

MARCO ANTONIO ALVES GARCIA

MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E
PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO
SEBASTIÃO/SP

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São
Carlos da Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para a obtenção do Título
de Doutor em Ciências da Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias

DEDALUS - Acervo - EESC



31100052127


São Carlos
2005

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheiro **MARCO ANTONIO ALVES GARCIA**

Tese defendida e julgada em 11-03-2005 perante a Comissão Julgadora:

| | |
|---|------------------|
|  _____ Prof. Dr. LUIZ EDUARDO DIAS (Orientador) (Universidade Federal de Viçosa/UFV) | <u>APROVADA</u> |
|  _____ Prof. Dr. LINDOLFO SOARES (Escola Politécnica/USP) | <u>Aprovada</u> |
|  _____ Prof. Dr. OSWALDO AUGUSTO FILHO (Escola de Engenharia de São Carlos/USP) | <u>Aprovado</u> |
|  _____ Prof. Titular ROBERTO FRANCISCO DE AZEVEDO (Universidade Federal de Viçosa/UFV) | <u>Aprovado</u> |
|  _____ Dr. SÉRGIO LUIZ POMPEIA (Consultoria Paulista de Estudos Ambientais S/C Ltda.) | <u>REPROVADO</u> |



Prof. Associado **IVALDO LUIZ GAETA ESPINDOLA**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciências da
Engenharia Ambiental



Profa. Titular **MARIA DO CARMO CALJURI**
Presidente da Comissão de Pós-Graduação

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Luiz Eduardo Dias pela orientação a esta pesquisa.

À Profª Drª Sandra Farto Botelho Trufem, Coordenadora do Curso de Ciências Biológicas da Universidade São Marcos e editora-chefe da revista Sociedade Botânica do Brasil, pelo direcionamento dado à pesquisa nas questões de Botânica.

À Profª Drª Maria Margarida da Rocha Fiúza de Melo, pesquisadora científica do Instituto de Botânica de São Paulo, pela leitura crítica dos originais relacionados à fitossociologia.

À Profª Drª Márcia Inês Martin Lopes, pesquisadora científica do Instituto de Botânica de São Paulo, e à graduanda em Agronomia Sabrina Randazzo pelo apoio nos trabalhos de amostragens e análise dos solos.

Aos biólogos Paulo Santana, Sônia Aragaki e Juliana Hirata pelo suporte nos levantamentos fitossociológicos, e também, ao Deivid Telles dos Santos pela sua cooperação nos trabalhos de campo.

Aos geólogos Rui Alves, Sylvio Dutra e Bruno Calado pelo amparo nos levantamentos geológicos.

RESUMO

GARCIA, M.A.A. (2005). Medidas mitigadoras de ocorrência de movimentos de massa e plano de revegetação de uma encosta no município de São Sebastião/SP. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

Este estudo foi realizado em uma clareira, um fragmento de Mata Atlântica de 4,8 hectares localizado no município de São Sebastião – SP, de propriedade da Universidade São Marcos, com o objetivo de fornecer subsídios sobre as atividades de sua recomposição vegetal, de modo que possa prevenir e/ou reduzir os riscos de escorregamentos na encosta. As metodologias disponíveis e mais adequadas para diagnóstico de áreas frágeis e com risco de escorregamento foram expressas em Cartas Geotécnicas. Outro aspecto metodológico que mereceu destaque refere-se à análise dos elementos (fisiográficos e antrópicos) que compõem o terreno analisado. Para a etapa de compartimentação do terreno existem duas abordagens básicas: a paramétrica e a fisiográfica. Na primeira foram feitas associações de temas representados em mapas específicos (por exemplo, mapas de relevo, geológico, geomorfológico). A abordagem fisiográfica foi avaliada quanto a suscetibilidade à ocorrência de movimentos de massa. A modelagem para o reflorestamento é o plantio heterogêneo, que consiste na prática de se plantar o conjunto de diferentes espécies numa mesma área, recriando condições, mais próximas possível da mata atual. Assim, foi realizado um levantamento fitossociológico no fragmento de entorno da clareira à fim de subsidiar a seleção de espécies para a recomposição vegetal. A seleção de espécies (50% de crescimento rápido) foi feita visando a interrupção do processo de erosão e, conseqüentemente, como medida de prevenção ao escorregamento da encosta. Com a proposta aqui realizada pretende-se ainda que, o modelo resulte como potencial de extrapolação para outras áreas de Floresta Ombrófila Densa de encosta.

Palavras-chave: geotecnia ambiental, fitossociologia, recuperação de áreas.

ABSTRACT

GARCIA, M.A.A. (2005). Mitigating measures of occurrence of mass movements and plan of vegetation renewal of a hillside in the municipality of São Sebastião/SP. Ph.D. Thesis – Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. São Carlos, 2005.

This study was carried out in an opening, a 4.8 hectares fragment of Mata Atlântica located in the municipality of São Sebastião-SP and owned by the University São Marcos, with the goal of providing subsidies about the vegetation renewal activities in such a way that the risk of hillside sliding can be avoided. The available and most appropriate methodologies for the diagnosis of fragile areas with a sliding risk were explained in the Geotechnical Charters. Another note-worthy methodological aspect is the analysis of the elements (physiographical and anthropic) which are part of the analyzed terrain. There are two basic approaches for the compartmentalization phase of the terrain: the parametric and the physiographic. In the first, the correspondence of topics represented in specific maps (for example, relief, geological and geomorphological maps) was made. The physiographic approach was evaluated for its susceptibility to the occurrence of mass movements. The modeling for the reforestation is heterogeneous planting, which consists in planting a set of different species in the same area, recreating conditions most like the current vegetation. Thus, a phytosociological survey was carried out in the fragment surrounding the opening in order to give subsidies for the selection of species for plant renewal. The species were selected (50% rapid growing species) with the goal of interrupting the erosion process and, as a result, as a preventive measure against hillside sliding. The intention is this proposal can be has potential to be extrapolated to other Dense Ombrophyllous Forests in cliffs.

