica, propiciando estabelecimento de outro tipo de vegetação, as florestas.

Nas Colinas amplas sustentadas por arenitos, atribuídos a Formação Adamantina, ocorre Latossolo Vermelho (LV78) textura média, relevo plano associado aos Argissolos Vermelho–Amarelos e Vermelhos textura arenosa/média relevo suave ondulado. Nesses setores, também predomina solos com fertilidade baixa, a exceção de trechos mais próximos às calhas dos rios, onde os solos se apresentam pouco mais férteis.

As unidades Argissolo Vermelho–Amarelo (PVA1) textura arenosa/média, relevo suave ondulado e ondulado e a unidade Argissolo Vermelho–Amarelo (PVA5) textura arenosa/média relevo ondulado e suave ondulado + Argissolo Vermelho–Amarelo textura arenosa/argilosa relevo ondulado ocorrem associados a relevos de Colinas médias (213), Morros alongados e Espigões (234) e Encostas sulcadas por vales subparalelos (511).

Estes terrenos compreendem solos de boa fertilidade e ocorrem tanto imediatamente acima da escarpa, quanto na própria escarpa e sua base. Suas limitações correm devido às profundidades efetivas menores e a possibilidade de ocorrência de erosão em sulco.

Os Neossolos Litólicos (RL4) textura média e argilosa relevo forte ondulado e montanhoso + Argissolos Vermelho–Amarelos textura arenosa/média e arenosa/argilosa relevo forte ondulado e



ondulado + Afloramentos de Rochas, estão associados ao relevo Escarpas Festonadas (521), que delimitam o Planalto de Marília, e se desenvolvem de modo predominante sobre arenitos da Formação Marília.

Neste setor encontram-se os solos mais férteis da região por serem mantos de alteração de pequena profundidade, portanto muito próximos do arenito carbonático que é material de origem. A disponibilidade hídrica é boa, pois o lençol d'água tende a ser pouco profundo, porém a pequena profundidade e a textura, quase sempre muito próxima à arenosa não permitem a acumulação. O relevo muito inclinado e a profundidade do solo limitam sua utilização sendo, contudo, favoráveis ao desenvolvimento da floresta.

Os Latossolos Vermelhos (LV1) textura argilosa relevo plano e suave ondulado predominam nas áreas de ocorrência de relevo de Colinas amplas sustentadas por rochas ígneas básicas da Formação Serra Geral, que ao longo dos vales mais encaixados dão origem aos Nitossolos Vermelhos (NV1) + Latossolos Vermelhos textura argilosa relevo suave ondulado a ondulado.

Os latossolos vermelhos apresentam-se com fertilidade variada, ora pouco férteis, ora férteis. A profundidade dos solos é elevada com drenagem interna muito boa, apesar da textura argilosa. Essa drenagem é dada, principalmente pela estrutura desses solos, granular em microagregados, que permite a circulação de água até maiores profundidades. Já a unidade que compreende os nitossolos apresenta-se muito fértil, sua drenagem interna é boa, porém menor que nos latossolos.

Essas condições de fertilidade que outrora sustentaram as florestas descritas por DEFFONTAINE (1935) e as condições de relevo tornaram essas áreas intensamente utilizadas pela agricultura.

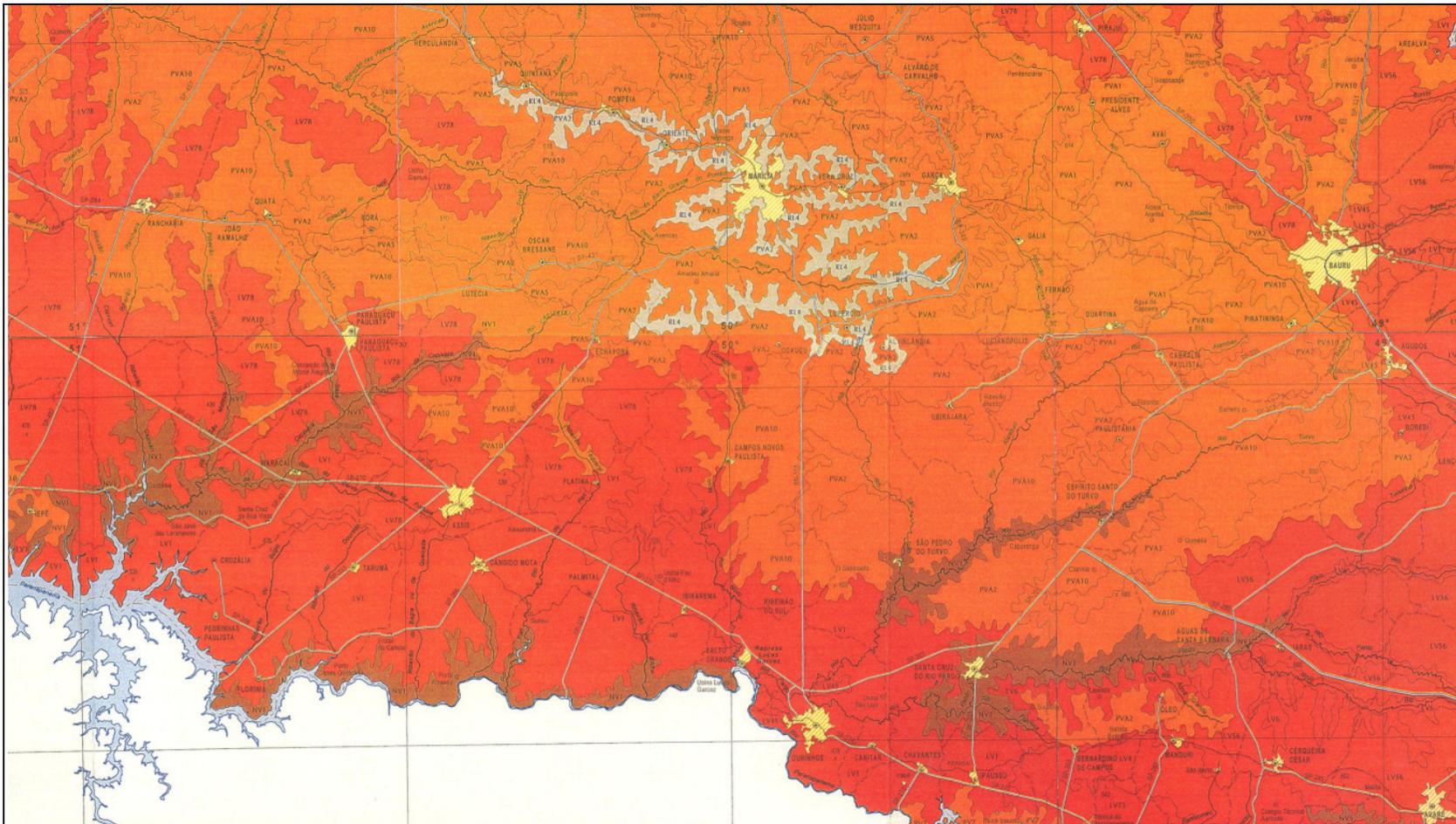


Figura 13 – Classes de solos que ocorrem no Planalto Ocidental, na região de influência das Estações Ecológicas de Caetetus e Assis. Argissolos Vermelho–Amarelos (PVA 1, 2, 5 e 10); Argissolos Vermelhos; Neossolos Litólicos (RL4), Latossolos Vermelhos (LV1) e Nitossolos Vermelhos (NV1). Compilado do Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, escala 1: 500.000 (OLIVEIRA *et al.*, 1999).



A evolução do Planalto Ocidental, para MORAES REGO (1932), estaria associada a uma fase de levantamento do fim do período cretáceo, e a um evento de peneplanação do Eoceno (ou Mioceno). Em seguida teria ocorrido nova fase de levantamento associada a um ciclo erosivo que se estenderia até antes do Plioceno, cuja influência se faria sentir ainda nos dias atuais.

Nesta fase de entalhe teria se delineado a rede de drenagem atual e a escarpa do Planalto Ocidental. Nesta época cria-se a topografia em Cuesta, sendo que a oeste da escarpa forma-se o Planalto Ocidental cuja altitude cai suavemente para oeste acompanhando o caimento das camadas das rochas da Bacia Sedimentar do Paraná. Durante o Plioceno uma fase de sedimentação ocorre em vários pontos do Estado, sendo seguida por novo ciclo erosivo, eoquaternário, que seria responsável pela esculturação do relevo atual.

Essa fase de sedimentação, que recobre o Planalto Ocidental, segundo MORAES REGO (1932), seria responsável pela formação de depósitos areno-argilosos, com espessuras de dezenas de metros, que teriam idade pliocenica e seriam contemporâneas as argilas terciárias da Bacia de São Paulo.

Para QUEIROZ NETO e JOURNAUX (1978) os depósitos e a superfície de cimeira do Planalto de Marília corresponderiam a um pediplano de idade terciária média (Superfície Paleogênica ou das Cristas Médias), enquanto que os depósitos inferiores estariam associados a elaboração de extensos pediplanos neogênicos. Essas etapas evolutivas e sua cronologia são também corroboradas por PENTEADO & RANZANI (1973), LEPSCH (1977) e MELO e PONÇANO (1983).

Embora os sedimentos terciários da região sejam conhecidos desde a década de 30, ainda não se tem datações precisas sobre a idade dessas coberturas detriticas que permitam balizar as diferentes propostas de evolução do Planalto Ocidental.

No entanto os estudos palinológicos realizados por SALGADO LABOURIAU *et al.* (1998), mostram que no interior da região central e sudeste a vegetação e o clima durante o Quaternário têm apresentado variações significativas, evoluindo de um clima mais frio e seco do Pleistoceno para um clima mais quente e úmido durante o Holoceno (Recente), Quadro 18



Quadro 18 - Principais características da vegetação e do clima na região central do Brasil (Águas Emendadas, Cromínia, Lagoa Santa, Lagoa dos Olhos, Salitre e Serra Negra). Baseado em SALGADO LABOURIAU *et al.* (1998).

Idade (anos B.P.)	Características da Vegetação e do Clima	Condições predominantes
50.000 a 40.000	Clima mais seco e árido	Período mais seco
32.400	Pólen de arvores indicam florestas galerias ao longo dos rios e arvores de cerrado. Clima similar ao atual e com estação seca mais curta que as atuais	Período frio e mais úmido com decréscimo da temperatura.
32.390 a 28.300	Diminuição dos polens arbóreos, abundancia de algas e gramíneas e paludosas. Clima úmido e mais frio que o atual	
28.000 a 19.000	Decréscimo da diversidade de pólen de arvores, dominam pólen de herbáceas e plantas aquáticas	
21.500	Pólen de gramíneas, plantas aquáticas e arvores de savana, cerrado arbóreo com florestas de galeria. Clima frio e umidade alta	
20.000	Pequena diminuição da umidade	
19.000 a 11.300	Predominam gramíneas ciperáceas e plantas aquáticas, poucas arvores. Clima mais frio e seco que o atual e com estação seca mais longa	Fase seca e fria que marca a passagem do Pleistoceno para o Holoceno
10.500 a 7.000	Vegetação muito esparsa. Clima seco	
6.680 a 5.000	Vegetação de cerrado. Clima mais quente e com estação seca mais prolongada que o atual. Aumento da pluviosidade e da umidade (Fase de transição)	Fase de transição
5.800 a 4.900	Fase de chuvas torrenciais e climas mais úmidos	Período mais quente e úmido passando as condições atuais
4.000 a 3.000	Chuvas torrenciais e escorregamentos	
3100 a 1500	Aumento de pólen arbóreos de espécies de cerrado e de floresta semidecídua de galeria. Aumento da Pluviosidade	
4600 ao atual	Vegetação similar a atual de cerrado. Clima quente com pronunciada estação seca.	



## 2.4.2. Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual da Estação Ecológica de Caetetus

A Parcela Permanente, de 10,24ha, da Estação Estadual de Caetetus está ocupada pela Floresta Estacional Semidecidual, que se desenvolve sobre Argissolos Vermelho-Amarelos e Gleissolo Háptico (SOARES, 2003). Os Argissolos ocorrem sobre relevos colinoso com altitudes de 564 a 550 m, enquanto que o Gleissolo está associado a Planície de inundação de um canal de primeira ordem paralelo ao lado noroeste da Parcela Permanente.

O relevo colinoso, caracterizado por uma associação de Colinas amplas e médias, é sustentado por arenitos carbonáticos da Formação Marília e por coberturas detriticas argilo-arenosas terciárias, com cascalhos na base e que tem distribuição errática. A presença dessas coberturas com cascalhos na base foram observadas no contato com arenitos muito alterados em alguns pontos da drenagem e na base do Perfil 6, na Parcela N9, descrito por SOARES (2003).

### 2.4.2.1. Área de Influência

A Área de Influência da Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual de Caetetus, analisada na escala 1:50.000, limitada pelas coordenadas UTM 22k 6287 - 6400 e 7516 - 7530, abrange uma área com cerca de 160 km<sup>2</sup>.

A Área de Influência da Parcela Permanente de Caetetus é constituída por arenitos carbonáticos da Formação Marília e por coberturas detriticas argilo-arenosas terciárias, que ocorrem em dois níveis topográficos distintos, que condicionam a distribuição dos terrenos, diferenciados por seus elementos constituintes e atributos. Na área foram delimitados cinco tipos de terrenos que tem seus atributos sumariados no Quadro 19 e sua distribuição apresentada nas Figuras 14 e 15.

O nível topográfico mais elevado, com altitudes de 650 a 690 m, ocorre sobre trecho do Planalto de Marília, onde foram diferenciadas a Unidade Ca – Colinas amplas do topo do platô e a Unidade R - Rampa inclinada da borda do platô. Esse platô é limitado por escarpa com amplitudes de 50 a 100 m, que constitui a Unidade Ea – Escarpa, que esta entre as altitudes de 690 a 600 m.

O nível topográfico inferior, com altitudes 600 a 550 m, desenvolve-se no sopé da escarpa onde se diferenciaram, a Unidade Cm - Colinas do sopé da escarpa, sobre o qual está implantada a Parcela Permanente, a Unidade Pi – Planície de inundação e a Unidade Caa – Colinas amplas do aplanamento inferior, que tem ocorrência restrita nesta área de estudo. As características dessas unidades encontram-se sumariadas nos Quadros 20 a 24.

As unidades Ca e R, diferenciadas no mapeamento na escala 1: 50.000, da área de influência desta parcela, apresentam variações quanto ao substrato rochoso, ao solo e a cobertura florestal, condicionadas pelos processos modernos de evolução do relevo e que não puderam ser



diferenciadas e delimitadas no mapa regional (1:250.000) de modo que foram agrupadas em uma única unidade (CaR).

Quadro 19 - Compartimentos topográficos e atributos dos tipos de terrenos delimitados na Área de Influência da Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual de Caetetus.

Nível topográfico (m)	Tipo de Terreno	Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos*
650 a 690	<b>Ca</b>	Colinas amplas	Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho antiga e Arenitos carbonáticos da Fm. Marília	Latossolo Vermelho(LE1,2 ,4) Latossolo Vermelho-Amarelo (LV 1,2,3) Argissolo Vermelho (PE1) Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo latossólico (PE 4)
	<b>R</b>	Rampa inclinada da borda do plato	Arenitos carbonáticos da Fm. Marília e níveis de cascalhos basais da cobertura detritica argilo-arenosa antiga.	Argissolo Vermelho ou Vermelho Amarelo + Luviossolo Crômico (PV2,6)
690 a 600 (altimétria)	<b>Ea</b>	Escarpa	Paredes rochosas e afloramentos de arenitos carbonáticos.	Neossolo Litólico + afloramento de rocha + Argissolo Vermelho – Amarelo + Luviossolo Crômico (R1, 2)
600 a 550	<b>Cm</b>	Colinas do sopé da escarpa	Arenitos carbonáticos e Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho.	Argissolo Vermelho–Amarelo + Luviossolo Crômico (PV2) Argissolo Vermelho (PE 1,3)
	<b>Caa</b>	Colinas amplas do aplanamento inferior	Cobertura detritica areno-argilosa com cascalho e arenitos muito alterados	Latossolo Vermelho (LE1,2 ,3) Latossolo Vermelho-Amarelo (LV 2) Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo latossólico (PE 4)
	<b>Pi</b>	Planície de inundação	Areia fina, argila, materia orgânica e níveis de cascalho.	Gleissolo Hápico e Neossolo Flúvico (G)

\* As informações sobre os solos foram obtidas da Carta Pedológica Semidetalhada do Estado de São Paulo – Folha de Marília (COELHO et al, 2000).

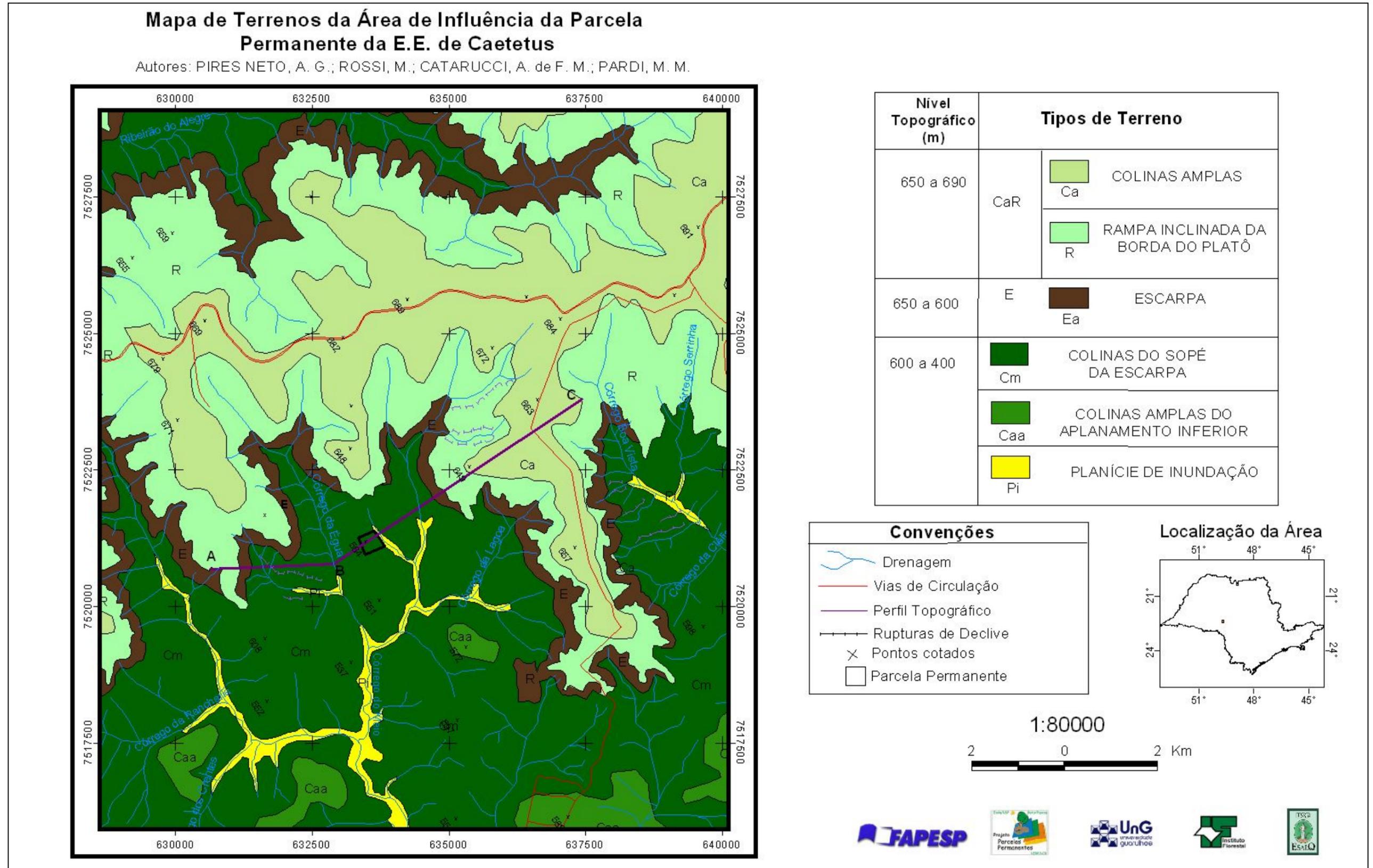


Figura 14- Mapa dos Tipos de Terreno da Área de Influência da Parcela Permanente da Floresta Estacional Semidecidual da Estação Ecológica dos Caetetus



Legenda do Mapa de Terrenos da Área de Influência da Parcela Permanente de Floresta estacional Semidecidual da Estação Ecológica de Caetetus

Nível topográfico (m)	Tipo de Terreno	Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos
650 a 690	Ca	COLINAS AMPLAS	Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho antiga e Arenitos carbonáticos da Fm. Marília	Latossolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico álico textura média e Latossolo argissólico (LE1,2,4 e LV 1,2) e Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico latossólico ou não álico textura arenosa/média (PE4,3)
	CaR	RAMPA INCLINADA DA BORDA DO PLATO	Arenitos carbonáticos da Fm. Marília e níveis de cascalhos basais da cobertura detritica argilo-arenosa antiga.	Argissolo Vermelho ou Vermelho Amarelo eutrófico abrupto ou não textura arenosa/média e Luvissoilo Crômico pálico arênico ou abrupto textura arenosa/média (PV2, PE1)
690 a 600 (altimétria)	E	ESCARPA	Paredes rochosas e afloramentos de arenitos carbonáticos.	Neossolo Litólico psamítico ou eutrófico (textura arenosa ou média) + afloramento de rocha
600 a 400	Cm	COLINAS DO SOPE DA ESCARPA	Arenitos carbonáticos e Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho.	Argisolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto textura arenosa/média + Luvissoilo Crômico pálico arênico ou abrupto textura arenosa/média (PV2) Argissolo Vermelho ou vermelho amarelo eutrófico ou distrófico textura arenosa/média (PE 1,3)
	Caa	COLINAS AMPLAS DO APLANAMENTO INFERIOR	Cobertura detritica areno-argilosa com cascalho e arenitos muito alterados	Latossolo Vermelho ou vermelho-amarelo distrófico álico textura média e latossolo argissólico (LE1,2,3 e LV 2) e Argissolo Vermelho ou vermelho-amarelo distrófico latossólico álico textura arenosa/média (PE 4)
	Pi	PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO	Areia fina, argila, materia orgânica e níveis de cascalho.	Gleissolo Háptico eutrófico e Neossolo Flúvico eutrófico textura indiscriminada (G)

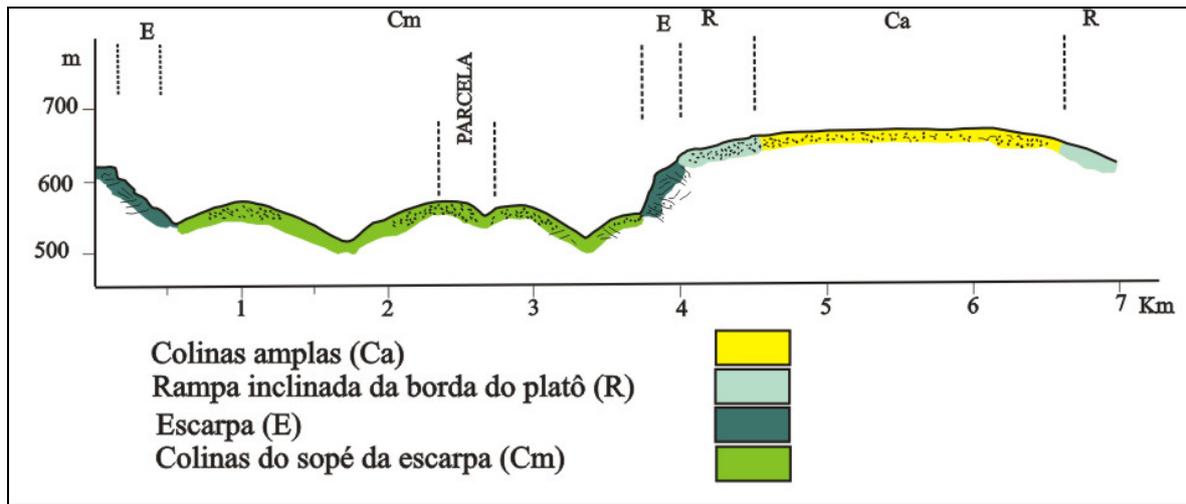


Figura 15 - Perfil mostrando a relação entre os níveis topográficos e a distribuição dos tipos de terreno na Área de Influência da Parcela Permanente de Caetetus. **Nível 650 – 690** : Unidade Ca – Colinas amplas do topo do plato; Unidade R - Rampa inclinada da borda do platô; Unidade Ea – Escarpa (altitudes de 690 – 600) e **Nível 600 – 550**: Unidade Cm - Colinas do sopé da escarpa.



Quadro 20 - Caracterização e descrição da Unidade Colinas amplas do topo do platô (Ca), na Área de Influência da Floresta Estacional Semidecidual da E.E. de Caetetus.

UNIDADE Ca	
Colinas amplas do topo do platô	
RELEVO	<p>Colinas amplas Altitude : 650 a 690 m Amplitude : 25 a 50 m Comprimento de rampa: 500–1500 m Inclinação: 2,5 a 6%</p> <p>Colinas amplas de topos amplos convexos e subhorizontais. Perfis de vertentes contínuos retilíneos e longos. Vales erosivos abertos. Padrão de drenagem subdendrítico de baixa densidade.</p>
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	<p>Cobertura areno-argilosa antiga com granulos de quartzo angulosos e lavados, observando-se nos cortes espessuras de 2 a 4 m, podendo em alguns pontos ser superior a 6m. A base da cobertura caracterizada pela presença de linhas de seixos de quartzo subarredondados com diâmetros de 0,5 a 3 cm e com espessura de 10 a 50 cm.</p>
UNIDADES DE SOLOS	<p>-Latosolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrófico típico álico ou não A moderado ou fraco textura média (LE1, LV1); -Latosolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrófico argissolico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (LE2); -Associação de Latossolos Vermelho e Vermelho-Amarelo ambos Distróficos típicos álicos A moderado ou fraco textura média (LE4); -Latosolos Vermelho-Amarelo Distrófico argissolico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (LV2); -Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrófico latossolico álico ou não A moderado ou fraco textua arenosa/média (PE4)</p>
DINÂMICA SUPERFICIAL	<p>Erosão laminar e em sulcos ocasionais e de baixa intensidade. Processos de intemperismo e da pedogênese generalizados de média a alta intensidade</p>
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	<p>Área de ocorrência de cerrado, porém não foram detectados remanescentes da vegetação natural. Presença de capoeira, vegetação em regeneração.</p>
POTENCIALIDADES	<p>São solos em geral com fertilidade muito baixa, textura grossa (arenosa) ou muito próxima do arenoso, profundos e com retenção hídrica baixa. Prestam-se para a agricultura com manejos de fertilização e irrigação para obtenção de produtividades economicamente viáveis. Com relação ao relevo permitem a mecanização. Cascalho e areia para pavimentação viária.</p>
RESTRICÇÕES	<p>Susceptibilidade a erosão laminar, em sulcos quando da remoção do solo superficial devido a obras de terraplenagem ou devido a obras de drenagem que provocam a concentração do escoamento superficial.</p>
DIAGNÓSTICO	<p>Terreno pouco sensível a interferências antrópica</p>

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Freqüente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*

**Quadro 21 - Caracterização e descrição da Unidade Rampas inclinadas da borda do platô ( R), na Área de Influência da Floresta Estacional Semidecidual da E.E. de Caetetus.**

UNIDADE R		
Rampa inclinada da Borda do platô		
RELEVO	Rampa inclinada Altitude : 600 a 650 m Amplitude : 20 a 80 m Comprimento de rampa: 200 – 1800 m Inclinação: 3 a 10%	Rampas com topos subhorizontais a convexos. Perfis de vertentes contínuos retilíneos e longos. Vales erosivos abertos. Padrão de drenagem subdendrítico de baixa densidade.
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	Arenitos finos a grossos, por vezes calcíferos, intercalados com siltitos, argilitos, arenitos muito finos, com níveis rudáceos e nódulos carbonáticos (Fm.Marília) e camadas basais da Cobertura areno-argilosa antiga constituída por níveis de cascalho formados por seixos de quartzo subarredondados, com diâmetros de de 0,5 a 3 cm e com espessura de 10 a 50 cm, intercalados com camadas de areias coglomeráticas e argilas.	
UNIDADES DE SOLOS	-Luvissole Crômico Pálico arênico ou abruptico A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico A moderado ou fraco textura arenosa/média (PV2)  -Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico ou abruptico álico ou não Ta ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (PV 6)	
DINÂMICA SUPERFICIAL	Erosão laminar e em sulcos e entalhe fluvial são ocasionais e de baixa intensidade.	
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	Área de ocorrência de mata e capoeira de regeneração. A presença da floresta estacional semidecidual é confirmada pelos remanescentes de Caetetus??Mata?? e outros fragmentos da região.	
POTENCIALIDADES	Dominam solos com boa fertilidade, de textura arenosa a média, portanto permeáveis. O relevo permite mecanização. Cascalho e areia para pavimentação viária.	
RESTRICÇÕES	Solos com restrições quanto à profundidade, principalmente nas proximidades das escarpas. Susceptibilidade a erosão laminar, em sulcos quando da remoção do solo superficial devido a obras de terraplenagem ou devido a obras de drenagem que provocam a concentração do escoamento superficial.	
DIAGNÓSTICO	Terreno pouco sensível a interferências antrópica	

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Frequente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*



Quadro 22 - Caracterização e descrição da Unidade Escarpa (Ea), na Área de Influência da Floresta Estacional Semidecidual da E.E. de Caetetus.

UNIDADE Ea Escarpa		
RELEVO	Escarpas Altitude : 600 a 690 m Amplitude : 50 a 120 m Comprimento de rampa: 200 – 500 m Inclinação: 15 a 50%	Escarpas dissecadas de baixa amplitude sendo mais abrupta e definida nas cabeceiras de drenagem e descontínua ao longo dos divisores de água. Perfis de vertentes descontínuos com segmentos retilíneos, convexos e escarpados, com afloramentos rochosos. Vales erosivos encaixados. Densidade de drenagem média.
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	Arenitos finos a grossos, por vezes calcíferos, intercalados com siltitos, argilitos, arenitos muito finos, com níveis rudáceos e nódulos carbonáticos (Fm. Marília)	
UNIDADES DE SOLOS	-Associação de Neossolo Litólico Psamítico típico A chernozêmico ou moderado ou Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico textura média ou Eutrófico típico A moderado textura média e Afloramentos de rocha (R1)  -Associação de Neossolo Litólico + Neossolo Litólico???? + Neossolo Regolítico + Luvissolo Crômico + Argissolo Vermelho-Amarelo todos de textura arenosa ou média e Afloramentos de rocha. (R2)	
DINÂMICA SUPERFICIAL	Erosão laminar, erosão em sulcos, ravinas e rastejo são ocasionais e de baixa intensidade. Escorregamentos pequenos e queda de blocos são frequentes e de média intensidade. Entalhe fluvial sazonal intenso associado ao escoamento torrencial	
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	Domina a cobertura florestal de mata. Presença da floresta estacional semidecidual neste setor.	
POTENCIALIDADES	Solos com alta fertilidade. Terras aptas para a proteção e abrigo da fauna e da flora silvestre.	
RESTRICÇÕES	Dificuldade de ocupação devido à inclinação das encostas e ao risco de processos erosivos. Solos com restrições quanto à pequena profundidade efetiva e a presença de afloramentos rochosos Áreas com terras inaptas para lavouras, pastagem plantada e silvicultura.	
DIAGNÓSTICO	Terreno muito sensível à interferência antrópica	

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Frequente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*



Quadro 23 - Caracterização e descrição da Unidade Colinas do sopé da escarpa (Cm), na Área de Influência da Floresta Estacional Semidecidual da E.E. de Caetetus.

UNIDADE Cm Colinas do sopé da escarpa		
RELEVO	Colinas amplas e médias Altitude : 600 a 550 m Amplitude : 30 a 60 m Comprimento de rampa: 400 – 1000 m Inclinação: 4 a 10%	Colinas amplas e médias com topos amplos e convexos. Perfis de vertentes contínuos retilíneos e longos. Presença de ressaltos topográficos e cornijas. Vales abertos erosivos e erosivos-acumulativos. Vales acumulativos somente nos rios maiores. Padrão de drenagem subdendrítico de média densidade.
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	Arenitos finos a grossos, por vezes calcíferos, intercalados com siltitos, argilitos, arenitos muito finos, com níveis rudáceos e nódulos carbonáticos (Fm.Marília). Cobertura areno-argilosa mais nova com cascalheiras menos desenvolvidas na base. Sua espessura pode ser maior que uma dezena de metros. A relação areia fina / areia grossa desses depósitos tem características intermediárias entre os arenitos cretáceos e a cobertura detrítica superior.	
UNIDADES DE SOLOS	-Argissolo Vermelho-Amarelo ou Vermelho Eutrófico típico A moderado ou fraco textura arenosa/média (PV1 e PE1); -Luvisolo Crômico Pálico arênico ou abrupto A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto A moderado ou fraco textura arenosa/média (PV2); -Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico ou abrupto álico ou não Ta ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (PV 6); -Latossolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (LE2).	
DINÂMICA SUPERFICIAL	Erosão laminar e ravinas são freqüentes e de média intensidade. Nos locais com concentração de escoamento superficial os processos podem ser intensificados formando boçorocas ocasionais e de alta intensidade. Entalhe fluvial sazonal generalizada de alta intensidade.	
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	Predomina a Floresta Estacional Semidecidual nos solos definidos como férteis e com disponibilidade hídrica (Parcela Permanente). Fragmentos de mata e capoeira são freqüentes nesse setor. Também são identificados remanescentes de cerrado e cerradão, principalmente nos topos, associados aos solos de baixa fertilidade e retenção hídrica (PV6 e LE2).	
POTENCIALIDADES	São solos com potencial de fertilidade variado (de férteis a não férteis) que permitem mecanização e diferentes graus de manejo. São terras inaptas ou com aptidão restrita para lavoura de nível tecnológico baixo, tendo, no entanto aptidão Restrita e Regular para lavouras de nível tecnológico médio e alto respectivamente.	
RESTRICÇÕES	Susceptibilidade a erosão laminar, em sulcos quando da remoção do solo superficial devido a obras de terraplenagem ou devido a obras de drenagem que provocam a concentração do escoamento superficial. Assoreamento dos canais fluviais e APP devido principalmente à remoção da cobertura florestal e manejo inadequado do solo que freqüentemente possui textura binária (arenosa/média) com diferenciação textural abrupta o que permite a percolação lateral subsuperficial da água com concentração e provocando erosão.	
DIAGNÓSTICO	Terrenos sensíveis a interferências antrópica	

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Freqüente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*



Quadro 24 - Caracterização e descrição da Unidade Planície de inundação (Pi), na Área de Influência da Floresta Estacional Semidecidual da E.E. de Caetetus.

UNIDADE Pi Planícies de inundação		
RELEVO	Planície de inundação Inclinação: < 2% Elevados de 1 a 3 m acima do rio	Áreas planas e inclinadas em direção ao rio, com canais abandonados e alagadiços. Nos rios maiores pode elevar-se até 3 m acima do leito. De modo geral são estreitas e descontínuas.
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	Sedimentos de aluviões constituídos por: areia fina, silte levemente argiloso, de cor bege acinzentada a cinza escuro, rica em matéria orgânica. Nos rios maiores podem apresentar espessuras superiores 3 m e níveis de cascalho.	
UNIDADES DE SOLOS	Complexo de Gleissolo Háptico Ta Eutrófico típico A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada.(G)	
DINÂMICA SUPERFICIAL	Inundações periódicas. Deposição de finos e matéria orgânica. Solapamento e pequenos escorregamentos das margens são freqüentes e de baixa intensidade nos rios maiores. No período de estiagem as margens da planície são estáveis.	
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	Cobertura de vegetação de mata ciliar dependente de solos inundados sazonalmente ou permanentemente.	
POTENCIALIDADES	São solos com boa fertilidade e relevo aplainado. Terras com Aptidão Restrita e Regular para lavouras de nível tecnológico médio e alto respectivamente, para culturas de ciclo curto.	
RESTRICÇÕES	Freático elevado, enchentes anuais, alagadiços e solos moles, erosão lateral e vertical do canal e das margens, deposição de finos durante as enchentes, estabilidade precária das paredes de escavação, recalque de fundações, danificação das redes subterrâneas por recalque. Áreas favoráveis ao assoreamento Áreas de Preservação Permanente (APP)	
DIAGNÓSTICO	Terreno muito sensível a interferências antrópica	

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Freqüente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*

### 2.4.3. Parcela Permanente de Savana Florestada ou Cerradão da Estação Ecológica de Assis

A Parcela Permanente, com 10,24ha, da Estação Ecológica de Assis está ocupada por Cerradão e foi instalada sobre um relevo de Colinas amplas com amplitudes inferiores a 50 m e com altitudes de 550 a 600 m, sobre as quais ocorre espessa cobertura detritica areno-argilosa.

A fisionomia da vegetação predominante é o Cerradão, que cresce sobre Latossolos Vermelho, Vermelho-Amarelo e Amarelo e mata ciliar que ocorre sobre Gleissolo Háplico todos de textura arenosa ou argilo arenosa. A distribuição dos solos na parcela, Figura 15, mostra um gradiente de drenagem, que se caracteriza pela presença de solos fortemente drenados, Latossolo Vermelho, que ocorre na parte mais alta da encosta, passando por Latossolos Vermelho-Amarelo e Latossolo Amarelo e chegando ao Gleissolo Háplico que esta associado a um canal de primeira ordem que ocorre na porção sul da parcela. (LIBARDI,2003).

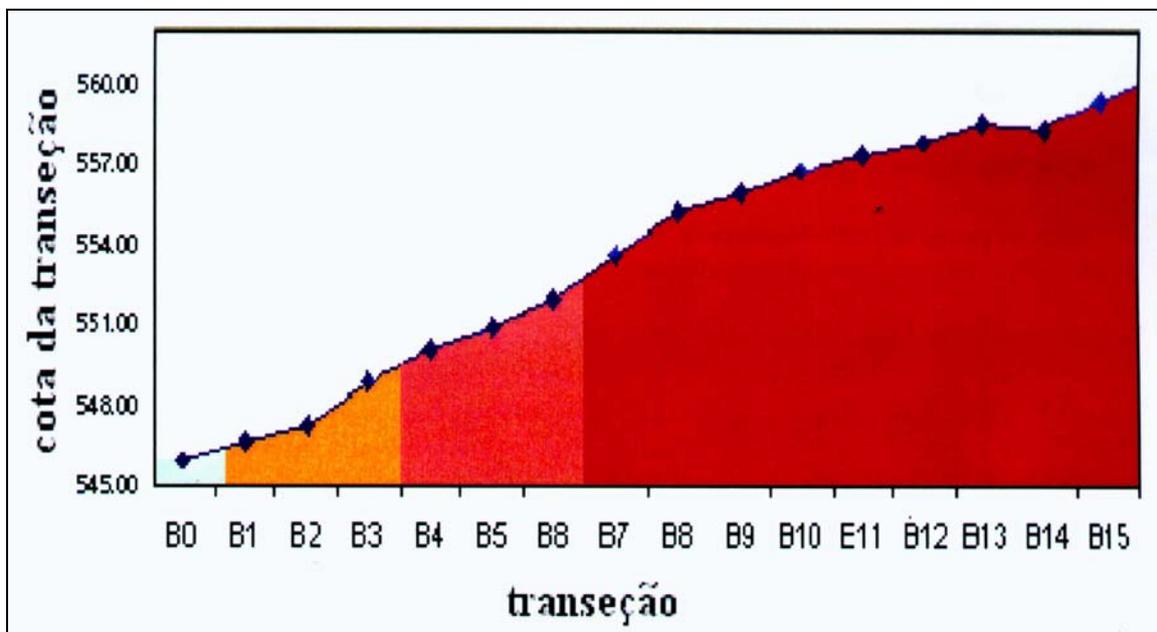


Figura 16 - Perfil topográfico da Parcela Permanente de Assis, ao longo da linha B, mostrando a distribuição dos solos e o gradiente de drenagem que caracterizam a topocromosequência, segundo LIBARDI (2003).

#### 2.4.3.1. Área de Influência

A Área de Influência da Parcela Permanente Cerradão de Ássis com 182 km<sup>2</sup> é limitada pelas coordenadas UTM 22k 5560 - 5700 e 7496 – 7509, tendo sido analisada na escala 1:50.000.

Essa área é constituída por espessas coberturas arenosas e argilo-arenosas terciárias e por basaltos. Está inserida no nível topográfico com altitudes de 600 a 400 m, onde ocorrem a Unidade (Caa) - Colinas amplas do aplanamento inferior e a Unidade (Cad) - Colinas amplas com vales encaixados. Tais Colinas amplas se diferenciam pelo tipo de substrato rochoso, pelo solo e



pelo comportamento da água no solo. Esses atributos das unidades apresentam relação direta com a distribuição da vegetação. Nessa área ocorre ainda a Unidade (Pi) - Planícies de inundação, que são estreitas e descontínuas.

Na área foram diferenciadas três unidades que tem seus atributos sumariados no Quadro 25 e sua distribuição apresentada na Figura 17 e 18. Os Quadros 26 e 27 descrevem as principais características desses terrenos.

Quadro 25 - Compartimento topográfico e atributos dos tipos de terrenos delimitados na Área de Influência da Parcela Permanente de Cerradão de Assis.

Nível topográfico (m)	Tipo de Terreno	Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos*
600 a 400 m	<b>Caa</b>	Colinas amplas do aplanamento inferior	Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho e arenitos muito alterados	Latossolo Vermelho + Neossolos Quazarênicos (LEa 2 ,3) Latossolo Vermelho-Amarelo (LV 2) Argissolo Vermelho (PEe 2) Argissolo Vermelho-Amarelo (PVa)
	<b>Pi</b>	Planície de inundação	Areia fina, argila, matéria orgânica e níveis de cascalho.	Gleissolo Háplico e Neossolo Flúvico (G)
	<b>Cad</b>	Colinas amplas com vales encaixados	Basaltos e Cobertura detritica argilo-arenosa a muito argilosa com seixos de quartzo, quartzito e limonita nodular.	Latossolo Vermelho (LRe1, LRd1) Nitossolo Vermelho (TRe1, 2)

\* As informações sobre os solos foram obtidas da Carta Pedológica Semidetalhada do Estado de São Paulo – Folha de Assis (BOGNOLA et al, 1996).

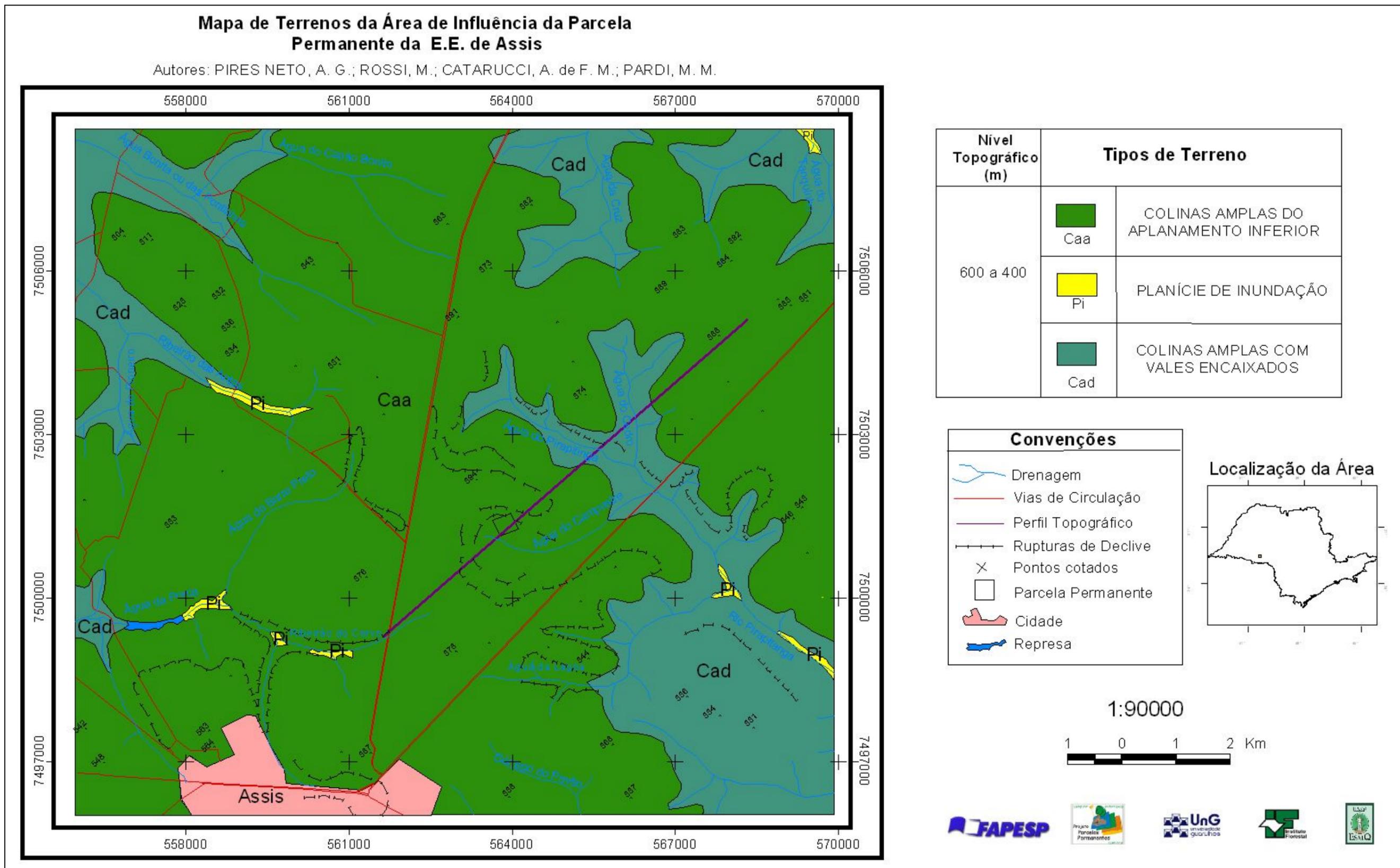


Figura 17 - Mapa de Tipos de Terreno da Área de Influência da Parcela Permanente de Cerradão da Estação Ecológica de Assis

Legenda do Mapa de Terrenos da Área de Influência da Parcela Permanente de Cerradão da Estação Ecológica de Assis

Nível topográfico (m)	Tipo de Terreno	Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos
500 a 400	Caa 	COLINAS AMPLAS DO APLANAMENTO INFERIOR	Cobertura detritica areno-argilosa com cascalho e arenitos muito alterados	Latossolo Vermelho ou vermelho-amarelo distrófico álico textura média e latossolo argissólico (LE1,2 ,3 e LV 2) e Argissolo Vermelho ou vermelho-amarelo distrófico latossólico álico textura arenosa/média (PE 4)
	Pi 	PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO	Areia fina, argila, materia orgânica e níveis de cascalho.	Gleissolo Háptico eutrófico e Neossolo Flúvico eutrófico textura indiscriminada (G)
	Cad 	COLINAS AMPLAS COM VALES ENCAIXADOS	Cobertura detritica argilo-arenosa a muito argilosa com seixos de quartzo, quartzito e limoníta nodular.	Argissolo Vermelho eutrófico textura média/argilosa (PEe1) e Argissolo Vermelho e Vermelho-amarelo eutrófico textura média/argilosa e arenosa/média (PEe2)
			Basaltos	Latossolo Vermelho eutrófico ou distroférrico textura muito argilosa (LRe1, LRd1) e Nitossolo Vermelho eutrófico e latossolo vermelho eutrófico textura muito argilosa (TRe1, 2)

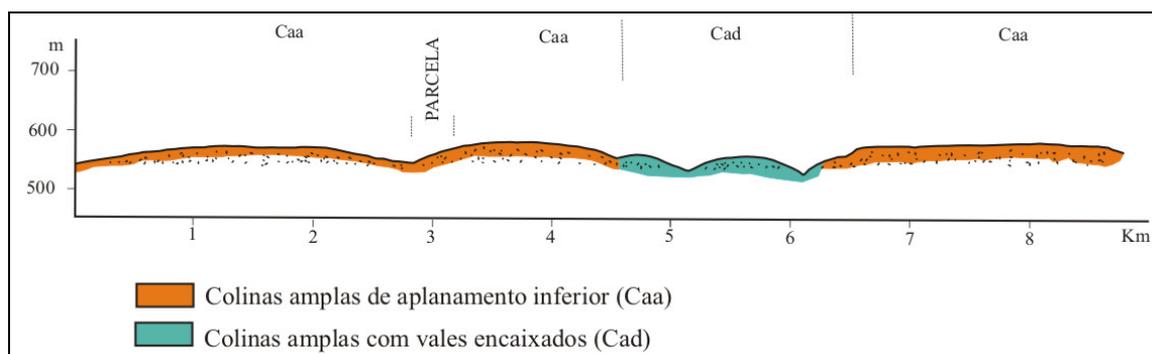


Figura 18 - Perfil mostrando a distribuição dos tipos de terreno que caracterizam o nível topográficos da Área de Influência da Parcela Permanente de Cerradão de Assis. **Nível 600 – 550m:** Unidade Caa - Colinas amplas do aplanamento inferior e Unidade Cad – Colinas amplas com vales encaixados.



Quadro 26 - Caracterização e descrição da Unidade Colinas amplas do aplanamento inferior (Caa), na Área de Influência de Cerradão da E.E. de Assis.

UNIDADE Caa Colinas amplas do aplanamento inferior		
RELEVO	Colinas amplas Altitude : 570 a 610 m Amplitude : 50 a 100 m Comprimento de rampa: 900 – 1000 m Inclinação: 3 a 8%	Colinas amplas de topos amplos convexos e subhorizontais. Perfis de vertentes contínuos retilíneos e longos. Vales erosivos abertos. Padrão de drenagem subdendrítico de média a baixa densidade.
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	Cobertura areno-argilosa mais nova com cascalheiras menos desenvolvidas na base. Sua espessura pode ser maior que uma dezena de metros. A relação areia fina / areia grossa desses depósitos tem características intermediárias entre os arenitos cretáceos e a cobertura detrítica superior.	
UNIDADES DE SOLOS	-Latossolos Vermelho Ou Vermelho-Amarelo Distrófico argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (LE2, LV2); -Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média(PE 4)  -Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Eutrófico Tb típico A moderado ou fraco textura arenosa/média (PE1) -Luvissolo Crômico Pálico arênico ou abrupto A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico arênico ou abrupto A moderado ou fraco textura arenosa/média (PE2)	
DINÂMICA SUPERFICIAL	Erosão laminar e em sulcos ocasionais e de baixa intensidade. Nos locais com concentração de escoamento superficial os processos podem ser intensificados formando boçorocas ocasionais e de alta intensidade.	
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	Ocorrem remanescentes de Cerrado e Cerradão associados aos solos de baixa fertilidade e com deficiência hídrica (PE4, LV2 e LE2). Remanescentes de Floresta Estacional Semidecidual podem ocorrer nos fundos dos vales associados a solos férteis e com disponibilidade hídrica (PE1 e PE2).	
POTENCIALIDADES	São solos com potencial de fertilidade variado (de férteis a não férteis) que permitem mecanização e diferentes graus de manejo. Predominam terras com classe de aptidão restrita, regular e boa para os manejos de níveis tecnológicos baixo, médios e alto respectivamente. Cascalho e areia para pavimentação viária.	
RESTRICÇÕES	Susceptibilidade a erosão laminar, em sulcos quando da remoção do solo superficial devido a obras de terraplenagem ou devido a obras de drenagem que provocam a concentração do escoamento superficial. Devido à remoção da cobertura florestal e manejo inadequado do solo que possui textura normalmente grosseira (arenosa ou quase arenosa), alguns com diferenciação textural abrupta permitem a instalação de erosão pela concentração da água.	
DIAGNÓSTICO	Terreno pouco sensível a interferências antrópica	

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Frequente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*

**Quadro 27 - Caracterização e descrição da Unidade Cad, Colinas amplas com vales encaixados na Área de Influência de Cerradão da E.E. de Assis.**

UNIDADE Cad Colinas amplas com vales encaixados		
RELEVO	Colinas amplas Altitude : 600 a 400 m Amplitude : 30 a 100 m Comprimento de rampa: 600 – 2300 m Inclinação: 2,5 a 6%	Colinas amplas de topos amplos convexos. Perfis de vertentes contínuos, retilíneos e longos. Vales erosivos abertos e fechados. Padrão de drenagem subdendrítico de média densidade.
SUBSTRATO ROCHOSO, SEDIMENTOS E COBERTURAS	Basaltos e cobertura argilo-arenosa a muito argilosa, que apresentam na base seixos de quartzo, quartzito e limonita nodular, associados a fragmentos e blocos de arenitos limonitizados.	
UNIDADES DE SOLOS	-Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura média/argilosa (PEe1). -Latossolo Vermelho Distroférico típico A moderado textura muito argilosa (LRd1) -Latossolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura muito argilosa (LRe1) -Grupamento de Latossolo Vermelho Distroférico típico e Latossolo Vermelho Distroférico típico álico ambos A moderado textura muito argilosa (LRd 2) -Latossolo Vermelho Distroférico típico álico A moderado textura muito argilosa (LRa) -Nitossolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura muito argilosa (TRe1) -Associação de Nitossolo Vermelho Eutrófico típico, Nitossolo Vermelho Eutrófico latossólico e Latossolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura muito argilosa (TRe 2).	
DINÂMICA SUPERFICIAL	Erosão laminar e em sulcos, ravinas e boçorocas ocasionais e de baixa intensidade. Entalhe fluvial sazonal de moderada intensidade.	
COBERTURA FLORESTAL REMANESCENTE	Floresta Estacional Semidecidual nos solos definidos como férteis e com disponibilidade hídrica. Fragmentos de mata e capoeira são freqüentes nesse setor.	
POTENCIALIDADES	São solos com potencial de fertilidade variado, predominando os férteis, que permitem mecanização e diferentes graus de manejo.  Terras com aptidões boas, regulares e restritas para lavouras de níveis tecnológicos alto, médio e baixo. Ocorre em menor proporção terras inaptas para lavouras de níveis tecnológicos baixo.	
RESTRICÇÕES	A alta plasticidade e pegajosidade das argilas pode causar problemas de trafegabilidade.	
DIAGNÓSTICO	Terreno pouco sensível a interferências antrópica	

**Ocorrência dos processos:** *Ocasional* - ocorre em alguns locais, de modo fortuito e eventual. *Freqüente* - ocorre em vários locais, sendo um processo que se repete no relevo. *Generalizado* - ocorre em muitos locais sendo comum a sua presença. **Intensidade dos processos:** *baixa, média e alta.*



## 2.4.4. Distribuição e Atributos dos Terrenos do Planalto Ocidental e sua relação com a Floresta Estacional Semidecidual e com o Cerradão

### 2.4.4.1 Distribuição e Atributos dos Terrenos

Para se entender a distribuição dos remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual e do Cerradão no Planalto Ocidental e suas relações com os atributos do meio físico (relevo, substrato rochoso, solos e água) elaborou-se uma análise regional dos terrenos na escala 1:250.000, correspondente a Folha Marília (IBGE, 1979).

Este estudo partiu da análise das Áreas de Influência das Parcelas Permanentes de Caetetus e Assis, na escala 1: 50.000, por meio da qual foi possível diferenciar e caracterizar seis (6) tipos de terrenos e estabelecer relações com diferentes fisionomias florestais que ocorrem na região.

O Mapa elaborado está apresentado na Figura 19, sendo as principais características dos terrenos sumariadas no Quadro 28, que agrupa as unidades descritas nos estudos de detalhe e apresenta outra que só ocorre no estudo regional e foi incluída como Unidade Ed – Escarpa dissecada em vales paralelos. Os principais aspectos desses terrenos são apresentados nas Figuras 20 e 21, que são perfis topográficos que mostram a relação entre os diferentes terrenos que constituem a região.

As Unidades CaR (Ca e R) e E (Ea e Ed) formam a denominada Zona do Planalto de Marília (PONÇANO *et al.*, 1981). O Planalto de Marília é caracterizado pela presença de uma superfície de aplanamento antiga e de cimeira e pela presença de uma superfície inclinada na borda do platô, que teria sido responsável pelo seccionamento da Superfície de cimeira e pela exposição da porção basal dos depósitos que a constituem e dos arenitos da Formação Marília.

Essas superfícies foram denominadas de Superfície I e Superfície II por LEPSCH (1977) ou ainda como Superfície antiga com cobertura arenosa (nível I) e de Glacis Superior (nível II) por QUEIROZ NETO *et al.* (1978).

As Unidades Cm, Caa, Pi e Cad representam diferentes estágios de dissecação da superfície de aplanamento que se estende do sopé da Escarpa até o Rio Paranapanema e formam a zona denominada Áreas Indivisas (PONÇANO *et al.*, 1981). Essa superfície que ocorre na bacia afluyente da margem direita do Rio Paranapanema e na bacia do Rio do Peixe, corresponde a Superfície III, de LEPSCH (1977) ou Glacis inferior (nível III) de QUEIROZ NETO *et al.* (1978).



Quadro 28 - Compartimentos topográficos e tipos de terrenos que ocorrem no Planalto Ocidental, na Área de Influência Regional das Parcelas Permanentes de Floresta Estacional Semidecidual de Caetetus e de Cerradão de Assis.

Nível topográfico / Altitudes (m)	Tipo de Terreno		Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos*
650 a 690	CaR	Ca	Colinas amplas	Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho antiga e Arenitos carbonáticos da Formação Marília	Latossolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico álico textura média e Latossolo argissólico (LE1,2 ,4 e LV 1,2) e Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico latossólico ou não álico textura arenosa/média (PE4,3)
		R	Rampa inclinada da borda do platô	Arenitos carbonáticos da Formação Marília e níveis de cascalhos basais da cobertura detritica argilo-arenosa antiga.	Argissolo Vermelho ou Vermelho Amarelo eutrófico abrupto ou não textura arenosa/média e Luvisso Crômico pálico arênico ou abrupto textura arenosa/média (PV2, PE1)
690 a 600	E	Ea	Escarpa	Paredes rochosas e afloramentos de arenitos carbonáticos.	Neossolo Litólico psamítico ou eutrófico (textura arenosa ou média) + afloramento de rocha
		Ed	Escarpa dissecada em vales paralelos		Neossolo Litólico eutrófico textura arenosa ou média + Argissolo Vermelho–Amarelo eutrófico abrupto raso + Luvisso Crômico abrupto raso (R1, 2) e (RL4)
600 a 400	Cm		Colinas do sopé da escarpa	Arenitos carbonáticos e Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho.	Argissolo Vermelho–Amarelo eutrófico abrupto textura arenosa/média + Luvisso Crômico pálico arênico ou abrupto textura arenosa/média (PV2) Argissolo Vermelho ou Vermelho Amarelo eutrófico ou distrófico textura arenosa/média (PE 1,3)
	Caa		Colinas amplas do aplanamento inferior	Cobertura detritica areno-argilosa com cascalho e arenitos muito alterados	Latossolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico álico textura média e Latossolo argissólico (LE1,2 ,3 e LV 2) e Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico latossólico álico textura arenosa/média (PE 4)
	Pi		Planície de inundação	Areia fina, argila, matéria orgânica e níveis de cascalho.	Gleissolo Háptico eutrófico e Neossolo Flúvico eutrófico textura indiscriminada (G)
	Cad		Colinas amplas com vales encaixados	Cobertura detritica argilo-arenosa a muito argilosa com seixos de quartzo, quartzito e limonita nodular.	Argissolo Vermelho eutrófico textura média/argilosa (PEe1) e Argissolo Vermelho e Vermelho-Amarelo eutróficos textura média/argilosa e arenosa/média (PEe2)
Basaltos				Latossolo Vermelho eutróférico ou distroférico textura muito argilosa (LRe1, LRd1) e Nitossolo Vermelho eutróférico e Latossolo Vermelho eutróférico textura muito argilosa (TRe1, 2)	

As informações sobre os solos foram obtidas da Carta Pedológica Semidetalhada do Estado de São Paulo – Folha de Marília (COELHO et al, 2000), da Folha de Assis (BOGNOLA et al, 1996), da Folha de Maracá (ROSSI et al. 2000) e do Mapa Pedológico do Estado (OLIVEIRA et al 1999).

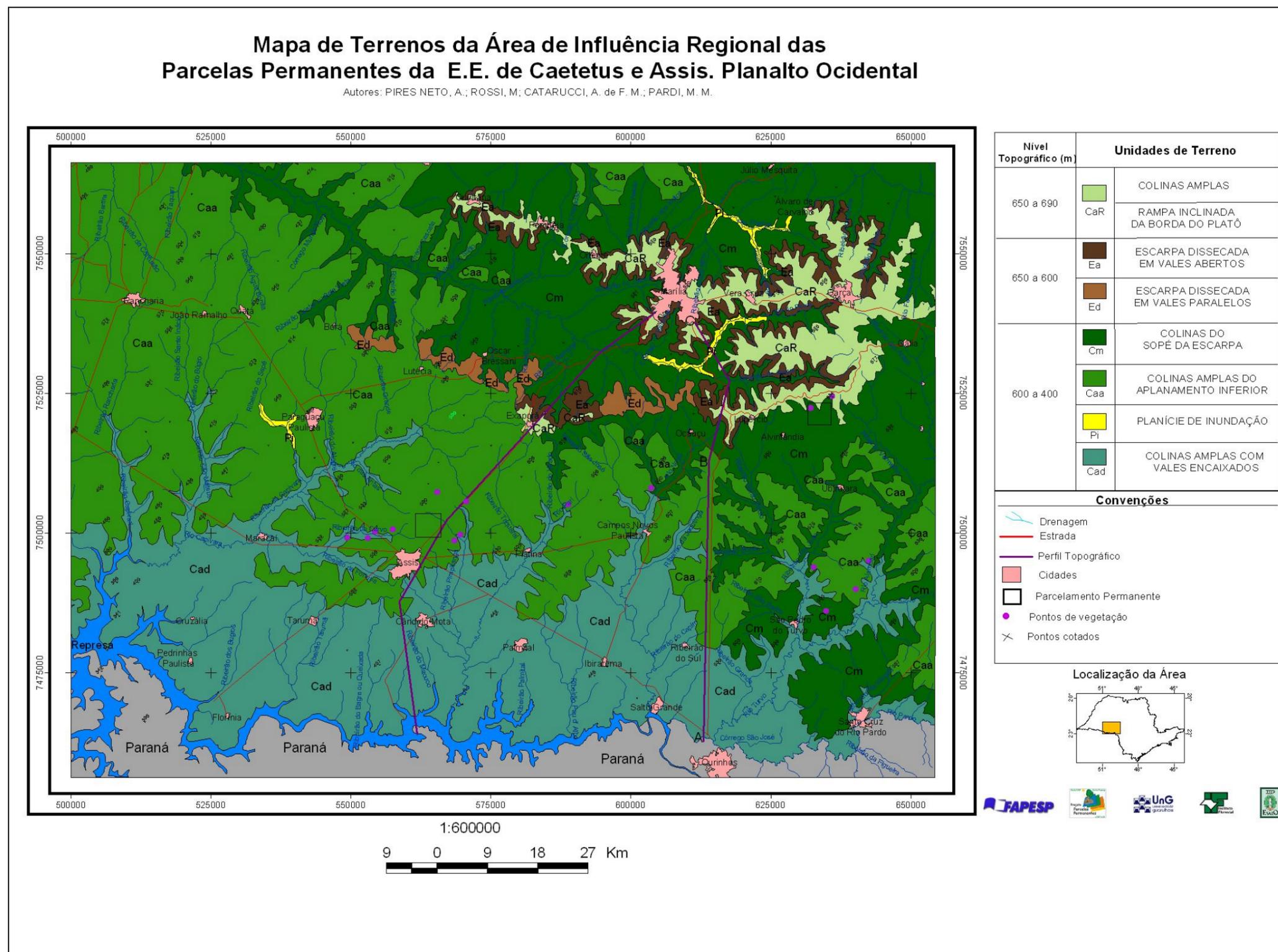


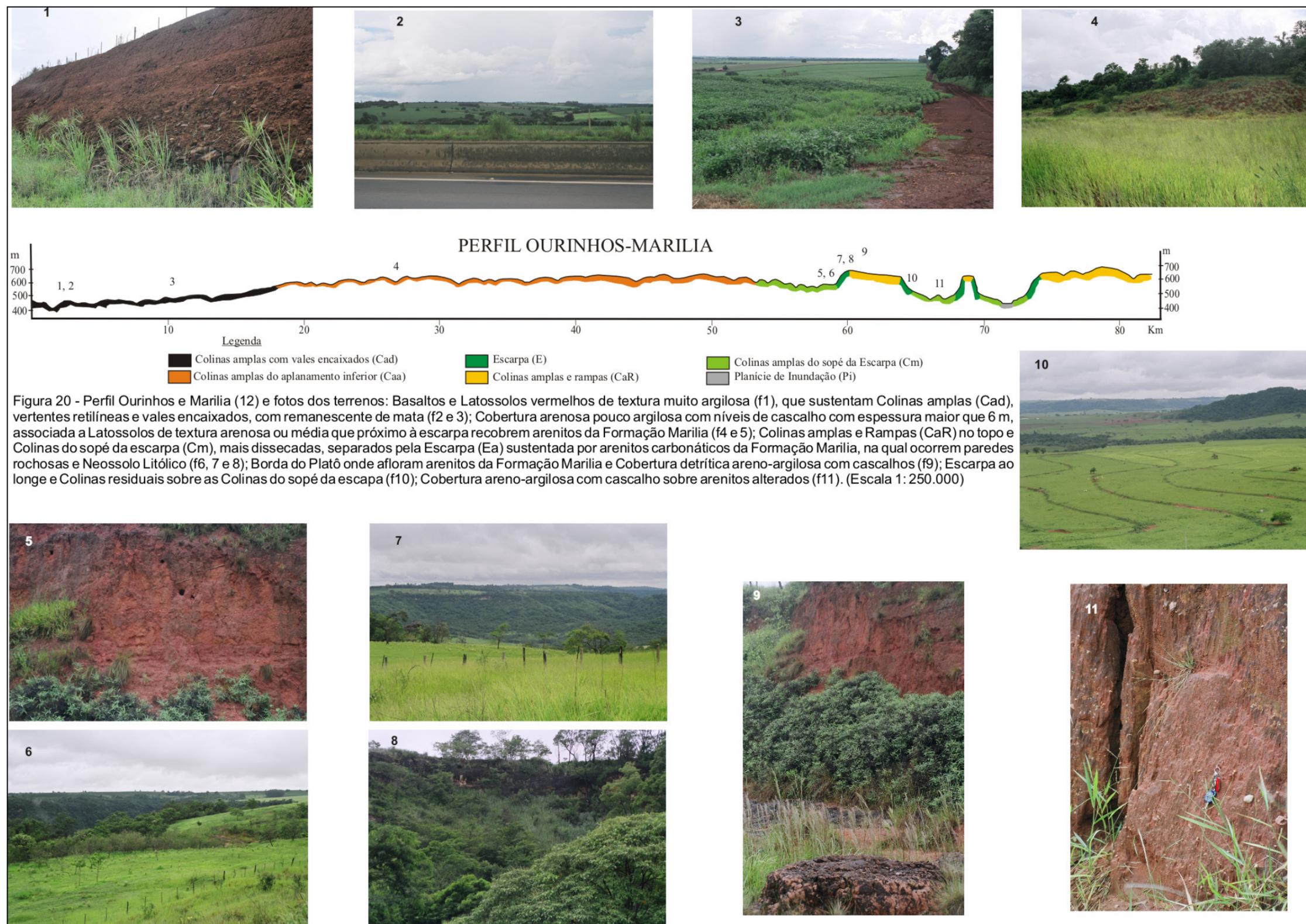
Figura 19: Mapa de terrenos da Área de Influência Regional das Parcelas Permanentes de Floresta Estacional Semidecidual e Cerradão das Estações Ecológicas dos Caetetus e de Assis. Planalto Ocidental (Folha de Marília, escala 1:250.000).