Key words: environmental geotechnology, phytosociology, renewal of areas.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 - Perfis típicos de encostas..... | 9 |
| Figura 2 - Esquema de sucessão secundária da vegetação da Mata Atlântica de encosta | 41 |
| Figura 3 - Localização da área de trabalho no município de São Sebastião no Estado de São Paulo..... | 48 |
| Figura 4 - Geologia da área de estudo | 51 |
| Figura 5 - Tipos de relevo..... | 52 |
| Figura 6 - Geomorfologia..... | 53 |
| Figura 7 - Suscetibilidade aos processos potencializadores de risco à movimentos de massa | 54 |
| Figura 8- Mapa de distribuição pluviométrica média anual de São Sebastião/SP..... | 60 |
| Figura 9- Pontos de amostragens de solo..... | 62 |
| Figura 10- Pontos de amostragens de plântulas..... | 66 |
| Figura 11- Mapa de declividade..... | 74 |
| Figura 12- Perfil N-S da área de estudo ressaltando as estruturas pedológicas | 78 |
| Figura 13- Representação Gráfica: ST-1 (Coordenadas UTM-045657 E; 7374700 N) | 78 |
| Figura 14- Representação Gráfica: T-1 (Coordenadas UTM 0456580 E; 7374787 N) | 79 |
| Figura 15- Representação Gráfica: T-2 (Coordenadas UTM 0456557 E; 7374810 N) | 79 |
| Figura 16- Número de indivíduos por unidade amostral. Amarelo – unidades amostrais instaladas na clareira. Verde – unidades amostrais instaladas no interior do fragmento florestal. | 87 |
| Figura 17- Modelo em linha proposto para o reflorestamento | 99 |

LISTA DE FOTOGRAFIAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Foto 1 - | Ocupação antrópica na encosta da Mata Atlântica em São Sebastião. | 29 |
| Foto 2 - | Mata Atlântica: vegetação densa e diversificada | 32 |
| Foto 3 - | Foto aérea da área de 4,8 ha do sítio São Benedito da Universidade São Marcos..... | 49 |
| Foto 4 - | Foto mostrando a vertente localizada à leste da área de estudo..... | 57 |
| Foto 5 - | Foto mostrando a vertente localizada à oeste da área de estudo..... | 57 |
| Foto 6 - | Foto mostrando a forma convexa da vertente da área de estudo | 58 |
| Foto 7 - | Foto mostrando a ocorrência de corpos de tálus da área de estudo..... | 58 |
| Foto 8 - | Foto mostrando transecto-subparcela na área de clareira | 64 |
| Foto 9 - | Foto mostrando transecto-subparcela na mata | 65 |
| Foto 10 - | Levantamento fitossociológico: o círculo 1 indica a área dos 30 pontos amostrados na área em dossel fechado, enquanto o círculo 2 a dos dez pontos amostrados na borda da mata..... | 68 |
| Foto 11 - | Levantamento fitossociológico: a foto mostra a drenagem, onde também foram amostrados dez pontos..... | 69 |
| Foto 12 - | Foto mostrando os três horizontes na Trincheira T-1 | 81 |
| Foto 13 - | Foto mostrando o horizonte A encoberto por uma camada do horizonte B | 82 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|--------------|--|-----|
| TABELA 3.1 - | Tipos de Topos e Encostas | 10 |
| TABELA 5.1 - | Valores numéricos dos atributos morfométricos da área de estudo..... | 71 |
| TABELA 5.2 - | Classificação das formas de relevo da área de estudo..... | 71 |
| TABELA 5.3 - | Características químicas das amostras de solo coletadas na área experimental de São Sebastião - SP..... | 76 |
| TABELA 5.4- | Resultados das análises granulométricas realizadas na área de estudo..... | 80 |
| TABELA 5.5- | Lista de espécies amostradas no estrato das plântulas, classificadas quanto à forma de vida..... | 83 |
| TABELA 5.6- | Espécies amostradas no estudo fitossociológico realizado na Base de Pesquisa da Universidade São Marcos (São Sebastião-SP), utilizando-se o método de quadrantes-centrados. Categoria Sucessional (CS): P=pioneira, NP=não-pioneira; Síndrome de Dispersão (SD): ANE=anemocórica, AUT=autocórica, ZOO = zoocórica. | 89 |
| TABELA 5.7- | Dados numéricos das espécies amostradas no estudo fitossociológico realizado na Base de Pesquisa da Universidade São Marcos, São Sebastião (SP), utilizando-se o método de quadrantes-centrados. NI: número de indivíduos; NO: número de ocorrências; AB: área basal..... | 92 |
| TABELA 5.8- | Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estudo realizado na Base de Pesquisa da Universidade São Marcos, São Sebastião-SP, utilizando-se o método de quadrantes centrados, ordenados segundo o VI (valor de importância); NI (número de indivíduos); NO (número de ocorrências); AB (área basal); DR (densidade relativa); FR (frequência relativa); DoR (dominância relativa); VC (valor de cobertura)..... | 95 |
| TABELA 5.9- | Espécies propostas para o reflorestamento da área de estudo – Classe Sucessional Pioneira..... | 99 |
| TABELA 5.10- | Espécies propostas para o reflorestamento da área de estudo – Classe Sucessional Não-Pioneira..... | 102 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO | iv |
| ABSTRACT | v |
| 1. INTRODUÇÃO | 1 |
| 2. OBJETIVOS..... | 4 |
| 3. BASE TEÓRICA | 5 |
| 3.1 – A Cartografia Geotécnica | 5 |
| 3.2 – A Geomorfologia | 10 |
| 3.3 – Agentes e processos morfodinâmicos de vertente | 15 |
| 3.3.1 – Processos derivados da ação da água na vertente | 16 |
| 3.3.1.1 – Erosão pelas gotas de chuva e pelo escoamento em vertentes | 17 |
| 3.3.1.2 – Erosão laminar | 18 |
| 3.3.1.3 – Escoamento superficial concentrado em sulcos | 18 |
| 3.3.1.4 – Ravinamentos | 19 |
| 3.3.2 – Processos de movimentos de massa | 20 |
| 3.3.2.1 – Escoamentos | 21 |
| 3.3.2.2 – Escorregamentos | 22 |
| 3.4 – Clima | 25 |
| 3.5 – Meio antrópico | 27 |
| 3.6 – Meio biótico | 29 |
| 3.7 – A vegetação como agente estabilizador de encostas | 33 |
| 3.8 – Fundamentos para a recuperação vegetal de áreas degradadas | 34 |
| 3.8.1 – O controle da erosão..... | 34 |
| 3.8.2 – A diversidade das espécies | 34 |
| 3.8.3 – A dinâmica das florestas tropicais | 35 |
| 3.8.4 – Implantação da recuperação vegetal | 35 |
| 3.8.5 – A sucessão secundária | 37 |
| 3.8.6 – Modelos para revegetação | 43 |
| 3.8.7 - O monitoramento e os indicadores de avaliação | 44 |