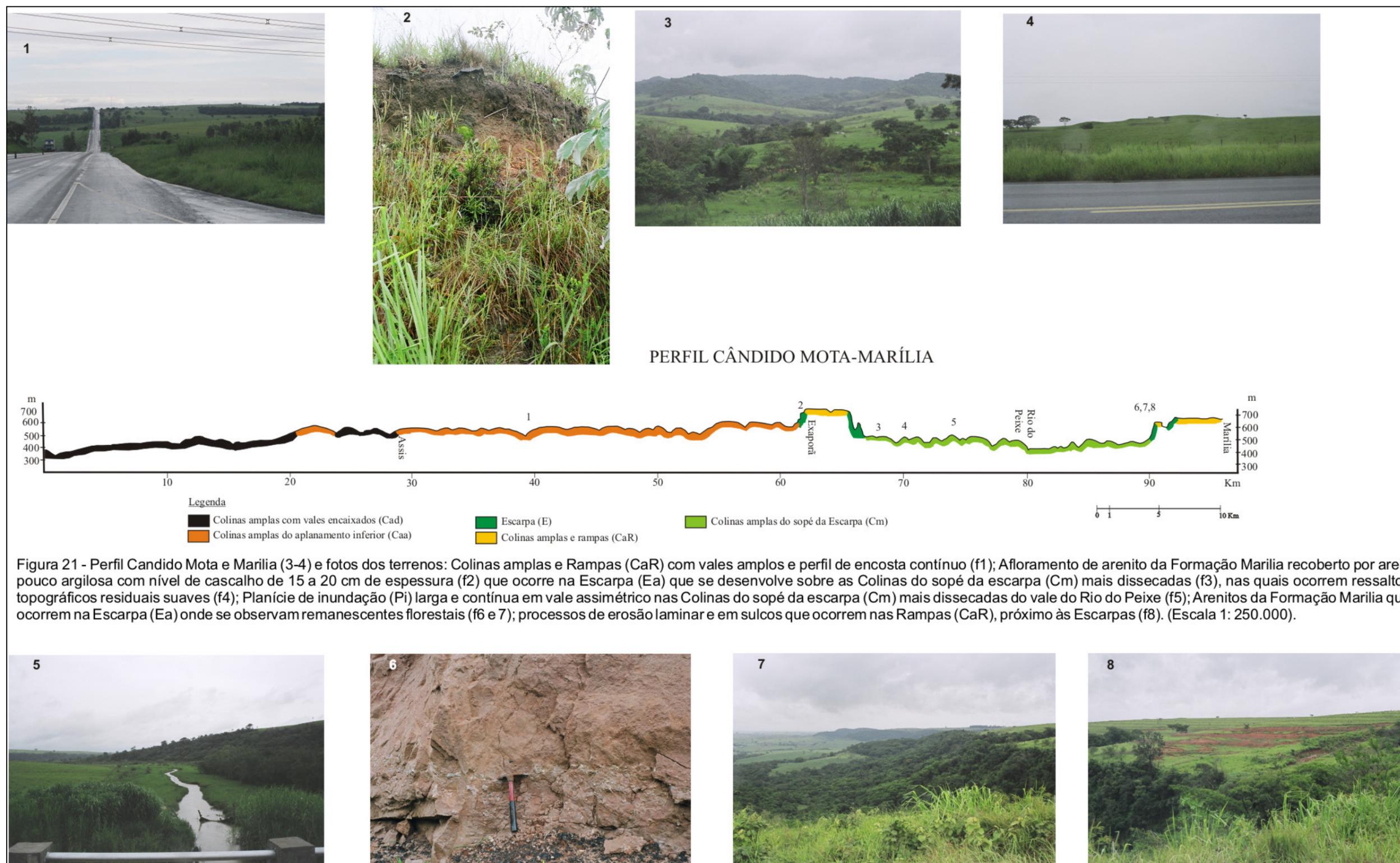


**Legenda do Mapa de Terrenos da Área de Influência Regional das Parcelas Permanentes das Estações Ecológicas de Caetetus e Assis. Planalto Ocidental.**

Nível topográfico (m)	Tipo de Terreno	Relevo	Substrato rochoso e cobertura detritica	Solos
650 a 690	 CaR	COLINAS AMPLAS	Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho antiga e Arenitos carbonáticos da Fm. Marília	Latossolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico álico textura média e Latossolo argissólico (LE1,2 ,4 e LV 1,2) e Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo distrófico latossólico ou não álico textura arenosa/média (PE4,3)
		RAMPA INCLINADA DA BORDA DO PLATO	Arenitos carbonáticos da Fm. Marília e níveis de cascalhos basais da cobertura detritica argilo-arenosa antiga.	Argissolo Vermelho ou Vermelho Amarelo eutrófico abrupto ou não textura arenosa/média e Luvissoilo Crômico pálico arênico ou abrupto textura arenosa/média (PV2, PE1)
690 a 600 (altimétria)	 Ea  Ed	ESCARPA	Paredes rochosas e afloramentos de arenitos carbonáticos.	Neossolo Litólico psamítico ou eutrófico (textura arenosa ou média) + afloramento de rocha
		ESCARPA DISSECADA EM VALES PARALELOS		Neossolo Litólico eutrófico textura arenosa ou média + Argissolo Vermelho–Amarelo eutrófico abrupto raso + Luvissoilo Crômico abrupto raso (R1, 2) e (RL4)
600 a 400	 Cm	COLINAS DO SOPÉ DA ESCARPA	Arenitos carbonáticos e Cobertura detritica argilo-arenosa com cascalho.	Argissolo Vermelho–Amarelo eutrófico abrupto textura arenosa/média + Luvissoilo Crômico pálico arênico ou abrupto textura arenosa/média (PV2)  Argissolo Vermelho ou vermelho amarelo eutrófico ou distrófico textura arenosa/média (PE 1,3)
	 Caa	COLINAS AMPLAS DO APLANAMENTO INFERIOR	Cobertura detritica areno-argilosa com cascalho e arenitos muito alterados	Latossolo Vermelho ou vermelho-amarelo distrófico álico textura média e latossolo argissólico (LE1,2 ,3 e LV 2) e Argissolo Vermelho ou vermelho-amarelo distrófico latossólico álico textura arenosa/média (PE 4)
	 Pi	PLANÍCIE DE INUNDAÇÃO	Areia fina, argila, materia orgânica e níveis de cascalho.	Gleissolo Háptico eutrófico e Neossolo Flúvico eutrófico textura indiscriminada (G)
	 Ca   Cad	COLINAS AMPLAS COM VALES ENCAIXADOS	Basaltos	Argissolo Vermelho eutrófico textura média/argilosa (PEe1) e Argissolo Vermelho e Vermelho-amarelo eutróficos textura média/argilosa e arenosa/média (PEe2)
				Latossolo Vermelho eutrófico ou distrófico textura muito argilosa (LRe1, LRd1) e Nitossolo Vermelho eutrófico e latossolo vermelho eutrófico textura muito argilosa (TRe1, 2)









### UNIDADE CaR

A Unidade CaR formada pelas Colinas amplas do topo do platô (Ca) e pela Rampa inclinada da Borda do platô (R), ocorre nos divisores de água da bacia hidrográfica do Rio do Peixe e constitui o Planalto de Marília, onde estão implantadas as cidades de Garça, Vera Cruz, Marília, Pompéia, Quintana, Exaporã e Lupércio.

Essa Unidade apresenta altitudes de 650 a 690 m, constituindo uma superfície de aplanamento, que é considerada mais antiga, embora existam divergências quanto ao período de seu desenvolvimento.

A cobertura detrítica associada a essa superfície de aplanamento tem constituição areno-argilosa com grânulos de quartzo angulosos e lavados e com cascalheiras, observando-se nos cortes espessuras de 2 a 4 m. O entalhe atual dos vales geralmente expõe as cascalheiras basais destes depósitos. Essas cascalheiras em alguns pontos mostram deformações possivelmente associadas a falhas.

A essas coberturas comumente se associam: Latossolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrofíco álico ou não A moderado ou fraco textura média (LE1); Latossolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrofíco argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (LE2); Associação de Latossolos Vermelho e Latossolo Vermelho-Amarelo ambos Distrofícos típicos álicos A moderado ou fraco textura média (LE4); Latossolos Vermelho-Amarelo Distrofíco típico álico ou não A moderado ou fraco textura média (LV1); Latossolos Vermelho-Amarelo Distrofíco argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (LV2); Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrofíco latossólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média (PE4).

Esses solos apresentam basicamente textura arenosa ou média tendendo a grossa, fertilidade baixa, muitas vezes com saturação por alumínio alta e relativamente muito profundos a profundos. Esses aspectos definem perfis com boa a excessiva drenagem interna e conseqüentemente, pequeno acúmulo de água no sistema.

Na borda do platô onde predomina o relevo de Rampa inclinada, a remoção dos depósitos da cobertura detrítica são mais freqüentes, observando-se comumente o arenito carbonático alterado da Formação Marília.

Nessas áreas a menor espessura da cobertura detrítica e a influência do arenito carbonático origina solos do tipo: Luvisolo Crômico Pálico arênico ou abrupto A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupto A moderado ou fraco textura arenosa/média e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrofíco arênico ou abrupto álico ou não Ta ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média. Dominam nesse setor os solos com textura ainda arenosa a média, fertilidade alta e pouco a moderadamente profundos.

A Unidade CaR, segundo o INSTITUTO FLORESTAL (2005) pode ser relacionada aos seguintes tipos florestais:

Unidade Ca - Cerrado ou Savana, contato Savana/Floresta Estacional Semidecidual;



Unidade R - Floresta Estacional Semidecidual é a mais freqüente.

### Unidade E

A Unidade E nos estudos regionais contem as unidades Escarpas (Ea), descrita na áreas da EE de Caetetus, e a unidade Escarpas dissecadas em vales paralelos (Ed), que correspondem respectivamente aos relevos Escarpas Festonadas (521) e Encostas sulcadas por vales subparalelos (511) descritos por PONÇANO *et al.* (1981) e é correlacionavel a Superfície V de LEPSCH (1977).

A Escarpa é bastante festonada formando anfiteatros e vales encaixados onde é comum a presença de afloramentos rochosos constituídos por arenitos carbonáticos da Fm. Marília. A resistência diferencial das camadas deste arenito, que está relacionada as variações dos teores de carbonatos, condicionam a presença de degraus e patamares. As encostas apresentam inclinações de 15 a 50%, sendo mais íngreme nas cabeceiras de drenagem e mais suaves nos interflúvios.

A Escarpa erosiva (Ea) delimita o Planalto de Marília e separa a superfície de cimeira da superfície de aplanamento mais baixa e mais nova ocorrendo, tanto do lado da bacia hidrográfica do Rio Paranapanema como do lado da bacia hidrográfica do Rio do Peixe.

A Escarpa dissecada em vales paralelos (Ed) ocorre em locais que não existe o platô e separa a superfície de aplanamento associada ao Rio Paranapanema, em altitudes de 590 a 600 m, da superfície da aplanamento da Bacia hidrográfica do Rio do Peixe, que é mais baixa e está em altitudes de 540 a 490 m.

Esses terrenos são constituídos por arenitos carbonáticos da Formação Marília, apresentam inclinações de 15 a 50%, sendo comum a presença de afloramentos rochosos.

Os solos que ocorrem nessas unidades são: Associação de Neossolo Litólico Psamítico típico A chernozêmico ou moderado ou Neossolo Litólico Eutrófico chernossólico textura média ou Eutrófico típico A moderado textura média e Afloramentos de rocha; e Associação de Neossolo Litólico + Neossolo Regolítico + Luvisolo Crômico + Argissolo Vermelho-Amarelo todos de textura arenosa ou média. Dominam aqui, as texturas arenosas ou médias, a pouca profundidade dos solos e a alta fertilidade, dada a proximidade do arenito com cimento carbonático, porém os declives são extremamente íngrimes, comumente com áreas de exposição rochosa.

A formação florestal mais comumente associada a esses terrenos é a Floresta Estacional Semidecidual (INSTITUTO FLORESTAL, 2005).

### Unidade Cm

A unidade Colinas do sopé da escarpa é formada por Colinas amplas e médias, e constitui a porção mais dissecada da extensa superfície de aplanamento que se estende do sopé da Escarpa até o Rio Paranapanema. Distribui-se nas cabeceiras da bacia hidrográfica do Rio do Peixe e ocorre na bacia do Rio Feio, ao norte no sopé da escarpa do Planalto de Marília.



Na Bacia do Rio Paranapanema além de ocupar o sopé da escarpa, como na Área da Parcela Permanente em Caetetus, essa unidade desenvolve-se ao longo dos vales dos rios Novo e São João e de seus afluentes, constituindo uma interligação com a Unidade Cad, sustentada por basaltos.

Essa maior dissecação ao longo dos vales é resultado do processo de erosão remontante que vem afetando a área após a elaboração da superfície de aplanamento mais jovem. Esse processo de entalhe fluvial e de encaixamento dos vales seria também responsável pela elaboração das formas colinosas, pela remoção de parte da cobertura detritica areno-argilosa e pela exposição do arenito carbonático da Formação Marília.

As Colinas apresentam topos nivelados, amplos e convexos. Em alguns locais ocorrem ressaltos topográficos e cornijas sustentadas por partes mais resistentes dos arenitos carbonáticos. Nessa unidade a cobertura detritica areno-argilosa com seixos, mostra uma distribuição descontínua e errática sendo comum a ocorrência de solos rasos com exposição dos arenitos carbonáticos alterados.

Os vales de primeira e segunda ordem são abertos e erosivos, sendo os vales maiores encaixados, erosivo-acumulativos e com planícies de inundação estreitas. É frequente a presença de reentalhes nos canais fluviais, gerando um elevado fluxo de sedimento nos canais, o que favorece o assoreamento da drenagem. A ocorrência de processos erosivos do tipo erosão laminar e em sulcos é frequente e de média intensidade.

A presença de processos erosivos mais freqüentes nas encostas e nos canais fluviais e as menores espessuras de solo e de cobertura detritica sugerem que esses terrenos vem passando por um processo de reajuste e readequação a novas condições de equilíbrio ambiental.

Nesse setor os solos mais freqüentes são: Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico típico A moderado ou fraco textura arenosa/média; Luvisolo Crômico Pálico arênico ou abruptico A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abruptico A moderado ou fraco textura arenosa/média; Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico ou abruptico álico ou não Ta ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média; Latossolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrofico argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média; Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Eutrofico Tb típico A moderado ou fraco textua arenosa/média.

Nessa área a fertilidade dos solos comportam-se de acordo com a dissecação do terreno. Assim, nos locais mais aplainados há fertilidade baixa e nos mais dissecados há fertilidade alta. A textura permanece arenosa e média com perfis de alteração muito profundos. A presença de solos com relação textural de horizonte superficial para sub superficial alta, imprime a área uma suscetibilidade maior aos processos erosivos permitindo o caminhamento subsuperficial da água e concentração devido às discontinuidades hidráulicas promovidas pela diferenciação textural.

Na Bacia do Rio do Peixe esses terrenos mais dissecados se desenvolveram em altitudes de 540 a 490 m, entre os dois remanescentes do Planalto de Marília. Nesse relevo de Colinas



amplas e médias é comum a presença de depósitos detríticos e afloramentos de arenitos carbonáticos da Formação Marília que também sustentam alguns morros residuais na frente da Escarpa.

Nesse setor a densidade de drenagem é média e os solos mais comuns são Luvissole Crômico Pálico arênico ou abrupático A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupático A moderado ou fraco textura arenosa/média.

Na bacia hidrográfica do Rio Feio, ao norte da Escarpa do Planalto de Marília, esses terrenos desenvolvem-se em altitudes de 590 m até 500 m. Esse setor é constituído por arenito carbonático da Formação Marília e pela cobertura detrítica mais nova, sobre as quais se desenvolvem Luvissole Crômico Pálico arenico ou abrupático A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico abrupático A moderado ou fraco textura arenosa/média (COELHO et al., 2000) e Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico textura arenosa/média relevo ondulado e suave ondulado + Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico pouco profundo textura arenosa/argilosa relevo ondulado ambos abrupáticos A moderado (OLIVEIRA et al, 1999). Esse setor apresenta-se com fertilidade alta, textura arenosa e média e profundidade de solo variada.

Possivelmente por estarem localizados no sopé das escarpas do Planalto de Marília, que constitui a principal área de recarga do aquífero, esses terrenos apresentam maior disponibilidade de água, o que se evidencia pela presença de muitos canais perenes de primeira ordem e por uma densidade de drenagem média.

Do mesmo modo que na Parcela Permanente da E.E. de Caetetus esses terrenos associam-se a Floresta Estacional Semidecidual, como se pode observar pelos vários fragmentos ocorrentes desse tipo de floresta identificadas por INSTITUTO FLORESTAL (2005) e SIQUEIRA (2005).

### UNIDADE Caa

Essa Unidade constituída pelas Colinas amplas do aplanamento inferior está associada a cobertura areno-argilosa com cascalho, que se espalha inclusive sobre os basaltos, é o terreno predominante na região de estudo. A Unidade representa o remanecente da zona de deposição da superfície de aplanamento desenvolvida entre sopé da Escarpa e o Rio Paranapanema em altitudes de 600 a 400m.

Esses terrenos que caracterizam a Área de Influência da Parcela Permanente de Assis ocupam ainda a bacia do Rio do Peixe e do Rio Feio, estando dissecado ao longo das principais drenagens onde se desenvolvem os terrenos da Unidade Cad.

Os solos predominantes nessa Unidade são: Latossolos Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrofíco argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média; Latossolos Vermelho-Amarelo Distrofíco argissólico álico ou não A moderado ou fraco textura arenosa/média; Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Distrofíco latossólico álico ou não A moderado ou fraco



textura arenosa/média; Argissolo Vermelho ou Vermelho-Amarelo Eutrófico Tb típico A moderado ou fraco textura arenosa/média; Luvisolo Crômico Pálico arênico ou abrupção A moderado ou fraco textura arenosa/média ou Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico arênico ou abrupção A moderado ou fraco textura arenosa/média. De maneira geral, esses solos são profundos, com boa a excessiva drenagem interna e fertilidade variando de baixa, nas áreas mais aplanadas e lixiviadas, e alta, nas áreas com relevos colinosos pouco mais movimentados.

Dada a posição de cimeira nos interflúvios, a baixa inclinação dos topos, a elevada porosidade e permeabilidade dos solos e o encaixamento dos vales principais com profundidades de 50 a 100 m, esses terrenos favorecem a infiltração e o escoamento das águas subterrâneas de modo que a água tem uma permanência muito curta no solo.

Essa situação dinâmica da água nos topos favorece ao desenvolvimento do Cerrado e do Cerradão que é a vegetação predominante nesses terrenos (INSTITUTO FLORESTAL, 2005 e SIQUEIRA, 2005).

Ao longo dos vales a presença de processos de erosão remontante, remove a cobertura detritica areno-argilosa, propiciando a exposição de extensos trechos de canais e de encostas constituídas por basaltos, onde se tem a formação de solos do tipo Argissolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura média/argilosa e Nitossolo Vermelho Eutrófico típico A moderado textura muito argilosa. A expansão desse processo de dissecação da origem aos terrenos da Unidade Cad.

Ao longo dos vales ocorre a presença de zonas de transição (ecotonos) Cerrado / Floresta Estacional Semidecidual, que ocupa os vales onde os solos são mais férteis e há maior disponibilidade de água. Como se evidencia nos remanescentes identificados e caracterizados pelo INSTITUTO FLORESTAL (2005) e SIQUEIRA (2005).

#### UNIDADE Pi

A Unidade Pi, que caracteriza as Planícies de inundação, tem ocorrência restrita, o que sugere a predominância de processos erosivos, que estão associados a dissecação fluvial que vem ocorrendo na região.

As planícies de modo geral são estreitas e descontínuas e só se desenvolvem quando estão associadas a alguma soleira local. As formas maiores podem ser observadas nas cabeceiras do Rio do Peixe e do Rio Tibiriça, afluente do Rio Feio ou Aguapeí, desenvolvendo-se principalmente associado ao nível topográfico 600 – 500, que caracteriza a superfície de aplanamento mais jovem.

As Planícies de inundação geralmente são constituídas por: areia fina, silte levemente argiloso, de cor bege acinzentada a cinza escuro, com camadas ricas em matéria orgânica e níveis de cascalho. Sobre esses sedimentos desenvolvem-se o Complexo de Gleissolo Háptico Ta Eutrófico típico A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada e Neossolo Flúvico Ta Eutrófico típico A moderado ou chernozêmico textura indiscriminada.(G). Tais solos são



geralmente férteis, de profundidade limitada pelo lençol freático e que exigem tratamentos especiais para o manejo, já que permanecem encharcados (hidromorfismo), sazonalmente ou durante a maior parte do ano.

A ocorrência de inundações periódicas, o freático elevado, a presença de alagadiços tornam essas áreas ambientes distintos na região, sobre as quais ocorrem remanescentes de formações arbóreas/arbustivas e herbáceas em regiões de várzea, que constituem a Mata Ciliar (INSTITUTO FLORESTAL, 2005).

### UNIDADE Cad

A Unidade Colinas amplas com vales encaixados (Cad), que predomina na margem direita do Rio Paranapanema ao longo de toda região estudada, é representada por Colinas amplas com vales encaixados, sustentadas por basaltos e com cobertura areno-argilosa a muito argilosa, que apresentam na base seixos de quartzo, quartzito e limonita nodular, associadas a fragmentos e blocos de arenitos limonitizados. Esses relevos diferenciam-se das demais colinas amplas que ocorrem na região, pelos topos convexos mais estreitos e pelos vales mais fechados e encaixados e historicamente como área de predomínio da Floresta Estacional Semidecidual.

Nos divisores de água desta unidade predominam Latossolos Vermelhos Distroférricos típicos com ou sem saturação por alumínio (állico) A moderado textura muito argilosa e, por vezes, os Latossolo Vermelho Eutroférrico típico A moderado textura muito argilosa (LRe1), que são solos com baixa fertilidade química e com saturação por alumínio elevada. Esses solos são profundos com boa drenagem interna e tem textura que permite acúmulo de água maior que os solos desenvolvidos nas áreas de cobertura areno-argilosa e sobre os arenitos.

Ao longo dos vales ocorrem, no contato cobertura detritica / basalto, Argissolos Vermelhos Eutróficos típicos A moderado textura média/argilosa, enquanto que sobre o basalto, ocorrem Nitossolos Vermelhos Eutroférricos típicos A moderado textura muito argilosa e Nitossolos Vermelhos Eutroférricos latossólicos com Latossolo Vermelho Eutroférrico típico A moderado textura muito argilosa. Nesse setor, os solos apresentam-se ricos em nutrientes e, normalmente, profundos. A disponibilidade de água nesses solos é boa, sendo que nos argissolos os processos erosivos lineares são mais freqüentes e estão condicionados a sua relação textural.

Esses terrenos devido ao fraturamento do basalto apresentam uma maior disponibilidade de água que se associa a densidade de drenagem média e aos canais de primeira ordem perenes.

Como já mencionado anteriormente o contato da Unidade Cad com a Unidade Caa ocorre principalmente ao longo dos vales, associada as áreas mais dissecadas onde os segmentos de encosta são mais inclinados e se tem a presença de Argissolo Vermelho de textura média/argilosa enquanto que em alguns locais ocorre uma passagem de Argissolo Vermelho de textura média/arenosa para Nitossolo Vermelho de textura muito argilosa. Nessas áreas devido ao entalhe fluvial observa-se o contato entre tipos de rochas diferentes que condicionam essas variações nos solos.



Essa situação favorece a formação de corredores de penetração da Mata Estacional Semidecidual ao longo dos vales em meio ao Cerradão que predomina nos divisores de água.

#### *2.4.4.2. Tipos de Terrenos e sua relação com a Floresta Estacional Semidecidual e com o Cerradão.*

Com base nos estudos dos atributos do substrato rochoso, do relevo, dos solos e das características de permeabilidade e porosidade dos materiais da cobertura detrítica que caracterizam os seis tipos de terrenos identificados na região, pode-se considerar que existe uma associação bastante nítida entre os atributos e características dos terrenos e a distribuição das fisionomias florestais.

O **Cerradão** ocorrem associados às Unidades Ca (Colinas amplas do Planalto de Marília) e Caa (colinas amplas do aplanamento inferior), que embora constituam superfícies de altitudes e idades distintas apresentam grande semelhança quanto a sua constituição, relevo, solos e a disponibilidade de água.

A Unidade Ca, em altitude de 650 a 690 m, é constituída por materiais de alta porosidade e permeabilidade, e por relevos suaves e quase planos, que caracterizam o topo do Planalto de Marília, favorecem a infiltração das águas e sua percolação através do maciço, constituindo terrenos com baixa densidade de drenagem e **pouca disponibilidade de água**.

Esses atributos também caracterizam a Unidade Caa, em altitudes de 600 a 500 m. Nessa unidade os terrenos apresentam baixa densidade de drenagem e são constituídos por cobertura areno-argilosa que se espalham por extensas áreas e inclusive sobre os basaltos.

A **menor disponibilidade de água nesses terrenos**, associada à baixa retenção dos solos ou a lençóis freáticos muito profundos, parecem condicionar o estabelecimento do Cerradão ou mesmo outras formas de Savana, como os cerrados senso restrito, que apresenta uma ampla área de ocorrência na região.

A Parcela Permanente da E.E. de Assis foi alocada sobre um remanescente de Cerradão que ocorre associado aos atributos da Unidade Caa, desenvolvida na superfície de aplanamento mais nova, que se estende do sopé das Escarpas até o Rio Paranapanema, avançando também pelo vale do Rio do Peixe, de modo que se esperam maior similaridade com os remanescentes existentes nessas áreas.

Embora ocorram também remanescentes de Cerradão no topo do Planalto de Marília, na Unidade Ca, que apresenta substrato rochoso, relevo e solos semelhantes à Unidade Caa, deve-se procurar avaliar se a semelhança dos condicionantes abióticos também se reflete na vegetação, ou se há alguma variação condicionada pela diferença de altitude entre essas duas unidades capaz de caracterizar diferenças na estrutura e na composição dos remanescentes de cerrado.

A **Floresta Estacional Semidecidual** ocorre associada às Unidades R (Rampa), E (Escarpa), Cm (Colinas do sopé da escarpa) e Cad (Colinas amplas com vales encaixados), que



se diferenciem pela constituição, relevo e solos, mas apresentam como elemento de similaridade **a maior disponibilidade de água e a fertilidade alta do solo.**

Na Escarpa e nas Rampas a presença de solos rasos e férteis, de rochas carbonáticas e de lençol freático raso, oferecem condições favoráveis a floresta.

Na Unidade Cm (Colinas do sopé da escarpa) a maior disponibilidade de água acontece devido a sua posição no sopé da Escarpa do Planalto de Marília, que é a área de recarga do aquífero da região. Assim devido ao gradiente hidráulico, ocorre uma maior disponibilidade de água no sopé da escarpa, que associada à presença de solos férteis favorece ao desenvolvimento da floresta.

A Unidade Cad é constituída por basaltos e por solos férteis que se associam a floresta. Esses terrenos apresentam também uma boa produtividade de água em consequência da alta densidade de fraturas de direção leste-oeste, que estão associados à Zona de Fratura do Paranapanema, proposta por FULFARO (1974) e caracterizada como uma estrutura neotectônica por BORGES et al. (1998).

A Floresta Estacional Semidecidual da Parcela Permanente da E.E. de Caetetus ocorre associada aos atributos da Unidade Cm (Colinas do sopé da escarpa), que se desenvolve no sopé das Escarpas do Planalto de Marília, de modo que devem ter uma maior similaridade com os remanescentes existentes no vale das cabeceiras do Rio do Peixe e nas cabeceiras do Rio Feio, que apresentam substrato rochoso e solos semelhantes.

No caso da Unidade Cad a constituição do substrato rochoso e dos solos são diferentes da Unidade Cm, de modo que se deveria avaliar se essas diferenças dos condicionantes abióticos também se refletem na vegetação.

Cabe destacar a presença dos vales mais dissecados e entalhados associados à Unidade Cm e à Unidade Cad, que interpenetram a Unidade Caa. Esses vales favorecem em vários pontos a exposição de basaltos nos canais fluviais e nas encostas, ou a formação de áreas mais úmidas, que devem ter funcionado como corredores de interligação entre as Unidades Cm e Cad, em períodos recentes do Quaternário, quando deve ter ocorrido uma expansão da floresta associada aos períodos de maior umidade.

## Referências Bibliográficas

- AB'SABER, A.N. 1956 - A Terra Paulista. Bol. Paul. Geogr., São Paulo, (23): 5-38.
- ALMEIDA, F.F.M. de et al 1981 - Mapa Geológico do Estado de São Paulo 1:500.000. São Paulo, IPT. 126p. (IPT Publicação 1184) (Série Monografias 6).
- ALMEIDA, F.F.M. de. 1964. Os fundamentos geológicos do relevo paulista. *Boletim do Instituto Geológico*, São Paulo, v.41, p.169- 263.
- AUSTIN, M.P. & COCKS, K.D. 1978. Land use on the south coast of new south wales. A study in methods of acquiring and using information to analyze regional land use options. Australia, v.1 e 2. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization (General Report).



- BISSA, W.M, YBERT, J-P, CATHARINO, E.L.M. e KUTNER, M. 2000. Evolução Paleoambiental na Planície Costeira do Baixo Ribeira durante a ocupação sambaquieira. Ver. Do Museu de Arqueologia e Etnologia, São Paulo, 10:89-102, 2000.
- BISTRICHI, C.A. et alii. 1981. Mapa geológico do Estado de São Paulo; escala 1:500.000. In: ALMEIDA, F.F.M. de - *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*; 1:500.000, texto. São Paulo, IPT, 2v. IPT - Publicação 1184, Série Monografias 6.
- BOGNOLA, A. I. JOAQUIM, A .C., PRADO, H. LEPSCH, I.F. MENK, J.R.F. 1996. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Folha de Assis (carta 1:100 000). Campinas: SAA/APTA/IAC, 1996. (Mapa).
- BORGES, M.S., COSTA, J.B.S., HASUI, Y, PIRES NETO, A.G., MORALES, N. E RUEDA, J.R.J. 1998. Compartimentação Neotectônica do Sudeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40. Belo Horizonte. Anais. Minas Gerais, SBG. v. 1: 74.
- CAMPANHA, G. A .C., HENS, H.H., PONÇANO, W.L. 1992. Análise Morfotectônica do Planalto do Juqueriquerê. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 37. São Paulo. Boletim de Resumos Expandidos... São Paulo, SBG. v. 2:605-606.
- COELHO, M.R.; BERTOLANI, F.C.; ROSSI, M.; NASCIMENTO, P.C.; MENK, J.R.F.; PRADO, H.do; AMORIM, D. A.de. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Folha de Marília (carta 1:100.000). Campinas: SAA/APTA/IAC, 2000. (Mapa).
- COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM) 1982. Projeto Planejamento Minerário na Ocupação do Solo em Área da Sudelpa. Relatório Final Vol.1. Mapa de Subsidio ao Planejamento da Atividade de Mineração – Alto e Médio Vale do Ribeira. Escala 1:150.000.
- COSTA, J.B.S., BORGES, M.S., HASUI, Y, PIRES NETO, A.P. e MORALES, N. 1998. Bacias Quaternárias do Litoral Norte do Estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 40. Belo Horizonte. Anais. Minas Gerais, SBG. v. 1: 73.
- DEFFONTAINES, P. - 1935 - Regiões e Paisagens do Estado e São Paulo; primeiro esboço de divisão regional. Geografia. São Paulo 1 (2):117-169.
- DEMECK, J. - 1972 - Manual of detailed geomorphological mapping. Prague Academie 344 p.
- DEMECK, J. 1967. Generalization of geomorphological maps. In: *Proceedings of the meeting of the IGU-comission on applied geomorphology, sub-comission on geomorphology mapping. Progress made in geomorphological mapping.* Breno and Bratislava, p. 36- 72.
- DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (DAEE- UNESP) 1982. *Mapa geológico do Estado de São Paulo*, folha Marília e Itararé, escala 1: 250.000. São Paulo/ Rio Claro.
- EMBRAPA. 1999. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: EMBRAPA, 1999. v 1. 412 p.
- FREITAS, R.O. 1944. Geomorfogênese da Ilha de São Sebastião. *Boletim da Associação de Geógrafos do Brasil.* v.4, p. 6- 30.
- FREITAS, R.O. 1951. Ensaio sobre a tectônica moderna do Brasil. *Boletim Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras - Universidade de São Paulo.* São Paulo: Geologia, v.6, p.1-120 (Boletim 130).
- FULFARO, V.J. e PONÇANO, W.L.1974. Recent tectonic features in the Serra do Mar region SP Brazil and its importance to engineering geology. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ENGINEERING GEOLOGY, 2, São Paulo, 1974, Proceedings... São Paulo v. 1, p.II 7.1 – 7.7.
- FULFARO, V.J.; SUGUIO, K. e PONÇANO, W.L. - 1974 - A gênese das planícies costeiras Paulistas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 28 Porto Alegre. Anais. São Paulo, SBG. v. 3p. 37-42.
- FUNCATE - FUNDAÇÃO DE CIÊNCIAS APLICADAS E TECNOLOGIAS ESPACIAIS. 1992. Macrozoneamento do Vale do Ribeira. Mapeamento Geomorfológico na escala 1: 50.000.



FUNDAÇÃO BRASILEIRA PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL / PETROBRAS. 2003 e 2004. Estudo de Sustentabilidade Sócio-ambiental da Área de Influência de Empreendimentos da Petrobrás. Estudos Geomorfológicos com mapeamentos na escala 1:100.000, na área de 34 municípios do Estado de São Paulo.

FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE 1993. Mapas de Unidades de Relevo do Brasil. Escala 1:5.000.000.