| | |
|---|-----|
| 4 – MATERIAL E MÉTODOS | 46 |
| 4.1 - Caracterização da área de estudo | 46 |
| 4.2 - Caracterização geológica e clima | 50 |
| 4.3 - Caracterização dos solos | 60 |
| 4.4 - Caracterização fitossociológica | 63 |
| 4.4.1- Caracterização da clareira da área de estudo | 63 |
| 4.4.2- Caracterização da área de entorno | 67 |
| 5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO | 71 |
| 5.1 – Caracterização geológica | 71 |
| 5.2 – Caracterização dos solos | 75 |
| 5.3 – Caracterização fitossociológica | 83 |
| 5.3.1- Caracterização da clareira da área de estudo | 83 |
| 5.3.2- Caracterização da área de entorno | 88 |
| 5.4 – Proposta para a recuperação da área de estudo | 98 |
| 5.5 – O monitoramento e a avaliação para a área de estudo | 105 |
| 6 - CONCLUSÃO | 107 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 109 |
| ANEXOS | 119 |
| ANEXO A - Análise química dos solos da área de estudo | 120 |
| ANEXO B - Análise física dos solos da área de estudo | 121 |
| ANEXO C - Formulário | 122 |

1. INTRODUÇÃO

No Brasil os vetores de crescimento econômico como a agricultura, a pecuária, a mineração, a urbanização e a industrialização nem sempre buscaram caminhos compatíveis com a preservação ambiental. A partir dessa visão, a Mata Atlântica, domínio onde se concentra 2/3 da população brasileira e os principais pólos econômicos do país, não poderia ter destino diferente do que hoje se comprova.

O município de São Sebastião, localizado no Litoral Norte do Estado de São Paulo, tem como característica fisiográfica mais marcante a presença da Serra do Mar ao longo de toda a sua extensão, com desníveis em torno de 600 a 1.000 m.

Dessa forma, a Serra do Mar sempre constituiu uma barreira natural para a expansão urbana de São Sebastião, dificultando, no passado, a comunicação da cidade com as demais regiões do Estado. Em parte, isso contribuiu para a preservação parcial da Mata Atlântica no trecho da serra, atualmente protegida como unidade de conservação.

Entretanto, o crescimento das atividades econômicas relacionadas ao turismo, principalmente a partir da década de oitenta, somadas às já existentes relativas ao porto e ao Terminal Marítimo da Petrobrás, resultaram em maior demanda de mão de obra, acarretando aumento da migração para a região. Essa população, na sua maioria de baixa renda, não podendo se estabelecer nas áreas litorâneas valorizadas pelos empreendimentos imobiliários, passaram a ocupar setores das vertentes da Serra do Mar. A ocupação destas vertentes naturalmente instáveis, sem a execução de obras de proteção adequadas, ocasionou o surgimento de áreas de risco geológico.

Assim, a ocupação de encostas em domínio de Mata Atlântica, no município de São Sebastião, começou a afetar de maneira expressiva, a cidade como um todo. A derrubada indiscriminada da vegetação que protege os morros expõe o solo a processos erosivos.

Os estudos técnico-científicos (Bragança, 1987; Magro, 1995; Instituto Geológico, 1996;) que foram desenvolvidos na região apontam concretamente para a possibilidade crescente de eventos catastróficos, como função direta do incremento do uso e ocupação desordenados e que não levam em conta as características geológico-geotécnicas locais.

De acordo com Dias & Griffith (1994), a recuperação de áreas degradadas pode ser conceituada como um conjunto de ações idealizadas e executadas por especialistas das diferentes áreas de conhecimento – que visam proporcionar o restabelecimento de condições de equilíbrio e sustentabilidade existentes em um sistema natural.

Dessa forma, para evitar a evolução de processos erosivos em áreas degradadas é de extrema importância o desenvolvimento de programas de recuperação da cobertura florestal, uma vez que as áreas acima mencionadas são suscetíveis à erosão, devido ao alto índice pluviométrico da área e da topografia acidentada.

A degradação de ambientes ocorre por meio da erosão e perda de solo, deslizamento de encostas, assoreamento de cursos d'água, enchentes e perda de mananciais de água potável. Significam perda de paisagens de alta importância cultural e turística, e mais grave ainda, a perda, por vezes irreversível, da diversidade biológica e do patrimônio genético do país. Esses elementos são fundamentais e insubstituíveis para o desenvolvimento brasileiro e a qualidade de vida de populações atuais e futuras.

A recuperação de áreas degradadas trata idealmente de criar condições para o restabelecimento de complexas redes de relações ecológicas entre solo, plantas, animais e clima que permitam o reequilíbrio dinâmico da natureza em áreas hoje desprovidas dessas condições.

Baseado nesta preocupação, esta pesquisa caracteriza os meios físico, biótico e antrópico, que consiste no primeiro passo de um processo de recuperação ambiental. A pesquisa descreve a estrutura das plântulas da clareira da área de estudo e a compara com o fragmento de mata do entorno para orientar o modelo de recuperação através das seguintes perguntas: 1) Está havendo regeneração natural da clareira a partir do fragmento? 2) É possível que a regeneração da clareira aconteça sem o manejo, levando-se em consideração a questão da recolonização da cobertura vegetal pela pressão do entorno?

O interesse em analisar a estrutura de plântulas e de indivíduos jovens está associado ao fato de que este representa o potencial regenerativo da comunidade arbórea adulta (Oliveira, 1999). A probabilidade de qualquer espécie estabelecer-se, conforme a

regeneração avança, depende do quanto seus membros resistem aos riscos de mortalidade, impostos por um ambiente que muda com o desenvolvimento das plantas do estágio de semente à estágios posteriores do ciclo de vida (Martinez-Ramos & Soto-Castro, 1993).

Presume-se que, quanto maior é a diversidade encontrada no conjunto de plântulas, maior será a probabilidade de ocorrer substituições hetero-específicas, sendo, portanto, um fator importante na manutenção da diversidade da vegetação (Matínez-Ramos, 1991).

A implantação e o sucesso de um projeto de recuperação de área degradada pode ser avaliado por meio de indicadores de recuperação (Rodrigues & Gandolfi, 1998; Martins, 2001). Através destes indicadores, é possível definir se determinado projeto necessita sofrer interferências, ou até mesmo, ser redirecionado visando acelerar o processo de sucessão e de restauração das funções da vegetação a ser implantada (Martins, 2001).

Plântulas e sementes são um importante indicador, pois no ecossistema florestal, podem apresentar distribuições distintas, que implicam, em última análise, na disposição dos futuros adultos e na dinâmica da comunidade (Harper, 1977).

Para subsídio à recuperação da área de estudo, foi realizado, também, um levantamento fitossociológico no entorno da clareira, de modo que, dados como a proporção entre espécies, associados com a respectiva classificação sucessional, tornem-se essenciais para um modelo adequado e específico para a proposta na área em análise.

2 - OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo propor um plano de recomposição vegetal para um sítio de Mata Atlântica, no município de São Sebastião, com o intuito de subsidiar diretrizes para prevenir e/ou reduzir os riscos de deslizamentos em suas encostas.

3- BASE TEÓRICA

3.1 – A Cartografia Geotécnica

Segundo Vedovello (2000), a Cartografia Geotécnica constitui importante instrumento aplicado ao planejamento e à gestão ambiental através do qual o conhecimento geológico é utilizado para caracterizar geotecnicamente o meio físico. Essa caracterização é feita em relação às propriedades dos materiais que constituem o meio físico (rochas, solos, água, entre outros), em relação aos processos geodinâmicos naturais e/ou induzidos, e em relação ao comportamento geomecânico desses materiais diante das solicitações requeridas pelas atividades humanas.

Desenvolvida no âmbito da Geologia de Engenharia, área aplicada da Geologia, a Cartografia Geotécnica no Brasil teve seu desenvolvimento inicial, a partir principalmente dos anos 1960, voltado para subsidiar a implantação de grandes obras de engenharia, e objetivava garantir a segurança e a estabilidade das obras. Nesse período, a cartografia geotécnica sofreu grande influência da abordagem tecnológica utilizada na Engenharia.

Um primeiro marco de transformação da Geologia de Engenharia e, conseqüentemente, na cartografia geotécnica ocorreu nos anos 1970. De acordo com Oliveira et al. (1995), no período dos anos 70, a consolidação da Geologia de Engenharia favoreceu duas tendências que marcaram os anos seguintes: o resgate da Geologia como sua base científica, e a diversificação das suas áreas de atuação. Esta diversificação possibilitou à Geologia de Engenharia transcender as obras civis e ser aplicada à mineração, e aos problemas de uso e ocupação do solo... Entretanto, neste processo, a Geologia de Engenharia não abandonou seu acervo tecnológico conquistado, junto com a Mecânica dos Solos e das Rochas, durante sua fase anterior de consolidação na Engenharia.

Paralelamente à diversificação de atuação da Geologia de Engenharia nos anos 1970, a preocupação com problemas ambientais ganha grande expressão em termos mundiais. Esse contexto faz com que, a partir já dos anos 80, os profissionais de Geologia de Engenharia passem a se preocupar não só em subsidiar a viabilização técnica das atividades humanas, mas também em prever, analisar e minimizar impactos das atividades sobre o meio ambiente, mais especificamente sobre o meio físico.

Em conseqüência, a cartografia geotécnica aplicada à implantação das atividades humanas passa a considerar a questão de impactos ambientais. Além disso, começam a surgir, em quantidades cada vez maiores, cartas geotécnicas destinadas a subsidiar ações de planejamento territorial e urbano. Começam a ser produzidas, também, cartas geotécnicas voltadas para subsidiar a resolução de problemas ambientais específicos como por exemplo, a definição de áreas adequadas para disposição de resíduos.