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS (UNESP - RIO CLARO). Mapeamento geomorfológico da Província Costeira do Estado de São Paulo entre Boracéia e Boissucanga (FAPESP - Processo Geologia n. 87/0345-1), de agosto de 1987 a outubro de 1988.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1978 - Levantamento das condicionantes do meio físico e estabelecimento de critérios normativos para a ocupação urbana dos Morros de Santos e São Vicente (Carta Geotécnica). São Paulo. (IPT: Relatório 11.599).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1982 - Estudos geológico-geotécnicos para a caracterização e quantificação de materiais de empréstimo terrosos e granulares para execução de aterros e pavimento da Rodovia P-55, Piaçagüera - Guarujá (trecho Ultrafértil-Guarujá). São Paulo (IPT: Relatório 16.442).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1983 - Estudo geológico das áreas dos Reservatórios de Itatinga e Itapanhau - SE de Mogi das Cruzes-SP. São Paulo. (IPT: Relatório 18.480).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1985 - Estudos geológico-geotécnicos e levantamento de condicionantes do meio físico na área de interesse à implantação de barragens e reservatórios no Rio Ribeira (SP e PR) - Fase Inventários. São Paulo (IPT: Relatório 21.717).

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1986 - Programa Serra do Mar - Levantamentos básicos nas folhas de Santos e Riacho Grande - Estado de São Paulo. São Paulo. (IPT: Relatório 23.394).

INSTITUTO FLORESTAL. 2005. Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo. Biota/FAPESP. Instituto Florestal, Secretaria do Meio Ambiente, São Paulo, 199p.

IVANAUSKAS, N.M., MONTEIRO, R. RODRIGUES, R.R. 2000. Similaridade Florística entre Áreas da Floresta Atlântica no Estado de São Paulo. Brazilian Journal of Ecology, Rio Claro, SP, Brazil 1 e 2: 71-81.

LEDRU, M-P, BRAGA, P.I.S., SOUBIÈS, F., FOURNIER, M., MARTIN, L., SUGUIO, K. TURCQ, B. 1996. The last 50.000 years in the Neotropics (Southern Brazil): evolution of vegetation and climate. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 123: 239-257.

LEDRU, M-P, SALGADO-LABOURIAU, M.L., LORSCHETTER, M.L. 1998. Vegetation dynamics in southern and central Brazil during the last 10.000 yr B.P. Review of Palaeobotany and Palynology 99: 131 – 142.

LEPSCH, I. F., PIRES NETO, A.G. e SOARES JUNIOR, A.A. 2004. Caracterização morfoedológica de uma parcela permanente no Parque Estadual Carlos Botelho. Segundo Simpósio Interno do Projeto Parcelas Permanentes. Ilha do Cardoso.

LEPSCH, I. F.; PRADO, H. do.; MENK, J. R. F.; SAKAI, E.; RIZZO, L. T. B. 1999 - Levantamento de reconhecimento com detalhes dos solos da região do Rio Ribeira de Iguape no Estado de São Paulo. São Paulo: IAC, 1999. Escala 1:250.000.

LEPSCH, I.F. 1977. Sedimentos neo-cenozóicos e depósitos superficiais em Echaporã, SP. Boletim Paulista de Geografia, 53: 5-34.

LEPSCH, I.F. 1978. Formações Superficiais de Origem dos Latossolos de São Paulo. Colóquio Estudo e Cartografia das Formações Superficiais e suas aplicações em Regiões Tropicais. São Paulo, vol. 1, 323 –334.



- LIBARDI, M.N. 2003 – Mapeamento ultradetalhado do solo da área de Assis, destinada ao Projeto *Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 10 há de parcela permanente*. Relatório Final. Piracicaba ESALQ. Orientadores: Prof.Dr. Pablo Vital Torrado e Prof.Dr. Alexandre Christófaros Silva.
- MANTOVANI, W. 1993. Estrutura e Dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape SP. São Paulo 1v. (Tese – Livre Docência) – Instituto de Biologia. Universidade de São Paulo - Departamento de Geografia. 125p.
- MARTONNE, E. - 1950 -. Abruptos de Falha e Capturas Recentes; A Serra do Mar de Santos e a "Espinozosa". Bol. Geográfico. Rio de Janeiro (83):1283-1287.
- MELO, M.S. 1990. *A Formação Pariqüera-Açu e depósitos relacionados: sedimentação, tectônica e geomorfogênese*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Geociências - Universidade de São Paulo, São Paulo. 211 p.
- MELO, M.S. de, FERNÁNDEZ, L.A., COIMBRA, A.M. 1990. Influência da Neotectônica nos terraços fluviais do baixo Ribeira do Iguape (SP). In: Workshop: Neotectônica e Sedimentação Cenozóica Continental no Sudeste Brasileiro. 1, Belo Horizonte, Anais... Belo Horizonte, SBG-MG Bol. 11: 47-56.
- MELO, M.S.de & PONÇANO, W.L.1983. Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos Cenozóicos no Estado de São Paulo. São Paulo, 1983. 74p. Monografia, 9. IPT nº 1364.
- MONBEIG, P.1949. A divisão Regional do Estado de São Paulo. Associação de Geógrafos Brasileiros, São Paulo, 1: 19 – 30.
- MORAES REGO, L.F. de - 1932 - Notas sobre a geomorfologia de São Paulo e sua gênese. São Paulo, Instituto Astronômico e Geofísico. 43p
- OLIVEIRA, J.B. de; CAMARGO, M.N.de; ROSSI, M. & CALDERANO FILHO, B. 1999. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas: Instituto Agrônomo/EMBRAPA Solos, 1999. v. 1. 64 p.
- PENTEADO, M.M. e RANZANI, G. 1973. Problemas Relacionados com a gênese dos solos podzolizados – Marília. Instituto de Geografia, Sedimentologia e Pedologia 6, 23p.
- PFEIFER, R. M.; CARVALHO, W. A.; SILVA, D. A. da.; ROSSI, M.; MENDICINO, L. F. 1986 - Levantamento semidetalhado dos solos do Parque Estadual de Carlos Botelho, SP. Boletim técnico Instituto Florestal, 40, 1, p.75-109, junho 1986.
- PIRES NETO, A.G. - 1979. Carta Geomorfológica dos Morros de Santos e São Vicente, SP. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE GEOLOGIA, 2, Rio Claro. Atas. v.2, p.279-90.
- PIRES NETO, A.G. - 1992a. O relevo de Ilha Bela: suas características e suscetibilidades. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO, 3, Belo Horizonte, ABEQUA, Anais, p. 141-145.
- PIRES NETO, A.G. *et al.* - 1978. Carta Geomorfológica de Ubatuba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 30. Recife, Anais v.1, p. 184-191.
- PONÇANO, W. L.; CARNEIRO, C. D. R.; BISTRICHI, C. A.; ALMEIDA, F. F. M. de; PRANDINI, F. L. 1981 - Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Monografia 5. v. 1 e 2. Escala 1:1.000.000.
- QUEIROZ NETO, J.P. & JOURNAUX, A. (Coords.) 1978. *Carta Geomorfológica do Vale do Rio do Peixe em Marília (SP)*. São Paulo: USP/Instituto de Geografia, 1978 (Escala 1:100.000).
- RICCOMINI, C.; PELOGGIA, A.U.G.; SALONI, J.C.L.; KOHNKE. M.W.; FIGUEIRA, R.M. 1989. Neotectonic activity in the Serra do Mar rift system. J. South Am. Earth Sci., 2: 191-197.
- ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo. Lab. Geomorfologia – Depto. Geografia – FFLCH – USP / Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT / FAPESP, 1997. Mapas e relatórios.



- ROSSI, M. 1999. Fatores formadores da paisagem litorânea: a bacia do Guaratuba, São Paulo - Brasil. São Paulo 1v. (Tese - Doutorado) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo - Departamento de Geografia. 160p.
- ROSSI, M.; JOAQUIM, A .C., BOGNOLA, A. I.; PRADO, H. MENK, J.R.F.; LEPSCH, I.F. 2000. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: Folha de Maracaí (carta 1:100 000). Campinas: SAA/APTA/IAC, 2000. (Mapa).
- SALGADO-LABOURIAU, M.L, BARBIER, M. FERRAZ-VICENTINE K.R e PARIZZI,M.G. 1998. A dry climatic event during the late Quaternary of tropical Brazil. *Review of Palaeobotany and Palynology* 99: 115 – 129.
- SANT'ANNA NETO, J.L.; MOTOKI, J.S.; TAVARES, R. 1991. A dinâmica atmosférica e o impacto na zona costeira paulista. In: Encontro Nacional de Estudos sobre o Meio Ambiente. 3, Londrina. U E L/ U.E.M./ UNESP. Anais... V.3: 35 –50.
- SECRETÁRIA DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SÃO PAULO-SMA. 1996. Revisão de Mapas Geomorfológicos da Área de Proteção Ambiental (APA) de Cananéia-Iguape-Peruíbe e Integração com o Mapeamento Geomorfológico do Macrozoneamento do Vale do Ribeira. Plano de Gestão / Zoneamento Ecológico - Econômico Para a Regulamentação da APA de Cananéia-Iguape-Peruíbe, escala 1:50.000.
- SHREVE, R. L. – 1966 – Statistical law of stream numbers. *Journal of Geology*. 74 (1): 17 – 37.
- SHREVE, R. L. – 1967 – Infinite topologically random channel networks. *Journal of Geology*. 75 (2): 178 – 186.
- SIMONETTI, C. 2001 – As relações entre o relevo, os solos e a floresta atlântica na Serra do Mar (Bacia do Rio Itamambuca, Ubatuba, SP). Tese de Doutorado. Instituto de Biociências. Universidade de São Paulo.
- SOARES JUNIOR, A. A.; VIDAL-TORRADO; SILVA, A. C. 2004 - Mapeamento ultradetalhado dos solos do Parque Estadual “Carlos Botelho” destinado ao Projeto Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40 ha de parcelas permanentes. Piracicaba: ESALQ, 2004. 53p.
- SOARES, A.R. 2003 – Mapeamento ultradetalhado do solo da área da Estação Ecológica de Caetetus, destinada ao Projeto *Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 10 há de parcela permanente*. Relatório Final. Piracicaba ESALQ. Orientadores: Prof.Dr. Pablo Vital-Torrado.
- SOARES, P.C. e LANDIM, P.M.B.1976. Depósitos cenozóicos na região centro-sul do Brasil. *Noticias Geomorfológicas*. Campinas, 16 (31): 17 – 39.
- SOUZA, L.A.P. 1995. A Planície Costeira Cananéia-Iguape, Litoral sul do Estado de São Paulo: Um Exemplo de Utilização de Métodos Geofísicos no Estudo de Áreas Costeiras. Tese de Doutorado. Instituto Oceanográfico. Universidade de São Paulo. 156 p
- SUGUIO, K. & MARTIN, L. Formações Quaternárias marinhas do litoral paulista e sul fluminense. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COASTAL EVOLUTION IN THE QUATERNARY, São Paulo, 1978. São Paulo, The Brazilian National Working Group for the IGCP, Project 61/Instituto de Geociências USP/Sociedade brasileira de Geologia, 1978. 55 p. (Special Publication, 1)
- TERRA - PLANEJAMENTO E PROJETOS. 1990. Macrozoneamento do Litoral Norte de São Paulo - Ilha Bela. Estudos geológicos, geomorfológicos e geotécnicos nas escalas 1: 10.000 e 1: 50.000.
- THEMAG ENGENHARIA E GERENCIAMENTO LTDA. 1990. APA da Serra do Mar. Mapeamento Geomorfológico, na escala 1:50.000.
- VAN ZUIDAM, R.A. - 1982 - Considerations on systematic medium scale geomorphological mapping. *Zeitschrift fur Geomorphologie*. Berlin-Stuttgart 26(4):473-480.



YBERT, J-P, BISSA, W.M. e KUTNER, M. 2001. Relative Sea Level Variations and Climatic Evolution in Southeastern and Southern Brazil During the Late Holocene. Instituto de Geociências, UFRGS, Porto Alegre. Pesquisa em Geociências, 28(2): 75 – 83.



### 3. Solos

#### 3.1. *Pedologia e edafologia (Pablo Vidal Torrado)*

Pesquisadores: Ana Raquel Soares, Antonio Augusto Soares Junior, Bruno Gherardi, Cristiano Cassiano da Silva, Marília Neubern Libardi, Tiago Osório Ferreira

#### 3.2. *O estudo do funcionamento do solo e a sua importância nas relações entre o solo e a vegetação*

Miguel Cooper

Carlos Eduardo Pinto Juhász

Raul Shiso Toma

Patrícia Ribeiro Cursi

Thalita Campos Oliveira

José Eduardo Soria

André Oppitz Ketzer

Rodrigo Chiara Olsen

##### 3.2.1. Introdução

O estudo do solo e o desenvolvimento de sistemas de classificação de solos nasceram como fruto de uma necessidade de identificar áreas mais propícias para a produção agrícola (Glinka, 1914). Desta forma, os solos são estudados e agrupados em mapas seguindo sistemas de classificação regionais ou internacionais em função do desempenho esperado de plantas cultivadas (van Diepen et al. 1991).

Esta evolução histórica dos estudos do solo e dos sistemas de classificação restringe o uso destas informações para temas não ligados à produção agrícola, principalmente para pesquisa (Bouma 1989; Basher, 1997). Como exemplos de áreas em que há restrições para o uso de informação básica sobre os solos, podemos citar: a) estudos que relacionam o solo com a vegetação nativa. As plantas nativas apresentam mecanismos de adaptação ao meio muito distintos das plantas cultivadas, o que faz com que os critérios usados para a definição das classes taxonômicas (atributos físicos, químicos e biológicos) do solo não expressem necessariamente os fatores aos quais estas são sensíveis; b) estudos em que a variabilidade espacial é importante. Na confecção de mapas de solos, a definição das unidades de mapeamento não leva em consideração a variabilidade espacial interna do solo. Dessa forma, este tipo de representação ignora a possibilidade de uma mudança gradual na paisagem e o fenômeno da auto-covariância espacial, isto é, que pontos localizados mais próximos são provavelmente mais similares do que pontos mais distantes entre si (Burrough 1995); e c) estudos



em que há interesse por um dado parâmetro isolado ou um aspecto específico ligado ao tema solos.

É consenso nos trabalhos relacionados com conservação, manejo e restauração de florestas, que o conhecimento acumulado até o momento não permite avançar das suposições sobre os efetivos mecanismos reguladores da biodiversidade (Gandolfi et al 1995, Metzger et al. 1997, Tabarelli & Mantovani 1999, Rodrigues & Shepherd 2004). Neste contexto se inserem os trabalhos que estudam as relações solo-água-vegetação nativa. O conhecimento de como o solo interfere na vegetação nativa e vice-versa, é fundamental para a definição e caracterização dos mecanismos que influenciam o desenvolvimento e distribuição das espécies dentro de uma floresta assim como a determinação da sua resiliência e sustentabilidade.

Vários trabalhos realizados em diferentes florestas no mundo têm mostrado que existe uma estreita relação entre as características edáficas do local e a riqueza, distribuição e diversidade de espécies de uma floresta (Terstege et al. 1993, Sabatier et. al. 1997; Clark, Palmer e Clark 1999; Bertani et al. 2001, Gomes et al. 2004). Se nesses estudos for adicionada a relação solo-vegetação, com enfoque no estudo do funcionamento ou comportamento do solo, certamente surgirá um panorama bem mais amplo de como a dinâmica natural do solo interfere na vegetação. Deve-se lembrar que o solo não é um corpo estático e sim dinâmico e que este influencia muitos ciclos da natureza. Por isso, a inclusão de estudos sobre funcionamento do solo, que visam conhecer como os atributos físicos, químicos e biológicos que caracterizam diferentes solos influenciam a dinâmica da água no solo (movimento e retenção) e a sua disponibilidade para as plantas, a dinâmica de nutrientes, assim como a capacidade de sustentação de uma floresta dentre outros.

Infelizmente, tanto no Brasil como no mundo, existem poucos trabalhos científicos que relacionam a estrutura e o funcionamento do solo com a distribuição das espécies dentro de florestas nativas. A inclusão de dados sobre dinâmica da água no solo em estudos de relação solo-planta, por exemplo, foi sugerida por Ruggiero et al. (2002) e efetivada por Bertani et al. (2001), Oliveira et al. (2005), Quesada et al. (2004) e Sztutman & Rodrigues (2002). Esta correlação solo-água-vegetação expressa ainda em termos de geologia e geomorfologia é fundamental à restauração de áreas degradadas, pois as características do solo às quais as espécies de plantas dos remanescentes florestais estão adaptadas devem ser muito próximas da área a ser restaurada e revegetada (Rodrigues & Gandolfi 1998, 2004). Portanto, o estudo do solo em condições de cobertura natural e a definição dos atributos do solo que mais afetam a adaptação das espécies vegetais nativas é fundamental, tanto para a restauração de florestas ao seu habitat natural (Kageyama & Gandara, 2004) como também para recuperar as condições de um solo já degradado (Phillips et al., 1999).

Dentro deste contexto foi caracterizado o funcionamento físico-hídrico dos solos de quatro Parcelas Permanentes alocadas nas quatro principais formações florestais do estado de São Paulo, a saber: Savana Florestada ou Cerradão, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta



Ombrófila Densa Sub-Montana (Floresta Atlântica de Encosta), e Floresta de Restinga ou Formação Pioneira com Influência Marinha. O objetivo deste capítulo é mostrar detalhadamente a metodologia empregada nestes estudos e apresentar alguns dos resultados mais importantes do funcionamento do solo e de sua relação com a vegetação.

### 3.2.2. Descrição dos materiais e métodos empregados nos estudos de funcionamento do solo em áreas cobertas por vegetação nativa

O objetivo desta seção é descrever, de forma mais detalhada possível, a metodologia empregada na caracterização dos atributos físico-hídricos dos solos das Parcelas Permanentes de Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica Caetetus, Gália, SP), de Cerradão (Estação Ecológica de Assis, Assis, SP), de Floresta de Restinga (Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP) e de Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual Carlos Botelho, Sete Barras, SP). A finalidade da metodologia a ser apresentada a seguir é gerar informações de dados físico-hídricos dos solos estudados para subsidiar discussões sobre a influência do solo e o seu funcionamento na florística, estrutura e dinâmica dessas florestas.

A seqüência seguida neste tema para a caracterização do funcionamento do solo foi a seguinte: a) caracterização morfológica detalhada de uma topossequência de solos escolhida com base no mapa pedológico detalhado de cada parcela permanente, b) caracterização dos atributos físico-hídricos e químicos dos diferentes horizontes do solo identificados no item anterior, e c) monitoramento hidrológico durante 12 meses de horizontes chaves anteriormente descritos. No caso da Parcela Permanente instalada no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (Formação Pioneira com Influência Marinha - Floresta de Restinga) foi também monitorada a mudança no nível do lençol freático.

#### 3.2.2.1. Caracterização morfológica detalhada da topossequência de solos escolhida.

A partir dos mapas ultradetalhados de solos das parcelas permanentes (Figura 2.1), foram escolhidas e demarcadas topossequências representativas dos solos dos diferentes locais. A escolha destas topossequências foi realizada seguindo os seguintes princípios: a) distribuição dos solos da parcela: procurou-se que todos os solos da parcela permanente estivessem representados na topossequência escolhida; e b) que representasse a topografia do local: desta forma foi definida a topossequência de montante à jusante da parcela permanente seguindo a linha de maior declive da vertente (Rodrigues, 2003). Em função da falta de definição de uma linha de maior declive, a única exceção a este último princípio de escolha da topossequência ocorreu na parcela permanente de Floresta de Restinga, no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, onde esta escolha foi realizada tentando representar todas as variações micro-topográficas da parcela ao longo de uma transeção.

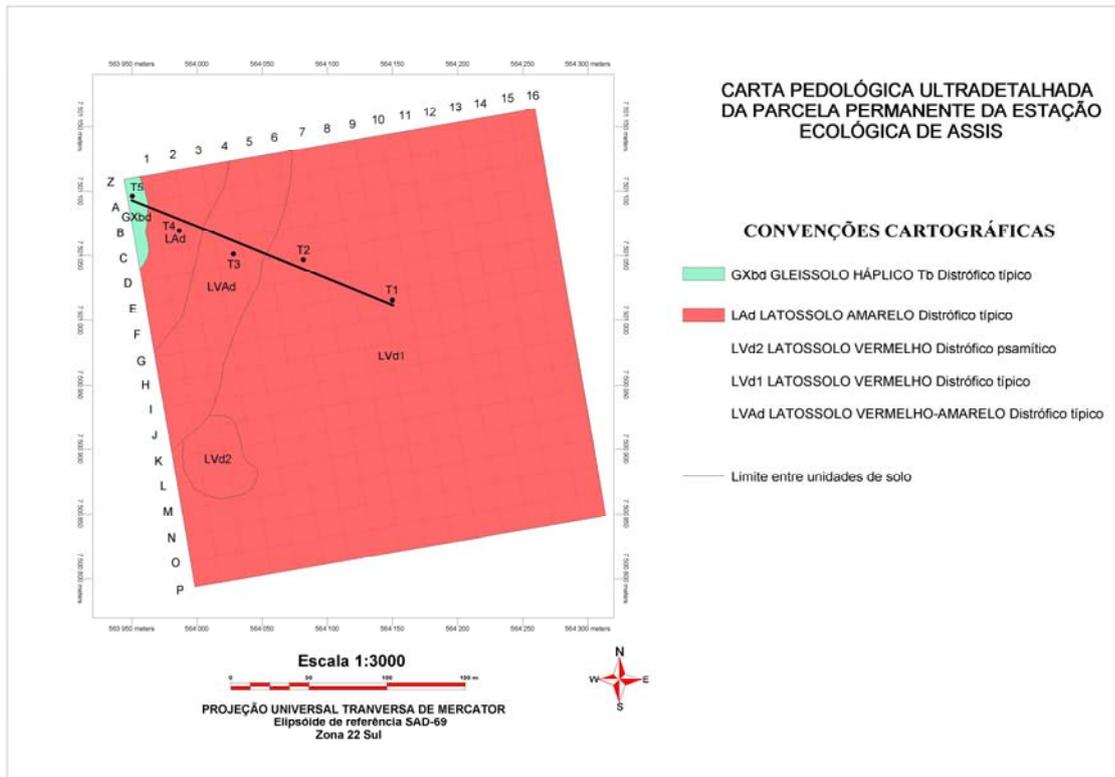


Figura 2.1. Exemplo da escolha da toposseqüência representativa da Parcela Permanente de Cerradão, da Estação Ecológica de Assis, SP, baseada na distribuição dos solos.

O método utilizado para caracterizar em detalhe a morfologia dos solos nas toposseqüências escolhidas foi proposto por Boulet et al. (1982), sendo denominado de análise estrutural. Inicialmente foram executadas tradagens para determinar os pontos de interesse à abertura de perfis representativos (trincheiras) de cada tipo de solo observado (Figura 2.1). Em todas as áreas foram escolhidos cinco pontos representativos para abertura das trincheiras, com até 1,5 m de profundidade. Depois foram perfurados com trado pontos intermediários entre as trincheiras de até 2 m de profundidade para delimitar as transições verticais e laterais entre os diferentes horizontes de solo descritos nas trincheiras.

Para delimitar uma toposseqüência de montante à jusante na linha de maior declive da vertente, foram realizadas medições topográficas de altitude, com clinômetro e mira (régua graduada), e de distância, a cada 5 m, com trena.

As descrições morfológicas completas em cada perfil de solo estudado e a determinação da cor e textura nas amostras de tradagens foram realizadas, segundo Lemos e Santos (2002). As unidades de solo foram classificadas até o quarto nível categórico de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999). Ao realizar-se a descrição dos perfis de



solos foram coletadas amostras deformadas e indeformadas de solo por horizonte para a realização das respectivas análises que serão descritas a seguir.

### 3.2.3. Caracterização dos atributos físico-hídricos e químicos

#### 3.2.3.1. Análise granulométrica

Um lote de amostras deformadas de solo foi retirado em todos os horizontes de solo nas trincheiras abertas. Outro lote foi coletado a cada 0,2 m de profundidade em todas as tradagens realizadas na análise estrutural e em tradagens consecutivas de 10 m de distância (amostragem uniforme) nas toposseqüências.

O método utilizado para a determinação da granulometria dos solos foi o do densímetro, de acordo com o padrão de rotina definido no Laboratório de Física do Solo do Departamento de Solos e Nutrição de Plantas – LSN, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ, campus da Universidade de São Paulo – USP. As amostras foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm, obtendo terra fina seca ao ar (TFSA). Uma alíquota de 50 g de TFSA foi imersa em  $2,5 \cdot 10^{-5}$  m<sup>3</sup> de solução dispersante preparada com 10 g de hexametáfosfato de sódio mais 4 g de hidróxido de sódio para  $1 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup> de água destilada (Camargo et al., 1986). Após agitação mecânica de 16 h, a amostra mais o dispersante foram transferidos para uma proveta de  $1 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup>, completando este volume com água. Após agitação manual por 40 s, foram realizadas duas leituras com o hidrômetro (Soiltest, Inc.), uma após 40 s de decantação (silte + argila, em kg de TFSA / m<sup>3</sup> de água) e a outra após 2 h de repouso (argila). As leituras foram corrigidas para a temperatura atual, subtraindo da leitura do “branco” ( $2,5 \cdot 10^{-5}$  m<sup>3</sup> de dispersante em  $1 \cdot 10^{-3}$  m<sup>3</sup> de água). A areia total (kg.m<sup>-3</sup>) foi obtida pela subtração de 50 g e silte + argila.

O fator de umidade, obtido a partir da secagem de 10 g de amostra em béquer de  $2,5 \cdot 10^{-5}$  m<sup>3</sup> em estufa a 105°C por 24 h, foi calculado pela razão entre o peso úmido (10 g) e o respectivo peso seco da amostra. Este fator foi multiplicado às leituras corrigidas do hidrômetro.

Os diâmetros das frações, segundo o United States Department of Agriculture – USDA, são: menor ou igual a 2 µm (argila), de 2 a 50 µm (silte) e de 50 a 2000 µm (areia). Da areia total, foram ainda determinadas cinco frações em um conjunto de peneiras com malhas de diâmetro aproximado aos extremos de cada sub-fração: muito fina (50 a 100 µm), fina (100 a 250 µm), média (250 a 500 µm), grossa (500 a 1000 µm) e muito grossa (1000 a 2000 µm).

Embora este método não seja recomendado para laboratórios comerciais e universitários (GEE & OR, 2002), a sua escolha foi devido à necessidade de comparação e interação com o banco de dados obtido por este método para as 256 subparcelas do projeto temático.



### 3.2.3.2. Densidade de partículas, densidade do solo e porosidade total

A partir das amostras deformadas, coletadas nos horizontes dos perfis descritos, foram utilizadas porções de 20 g de terra fina, seca em estufa a 105°C por 24 h (TFSE) para determinar a densidade de partículas ( $D_p$ ) pelo método do balão volumétrico (Kiehl, 1979). À amostra, em um balão volumétrico de  $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  aferido, foi adicionado  $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  de álcool etílico 96°GL, agitando-se levemente. Deixou-se em repouso por 16 h, no mínimo. Por meio de uma bureta, completou-se o volume do balão com álcool etílico, vagarosamente. O cálculo foi feito pela equação:

$$D_p = \frac{P_s}{50 - (35 + L)}$$

$D_p$  em  $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ;  $L$  = volume gasto de álcool etílico na bureta;  $P_s$  = peso da amostra seca.

(1)

Amostras indeformadas de cada horizonte dos perfis de solo analisados foram coletadas em anéis volumétricos de  $10^{-4} \text{ m}^3$  em três repetições para a determinação da densidade do solo ( $D_s$ ), em  $\text{Mg} \cdot \text{m}^{-3}$ , obtida pela razão entre a massa de solo seco em estufa a 105°C por 24 h e o volume interno do anel preenchido pela massa de solo correspondente (EMBRAPA, 1997).

A porosidade total (PT) em  $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$  foi estimada pela equação:

$$PT = 1 - \frac{D_s}{D_p}$$

(2)

### 3.2.3.3. Distribuição de poros no solo utilizando técnicas micromorfométricas.

Amostras indeformadas para análises micromorfométricas foram coletadas nos horizontes descritos nas trincheiras. O bloco de solo foi “esculpido” no formato da caixa de papel-cartão de 120 x 70 x 40 mm na qual foi inserido. Com uma faca, separou-se o bloco da parede da trincheira. As amostras foram identificadas com a profundidade e local de coleta, indicando a orientação em direção à superfície do solo (norte).

A impregnação foi realizada utilizando resina de poliéster “cristal” segundo metodologia apresentada por Murphy (1986). Porém, como a resina é hidrofóbica (Mermut, 1992), toda a água presente na amostra teve que ser retirada, após secagem ao ar por 15 dias e, em seguida, em estufa a 40°C com ventilação forçada por 48 h. A sua viscosidade foi reduzida misturando-o com monômero de estireno (Castro et al., 2003). A proporção de duas partes de monômero para uma de resina (ambos distribuídos por Redelease®) mostrou-se mais satisfatória. Foi utilizado o pigmento fluorescente Uvitex OB (Ciba-Geigy®) (Murphy; Bullock; Turner, 1977), na proporção de 0,005 kg misturados a  $0,001 \text{ m}^3$  de monômero, sobre o qual também foi adicionada a resina. O tempo de endurecimento da amostra (seis semanas) foi controlado por um catalisador (Ringrose-



Voase, 1991), neste caso, peróxido orgânico (Butanox M50, distribuído por Redelease®) em 4 gotas por 10-3 m<sup>3</sup> de solução.

Para aumentar a eficiência de impregnação e facilitar a penetração da resina no solo foi utilizado um sistema de vácuo conforme Castro et al. (2003), no qual as amostras foram acondicionadas em dessecadores ligados a uma bomba de vácuo. A solução de impregnação foi adicionada aos poucos às amostras até o nível do fluxo de penetração por capilaridade, para evitar o aprisionamento de ar. Após o primeiro preenchimento, o vácuo foi ligado, aguardando o tempo em que metade da quantidade de solução adicionada à amostra fosse absorvida, desligando a bomba e retirando o vácuo vagarosamente, repetindo-se para cada preenchimento até cobrir as amostras, mantendo-as sob vácuo por no mínimo 24 h (Ringrose-Voase, 1991).

Depois de endurecidos, os blocos impregnados foram cortados usando serra de diamante e uma das faces foi polida sobre camada abrasiva em disco rotatório, adicionando inicialmente carbureto de silício preto, de granulação mais grosseira (220mesh, com grãos de 53-62µm) e em seguida pelo carbureto de silício verde, mais fino (600mesh, grãos de 18-22µm), mantendo a amostra sempre úmida em contato com o material abrasivo.

Sob luz ultravioleta e em ambiente escuro, o espaço poroso (mais claro) foi destacado da matriz do solo (mais escura) pelo pigmento fluorescente utilizado. Os poros foram quantificados a partir de imagens adquiridas sobre a face polida dos blocos de solo, com resultado semelhante ao obtido a partir de lâminas delgadas de solo, como sugerido por Mermut (1992).

Foram utilizadas 14 repetições por horizonte de solo, ou seja, 14 imagens (fotomicrografias) aleatórias de 12x15mm (180mm<sup>2</sup>) adquiridas por uma câmera digital em cores (Sony®, modelo DFW-X700), em sistema “charged couple device” (CCD), conectada a uma lupa com polarizador (Zeiss®). As imagens foram digitalizadas em 1024x768 pixels, com resolução espectral de 256 tons de cinza, em aumento de 10x, igualando um pixel a 156,25 µm<sup>2</sup>. A identificação dos poros na imagem foi feita pela delimitação da limiarização (“thresholding”) de tons de cinza para cada conjunto de imagens. A porosidade total (µm<sup>2</sup>. µm<sup>-2</sup>) foi estimada pelo número de pixels correspondente à área dos poróides (Moran et al., 1988), ou seja, os poros visualizados bidimensionalmente. Uma vez feita à aquisição, a imagem foi binarizada e os poróides individualizados utilizando-se macros desenvolvidas no programa Noesis® Visilog 5.4.

O processo de classificação e quantificação dos poróides foi otimizado por macros desenvolvidas em linguagem Visual Basic no Microsoft® Excel. A forma (Tabela 2.1) e a área dos poróides foram determinadas, em cada bloco impregnado de solo, de acordo com dois índices de forma, do mesmo modo como utilizado por Cooper (1999).

O primeiro índice (I<sub>1</sub>), Eq. 3, mais simples, separa adequadamente poros arredondados de alongados (Hallaire e Cointepas, 1993).

$$I_1 = \frac{P^2}{4 \pi A}$$



(3)

Em que P é o perímetro do poróide e A a área ocupada pelo poróide.

O segundo índice de forma (I<sub>2</sub>), para a classificação adequada entre poróides alongados e complexos, é assim definido:

$$I_2 = \frac{\frac{1}{m} \sum_i (N_i) i}{\frac{1}{n} \sum_j (D_F) j} \quad (4)$$

Em que m = número de direções i nas quais é calculado o número de interceptos NI, (i = 0°, 45°, 90° e 135°); n = número de direções j nas quais são calculados os diâmetros de Féret DF, (j = 0° e 90°).

Tabela 2.1. Definição das classes de forma dos poróides

Forma de Poros	Índices de forma	
	I1	I2
Arredondados	I1 ≤ 5	
Alongados	5 < I1 ≤ 25	≤ 2,2
Complexos	I1 > 5	> 2,2

As classes de diâmetro foram definidas a partir do diâmetro equivalente (Deq), segundo Pagliai; La Marca e Lucamante (1983) para os poróides arredondados e complexos (Eq. 5). Para os poróides alongados foi definida a largura (L) (Eq. 6) de acordo com Pagliai et al. (1984).

$$Deq = 2 \cdot \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad (5)$$

$$L = \frac{1}{4} \cdot \left( P \pm \sqrt{P^2 - 16 \cdot A} \right) \quad (6)$$

Em que A = área do poróide; P = perímetro do poróide

### 3.2.3.4. Curvas de retenção de água no solo

Amostras indeformadas foram coletadas em três repetições por horizonte de solo para a obtenção das curvas características de retenção de água no solo. A umidade gravimétrica da amostra foi obtida para cada potencial aplicado a partir do peso correspondente ao conteúdo de água da amostra dividido pelo peso seco de solo. A umidade volumétrica foi obtida pela multiplicação da umidade gravimétrica pelo valor da densidade do solo (item 3.2) correspondente à amostra utilizada. As amostras foram submetidas a baixos potenciais matriciais (1, 3, 5, 8 e 10 kPa) determinados com o uso de painéis preenchidas com areia de granulometria conhecida e constante. Os potenciais médios (33 e 100 kPa) foram atingidos utilizando painéis de pressão



adaptadas, nas quais as amostras foram colocadas sobre placas porosas de até 100 kPa. Os altos potenciais (500 e 1500 kPa) foram determinados em câmaras de alta pressão de Richards, sobre placas porosas que suportam 1500 kPa de pressão. O método é detalhado por Klute (1986).

O ajuste das curvas de retenção foi feito para o modelo de Van Genuchten (1980), a partir do software SWRC, versão 2.00 (Dourado Neto, 2000).

### 3.2.3.5 Condutividade hidráulica saturada de campo

A condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) foi obtida com o permeâmetro de Guelph, modelo IAC (Vieira, 1995/1998). O princípio de funcionamento deste aparelho é baseado no princípio de Mariotte (Libardi, 1995).

Para o cálculo da condutividade hidráulica saturada utilizou-se a equação de carga hidráulica única, proposta por Elrick; Reynolds e Tan (1989).

Neste trabalho, foram escolhidos três pontos nas diferentes topossequências, ou seja, poços perfurados nos locais mais representativos da topossequência: topo, terço médio e sopé da encosta. Em cada ponto foram utilizadas duas cargas hidráulicas (de 3 e 6 cm), aplicadas em três profundidades, em três repetições por carga hidráulica.

### 3.2.3.6 Análise química do solo

As análises químicas foram realizadas a partir de TFSA das amostras deformadas coletadas nos horizontes dos perfis abertos nas topossequências escolhidas.

A determinação de pH foi realizada a partir da medida da atividade de íons H<sup>+</sup> na solução do solo com pH-metro. O pH em CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol.L<sup>-1</sup> (acidez ativa) foi obtido após homogeneizar a terra em solução de CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol.L<sup>-1</sup> na proporção de 1:2,5 (solo:líquido) (QUAGGIO; RAIJ, 2001). Da mesma forma foram obtidos ainda o pH em H<sub>2</sub>O e o pH em KCl 1 mol.L<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 1997).

A acidez trocável (íons de Al<sup>3+</sup> trocável) foi obtida por titulação com solução de KCl 1 mol.L<sup>-1</sup> (Cantarella et al., 2001) e a acidez potencial ou “total” (H + Al) a partir do pH do solo em solução tampão SMP (Quaggio; Raij, 2001).

Os teores de Ca, Mg, K e P disponíveis foram determinados a partir da extração com resina trocadora de íons. A leitura de Ca e Mg foi obtida por espectrofotometria de absorção atômica, a de K por fotometria de chama e a de P em colorímetro (marca Klett-Summerson®) (Raij; Quaggio, 2001).

Os íons livres de Fe foram complexados por solução extratora de DTPA. O teor total foi obtido em espectrofotômetro de absorção atômica (Abreu; Abreu; Andrade, 2001).

A matéria orgânica (MO) foi obtida por oxidação, reduzindo os íons Cr(III) do dicromato de potássio, com leitura pelo método colorimétrico (Cantarella; Quaggio; Raij, 2001).

O índice ΔpH foi obtido por pH em KCl - pH em H<sub>2</sub>O (Mekaru; Uehara, 1972).



Os parâmetros CTC total (T), CTC efetiva (t), saturação por alumínio (m), soma de bases ou cátions trocáveis (S) e saturação por bases (V) foram calculados segundo recomendações da Embrapa (1997).

### 3.2.3.7. Monitoramento hidrológico

#### 3.2.3.7.1. Umidade volumétrica

O monitoramento contínuo in situ da umidade do solo foi realizado a partir dos sensores denominados Water Content Reflectometer – WCR (modelo CS615-L, Campbell Scientific Inc.), instalados nos principais horizontes de cada perfil de solo (Figura 2.2). Este equipamento ainda pouco utilizado em estudos sob florestas nativas no Brasil e em clima tropical tem sua eficiência comprovada em relação ao TDR convencional por Seyfried e Murdock (2001).

O sensor utilizado consiste em um reflectômetro no domínio do tempo (sem usar um testador de cabos como no TDR). O aparelho funciona a partir de um multivibrador (Campbell Scientific, 1996). Um multivibrador, segundo Juhász (informação pessoal), consiste em um dispositivo eletrônico cuja tensão de saída muda do máximo para o mínimo sem tensões intermediárias instantaneamente, isto é, em um tempo desprezível. Esta mudança de estado – pulso – percorre uma haste metálica do sensor (guia de ondas). Este pulso leva mais ou menos tempo, dependendo da constante dielétrica do meio no qual a haste está inserida (calibrado para umidade do solo, neste caso), para se refletir na outra haste ou guia de ondas. Este tempo de retardo é medido como período e calibrado para unidades de medida da umidade do solo. O pulso do sinal refletido é reinjetado no primeiro guia de ondas e, assim, o circuito permanece em oscilação. Como a frequência desta oscilação depende do tempo de retardo, a medida pode ser obtida em frequência, ou seja, o inverso do período.

Todos os sensores foram conectados por cabos axiais a um multiplexador (modelo AM416, Campbell Scientific, Inc.), que multiplica o número de canais a serem lidos pelo “data logger”, onde cada canal é lido individualmente diretamente pelo “data logger” (CR10X, Campbell Scientific Inc.). Os sensores obtiveram os dados a cada 20 minutos, armazenados no “data logger”. O sistema foi mantido em funcionamento por bateria de 12 V carregada por painel solar. A coleta desses registros no campo ocorreu a cada 20 dias com o uso de teclado de comandos (CR10KD, Campbell Scientific, Inc.) conectado a um módulo de armazenamento (SM4M, Campbell Scientific, Inc.), adquirindo os dados no período de um ano em cada uma das áreas estudadas.



Figura 2.2. Foto representativa dos sensores nas profundidades de instalação.

Os dados foram calibrados a partir da coleta de amostras deformadas nas profundidades de instalação dos sensores WCR. O procedimento para a confecção da curva (Figura 2.3) e equação de calibração do WCR consistiu em saturar TFSA em tubos de PVC e drenar em cinco períodos consecutivos de 15 minutos, 1 dia, 2 dias, 4 dias e 6 dias. Para cada período de drenagem obtiveram-se a umidade volumétrica do solo em laboratório e o período em milissegundos (ms) medido em três repetições com o WCR. A equação de calibração foi obtida a partir do ajuste da curva construída a partir da umidade volumétrica e do período da onda de saída do WCR em cada tempo de drenagem. Procedimento semelhante foi descrito por Kim & Benson (2002).

A Eq. 7, de calibração, foi obtida por regressão para todos as profundidades de instalação:

$$U_v = 0,8298 - \frac{0,6135}{\tau} \quad (7)$$

Em que  $U_v$  = umidade volumétrica ( $m^3.m^{-3}$ ); e  $\tau$  = período (ms) obtido pelo sensor WCR.

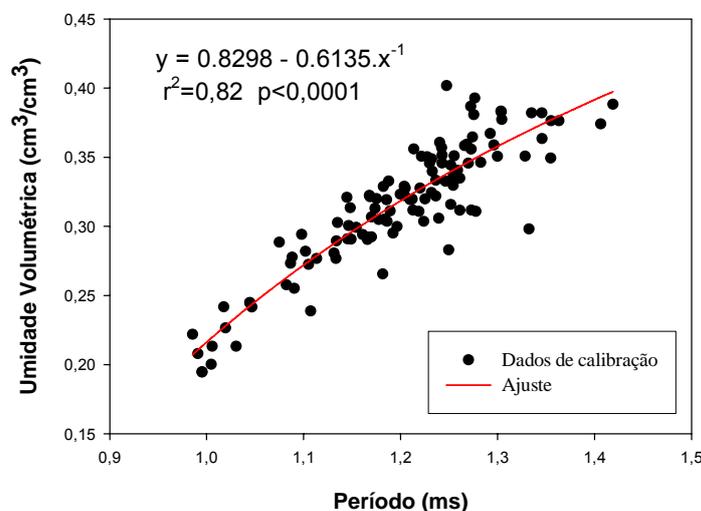




Figura 2.3 Curva de calibração para os sensores instalados na Estação Ecológica de Assis e Caetetus.

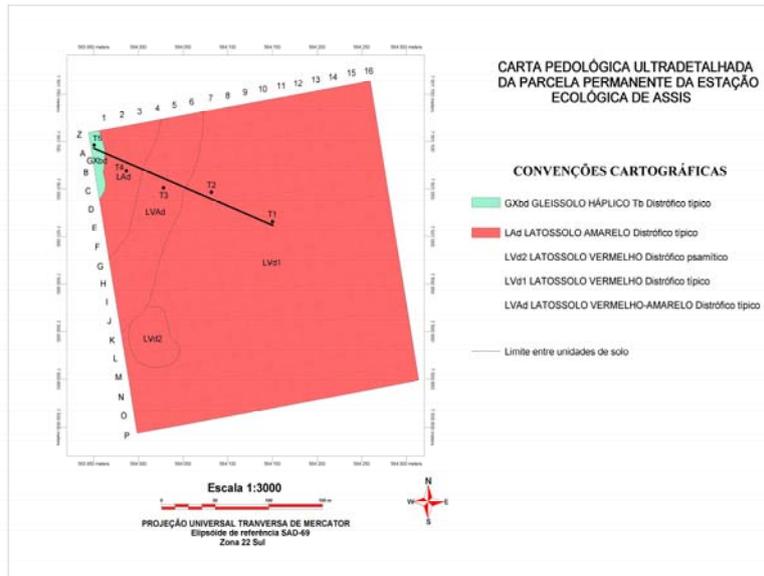
Dados de precipitação foram coletados em uma estação meteorológica automática (Campbell Scientific, Inc.) instalada na sede da Floresta Estadual de Assis, situada a cerca de um a dois quilômetros do local de estudo. Estes dados foram registrados de 15 em 15 minutos e armazenados em “data logger”. Com isso foi possível estabelecer a quantidade de entrada de água no sistema continuamente durante o período estudado.

### 3.2.4. Resultados

A seguir serão apresentados os principais resultados obtidos nas quatro Parcelas Permanentes estudadas (Cerradão, Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila Densa Sub-Montana e Floresta de Restinga), de 10,24ha cada. Em todas as áreas será apresentada uma síntese da caracterização do funcionamento físico-hídrica dos solos que poderá ser utilizada para estudos mais complexos das relações que existem entre o solo e a vegetação.

#### 3.2.4.1. Parcela Permanente do Cerradão (Estação Ecológica de Assis)

Os solos da transeção estudada no Cerradão na E. E. de Assis foram classificados como (Figura 2.4): Latossolo Vermelho distrófico típico (T1 e T2), Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico (T3), Latossolo Amarelo distrófico típico (T4), Gleissolo Háplico Tb distrófico típico (T5). A distribuição dos solos na topossequência é bastante homogênea.



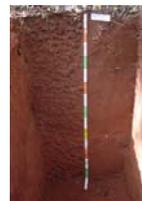
LVd1



LAd



LVd1



LVAd



GXbd

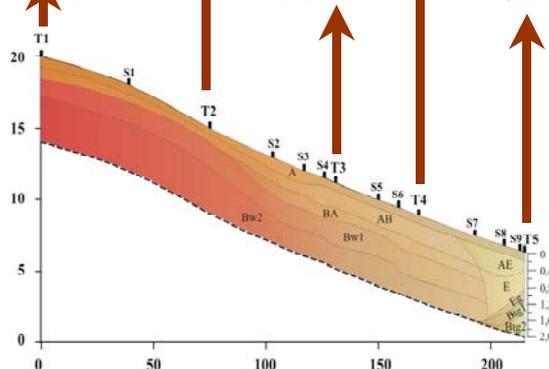


Figura 2.4: Mapa de solos da Parcela Permanente de Cerradão da Estação Ecológica de Assis, com a localização da transeção estudada. Detalhe da distribuição dos solos na transeção estudada.

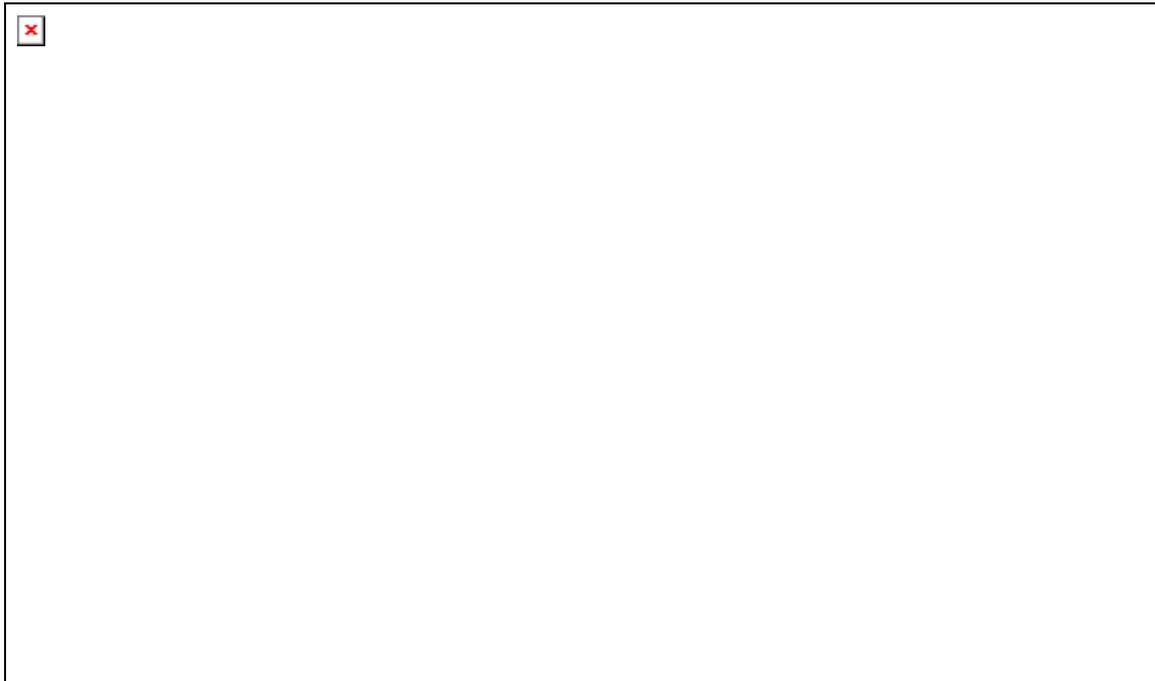
Predominam solos profundos e bem drenados na maioria das trincheiras da transeção (T1 a T4), com exceção da trincheira T5 localizada na parte mais baixa do terreno (transeção), onde aparece um solo com drenagem impedida em profundidade. Todos os solos estudados nessa transeção da Parcela Permanente de Cerradão da E.E. de Assis apresentaram textura uniforme



variando de média/arenosa a média, somente no último horizonte da trincheira T5 é que a quantidade de argila aumenta apresentando uma textura media/argilosa (Figura 2.5). Estes solos apresentam uma boa estruturação na forma de agregados micro-granulares, o que somado às características granulométricas confere a estes solos uma boa drenagem em todos os horizontes, inclusive nos B.



a)



b)

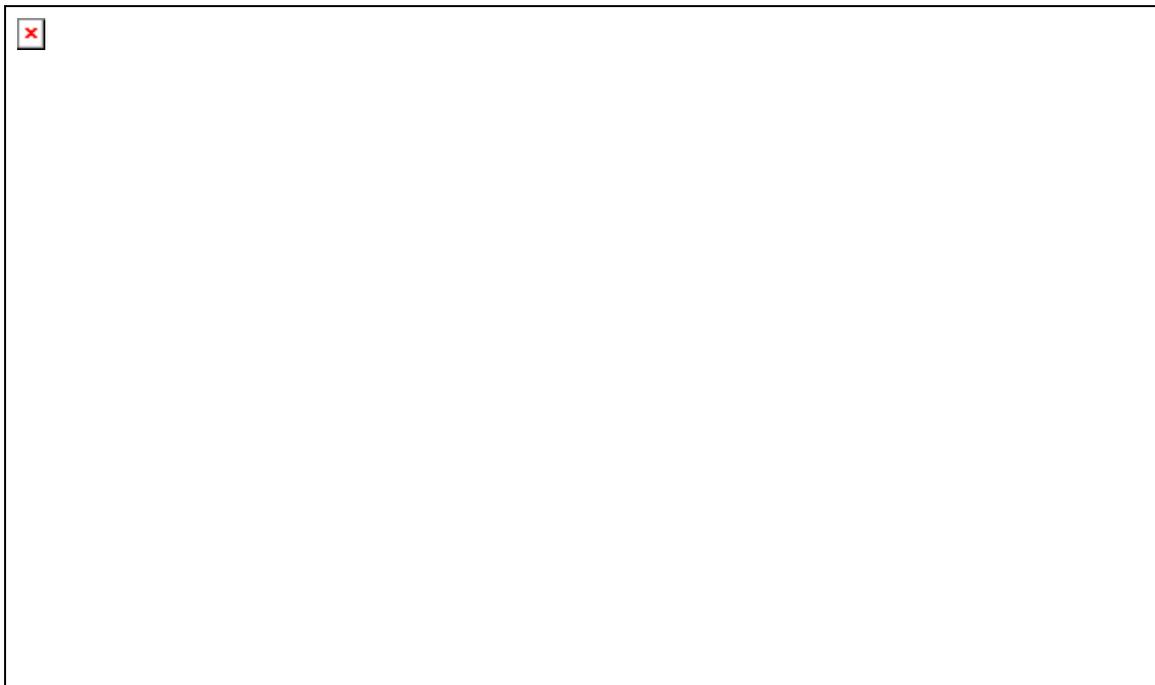
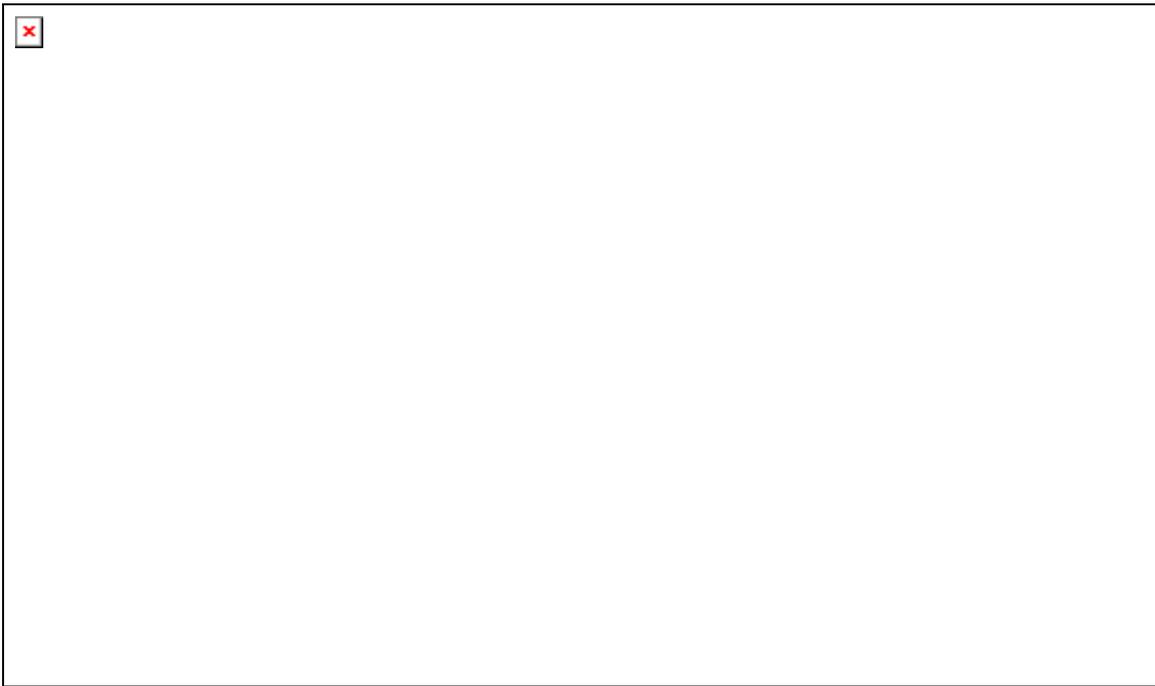


Figura 2. 5. Granulometria, curvas de retenção e distribuição da porosidade das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. a) Latossolo Vermelho distrófico típico, b) Latossolo Vermelho distrófico típico. Cerradão (E.E. de Assis).



c)



d)

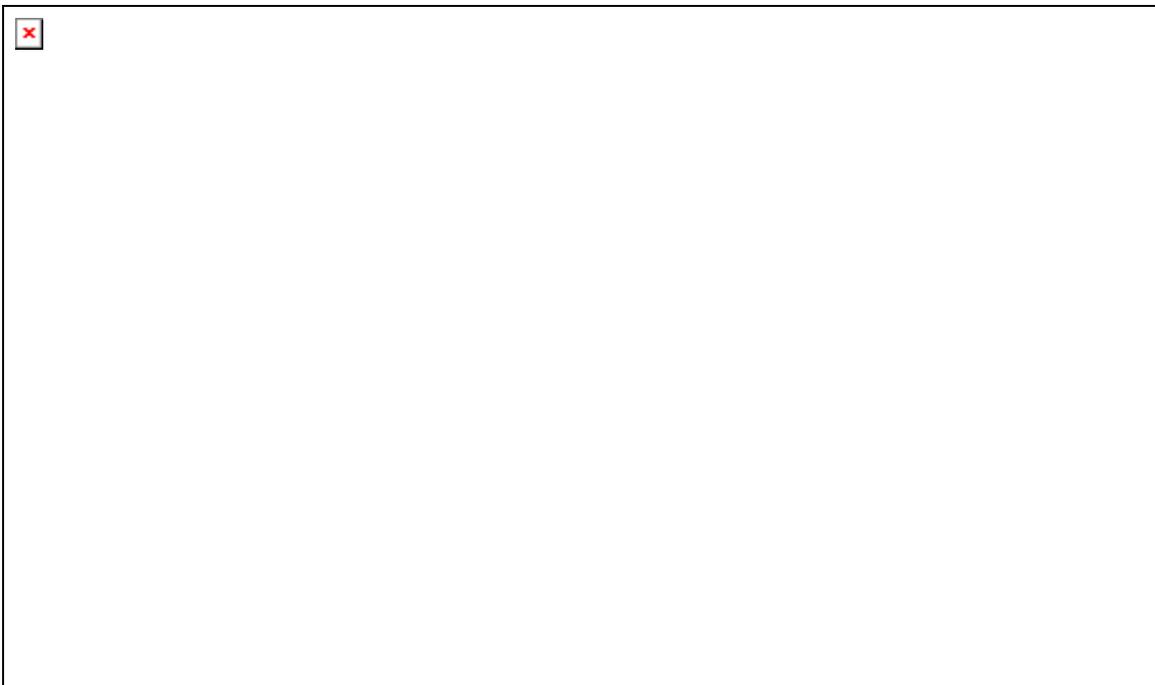


Figura 2.5 (cont.). Granulometria, curvas de retenção e distribuição da porosidade das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. c) Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, d) Latossolo Amarelo distrófico típico. Cerradão (E.E. de Assis).



e)

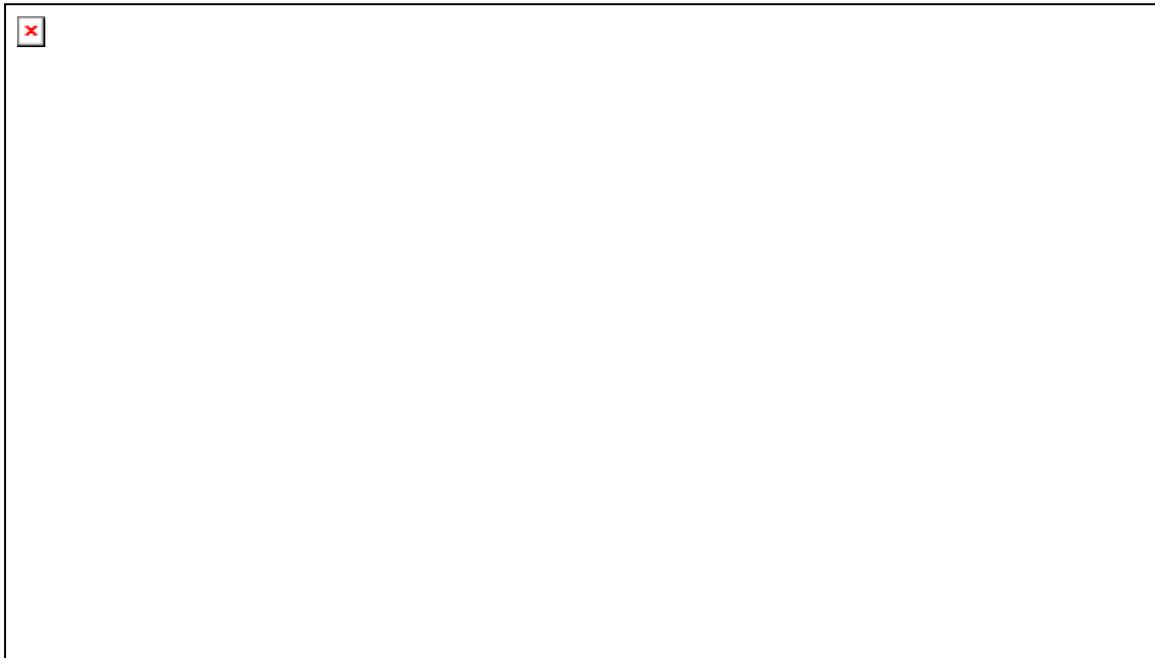


Figura 2.5 (cont.). Granulometria, curvas de retenção e distribuição da porosidade das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. e) Gleissolo Háptico Tb distrófico típico. E.E. de Assis (Cerradão).

As curvas de retenção de água dos perfis estudados estão apresentadas na Figura 2.5. Estas curvas mostraram claramente a influência das características texturais e estruturais dos perfis de solo estudados sobre a retenção de água no solo da transeção sob Cerradão (E.E. Assis).

Considerando os dados de cada trincheira, nas primeiras quatro trincheiras (T1 a T4) observou-se uma grande homogeneidade entre as curvas de retenção de água dos diferentes horizontes do solo. Já em T5, em função das mudanças texturais e de estrutura que ocorreu no perfil desse solo, as propriedades de retenção de água foram distintas daquelas observadas nas demais trincheiras (T1 a T4).

Nas trincheiras T1 a T4, as curvas de retenção caracterizaram solos altamente drenados e com baixa retenção de água, mesmo nos horizontes mais profundos. Estas características da curva de retenção conferem a estes solos uma baixa disponibilidade de água para as plantas, como pode ser observada pela estreita faixa de umidade entre os potenciais de 27kPa ( $pF_{2,5}$ ) e 1,5MPa ( $pF_{4,2}$ ). Em T5, as curvas de retenção podem ser divididas em dois grupos. O primeiro grupo corresponde às curvas dos horizontes superficiais que por apresentarem textura arenosa e baixa estruturação caracterizam-se por serem horizontes que favorecem a condução de água com baixíssima ou quase nenhuma retenção de água, o segundo grupo que representam os horizontes abaixo de 90cm e que se caracterizam por apresentar teores mais altos de argila e uma melhor



estruturação apresentam uma maior retenção de água e conseqüentemente maior disponibilidade de água para as plantas, inclusive maior que a apresentada em todos os horizontes das trincheiras T1 a T4.

Na transeção, foi avaliada a condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) nas posições de topo, representando o LVd (perfis T1 e T2), terço médio representando tanto o LVAd (T3) como o LAd (T4) e sopé (perfil T5) (Figura 2.6).

Segundo Reynolds e Elrick (1986), os valores de Kfs entre  $10^{-4}$  a  $10^{-5}$  m.s<sup>-1</sup> representam meios porosos de alta permeabilidade enquanto que na ordem de  $10^{-6}$  a permeabilidade é intermediária. Portanto, todas as camadas analisadas possuem permeabilidade alta, com exceção do horizonte Btg2 (T5) que é caracterizado como de permeabilidade intermediária (Figura 2.6).

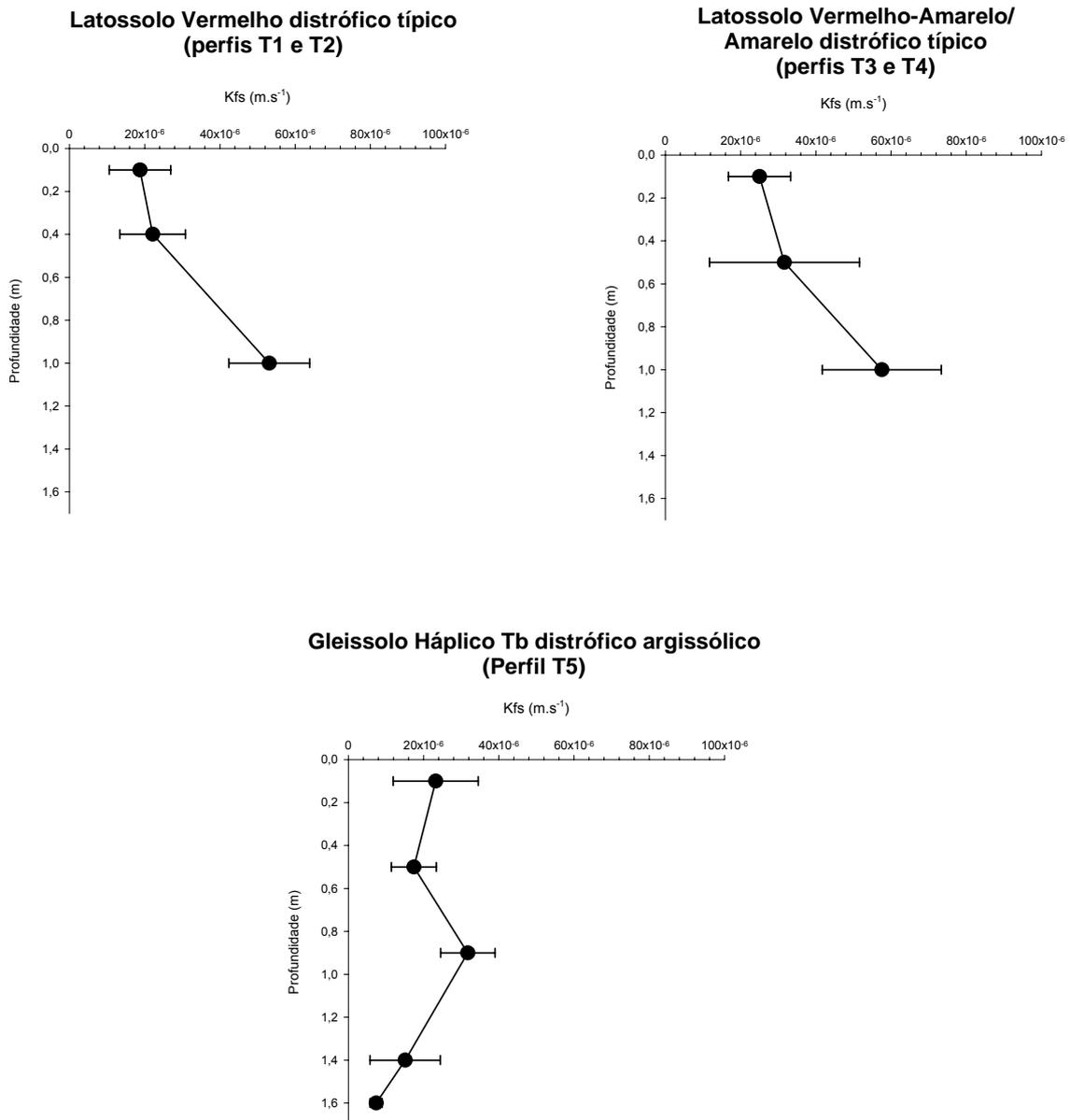


Figura 2.6. Condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) média nos principais horizontes de solo no terço superior (perfis T1 e T2), terço médio (perfis T3 e T4) e sopé (perfil T5) da vertente (média e desvio padrão). Cerradão (E.E. de Assis).

Em geral, nos Latossolos (topo e terço médio da toposseqüência) a condutividade hidráulica aumenta em profundidade, enquanto no perfil de Gleissolo a condutividade é reduzida. A condutividade hidráulica nos Latossolos é definida pela macroestrutura em A e AB e pela estrutura granular muito pequena de grau forte que se pode avaliar no campo. Desta forma, os agregados



em Bw formam maior quantidade de poros do que as unidades de macroestrutura em A e AB, obtendo-se maior condutividade hidráulica em Bw, mais permeável.

No Gleissolo, a maior condutividade hidráulica saturada (Kfs) em Eg (Figura 2.6) pode ser explicada mais facilmente pela porosidade total obtida a partir da análise de imagens, pois a macroestrutura é a mesma em todos os horizontes de subsuperfície, em blocos subangulares (pequenos a médios). No horizonte Btg2 a macroestrutura em blocos subangulares é de grau forte e a textura é mais argilosa. Além disso, a retenção de água neste horizonte é bem maior do que nos horizontes mais superficiais (Figura 2.5). Como a inclinação da curva também é menor em relação ao potencial matricial, o movimento da água neste horizonte é mais lento. Isto é evidenciado pela porosidade distribuída em complexa de diâmetro equivalente maior que 1000 mm e arredondada de 30 a 500 mm (Figura 2.5), representando poros menos conectados em maior proporção do que nos outros horizontes.

A condutividade hidráulica saturada de todas as camadas analisadas não restringe o desenvolvimento de raízes. Isto porque os valores obtidos de condutividade hidráulica estão dentro da faixa na qual as raízes são capazes de absorver água, definida entre  $7,0 \cdot 10^{-7}$  a  $7,0 \cdot 10^{-5}$  m.s<sup>-1</sup> por Glinski e Lipiec (1990).