Na forma atual de encarar a função da Geologia de Engenharia é que se enquadram as mais recentes conceituações propostas para o termo como, por exemplo, a de Santos (1989). Este autor apresenta definição minuciosa, que termina sintetizando: “o escopo moderno e geral da Geologia de Engenharia está em viabilizar tecnicamente a harmonização das mais diversas formas de uso e ocupação do solo com as características e os processos geológicos naturais e induzidos, de forma que as ações humanas dessa ordem sejam inteligentes e provedoras da qualidade da vida no planeta”.

Já em artigo do Jornal da ABGE (Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, 1990) notificando a proposta de novo estatuto da IAEG (International Association of Engineering Geology) observa-se a seguinte definição: “Geologia de Engenharia é a ciência dedicada à investigação, estudo e solução de problemas de Engenharia e Meio Ambiente, decorrentes da interação entre a Geologia da Terra e os trabalhos e atividades do homem, bem como à previsão e desenvolvimento de medidas preventivas ou reparadoras de acidentes geológicos”.

A Cartografia Geotécnica tem sido definida por diversos autores considerando seu aspecto mais amplo e atual, ou seja, aplicada tanto às obras de engenharia e demais atividades modificadoras do meio físico, como ao planejamento territorial e ambiental.

Assim, encontram-se definições para Cartografia Geotécnica como as que se seguem:

“...representação da distribuição e relações espaciais dos componentes importantes à geotecnia (características de solos e rochas, hidrogeologia, geomorfologia e processos geodinâmicos), refletindo a história e a dinâmica de desenvolvimento das condições

geotécnicas, de forma a tornar possível a previsão e o prognóstico da interação entre a obra e ambiente” (Internacional Association of the Engineering Geologist – IAEG,1970).

“... processo que tem por finalidade básica levantar, avaliar e analisar os atributos que compõem o meio físico, sejam geológicos, hidrogeológicos, hidrológicos e outros; tais informações deverão ser manipuladas de maneira tal que possam ser utilizadas para fins de engenharia, planejamento, agronomia, saneamento e outros. As informações devem ser manipuladas através de processos de seleção, generalização, adição e transformação, para que possam ser relacionadas, correlacionadas, interpretadas e no final representadas em mapas, cartas e anexos descritivos, sempre respeitando os princípios básicos que regem a execução do mapeamento geotécnico conforme proposto por Thomas (1970)” (Zuquette, 1987).

“... importante mecanismo de estudo ambiental, o qual consiste de uma série de procedimentos que envolvem fotointerpretação, inventário, trabalhos de campo, entre outros, executados com o objetivo de se obter informações de caráter geotécnico, as quais possam ser apresentadas de forma a constituírem subsídio para fins de planejamento, ocupação e monitoramento do meio físico, bem como à implementação de obras de engenharia civil, mineração e zoneamento agro-silvo-pastoril.” (Vedovello & Mattos,1990).

Nesse contexto, a Cartografia Geotécnica constitui importante mecanismo de obtenção de informações geotécnicas, e básico para estudos de análise ambiental.

O planejamento territorial e as atividades humanas são processos dinâmicos que exigem contínuo acompanhamento, estudos e intervenções de forma a minimizar os impactos negativos decorrentes da interação entre a dinâmica ambiental natural e as ações e modificações impostas ao meio pelo homem.

Para isso, existem diversos instrumentos e mecanismos que se aplicam aos estudos, análises e gerenciamento do meio ambiente, e que diferem entre si pelo objetivo a que se destinam e pelo elemento ambiental (geologia, biologia, clima, entre outros) que se está analisando.

Em relação ao “meio físico geológico”, o instrumento mais adequado para subsidiar o planejamento do uso e ocupação territorial, bem como a implantação de obras de engenharia e demais atividades humanas, é denominado “carta geotécnica”.

De acordo com o Instituto Geológico (1996), o objetivo das cartas geotécnicas é harmonizar a interação entre as atividades humanas e o meio físico através da definição

de diretrizes e recomendações que visam minimizar prejuízos sociais, financeiros e ambientais .

Em função do uso a que se destinam, as cartas geotécnicas podem ser classificadas em: a) de uso geral, cuja informação é obtida e representada de forma a ser utilizada como subsídio às mais diversas atividades humanas, e b) de uso específico, em que a informação obtida é representada de forma a subsidiar determinado tipo de atividade ou questão geológico-geotécnica. Além disso, as cartas geotécnicas são obtidas em diferentes escalas, o que implica, não apenas a variação do detalhe das informações representadas, mas, principalmente, a maior ou menor adequação da carta aos níveis de abordagem desejados pelos usuários (Instituto Geológico, 1996).

Um dos temas comumente abordados pela cartografia geotécnica refere-se à questão dos riscos geológicos. Como risco geológico considera-se:

“Circunstância ou situação de perigo, perda ou dano, social ou econômico, devida a uma condição geológica ou a uma possibilidade de ocorrência de processo geológico, induzido ou não” (Augusto Filho et al., 1990).

Essa definição se aplica bem à questão dos movimentos de massa (rastejos, escorregamentos, quedas de blocos, entre outros).

Assim, o termo risco é empregado sempre que existir a possibilidade de determinado processo geológico (movimento de massa) causar prejuízos. Quando se fizer referência apenas à possibilidade de ocorrer um determinado processo, sem se caracterizar a possibilidade de perdas e danos associados, será utilizado o termo suscetibilidade.

Outro aspecto a ser destacado sobre a cartografia geotécnica é a possibilidade de encará-la não como produto único e definitivo, mas sim como um processo dinâmico de estudo e/ou avaliação do meio físico. Nesse processo os dados e informações devem ser constantemente atualizados e retrabalhados, visando ao acompanhamento das alterações ambientais e sócio-econômicas que interferem no tema estudado na carta, à utilização dos dados e informações já obtidos para outras finalidades ou temas, e, ainda, ao detalhamento e/ou extensão da cartografia para novas etapas de abordagem e/ou intervenção pelo usuário.

Os elementos componentes do meio físico normalmente analisados para a obtenção de propriedades e características geotécnicas são as rochas, o relevo e os materiais inconsolidados (incluindo solos e sedimentos). A análise desses elementos considera aspectos relacionados respectivamente a: litologia e estruturas; formas de

relevo e vertente, declividade e feições de processos geológico-geomorfológicos; espessura, composição e perfil intempérico. Eventualmente, a vegetação também é analisada.

Um dos procedimentos adotados em parte desses trabalhos contempla a identificação das formas de topos e encostas em imagens fotográficas. A inferência baseia-se na análise dos perfis típicos de encostas (Figura 1) e permite associações como as ilustradas na Tabela 3.1 adaptada por Okida (1996) a partir dos trabalhos de Vedovello (1993).

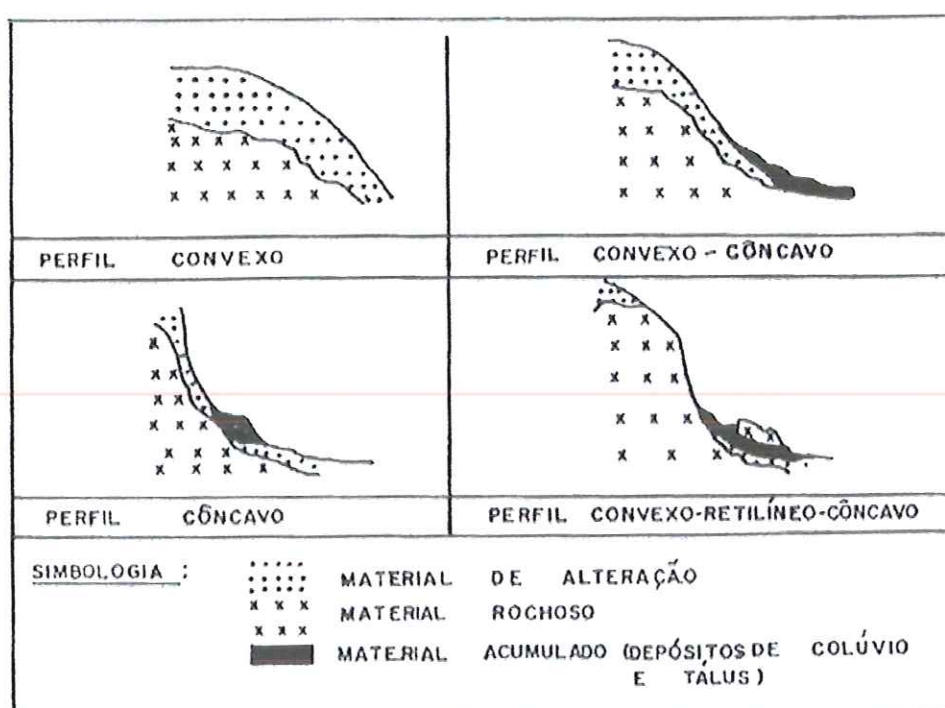


Figura 1 – Perfis típicos de encostas.

Fonte: Vedovello (1993)

Tabela 3.1 - Tipos de Topos e Encostas

| Tipos de Topos e Encostas | | | | |
|---------------------------------|-----------------------------|--|---|--|
| | Convexa-convexa | Convexa-côncava | Côncavo-convexa | Convexa-retilínea-côncava |
| Grau de alterabilidade | Muito alta | Alta | Média | Baixa |
| Material de alteração | Argiloso, coesivo, plástico | Arenoso, semi-coesivo, ligeiramente plástico | Areno-argiloso, não coesivo, não plástico | Arenoso (siltoso), coesivo, não plástico |
| Espessura do manto de alteração | Muito espesso | Moderadamente espesso | Pouco espesso | Delgado |

Fonte: Vedovello (1993)

Outro procedimento refere-se à identificação de “trend” de fraturamento, os quais determinam zonas de fraqueza do terreno. Assim, a instalação de obras e modificações na geometria original do relevo, especialmente quando perpendiculares à esses “trends”, favorecem a ocorrência de processos erosivos e movimentos gravitacionais de massa.

Além dos dados geotécnicos discorridos acima, associados aos materiais inconsolidados e estruturas geológicas, encontra-se na literatura levantamentos de propriedades e características geotécnicas tais como: alterabilidade, estanqueidade, permeabilidade, declividade, entre outros. Exemplos podem ser encontrados nos trabalhos de Vedovello (1993), Cecarelli et al. (1994), Theodorovicz (1994).

A escolha dos elementos de análise citados (rochas, relevo, materiais inconsolidados) se deve ao fato de que as condições geotécnicas de uma dada área são determinadas pelas diferentes formas com que se apresentam.

3.2 - A Geomorfologia

Os fundamentos da Geomorfologia, da Geologia, bem como da Geografia Física, segundo Gregory (1992), estão ligados à influência da Theory of the Earth, de James

Hutton (1785) e que deu início à escola do Uniformitarismo, na qual se pressupunha a contínua uniformidade dos processos existentes como a chave para a compreensão da história da Terra.

O Uniformitarismo substituiu as idéias catastróficas que vigoravam até então em relação às transformações das paisagens e firmou o Princípio do Atualismo, com a afirmativa de que “O Presente é a chave do Passado”. Charles Lyell contribuiu para a aceitação dos princípios de Hutton através dos *Principles of Geology* em 1830, vindo a ser considerado o pai do Uniformitarismo. Assim, verifica-se que as origens da Geomorfologia estão intimamente ligadas ao desenvolvimento da Geologia.