A Figura 2.7 mostra as variações de umidade volumétrica nos solos estudados na E.E. de Assis (Cerradão), em função da precipitação no período de novembro 2003 e julho 2004. A evolução da umidade mostra que existem poucas alterações da umidade volumétrica do solo durante o período monitorado, ou seja, não se observa um comportamento sazonal da umidade nestes solos, diferentemente do que ocorreu nos solos da E.E. de Caetetus (Floresta Estacional Semidecidual). No entanto, essa inexistência de um comportamento sazonal da umidade do solo nessa parcela permanente (Cerradão) é substituída por um comportamento da umidade do solo totalmente dependente do evento chuvoso. Observa-se nestes solos e em todos os horizontes, com exceção do último horizonte de T5, picos de umidade intimamente relacionados com os eventos chuvosos, voltando ao seu estado original de umidade muito rapidamente, uma vez cessado o evento chuvoso.

Quanto mais próximo à superfície do solo, maior foi a flutuação de umidade do solo, mas sempre muito rápida e altamente dependente do evento chuvoso. Com exceção do último horizonte da trincheira T5, que apresentou valores de umidades muito mais elevados em função das características próprias do solo dessa trincheira, os horizontes sub-superficiais de todas as trincheiras apresentaram valores médios de umidade um pouco mais elevados que os horizontes da superfície. Isso pode ser explicado pelo pequeno incremento nos teores de argila que ocorreu nesses horizontes profundos.

Confirmando os dados observados nas curvas de retenção, existem poucas diferenças na dinâmica da água do solo entre os horizontes das trincheiras T1 a T4. A mesma coisa não pode ser dita para T5, onde se observam comportamentos diferentes segundo as características morfológicas e de retenção dos horizontes deste perfil.



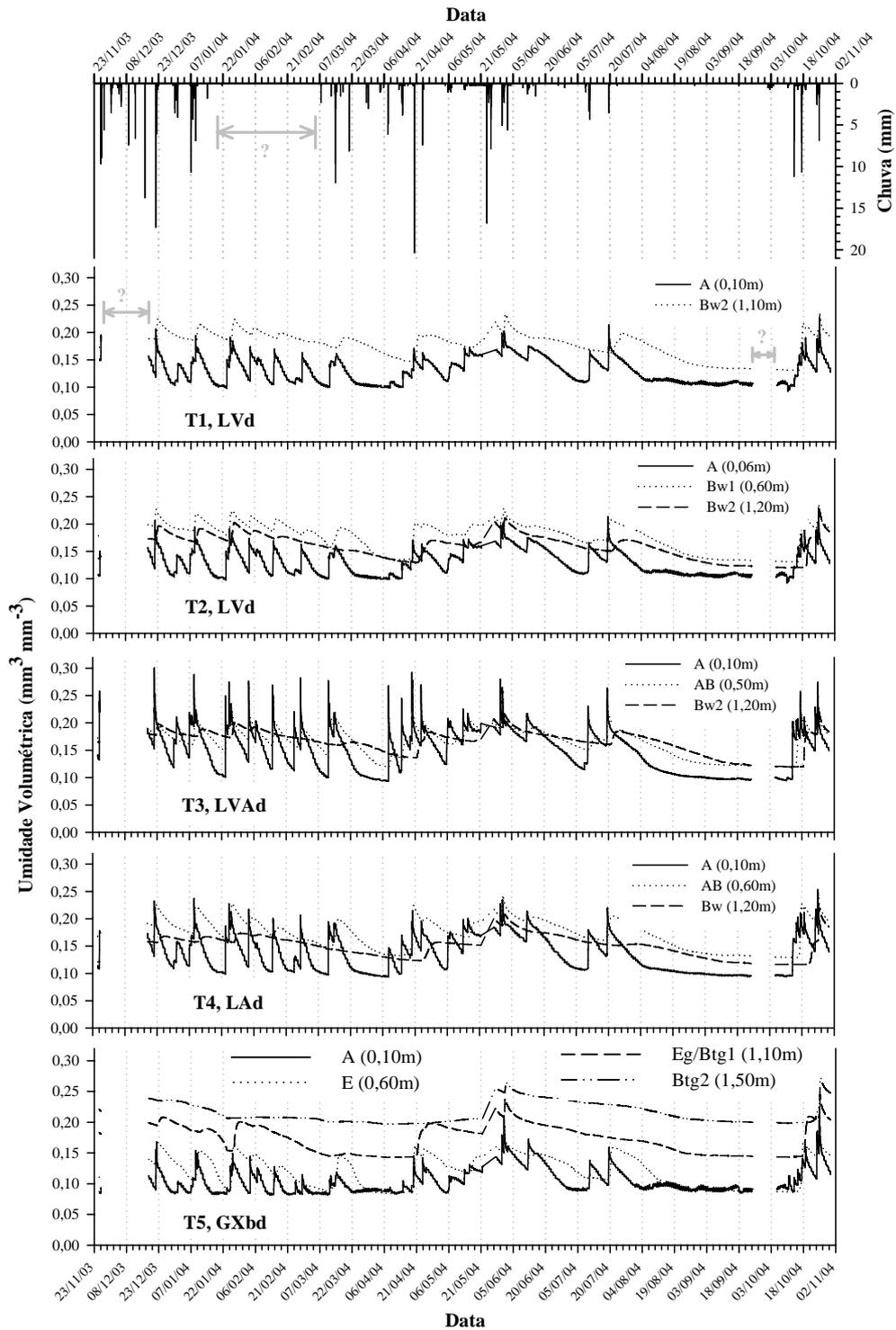


Figura 2.7 Efeito das chuvas sobre a umidade do solo em diversos horizontes da topossequência estudada. Umidade volumétrica (m<sup>3</sup>.m<sup>-3</sup>) a cada 20 minutos. Volume de chuva (mm) a cada 15 minutos. O “?” no gráfico representa ausência de dados.



### 3.2.4.2. Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica de Caetetus)

Os solos da transeção estudada na Parcela Permanente da Floresta estacional Semidecidual foram classificados como (Figura 2.8): Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico epieutrófico (T1), Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto arênico (T2), Argissolo vermelho-amarelo eutrófico abrupto (T3), Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto espessarênico (T4), Gleissolo Háptico Ta eutrófico vértico (T5).

A distribuição dos solos na transeção mostra dois compartimentos bem distintos: A) um ocupando as posições de topo e início e meio da meia encosta onde dominam solos bem drenados, que se caracterizam por apresentar um gradiente textural abrupto, ou seja, horizontes mal estruturados que apresentam textura média arenosa a arenosa até a profundidade de 100cm e logo abaixo horizontes bem estruturados com textura média argilosa e; B) um segundo compartimento que ocupa a posição de final da meia encosta onde dominam solos que apresentam restrições de drenagem nos horizontes mais profundos e também gradientes texturais abruptos entre os horizontes superficiais e sub-superficiais (Figura 2.8).

As curvas de retenção de água dos perfis estudados estão apresentadas na Figura 2.9. Estas mostram a influência das características texturais e estruturais dos perfis estudados sobre a retenção de água nestes solos.

Existe uma clara diferenciação entre os horizontes superficiais mais arenosos e os horizontes sub-superficiais. Em todas as trincheiras estudadas, a retenção de água foi maior nos horizontes B (horizontes mais profundos) em todos os potenciais. Isto significa que estes horizontes (B) vão estar disponibilizando maior quantidade de água para as plantas em qualquer época do ano, considerando que o potencial de 1,5MPa ou pF4,2 é equivalente ao ponto de murcha permanente, ou seja, que acima dele a planta não conseguiria sobreviver por muito tempo. Esses dados caracterizam os horizontes B (Bt, Btg e Bv) como os principais armazenadores de água para as plantas. Pelo contrário os horizontes acima dos B (A, E e E/Bt) facilitam os processos de condução de água em detrimento da retenção disponibilizando ou armazenando menos água para as plantas. A análise das curvas de retenção mostra que a dinâmica da água e a disponibilidade de água para as plantas nestes solos estão intimamente ligados com a dinâmica físico-hídrica dos horizontes B (Bt, Btg e Bv).

A quantificação da porosidade desses solos, utilizando a técnica de análise de imagens (Figura 2.9) corrobora as observações feitas na análise das curvas de retenção de água. A análise de imagens mostrou uma transição abrupta na porosidade total entre os horizontes superficiais (A + E) e os horizontes sub-superficiais (B). A mudança abrupta na porosidade total é devida principalmente a mudanças na textura e estrutura dos horizontes destes solos. Estas mudanças, além de proporcionar mudanças na porosidade total, também conferem mudanças na morfologia dos poros. Observa-se na Figura 2.9 que a porosidade dominante nos horizontes superficiais (A, E e E/Bt) é do tipo complexa grande (poros de drenagem) enquanto que nos horizontes mais



profundos (Bt, Btg e Bv) há uma maior equilíbrio entre os tipos de poros caracterizados por uma diminuição drástica dos poros complexos e o aparecimento dos poros arredondados médios e pequenos e alguns poucos poros alongados (poros de retenção). A análise detalhada da porosidade do solo explicou muito bem o comportamento da curva de retenção de água e a dinâmica da água no solo que será apresentada mais adiante.

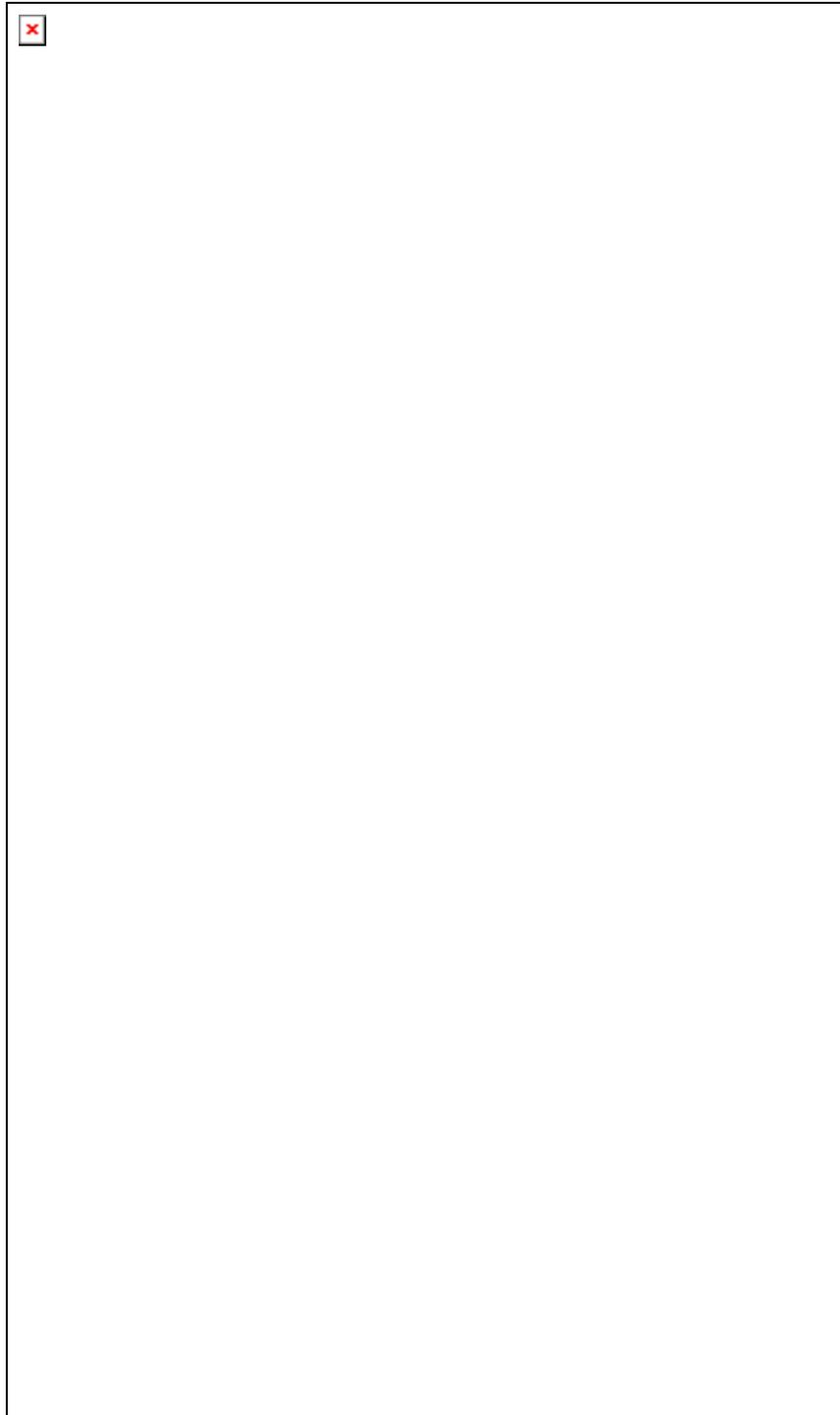
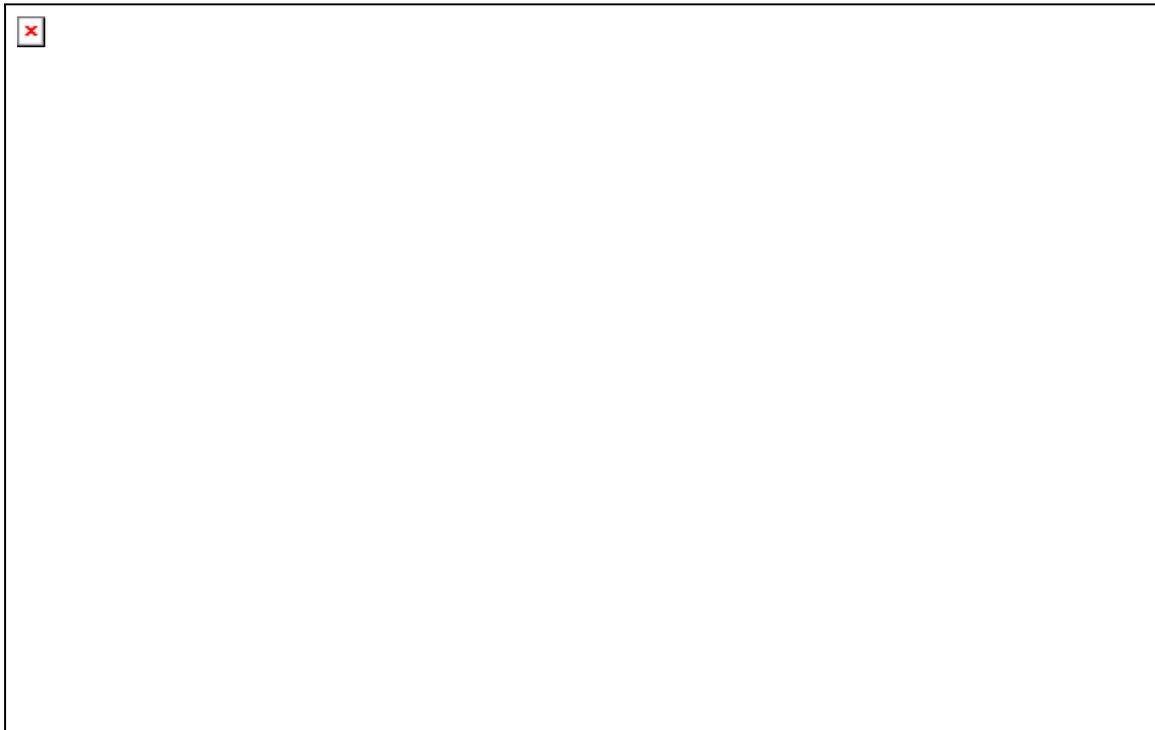


Figura 2.8. Mapa de solos da Parcela Permanente de Floresta estacional semidecidual (Estação Ecológica Caetetus, Gália, SP) com a localização da transeção estudada. Detalhe da distribuição dos solos na transeção estudada.



a)



b)

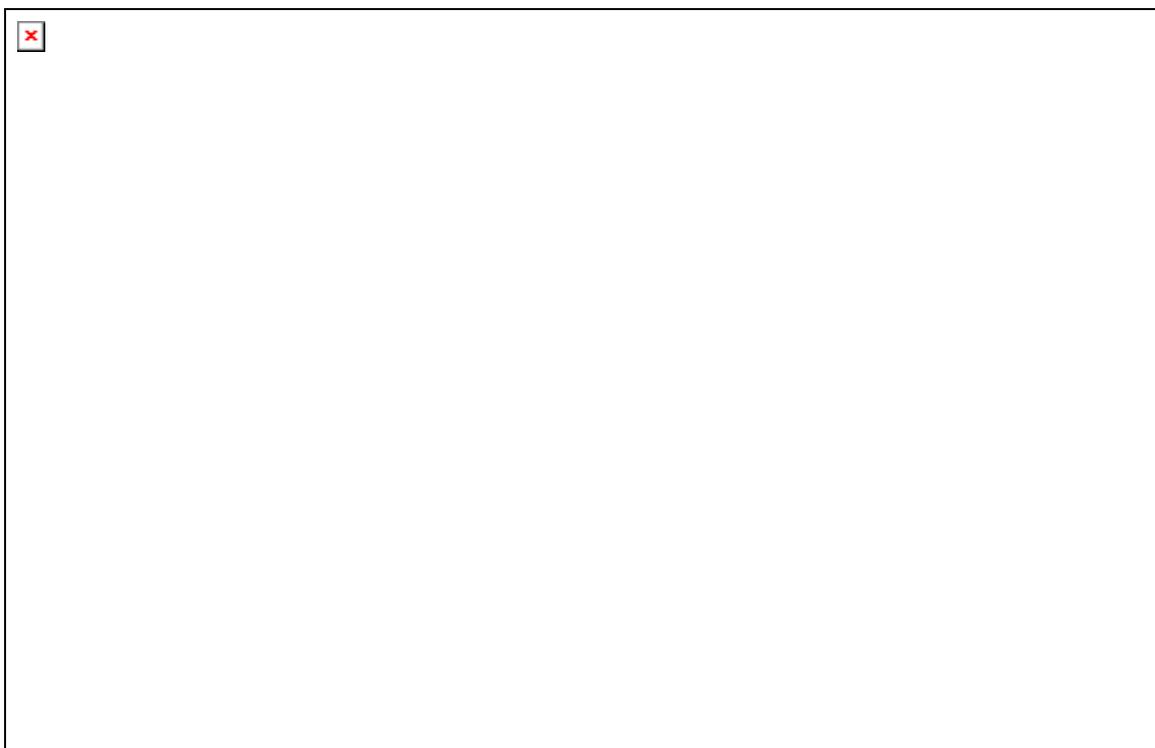
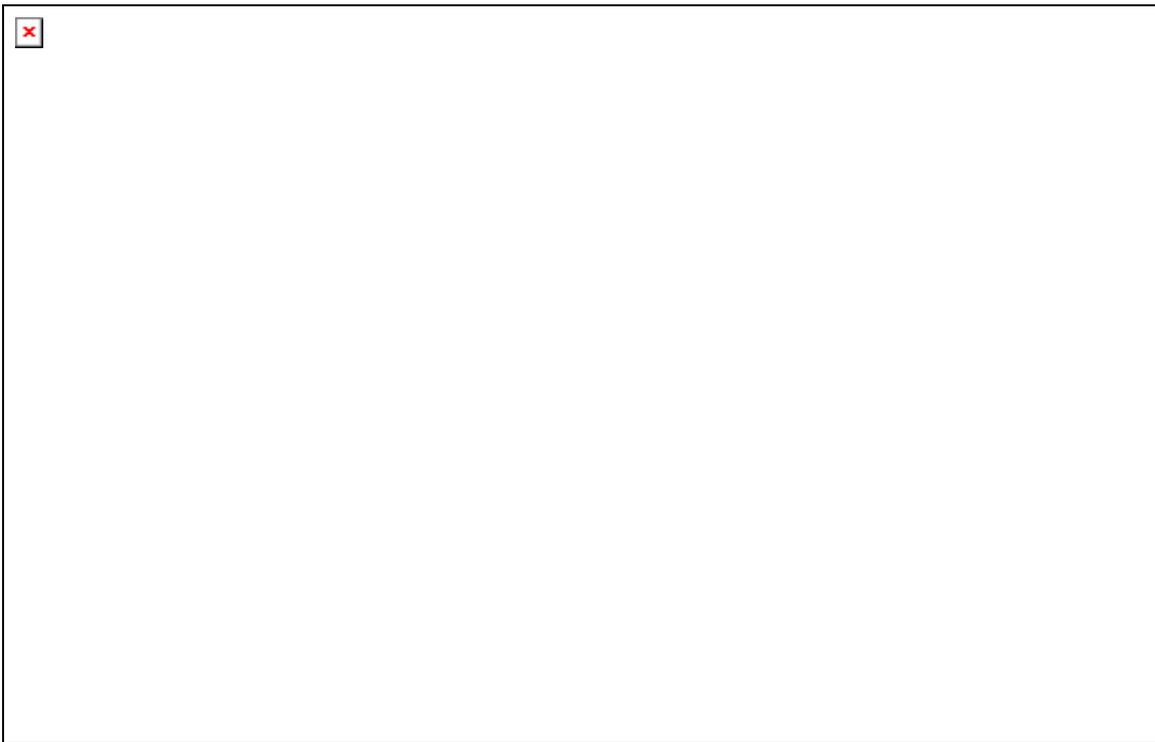


Figura 2.9. Granulometria, curvas de retenção e distribuição da porosidade das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. a) Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico epieutrófico, b) Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto arênico. Floresta Estacional Semidecidual (E. E. Caetetus).





c)



d)

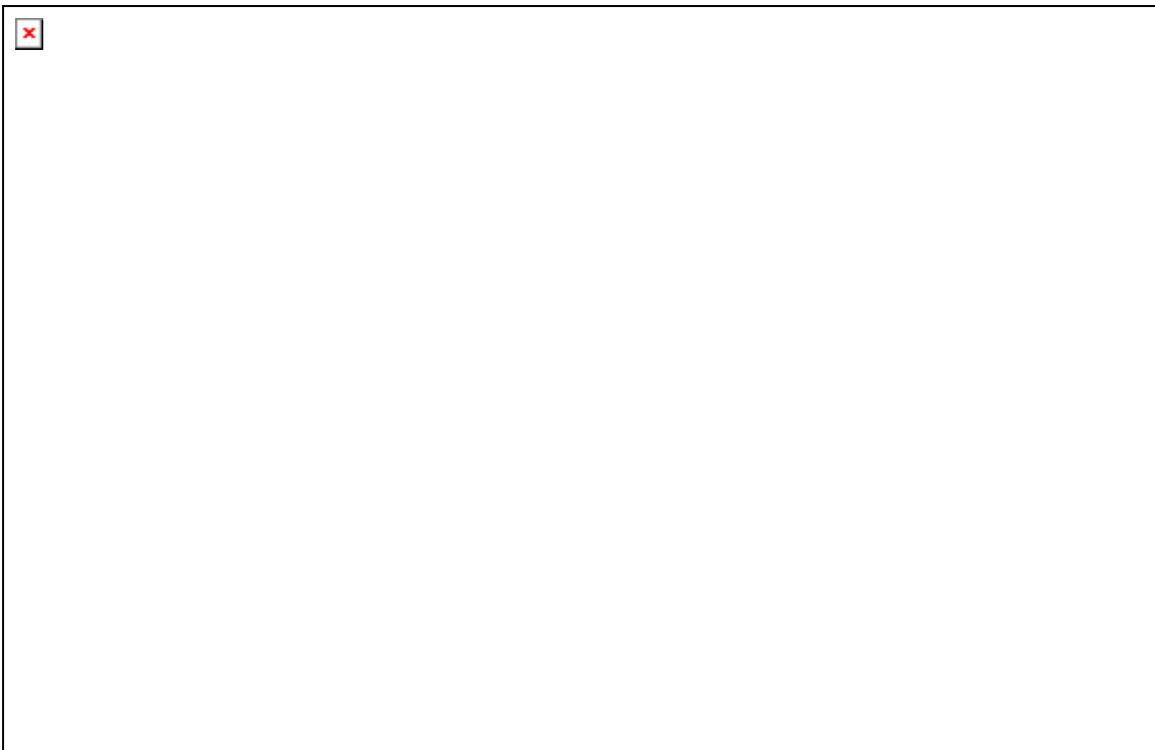


Figura 2.9 (cont.). c) Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto arênico, d) Argissolo Vermelho-Amarelo eutrófico abrupto espessarênico. Floresta Estacional Semidecidual (E. E. Caetetus).





e)

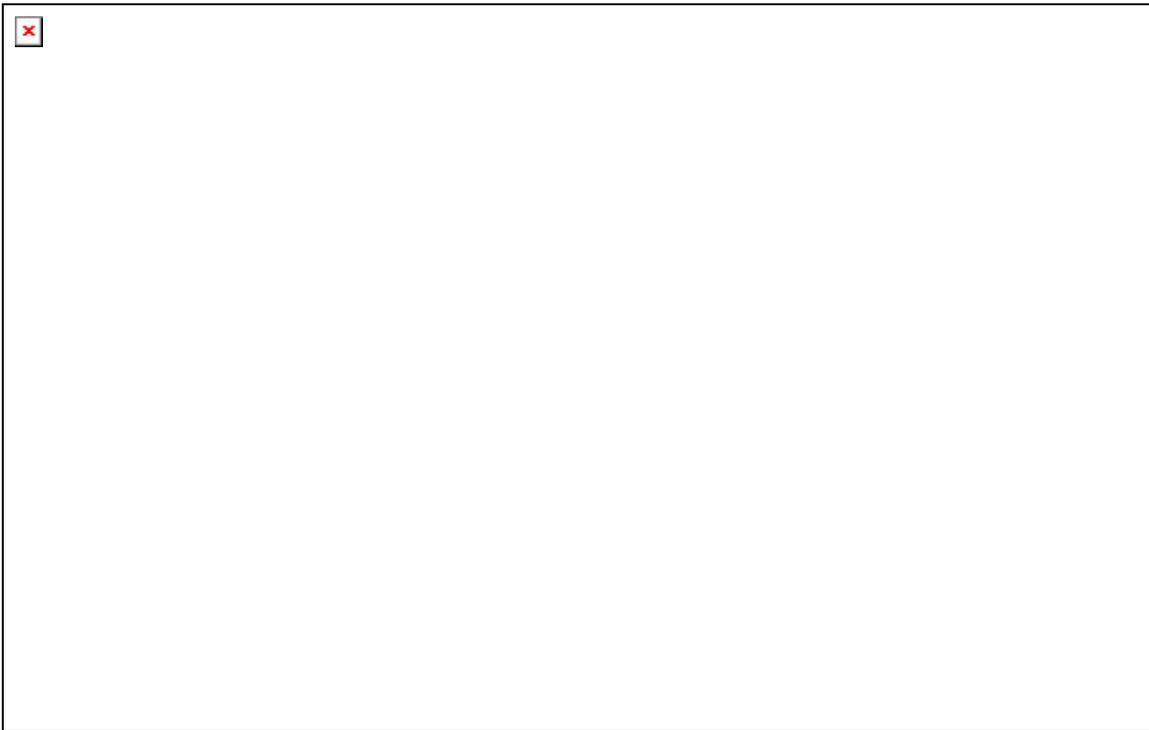


Figura 2.9 (cont.). e) Gleissolo Ta eutrófico vértico. Floresta Estacional Semidecidual (E. E. Caetetus).

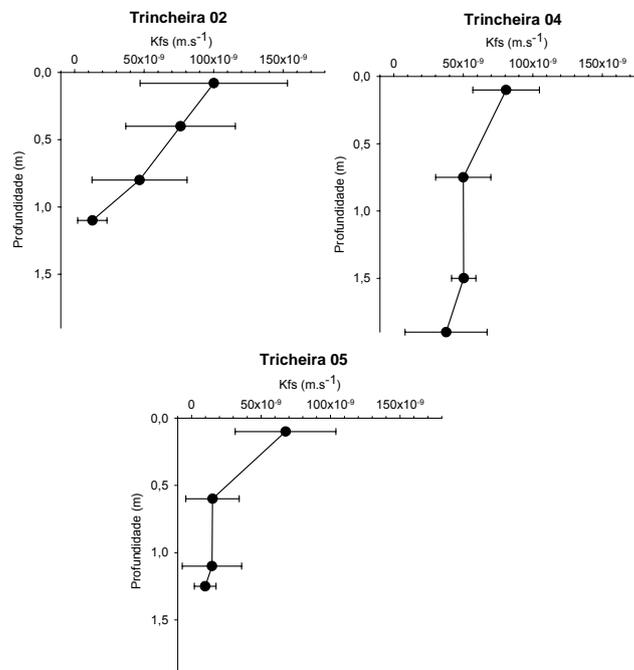


Figura 2.10: Condutividade hidráulica saturada de campo (Kfs) média nos principais horizontes de solo no terço superior (perfil T2), terço médio (perfil T4) e sopé (perfil T5) da transeção (média e desvio padrão). Floresta Estacional Semidecidual (E. E. Caetetus).



A Figura 2.10 ilustra o comportamento da condutividade hidráulica nos diferentes compartimentos da transeção estudada. Nesta figura observa-se que os horizontes superficiais em todos os segmentos da transeção apresentam uma maior condutividade hidráulica quando comparados com os horizontes subsuperficiais. Estas características de condução de água nestes horizontes refletem, como já discutido anteriormente, a organização morfológica do solo, assim como a distribuição das partículas do solo (textura do solo), quando se descrevem os atributos de retenção de água. Estes atributos morfológicos e texturais influenciam a distribuição e morfologia dos poros e conseqüentemente a condutividade hidráulica. Assim, naqueles horizontes que apresentam uma agregação menos desenvolvida, uma textura mais arenosa e dominância de poros grandes e interconectados a condutividade hidráulica é maior, e a condutividade hidráulica fica reduzida onde a estrutura é mais desenvolvida (blocos subangulares), a textura é mais argilosa e os poros são menores e menos interconectados.

As variações de umidade volumétrica nos solos estudados em função da precipitação no período de agosto 2003 e junho 2004 estão apresentadas na Figura 2.11. A evolução da umidade dos solos mostrou dois períodos bem distintos, um período durante os meses mais secos do ano, onde o solo se mostrou também seco e um período, durante o verão, onde o solo se apresentou mais úmido e sofrendo flutuações pronunciadas de umidade, em função dos eventos chuvosos. Confirmando os dados observados nas curvas de retenção, existem diferenças significativas na dinâmica da água entre os horizontes B (Bt, Btg e Bv) e os horizontes superficiais destes solos. Um fato interessante a ser discutido, que provavelmente tem grande importância dentre as características fisiográficas definidoras desse tipo vegetacional (Floresta Estacional Semidecidual), é que nesse solo, na época seca, que apesar da falta de chuva, os horizontes mais profundos (sub-superficiais) se mantiveram mais úmidos que os mais superficiais e com quantidades de água, que segundo as curvas de retenção ainda se encontrariam dentro da faixa de água disponível para as plantas.

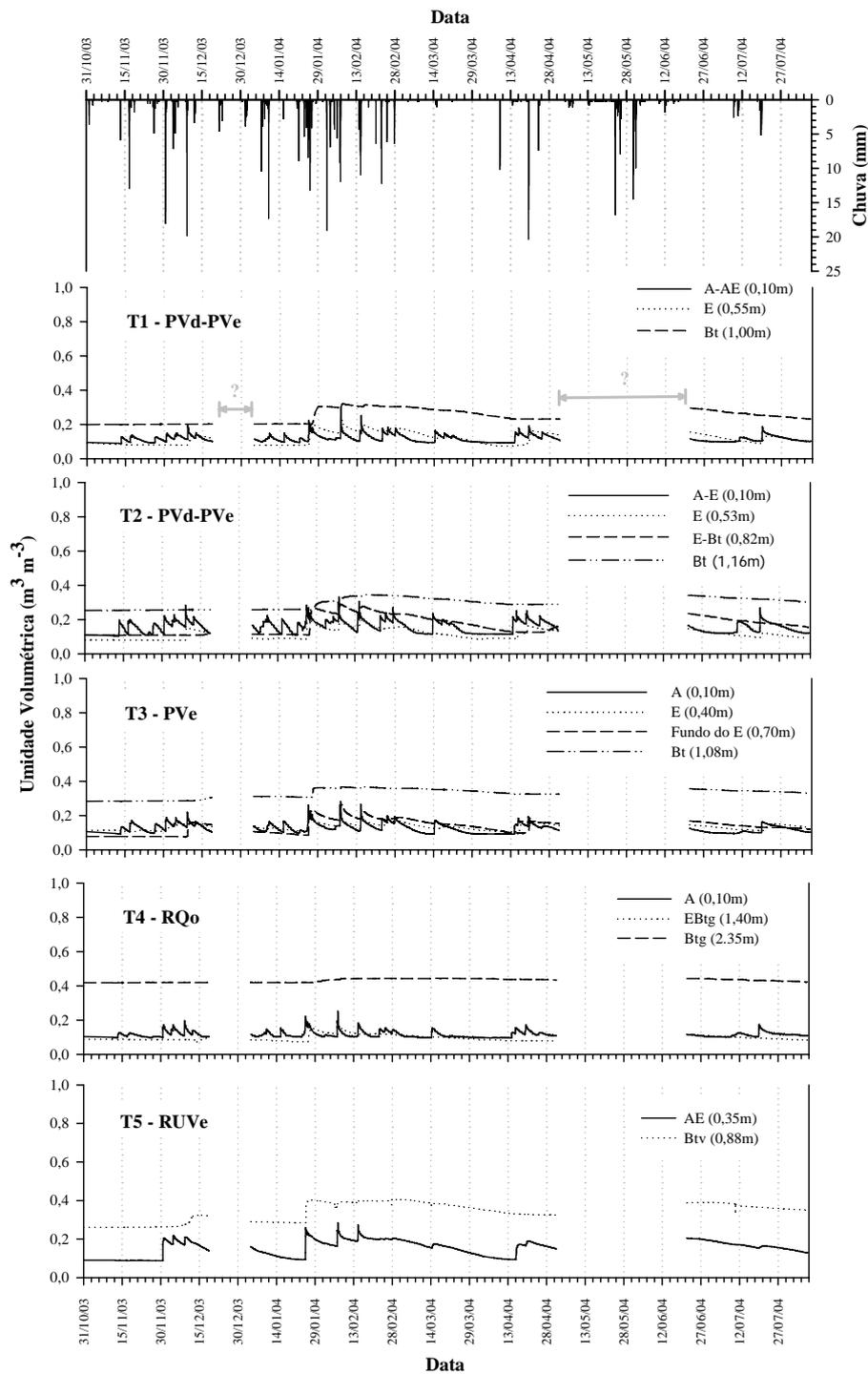


Figura 2.11. Dinâmica da umidade volumétrica em função da chuva ocorrente na Parcela Permanente de Floresta Estacional Semidecidual (E.E. Caetetus), considerando diferentes horizontes monitorados entre agosto/2003 e julho/2004.



### 3.2.4.3. Parcela Permanente de Floresta de Restinga (Parque Estadual da Ilha do Cardoso)

As descrições morfológicas dos solos da Parcela Permanente de Floresta de Restinga mostraram a presença dominante de Espodossolos Ferrocárbicos (Figura 2.12). Segundo EMBRAPA (1999), Espodossolos compreendem os solos minerais hidromórficos ou não, normalmente de textura arenosa, com horizonte espódico precedido de horizonte E álbico ou outros horizontes eluviais (OLIVEIRA et al., 1992). O horizonte B espódico é um horizonte subsuperficial, no qual materiais amorfos ativos, compostos de matéria orgânica e alumínio, com ou sem ferro, tenham precipitado. Ocorrem normalmente sob um horizonte eluvial que tenha cor de quartzo lavado, geralmente cinza a cinza claro (EMBRAPA, 1999; ESTADOS UNIDOS, 1999).

Os Espodossolos formam a classe pedológica predominante na parcela, sendo a podzolização o principal processo pedogenético na formação desses solos. A podzolização consiste, basicamente, na iluviação de compostos orgânicos e diferentes formas de ferro e alumínio.

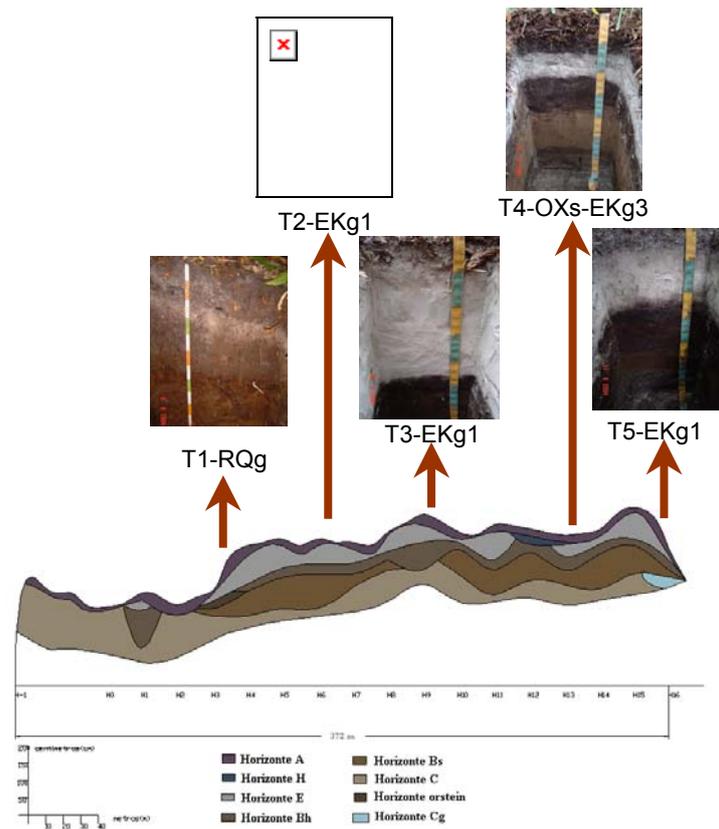
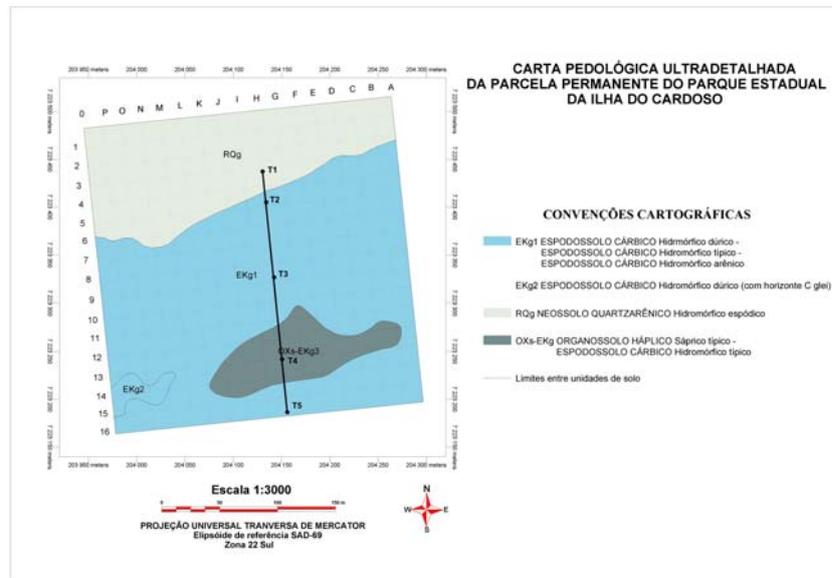


Figura 2.12: Mapa de solos da Parcela Permanente de Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, com a localização da transeção estudada. Detalhe da distribuição dos solos na transeção estudada.



Os resultados das análises granulométricas mostraram que 100% das amostras coletadas possuem textura arenosa (Figura 2.13). Todas as amostras com exceção dos horizontes Ah e Bs/Cg da trincheira 04 e o horizonte Cg da trincheira 05, possuem mais de 90% de areia. A fração granulométrica que domina na maioria das amostras é a areia fina (0,106-0,25mm), sendo que 95.65% das amostras analisadas possuem mais de 60% de areia fina.

Nas trincheiras 01 e 02 observa-se uma grande homogeneidade entre as curvas de retenção dos diferentes horizontes (Figura 2.13). Em todos os horizontes analisados observa-se que existem altos valores de umidade nos potenciais mais baixos indicando que estes horizontes apresentam uma macroporosidade bem desenvolvida e conseqüentemente uma boa condução de água. Por outro lado, as curvas também mostram que à medida que o potencial matricial aumenta o solo se seca rapidamente, chegando a valores muito baixos de umidade nos potenciais mais altos (>30Kpa), caracterizando estes horizontes como apresentando baixa retenção de água em condições mais secas.

A trincheira 03 apresentou comportamento semelhante ao das trincheiras 01 e 02, com exceção dos horizontes mais profundos Bh e Bs, onde os valores da umidade nos potenciais mais altos (>30Kpa) foi superior aos demais horizontes no perfil, mostrando que estes perfis apresentam uma microporosidade melhor desenvolvida aumentando a retenção de água nestes horizontes (Figura 2.13). Os valores de umidade da trincheira 04, nos potenciais mais baixos, são altos em todos os horizontes e a medida que aumentam os potenciais, os valores diminuem de forma distinta. Os horizontes E albico e Bs apresentaram altos valores de umidade nos potenciais mais baixos mostrando também a presença de uma macroporosidade desenvolvida, e uma redução rápida nos seus valores de umidade em potenciais maiores que 30Kpa, demonstrando que estes horizontes apresentam uma baixa retenção de água. Os horizontes Ah e o Bs/Cg, apresentam um comportamento de menor perda de umidade em função do aumento dos potenciais, ou seja estes horizontes possuem uma capacidade de retenção de água maior e sua perda de umidade é atenuada mesmo possuindo uma porosidade bem desenvolvida. Em particular, o horizonte Ah apresenta a mais alta retenção de água de todos os horizontes da transeção estudada nos potenciais menores a 1500Kpa.

O comportamento dos horizontes da trincheira 05 mostra também um elevado valor de umidade nos potenciais mais baixos (<30Kpa), apresentado também uma macroporosidade desenvolvida (Figura 2.13). A partir deste potencial, começa uma diferenciação nos horizontes mais profundos (Bs duro orstein e Cg). O horizonte Bs duro orstein apresenta elevada retenção de água, em comparação aos horizontes mais superficiais, a partir do potencial de 3Kpa. Com comportamento semelhante aos horizontes Ah da trincheira 4, o horizonte Cg apresenta elevada retenção de água em todos os potenciais medidos. Os demais horizontes apresentam uma macroporosidade bem desenvolvida e conseqüentemente uma melhor condução de água e baixa retenção de água.





a)



Figura 2.13 :. Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5.  
c) Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico, d) Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico hístico. Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).



b)

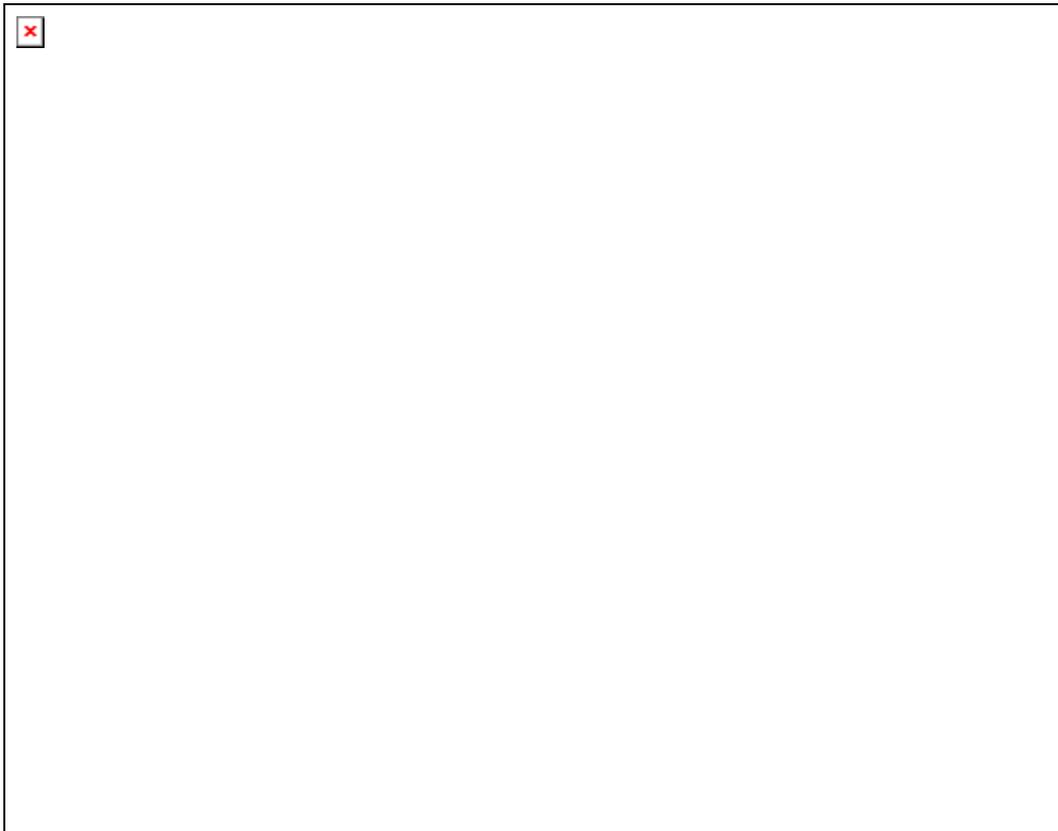


Figura 2.13 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. e) Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico dúbico. Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).



c)

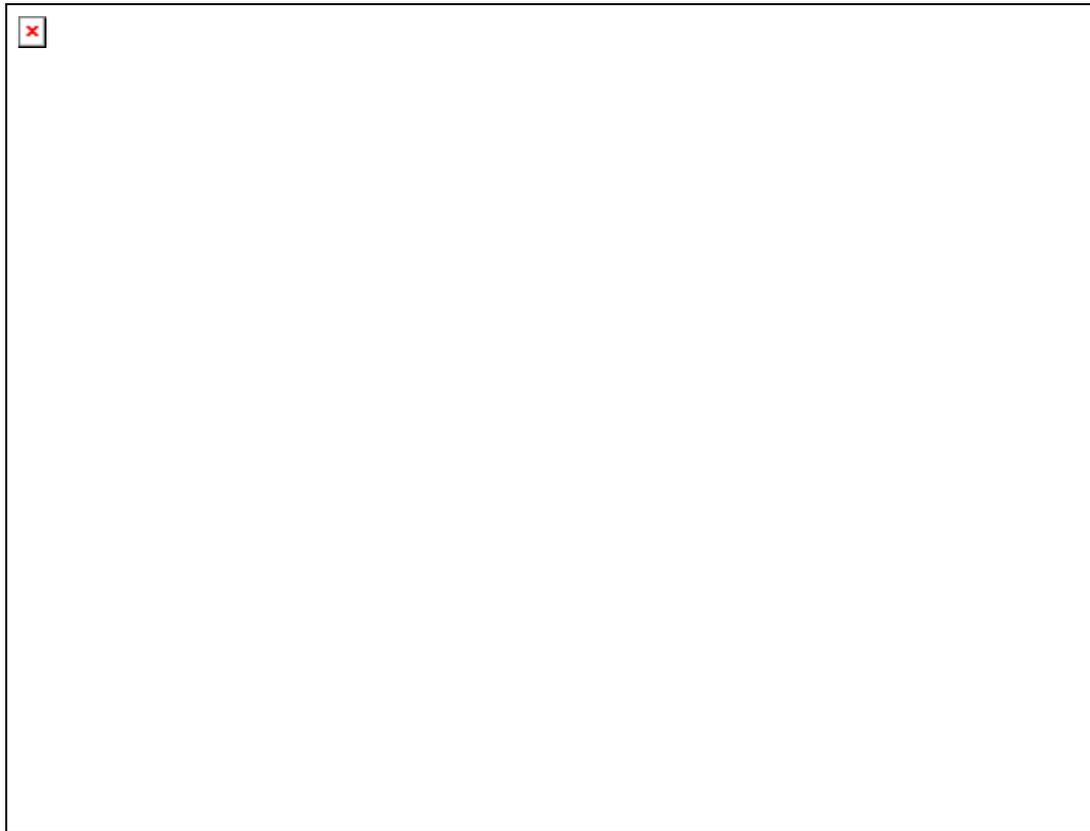


Figura 2.13 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. e) Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico dúrico. Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).



d)



Figura 2.13 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. e) Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico dúrico. Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).



e)



Figura 2.13 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. e) Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico dúrico. Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).



Os valores de densidade de partícula, densidade do solo e a porosidade total dos perfis são apresentados na Tabela 2.2. Observa-se que nestes solos a densidade do solo varia entre 1.44 a 1.59. Estes elevados valores de densidade podem ser explicados pelo elevado teor da fração areia presente nessas amostras. O horizonte A da trincheira 04 apresenta valor de densidade do solo baixa, devido à elevada quantidade de matéria orgânica presente nesse horizonte e os horizontes Bs da trincheira 03 e o horizonte Cg da trincheira 05 que também possuem valores de densidade mais baixos que os outros em função de um pequeno incremento de argila nestes horizontes.

Os valores de densidade de partícula variam entre 2.24 e 2.94. Estes valores também são altos em função da presença de quartzo nas amostras, o quartzo por ser uma partícula pesada, acaba influenciando no aumento da densidade.

Os dados de porosidade encontrada a partir da densidade de partículas e do solo são muito semelhantes aos valores de umidade do solo saturado observada nas curvas de retenção (Figura 2.13) indicando que todos os poros foram preenchidos por água ao realizar a determinação destas curvas.



Tabela 2.2. Densidade de Partículas, Densidade do Solo e Porosidade Total dos Perfis, Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).

		Densidade de partícula (kg m <sup>-3</sup> )	Densidade do Solo (kg m <sup>-3</sup> )	Porosidade Total (%)
Perfil 01 - Neossolo Quartzarênico Hidromórfico espódico				
A	0 - 20	2700	1580	41.5
E	20 - 32	2740	1540	43.9
Bh	32 - 66	2940	1490	49.3
Bs	66 - 126+	2630	1480	43.8
Perfil 02 - Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico				
A	0 - 15	2600	1530	41.1
A/E	15 - 25	2740	1510	44.8
Ealb	25 - 57	2670	1580	40.8
Bs	57 - 120+	2700	1590	41.2
Perfil 03 - Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico				
A	0 - 10	2250	1450	35.5
E alb	10 - 90	2740	1480	46.0
Bh	90 - 103	2670	1590	40.4
Bs	103 - 140+	2530	1290	49.0
Perfil 04 - Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico hístico				
Ah	0 - 27	2240	550	75.4
E alb	27 - 47	2740	1550	43.4
Bh	47 - 75	2860	1560	45.5
Bs	75 - 115	2700	1510	44.1
Bs/Cg	115 - 140+	2500	1530	38.8
Perfil 05 - Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico dúricos				
A	0 - 12	2470	1440	41.7
E alb	12 - 48	2700	1540	43.2
Bh	48 - 65	2470	1590	35.6
Bs orst	65 - 90	2500	1470	41.2
Bs	90 - 110	2600	1460	43.7
Cg	110 - 130+	2410	940	61.0



Os dados da condutividade hidráulica estão apresentados na Figura 2.14. Em função das dificuldades de medição deste parâmetro em função do elevado nível do lençol freático na época da realização desta medida, alguns horizontes não puderam ser avaliados. Apenas na trincheira 03, foi possível realizar as medições em todos os horizontes da trincheira, e nas outras, apenas os horizontes mais superficiais foram medidos. As profundidades foram selecionadas a partir da representatividade dos horizontes.

Os valores de condutividade hidráulica nos horizontes amostrados variaram entre  $10^{-5}$  a  $10^{-7}$ . Segundo a classificação proposta por REYNOLDS & ELRICK (1986) os meios porosos que apresentam os potenciais entre  $10^{-4}$  e  $10^{-5}$  são de alta permeabilidade, o valor de Kfs de  $10^{-6}$  é classificado como um meio poroso de permeabilidade intermediária e o Kfs de  $10^{-7}$  como sendo um meio poroso de baixa permeabilidade. Desta forma, pode-se dizer, que nos horizontes analisados estavam representados todas as classes de permeabilidade apresentadas por REYNOLDS & ELRICK (1986).

Esta variabilidade é devida às diferentes características de condução e retenção de água descrita anteriormente onde foram descritos os atributos de retenção de água no solo. Desta forma, observa-se nos horizontes superficiais os valores mais altos de condutividade hidráulica em função da granulometria e tipo de estrutura que favorecem a condução de água. Nos horizontes Bh e Bs o comportamento deste atributo muda em função das mudanças nos atributos morfológicos devido ao processo dominante de podzolização.

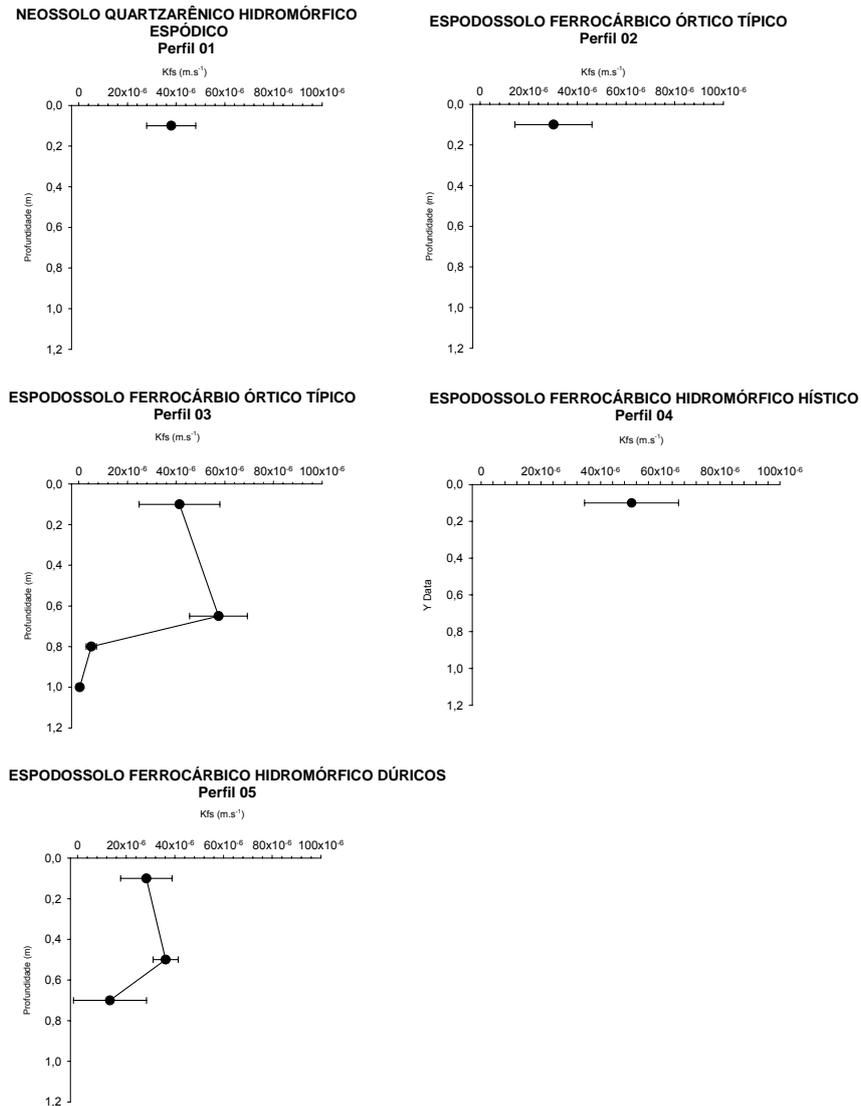


Figura 2.14: Condutividade Hidráulica Saturada de Campo (Kfs) Média e desvio padrão dos horizontes amostrados. Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).

Os resultados das análises químicas (Tabela 2.3) mostram solos muito pobres em termos de fertilidade. Os solos estudados são ácidos com os valores de pH CaCl<sub>2</sub> e pH KCl 1N inferiores a 4 em quase todos os horizontes amostrados. Observaram-se valores de H + Al e Al muito altos e valores de Ca, Mg e K baixos classificando estes solos como álicos. O fósforo também apresenta valores baixos nestes solos. A presença de cheiro forte de enxofre observado nas descrições morfológicas é justificada pelo elevado teor de S encontrado principalmente nos horizontes mais profundos.

É interessante observar nestes dados químicos a evolução da matéria orgânica nos horizontes Bh e o teor de Fe nos horizontes Bs das trincheiras estudadas. Observa-se um incremento dos valores de matéria orgânica no horizonte Bh entre T1 e T5. Comportamento semelhante pode ser observado nos teores de Fe também entre as trincheiras T1 e T5.



Tabela 2.3. Análises Químicas dos Horizontes, Floresta de Restinga (P.E. da Ilha do Cardoso).

Amostras	pH	pH	pH	MO	Ca	Mg	K	H + Al	Al <sup>3+</sup>	SB	CTCe (t)	CTC (T)	V	m	S	Fe
Prof. em cm	H <sub>2</sub> O	KCl 1N	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>	%	%	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>							
Perfil 01 - Neossolo Quartzarênico Hidromórfico espódico																
T1 0-20	3,97	3,09	3,3	74,40	3,00	3,00	1,17	146,36	11,50	7,2	18,7	153,5	4,7	61,6	9,29	114,00
T1 20-32	4,31	3,36	3,4	17,67	2,00	1,00	2,57	18,75	4,40	5,6	10,0	24,3	22,9	44,1	7,17	296,00
T1 32-66	4,51	3,70	3,6	34,41	2,00	1,00	1,25	98,07	20,90	4,2	25,1	102,3	4,2	83,1	2,94	37,20
T1 66-126+	4,19	3,72	3,7	24,18	3,00	2,00	1,40	83,73	20,30	6,4	26,7	90,1	7,1	76,0	5,05	19,00
Perfil 02 - Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico																
T2 0-15	4,20	3,30	3,4	39,99	4,00	2,00	1,01	44,50	3,90	7,0	10,9	51,5	13,6	35,7	13,53	29,00
T2 15-25	4,16	3,32	3,3	15,81	2,00	1,00	1,48	12,97	3,30	4,5	7,8	17,5	25,7	42,4	3,64	100,00
T2 25-57	3,64	3,70	3,6	7,44	2,00	1,00	1,09	8,69	2,10	4,1	6,2	12,8	32,0	33,9	1,52	5,60
T2 57-120+	3,14	3,18	3,1	23,25	2,00	1,00	1,17	105,58	28,00	4,2	32,2	109,7	3,8	87,0	113,07	90,00
Perfil 03 - Espodossolo Ferrocárbico Órtico típico																
T3 0-10	4,22	2,98	3,2	88,35	4,00	3,00	1,56	169,63	10,50	8,6	19,1	178,2	4,8	55,1	7,17	468,00
T3 10-90	5,12	3,82	3,6	7,44	3,00	1,00	2,18	7,11	1,40	6,2	7,6	13,3	46,5	18,5	2,23	5,40
T3 90-103	4,18	3,49	3,4	39,06	3,00	1,00	1,17	137,40	30,00	5,2	35,2	142,6	3,6	85,3	3,64	9,60
T3 103-140+	3,33	3,54	3,3	32,55	3,00	1,00	1,17	149,48	50,20	5,2	55,4	154,7	3,3	90,7	550,79	140,00
Perfil 04 - Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico hístico																
T4 0-27	3,79	2,87	3,0	108,81	4,00	3,00	1,72	213,88	12,30	8,7	21,0	222,6	3,9	58,5	22,00	29,00
T4 27-47	5,14	3,81	3,6	9,30	3,00	1,00	1,17	8,69	1,40	5,2	6,6	13,9	37,3	21,3	2,23	4,00
T4 47-75	3,50	3,38	3,3	46,50	4,00	1,00	0,94	162,63	29,90	5,9	35,8	168,6	3,5	83,4	12,82	6,60
T4 75-115	3,28	3,46	3,3	16,74	3,00	1,00	1,09	105,58	37,20	5,1	42,3	110,7	4,6	88,0	473,13	182,00
T4 115-140+	3,13	3,30	3,2	29,76	4,00	2,00	0,86	312,55	145,00	6,9	151,9	319,4	2,1	95,5	1871,0 1	362,00
Perfil 05 - Espodossolo Ferrocárbico Hidromórfico dúricos																
T5 0-12	4,24	3,23	3,4	41,85	4,00	3,00	2,26	43,11	6,60	9,3	15,9	52,4	17,7	41,6	17,06	40,40
T5 12-48	4,55	3,71	3,6	7,44	4,00	1,00	1,17	8,51	1,80	6,2	8,0	14,7	42,0	22,6	4,35	5,40
T5 48-65	3,51	3,37	3,3	45,57	4,00	1,00	1,09	184,55	43,60	6,1	49,7	190,6	3,2	87,7	32,59	16,60
T5 65-90	3,32	3,36	3,4	39,06	5,00	1,00	2,18	200,78	50,20	8,2	58,4	209,0	3,9	86,0	734,35 1518,0	83,20
T5 90-110	3,34	3,51	3,4	26,97	4,00	1,00	1,56	261,29	100,60	6,6	107,2	267,8	2,4	93,9	1	184,00
T5 110-130+	2,87	2,87	3,0	66,03	4,00	3,00	1,72	546,33	146,60	8,7	155,3	555,0	1,6	94,4	4514,9 8	614,00

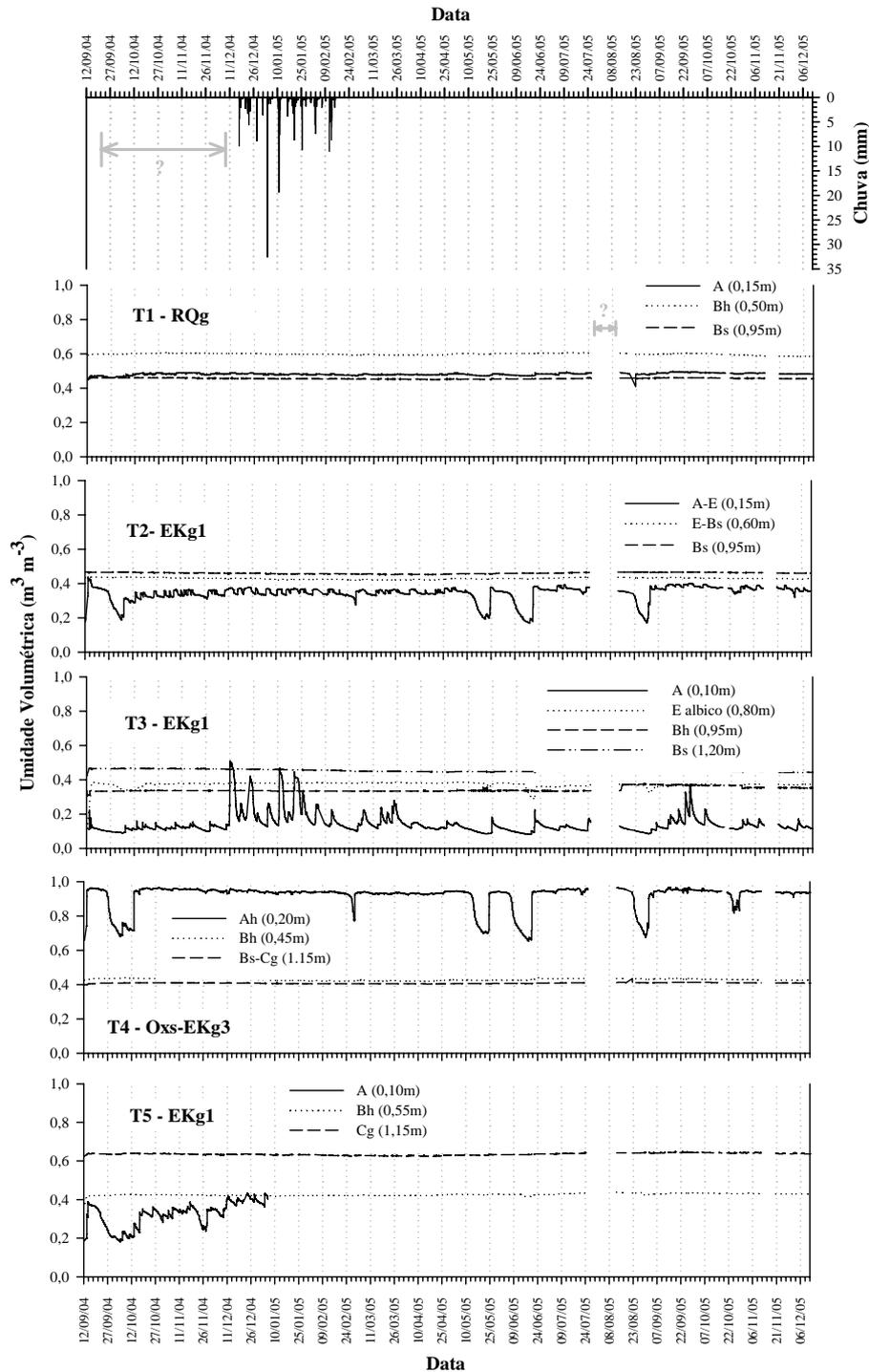


Figura 2.15. Dinâmica da umidade volumétrica em função da chuva da Parcela Permanente de Floresta de Restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, considerando diferentes horizontes monitorados entre setembro/2004 e dezembro/2005.

A análise das variações da umidade do solo na transeção estudada no Parque Estadual da Ilha do Cardoso mostra um comportamento muito homogêneo deste atributo no tempo em quase



todos os horizontes monitorados. Com exceção dos horizontes A das trincheiras 2, 3, 4 e 5 que mostraram flutuações da umidade do solo ao longo do ano, o restante dos horizontes não mostraram nenhuma flutuação da umidade do solo neste mesmo período. Analisando a Figura 2.15 com um pouco mais de detalhe observa-se que as flutuações da umidade nos horizontes superficiais coincidem com os eventos chuvosos ou períodos onde houve vários dias contínuos sem chuva. A inexistência de flutuações da umidade do solo nos outros horizontes monitorados foi reflexo da proximidade do lençol freático à superfície do solo, que mantém estes horizontes permanentemente saturados. Isto é demonstrado pelas observações morfológicas de campo e pela análise do cruzamento destes dados do monitoramento hidrológico com os dados de retenção de água e porosidade total. Como resultado deste último cruzamento, pode-se observar que os valores aos quais a umidade do solo ficou constante durante o período monitorado coincidem com os valores de umidade saturada nas curvas de retenção de água (Figura 2.13) e porosidade total destes horizontes (Tabela 2.2). Isto significa que em todos estes perfis o nível do lençol freático é elevado o ano inteiro chegando praticamente até a superfície do solo.

#### *3.2.4.4. Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual de Carlos Botelho*

Os solos da transeção estudada na Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa no Parque Estadual de Carlos Botelho foram classificados como: T1: Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico típico; T2: Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico; e T3, T4 e T5: Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico (Figura 2.16). São solos medianamente profundos a profundos, pouco desenvolvidos, bastante homogêneos e que apresentam atributos morfológicos (estrutura, textura e consistência) que favorecem a retenção de água. Apesar de algumas pequenas diferenças morfológicas entre as trincheiras T1 e T2 e as trincheiras T3, T4 e T5, os solos são muito semelhantes em todas as posições estudadas apesar das grandes diferenças encontradas na forma do relevo e declividade onde estas trincheiras estavam localizadas (Figura 2.16). Os solos apresentam textura argilosa com teores de argila variando entre 250 e 610 g.kg<sup>-1</sup>. Em quase todos os perfis observa-se um pequeno gradiente textural (incremento na quantidade de argila) entre os horizontes superficiais e subsuperficiais (Figura 2.17). Somente no perfil T2 que não se observa este fenômeno e isto pode ser explicado pela posição que este solo ocupa no relevo (encosta íngreme) que não permite um bom desenvolvimento deste solo.

A homogeneidade observada nos outros atributos destes solos e verificada também nas características de retenção destes solos. Estes solos apresentam boas características de retenção de água no solo e não se identificaram diferenças significativas neste atributo nos perfis estudados. Esta boa retenção é devido ao domínio de meso e microporos (poros de retenção)



sobre os macroporos (poros de condução) como pode ser inferido através das curvas de retenção ilustradas na Figura 2.17.