Outra grande revolução nas ciências do final da década de 1850 foi a obra de Charles Darwin. *A Origem das Espécies*, publicada em 1859, foi considerada por Gregory (1992) como responsável pela total transformação do conjunto da Geografia Física. Posteriormente, a idéia da evolução extrapolou a esfera biológica para a física, social e mental, tendo influenciado na proposição do enunciado do ciclo de erosão de Davis (1885). O impacto das teorias evolucionistas sobre a Geografia foi analisada por Stoddart (1966, apud Gregory, 1992), que considerou a idéia da mudança através do tempo um dos componentes dos princípios de Darwin, fundamental para a noção de evolução no estudo das formas de relevo, influenciando Davis na proposição do “ciclo de erosão”.

Registra-se, no entanto, que os primeiros estudos considerados geomorfológicos surgiram em 1841, quando Surrell avaliou ação das torrentes nos Alpes. Neste trabalho, Surrell caracterizou os mecanismos de escoamento das águas nas vertentes e a organização das bacias de drenagem, definindo as primeiras leis da geomorfologia referentes à morfologia fluvial (Abreu, 1982; Ross, 1990).

Na América do Norte, o precursor da geomorfologia foi Gilbert (1877) com seu trabalho *Report on the Geology of the Henry Mountains*. A ênfase deste trabalho era o estudo das formações geológicas da região, porém, através dele, Gilbert estabeleceu três leis geomorfológicas relacionadas à Declividade, à Estrutura e aos Divisores. A Lei da Declividade refere-se à relação da velocidade do fluxo da água com a inclinação dos segmentos de vertentes e a conseqüente capacidade erosiva das águas pluviais, enquanto a lei dos Divisores estabelece que as maiores declividades estão mais próximas dos topos e que o perfil das vertentes de uma montanha desenha uma curva côncava para fora. A Lei da Estrutura mostra que a esculturação do relevo sofre influência da variação litológica, quanto à constituição e ao arranjo estrutural (Ross, 1992).

A linha epistemológica anglo-americana, segundo Abreu (1983), caracteriza-se por ter-se fundamentado, até a II Guerra Mundial, basicamente na teoria do ciclo de erosão proposta por Davis, desenvolvida ao longo das últimas duas décadas do século XIX e sistematizada em 1899 no Geographical Cycle, no qual o relevo era entendido como função da estrutura geológica, dos processos operantes e do tempo, em um modelo que valorizava o aspecto histórico.

Segundo Ross (1990), o modelo teórico de Davis tem concepção finalista, onde todo o relevo tem começo, meio e fim, podendo, porém, recomeçar com um processo de rejuvenescimento. Desse modo, a evolução do modelado se faria por ciclos que passam pela juventude, maturidade e senilidade, e posteriormente o relevo poderia retornar à juventude através de um novo soerguimento tectônico. Este modelo valoriza a influência estrutural ao considerar que cada novo ciclo é reativado pelo soerguimento tectônico, que passa a ser submetido à erosão fluvial denominada por Davis de erosão normal, capaz de transformar relevos montanhosos em peneplanos ou peneplanícies.

Apesar da ampla aceitação pelos países de língua inglesa e francesa e uma longa permanência, pelo menos até 1950, atestada pela obra de Martonne, o paradigma de Davis recebeu, desde o início, algumas críticas, especialmente dos estudiosos germânicos, com quem Davis conviveu durante sua estada na Alemanha.

A corrente alemã, que engloba a geomorfologia do centro leste europeu, tem como primeira referência von Richthofen, com a publicação de um guia para observações de campo intitulado Führer für Forschungsreisende, em 1886. A. Penck foi outro autor que teve importante contribuição no avanço da geomorfologia alemã, com a publicação, em 1894, do trabalho Morphologie der Erdoberfläche (Morfologia da Superfície da Terra) no qual sistematizava teorias e formas de relevo, tornando-se um clássico da Geografia. Estes dois autores são freqüentemente citados como os “pais” da geomorfologia alemã. Deve-se lembrar que von Richtofen e A. Penck tiveram como predecessores um conjunto de autores que eram, antes de mais nada, naturalistas e que tinham Göethe e Humboldt como referências (Abreu, 1983).

“As posturas naturalistas valorizadas pela herança de Göethe e Humboldt, imprimiram um direcionamento mais para a observação e análise dos fenômenos em um contexto onde a geomorfologia se relacionava de maneira mais intensa principalmente com a petrografia, química do solo, hidrologia e climatologia. Logo no início, a cartografia é mobilizada como um dos instrumentos fundamentais para o pesquisador, o qual tem na observação o centro de seu interesse.” (Abreu, 1983).

Em 1924 é publicado, postumamente, o trabalho de Walther Penck “Die Morphologische Analyse. Ein Kapitel der physikalischen Geologie” (Análise Morfológica. Contribuição à Geologia Física), no qual estabelece que a fase, a natureza e o princípio da análise geomorfológica devem-se apoiar em três elementos: os processos exogenéticos; os processos endogenéticos; e os que resultam dos dois anteriores, e que podem ser chamados de feições atuais da morfologia. Concebida com o objetivo de contribuir com a geologia na elucidação dos movimentos crustais, por meio da geomorfologia, esta obra tornou-se um paradigma alternativo ao de Davis, consistindo em grande avanço da geomorfologia, principalmente pela formalização de depósito correlativo. (Abreu, 1983).

“W. Penck foi extremamente criticado, não só pelo próprio Davis, mas principalmente pelos seguidores deste e uma boa exposição dessas objeções está claramente formulada por Leuzinger (1948). Todavia a publicação, em 1953, da versão inglesa de seu trabalho iniciou um processo de revisão conceitual e teve o mérito de levar alguns autores norte-americanos, interessados no estudo de vertentes e processos, a reverem suas opiniões em relação à proposta penckiana.”(Abreu,1983).