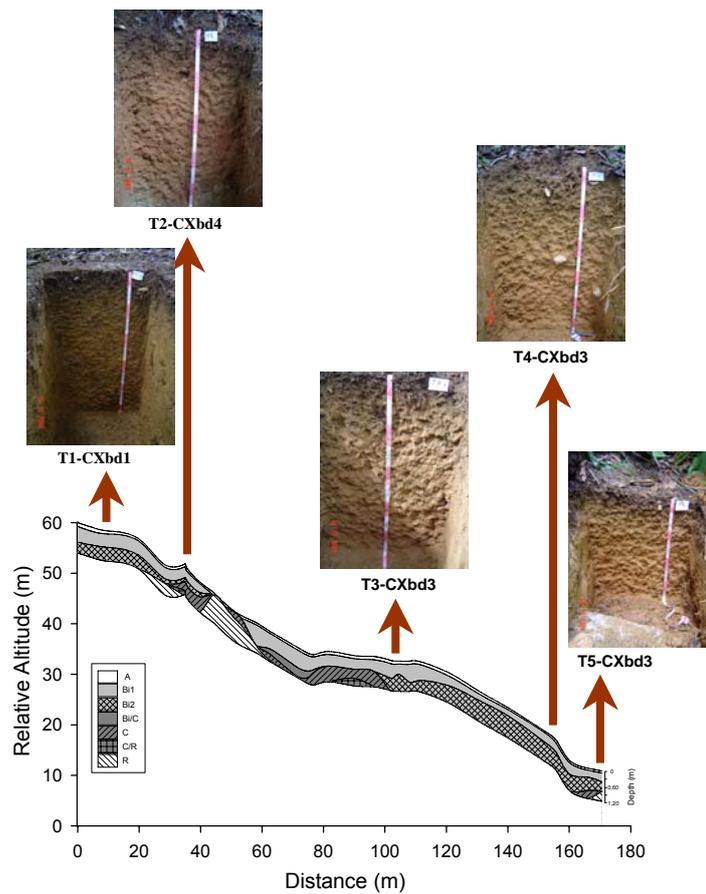
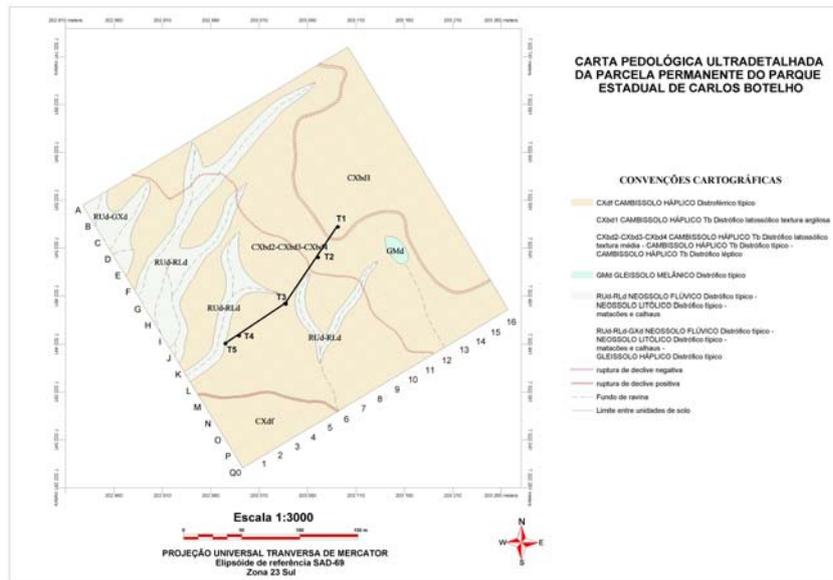


Figura 2. 16. Mapa de solos da Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual de Carlos Botelho, com a localização da transeção estudada. Detalhe da distribuição dos solos na transeção estudada





a)



Figura 2.17: Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. a) Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico típico, b) Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).



b)



Figura 2.17 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. c) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, d) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).



c)



Figura 2.17 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. c) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, d) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).



d)



Figura 2.17 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. c) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico, d) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).



e)



Figura 2.17 (cont.): Granulometria e curvas de retenção das trincheiras T1, T2, T3, T4 e T5. e) Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).

Os valores de densidade de partícula, densidade do solo e a porosidade total dos perfis da transeção desta parcela permanente são apresentados na Tabela 2.4. Observa-se que nestes solos a densidade do solo varia entre 980 a 1410 kg.m<sup>-3</sup>. Os valores mais baixos são encontrados nos horizontes de superfície e refletem a influência das grandes adições de matéria orgânica nesta camada pela serrapilheira. Por outro lado, os valores de densidade mais altos são encontrados nos horizontes subsuperficiais em função do incremento do teor de argila e a mudança de estrutura que nestes horizontes é em blocos subangulares médios diferindo da estrutura granular dos horizontes de superfície. Estes valores altos de densidade em subsuperfície explicam a diminuição da porosidade total destes horizontes como observado na Tabela 2.4. Os dados de porosidade total encontrada a partir da densidade de partículas e do solo são muito semelhantes aos valores de umidade do solo saturado observada nas curvas de retenção (Figura 2.17) indicando que todos os poros foram preenchidos por água ao realizar a determinação destas curvas.



Os valores de densidade de partícula variam entre 2300 e 2670 kg.m<sup>-3</sup>. Os valores da densidade de partículas encontram-se dentro dos valores normais encontrados em solos e reflete o domínio da fração argila na composição granulométrica destes solos.

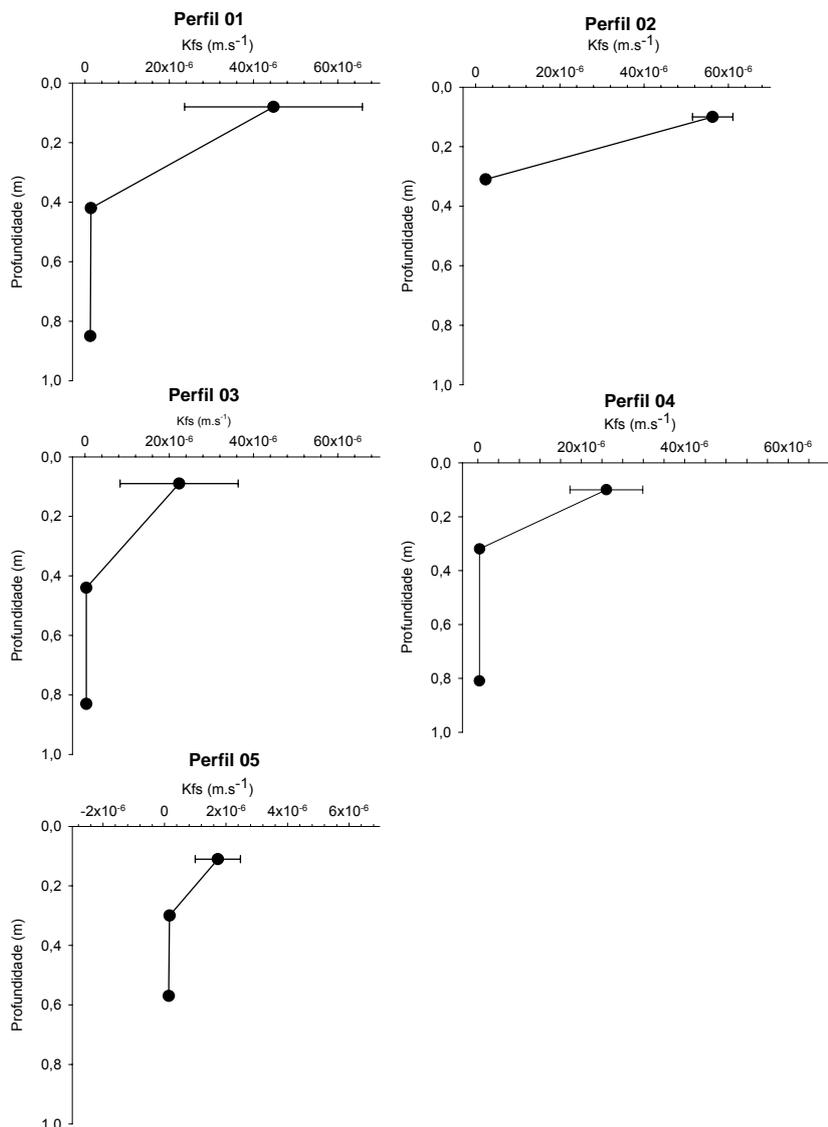
Tabela 2.4: Densidade de Partículas, Densidade do Solo e Porosidade Total dos Perfis. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).

	Densidade de partícula (kg m <sup>-3</sup> )	Densidade do Solo (kg m <sup>-3</sup> )	Porosidade Total (%)
<b>Perfil 01 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico típico</b>			
0 - 16	2440	980	59,8
16 - 70	2500	1380	44,9
70 - 110	2500	1410	43,7
<b>Perfil 02 – Cambissolo Háplico Tb Distrófico léptico</b>			
0 - 13	2300	940	59,0
13 - 51	2380	1200	49,4
51 - 70	24100	1200	50,2
<b>Perfil 03 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>			
0 - 13	2500	1000	60,1
13 - 70	2670	1320	50,5
70 - 100	2670	1230	52,8
<b>Perfil 04 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>			
0 - 13	2630	1000	61,9
13 - 50	2560	1050	59,0
50 - 112	2410	1120	53,7
<b>Perfil 05 - Cambissolo Háplico Tb Distrófico típico</b>			
0 - 8	2300	1010	56,2
8 - 43	2500	1410	43,4
43 - 77	2670	1350	49,3

A condutividade hidráulica destes solos pode ser observada na Figura 2.18. Novamente como nos outros atributos físicos existe uma grande homogeneidade no comportamento da condução de água nos perfis estudados. Em todos os perfis monitorados ocorreram altos valores de condutividade hidráulica em superfície caindo abruptamente nos horizontes mais profundos. Este comportamento está muito ligado ao que já foi discutido anteriormente. Em superfície, em função da influência da matéria orgânica sobre a estruturação do solo que melhora a porosidade do solo (Figura 2.17 e Tabela 2.4), principalmente a macroporosidade, a condução de água nestes horizontes é alta. Em subsuperfície em função do incremento do teor de argila, a mudança de estrutura para blocos subangulares, a diminuição da porosidade total e o domínio de poros de tamanho menor a condutividade hidráulica diminui drasticamente favorecendo as propriedades de retenção já discutidas anteriormente.



Este comportamento dos solos, principalmente em subsuperfície, permite que estes solos permaneçam muito tempo com quantidades de água elevadas e em potenciais onde não há dificuldade para a absorção pelas raízes. Ao mesmo tempo facilitam a formação de lençóis freáticos suspensos e/ou a formação de enxurrada pela baixa infiltração e condução de água do solo, que podem provocar processos erosivos e/ou deslizamentos em regiões muito chuvosas como é o caso da região onde esta inserida a parcela permanente do Parque Estadual de Carlos Botelho. Este fenômeno se agrava quando estas áreas são desmatadas e é retirada a ação protetora de vegetação sobre a superfície do solo aumentando desta forma a quantidade de água



que chega ao solo e afetando negativamente os atributos físicos do solo.



Figura 2.18: Condutividade Hidráulica Saturada de Campo (Kfs) Média e desvio padrão dos horizontes amostrados. Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).

Os resultados das análises químicas (Tabela 2.5) mostram solos muito pobres em termos de fertilidade. Os solos estudados são ácidos com os valores de pH CaCl<sub>2</sub> e pH KCl 1N entorno de 4 em quase todos os horizontes amostrados. Observaram-se valores de H + Al e Al muito altos e valores de Ca, Mg e K baixos classificando estes solos como álicos. O fósforo também apresenta valores baixos nestes solos. É importante ressaltar os altos valores de matéria orgânica observados nos horizontes superficiais, que como explicado anteriormente afetam o desenvolvimento da estrutura e porosidade que ao mesmo tempo afetam as características de condução e retenção destes horizontes.



Tabela 2.5: Análises Químicas dos Horizontes da Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual de Carlos Botelho).

Amostras	pH	pH	pH	MO	P	Ca	Mg	K	S	H + Al	Al <sup>3+</sup>	SB	CTCe (t)	CTC (T)	V	M
	H <sub>2</sub> O	KCl 1N	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg.dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol dm <sup>-3</sup>	%	%				
T1 0-16	3,87	3,93	3,9	34,41	5,25	5,00	2,00	2,34	15,64	2827,05	27,60	9,3	36,9	119,8	7,8	74,7
T1 16-70	4,54	4,21	4,2	13,95	1,75	4,00	1,00	1,56	68,59	53,23	17,70	6,6	24,3	59,8	11,0	73,0
T1 70-110+	4,60	4,21	4,2	11,16	1,75	3,00	1,00	1,72	70,71	54,36	17,80	5,7	23,5	60,1	9,5	75,7
T2 0-13	3,79	3,89	3,8	33,48	5,25	5,00	2,00	3,12	21,29	117,31	29,80	10,1	39,9	127,4	7,9	74,6
T2 13-51	4,51	4,13	4,1	14,88	1,75	5,00	2,00	1,95	33,29	59,77	19,20	9,0	28,2	68,7	13,0	68,2
T2 51-70	4,69	4,20	4,1	11,16	1,75	4,00	1,00	0,94	34,00	38,80	15,30	5,9	21,2	44,7	13,3	72,0
T3 0-13	3,96	3,82	3,8	46,50	9,10	5,00	3,00	1,40	24,12	119,81	30,00	9,4	39,4	129,2	7,3	76,1
T3 13-70	4,63	4,26	4,3	14,88	1,40	4,00	1,00	1,95	31,88	44,50	16,10	7,0	23,1	51,4	13,5	69,8
T3 70-100+	4,88	4,26	4,3	8,37	1,40	3,00	1,00	2,34	78,48	33,48	12,50	6,3	18,8	39,8	15,9	66,3
T4 0-13	3,96	4,00	3,9	45,57	8,75	10,00	5,00	3,20	12,11	83,73	22,10	18,2	40,3	101,9	17,9	54,8
T4 13-50	4,55	4,29	4,2	18,60	1,75	4,00	1,00	2,18	32,59	51,57	15,90	7,2	23,1	58,8	12,2	68,9
T4 50-112+	5,02	4,37	4,4	10,23	1,40	4,00	1,00	1,79	77,77	36,42	11,00	6,8	17,8	43,2	15,7	61,8
T5 0-08	4,84	4,42	4,5	44,64	7,00	18,00	6,00	2,50	14,23	46,90	3,60	26,5	30,1	73,4	36,1	12,0
T5 08-43	4,95	4,38	4,4	10,23	1,40	5,00	1,00	1,95	77,77	31,76	8,00	8,0	16,0	39,7	20,0	50,2
T5 43-77+	4,94	4,34	4,3	9,30	1,75	6,00	2,00	1,40	70,01	33,13	11,60	9,4	21,0	42,5	22,1	55,2

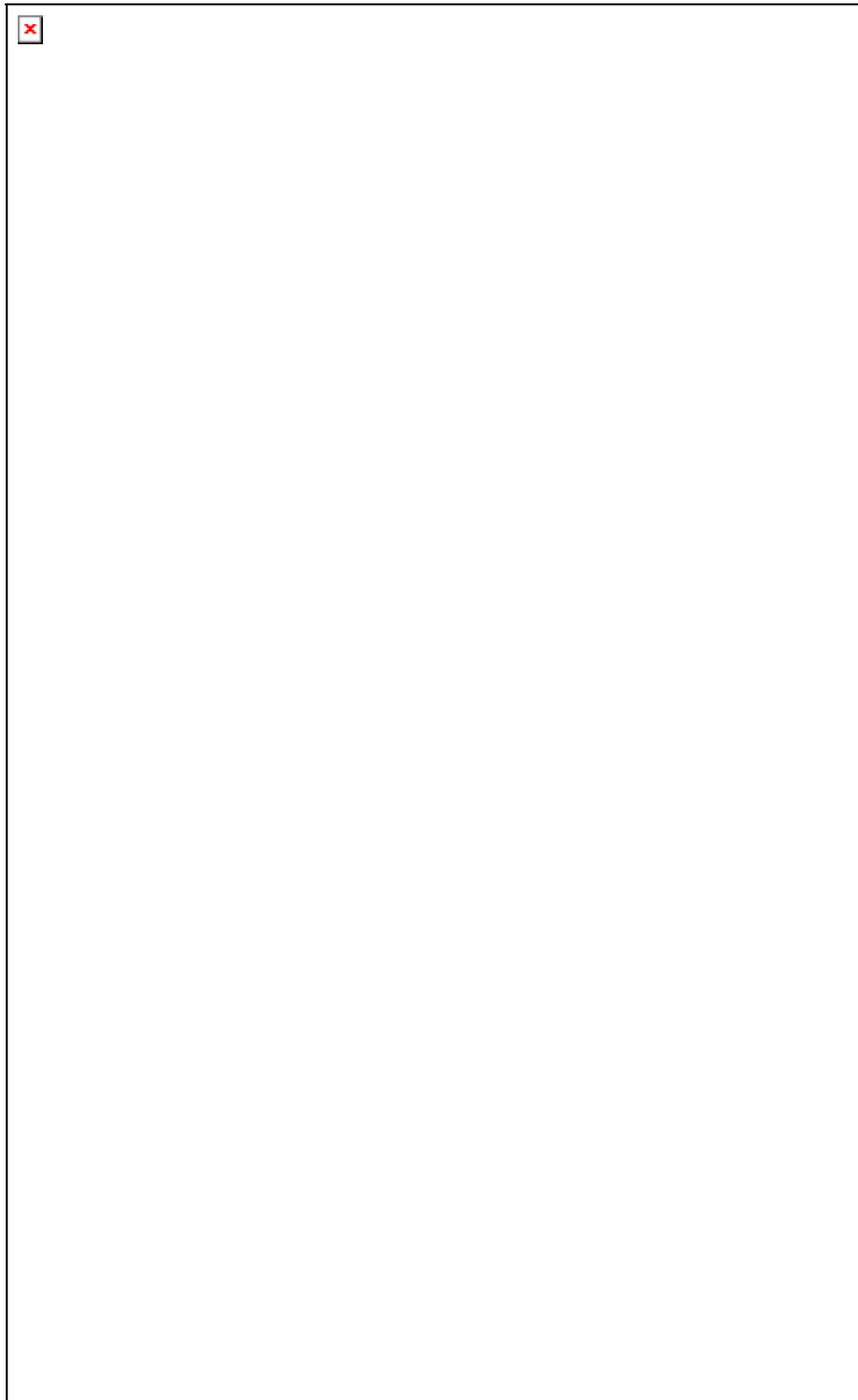


Figura 2.19: Dinâmica da umidade volumétrica em função da chuva da Parcela Permanente de Floresta Ombrófila Densa do Parque Estadual de Carlos Botelho, considerando diferentes horizontes monitorados entre novembro/2004 e novembro/2005.



Os resultados do monitoramento contínuo da umidade do solo são observados na Figura 2.19. O comportamento da água no solo não sofre flutuações durante o ano. Não se observam, como em outras áreas estudadas, diferenças sazonais na umidade do solo, esta se mantém praticamente constante o ano inteiro. Observam-se sim flutuações rápidas da umidade do solo, principalmente nos horizontes superficiais, que estão intimamente ligadas com os eventos chuvosos. Nos horizontes de subsuperfície também existem estas flutuações mais estas são de intensidade mais baixas e deslocadas no tempo.

Em todos os horizontes monitorados a umidade do solo flutua entre os valores de 0,4 e 0,5 cm<sup>3</sup>.cm<sup>-3</sup> com exceção do horizonte A dos perfis 1 e 2. Se comparamos estes valores de umidade com as curvas de retenção, poder-se-á observar que a água no solo esta sendo retida a potenciais muito baixos (entre 8 e 30 kPa) o que torna a água um elemento pouco restritivo para as plantas. Em contrapartida como o solo esta com muita água o ano inteiro qualquer adição de água extra (por exemplo, alguma chuva mais forte) pode provocar a rápida saturação destes solos que somado ao relevo muito movimentado pode provocar a instalação de fluxos laterais de água superficiais e subsuperficiais no solo que podem provocar graves problemas de erosão como comentado anteriormente.

### **3.3. Considerações finais**

Foram apresentadas as metodologias e os resultados do funcionamento físico-hídrico de quatro transeções representativas dos solos das Parcelas Permanentes, de 10,24ha cada, instaladas na Floresta Estacional Semidecidual (Estação Ecológica Caetetus), no Cerradão (Estação Ecológica de Assis), na Floresta de Restinga (Parque Estadual da Ilha do Cardoso) e na Floresta Ombrófila Densa (Parque Estadual Carlos Botelho). Constatou nos dados, diferenças explícitas no comportamento dos solos entre e dentro das transeções estudadas.

Dessa forma, se considerarmos o efeito dessa dinâmica físico-hídrica diferenciada do solo no componente vegetal dessas formações, e principalmente no funcionamento desse componente, e principalmente se associarmos esse efeito do funcionamento físico-hídrico do solo com as características climáticas das regiões onde estão alocados esses 40,96ha de Parcelas Permanentes, vai-se acumular conhecimento suficiente para entender e modelar os possíveis fatores definidores dessas formações e, portanto, responsáveis pelas diferenças florísticas, estruturais e de funcionamento constatadas entre essas formações florestais, como por ex. a menor diversidade e menor equibilidade do Cerradão, a simplificação silvigenica do Cerradão, com ausência de clareiras, o pequeno gradiente luminoso na estratificação do Cerradão, quando comparado ao gradiente da Floresta Estacional Semidecidual etc.

Podemos refletir que a maior seletividade parece ocorrer principalmente nos processos de germinação e estabelecimento das plântulas, que estariam mais sujeitas às condições de estresse hídrico no horizonte superficial. Todos os dados que foram coletados serão analisados isolados e



conjuntamente, usando análises de correlação e multivariadas, procurando confirmar estatisticamente essas associações entre os fatores definidores e aqueles mantenedores da diversidade vegetal específica dessas formações.

## Referências Bibliográficas

- BASHER, L.R. 1997. Is pedology dead and buried? *Australian Journal of Soil Research* 35: 979-994.
- BERTANI, D. F.; RODRIGUES, R. R.; BATISTA, J. L. F. & SHEPHERD, G. J. 2001. Análise Temporal da Heterogeneidade Florística e Estrutural em Uma Floresta Ribeirinha. *Revista Brasileira de Botânica*, v.24, n.1, p.11-23.
- BOULET, R.; CHAUVEL, A.; HUMBEL, F.-X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie: I – Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports à la connaissance des sols. *Cahiers ORSTOM Séries Pédologie*, Paris, v. 19, n. 4, p. 309-321. 1982.
- BOUMA, J. 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. In STEWART, B. A. (ed.) *Advances in Soil Science*, 9:177-213.
- BURROUGH, P. A. 1995. Spatial aspects of ecological data. In JONGMAN, R. H. G.; ter BRAAK, C. J. F. & van TONGEREN, O. F. R. (eds.). *Data analysis in community and landscape ecology*. Reino Unido, Cambridge University Press.
- CAMARGO, O.A. de; MONIZ, A.C.; JORGE, J.A.; VALADARES, J.M.A.S. Métodos de análise química, mineralógica e física de solos do Instituto Agronômico de Campinas. Campinas: IAC, 1986. 94 p. (IAC. Boletim Técnico, 106).
- CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; COSCIONE, A.R.; ANDRADE, J.C. de. Determinação de alumínio, cálcio e magnésio trocáveis em extrato de cloreto de potássio. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.) *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: IAC, 2001, cap. 13, p. 213-224.
- CASTRO, S.S.; COOPER, M.; SANTOS, M.C.; VIDAL TORRADO, P. Micromorfologia do solo: bases e aplicações. *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa, v. 3, p. 107-164, 2003.
- CLARK, D.B.; PALMER M.W.; CLARK, D.A. Edaphic factors and the landscape-scale distributions of tropical rain forest trees. *Ecology*, Brooklyn, v. 80, n. 8. p. 2662-2675, dec.1999.
- COOPER, M. Influência das condições físico-hídricas nas transformações estruturais entre horizontes B latossólico e B textural sobre diabásio. 1999. 127 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.
- DOURADO-NETO, D.; NIELSEN, D.R.; HOPMANS, J.W.; REICHARDT, K.; BACCHI, O.O.S. Software to model soil water retention curves (SWRC, version 2.00). *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, p. 191-192, 2000.
- ELRICK, D.E.; REYNOLDS, W.D.; TAN, K.A. Hydraulic conductivity measurements in the unsaturated zone using improved well analyses. *Ground Water Monitoring Review*, Worthington, v. 9, p. 184-193, 1989.
- EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- EMBRAPA. Sistema Brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa Serviço de Produção de Informação; Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Embrapa Solos, 1999. 412 p.



- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil Survey Division. Natural Resources Conservation Service. Soil Taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Second Edition. Washington, DC. 1999. 869p.
- GANDOLFI, S., LEITÃO FILHO, H.F. & BEZERRA, C.L.F. 1995. Levantamento florístico e caráter sucessional das espécies arbustivo-arbóreas de uma floresta semidecídua no município de Guarulhos, SP. *Revista Brasileira de Biologia* 55:753-767.
- GEE, G.W.; OR, D. Particle-size analysis. In: DANE, J.H.; TOPP, G.C. (Ed.) *Methods of soil analysis: Part 4 - Physical methods*. 3rd ed. Madison: SSSA, 2002. p. 255-293. (SSSA. Book Series, 5).
- GLINKA, K. 1914. Dokutschajeff Kartographie der russischen Böden. In *Die Typen der Bodenbildung, ihre Klassifikation und geographische Verbreitung*, Gebrüder Borntraeger, Berlin, pp. 1-9.
- GOMES, J.B.V.; CURI, N.; MOTTA, P.E.F.; KER, J.C.; MARQUES, J.J.G.S.M.; SCHULZE, D.G. Análise de componentes principais de atributos físicos, químicos e mineralógicos de solos do bioma Cerrado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 28, n. 1, p. 137-153, jan.-fev. 2004.
- HALLAIRE, V.; COINTEPAS, J.P. Caractérisation de la macroporosité d'un sol de verger par analyse d'image. *Agronomie*, Paris, v. 13, p. 155-164, 1993.
- KAGEYAMA, P.; GANDARA, F.B. Recuperação de áreas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H.F.(Ed.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. 2.ed. 1.reimpr. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; FAPESP, 2004. p. 249-269.
- KIEHL, E.J. *Manual de edafologia: Relações solo-planta*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1979. 264 p.
- KIM, K.C.; BENSON, C.H. Water content reflectometer calibrations for final cover soils. *GeoEngineering Report*, Madison, n.02-12, nov. 2002. 111p.
- KLUTE, A. Water retention: laboratory methods. In: \_\_\_\_\_ (Ed.) *Methods of soil analysis: Part 1 - Physical and mineralogical methods*. 2nd ed. Madison: SSSA, 1986, cap. 26, p. 635-662. (SSSA. *Agronomy*, 9, part 1).
- LEMOS, R.C.; SANTOS, R.D. *Manual de descrição e coleta de solo no campo*. 4.ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. 83 p.
- LIBARDI, P.L. *Dinâmica da água no solo*. Piracicaba: Departamento de Física e Meteorologia, ESALQ, USP, 1995. 497p.
- MEKARU, T.; UEHARA, G. Anion adsorption in ferruginous tropical soils. . *Soil Science Society of America Proceedings*, Ann Arbor, v. 36, p. 296-300, 1972.
- MERMUT, A.R. *Introduction to soil micromorphology*. Saskatoon: University of Saskatchewan, Department of Soil Science, 1992. 115p.
- METZGER, J.P., BERNACCI, L.C. & GOLDENBERG, R. 1997. Pattern of tree species diversity in riparian forest fragments of different widths (SE Brazil). *Plant Ecology* 133: 135-152.
- MORAN, C.J.; KOPPI, A.J.; MURPHY, B.W.; McBRATNEY, A.B. Comparison of the macropore structure of a sandy loam surface soil horizon subjected to two tillage treatments. *Soil and Use Management*, Wallingford, v. 4, n. 3, p. 96-102, sep. 1988.
- MURPHY, C.P. *Thin section preparation of soils and sediments*. Berkhamsted: A.B. Academic Publishers, 1986. 149p.
- MURPHY, C.P.; BULLOCK, P.; TURNER, R.H. The measurement and characterization of voids in soil thin sections by image analysis. Part I. Principles and techniques. *Journal of Soil Science*, Oxford, v. 28, p. 498-508, 1977.



- OLIVEIRA, J.B.; JACOMINE, P.T.K.; CAMARGO, M. N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 1992. 201p.
- OLIVEIRA, R.S.; BEZERRA, L.; DAVIDSON, E.A.; PINTO, F.; KLINK, C.A.; NEPSTAD, D.C.; MOREIRA, A. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology*, Oxford, v. 19, p. 574–581, 2005.
- p. 173-180.
- PAGLIAI, M.; LA MARCA, M.; LUCAMANTE, G. Micromorphometric and micromorphological investigations of a clay loam soil in viticulture under zero and conventional tillage. *Journal of Soil Science*, Oxford, v. 34, p. 391-403, 1983.
- PAGLIAI, M.; LA MARCA, M.; LUCAMANTE, G.; GENOVESE, L. Effects of zero and conventional tillage on the length and irregularity of elongated pores in a clay loam soil under viticulture. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 4, p. 433-444, 1984.
- PHILIPS, J.D.; GARES, P.A.; SLATTERY, M.C. Agricultural soil redistribution and landscape complexity. *Landscape Ecology*, Amsterdam, v. 14, n. 2, p. 197-211, apr. 1999.
- QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Determinação do pH em cloreto de cálcio e da acidez total. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.) *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: IAC, 2001, cap. 10,
- QUESADA, C.A.; MIRANDA, A.C.; HODNETT, M.G.; SANTOS, A.J.B.; MIRANDA, H.S.; BREYER, L.M. Seasonal and depth variation of soil moisture in a burned open savanna (campo sujo) in central Brazil. *Ecological Applications*, Washington, v. 14, n. 4, Supplement, p. 33–41, 2004.
- RAIJ, B. van; QUAGGIO, J.A. Determinação de fósforo, cálcio, magnésio e potássio extraídos com resina trocadora de íons. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.) *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: IAC, 2001, cap. 11, p. 189-199.
- REYNOLDS, W.D.; ELRICK, D.E. A method for simultaneous in situ measurement in the vadose zone field saturated hydraulic conductivity, sorptivity and the conductivity-pressure head relationship. *Ground Water Monitoring Review*, Worthington, v. 6, p. 84-95, 1986.
- RINGROSE-VOASE, A.J.; BULLOCK, P. The automatic recognition and measurement of soil pore types by image analysis and computer programs. *Journal of Soil Science*, Oxford, v. 35, p. 673-684, 1984.
- RODRIGUES, R. R. & GANDOLFI, S. 2004. Conceitos, Tendências e Ações para a Recuperação de Florestas Ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO H. F. (coords). 2004. *Matas Ciliares: Conservação e Recuperação*. EDUSP/FAPESP, p. 235-248.
- RODRIGUES, R.R. & SHEPHERD, G.J. 2004. Fatores condicionadores de matas ciliares. In *Matas Ciliares: uma abordagem multidisciplinar* (R.R. Rodrigues & H.F. Leitão-Filho, eds.). EDUSP, São Paulo (no prelo).
- RODRIGUES, R.R. Diversidade, dinâmica e conservação em florestas do Estado de São Paulo: 40ha de parcelas permanentes. Piracicaba: LERF, ESALQ, USP, set. 2003. Relatório Científico II (Período 01/10/2002 - 30/09/2003) do processo FAPESP 1999/09635-0. Disponível em: <<http://www.lerf.esalq.usp.br/parcelas/relatorio2.pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2004.
- RODRIGUES, R.R.; GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios para uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: DIAS, L.E.; MELLO, J.W.V. (Ed.) *Recuperação de Áreas Degradadas*. Viçosa: Departamento de Solos, UFV; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p. 203-215.
- RUGGIERO, P.G.C.; BATALHA, M.A.; PIVELLO, V.R.; MEIRELLES, S.T. Soil-vegetation relationships in cerrado (Brazilian savanna) and semideciduous forest, Southeastern Brazil. *Plant Ecology*, Dordrecht, v. 160, p. 1-16, 2002.



- SABATIER, D.; GRIMALDI, M.; PRÉVOST, M.-F.; GUILLAUME, J.; GODRON, M.; DOSSO, M.; CURMI, P. The influence of soil cover organization on the floristic and structural heterogeneity of a Guianan rain forest. *Plant Ecology*, Dordrecht, v. 131, p. 81-108, 1997.
- SEYFRIED, M.S.; MURDOCK, M.D. Response of a new soil water sensor to variable soil, water content, and temperature. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 65, n. 1, p. 28-34, 2001.
- SZTUTMAN, M. & RODRIGUES, R.R. 2002. O mosaico vegetacional numa área de floresta contínua da planície litorânea, Parque Estadual da Campina do Encantado, Parquera-Açu, SP. *Revista Brasil. Bot.* 25 (2):161-176.
- TABARELLI, M. & MANTOVANI, W. 1998. A riqueza de espécies arbóreas na floresta atlântica de encosta no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 22:217-223.
- TERSTEEGE, H.; JETTEN, V.G.; POLAK, A.M.; WERGER, M.J.A. Tropical rain-forest types and soil factors in a watershed area in Guyana. *Journal of Vegetation Science*, Uppsala, v. 4, n. 5, p. 705-716, sep. 1993.
- VAN DIEPEN, C.A.; VAN KEULEN, H.; WOLF, J. & BERKHOUT, J. A. A. 1991. Land evaluation: from intuition to quantification. In STEWART, B. A. (ed.) *Advances in Soil Science*. Nova Iorque, Springer, pp. 139-204.
- VAN GENUCHTEN, M.T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.
- VIEIRA, S.R. Permeâmetro: novo aliado na avaliação de manejo do solo. *O Agrônomo*, Campinas, v. 47-50, p. 32-33, 1995/1998.