Verifica-se assim que, somente após a publicação da versão em inglês, a obra de W. Penck alcança o reconhecimento da sua grande contribuição ao entendimento da evolução geomorfológica, tendo influenciado diversos autores, principalmente do leste europeu e da antiga União Soviética.

A linha teórica e metodológica a ser adotada nesta pesquisa também fundamenta-se na concepção de Penck (1953), tendo como princípio o entendimento de que as formas de relevo são resultantes da ação de duas forças antagônicas, dos processos endógenos provenientes do interior da crosta terrestre e dos processos exógenos causados pela ação do clima.

Os processos endógenos manifestam-se de duas maneiras. Uma delas representada pela dinâmica da crosta terrestre através dos abalos sísmicos, vulcanismo, dobramentos, soerguimentos e falhamentos decorrentes da movimentação das placas tectônicas. A outra, que é passiva, manifesta-se através da constituição litológica e seu arranjo estrutural que oferecem resistências diferenciadas à ação dos processos de intemperismo (exógenos).

Os processos exógenos envolvem o intemperismo, a erosão e o transporte do material rochoso, através da ação química e mecânica da água, do gelo, do vento e da variação térmica. Estes processos agem continuamente, porém variando ao longo do

tempo e do espaço, devido às mudanças e características climáticas, regionais ou zonais. A ação destes processos sobre o material rochoso é que determina as formas do relevo.

Com base nos princípios de Penck, das forças endógenas e exógenas como geradoras das formas de relevo, Mescerjakov (1968) e Guerasimov (1946, apud Mescerjakov, 1968) propuseram os conceitos de morfoestrutura e morfoescultura. Entendendo-se morfoestruturas como as formas do relevo de origem predominantemente tectônica, que podem ter sido em maior ou menor grau, modificados por processos exógenos, e, a morfoescultura como sendo derivada do predomínio da ação climática (fatores exógenos) sobre o relevo.

A análise morfodinâmica proposta por Tricart (1977) para estudos do meio ambiente do ponto de vista ecológico, é fundamental na realização de um diagnóstico ambiental para subsidiar a gestão de um território, seja na sua organização ou na sua reorganização.

Segundo este autor, o estudo morfodinâmico deve-se iniciar com uma definição do quadro regional em seus aspectos climáticos e morfoestruturais. O clima regional pode ser caracterizado a partir dos dados disponíveis, isto é, daqueles fornecidos pela rede climatológica.

No quadro morfoestrutural, consideram-se, basicamente, dois componentes: a tectônica, que engloba ao mesmo tempo as deformações recentes e atuais que podem causar instabilidade morfodinâmica, e a evolução tectônica ao longo do tempo, que atende a estrutura do relevo; e a litologia, que, em função de suas propriedades, interfere nas manifestações da dinâmica externa (alteração, morfogênese e pedogênese).

De acordo com o estudo ao nível de síntese empreendido por Ross & Moroz (1997), que estabelece uma tipologia de relevos, a área do município de São Sebastião está inserida em duas unidades morfoestruturais que são:

- Cinturão Orogênico do Atlântico, com a unidade morfoescultural do Planalto Atlântico (Escarpa/Serra do Mar e Morros Litorâneos), cujas formas de relevo dominantes são as escarpas e cristas com altimetria entre 100 e 1.000 m (predominam 700-800m). As rochas dominantes são os granitos, migmatitos e micaxistos. O nível de fragilidade potencial é muito alto, formas de dissecação muito intensa, com vales de entalhamento pequeno e densidade de drenagem alta, ou vales muitos entalhados, com alta densidade de drenagem, áreas sujeitas a processos erosivos agressivos, inclusive com movimento gravitacionais de massa.

- **Bacias Sedimentares Cenozóicas/Depressões Tectônicas**, com unidades morfoestruturais de planícies litorânea de Bertioga e Litoral Norte, cujas formas de relevo dominantes são as Planícies marinha/fluvial com altimetria entre 0 e 20m. O solo dominante é Spodossolo, com litologia dominante os sedimentos marinhos inconsolidados e sedimentos fluviais inconsolidados (areias, argilas e cascalho). O nível de fragilidade potencial é muito alta, áreas sujeitas a inundações periódicas, o lençol freático é pouco profundo. Sedimentos inconsolidados sujeitos a acomodações.

3.3 - Agentes e processos morfodinâmicos de vertente

O estudo dos processos morfodinâmicos de vertentes é um dos campos que mais se desenvolveu na Geomorfologia, desde que, por volta da década de 1950, verificou-se a deficiência de conhecimento dos processos envolvidos na evolução das vertentes. Ultimamente, segundo Rodrigues (1997), estes estudos estão mais direcionados aos processos atuais do que propriamente às mudanças das formas ao longo do tempo.

O estudo dos processos morfodinâmicos de vertentes neste trabalho, está baseado nos seguintes autores: Selby (1982) para o conjunto de processos que envolvem principalmente a ação da água, como os de escoamento superficial, bem como as considerações gerais sobre os processos de vertente; e Guidicini & Nieble (1984) para os processos de movimentos de massa em que predomina a atuação da gravidade.

Na abordagem da teoria de sistemas, a vertente é considerada como um sistema aberto, que recebe energia, transformando o material rochoso em partículas transportáveis e transferindo esses materiais para fora do sistema. Selby (1982) considera que a energia fornecida aos processos de vertente é proveniente de três fontes: a radiação solar, a gravidade e as forças endogenéticas. A ação direta da radiação solar atua no intemperismo, mas sua ação mais efetiva é como a “força motora” da circulação da água entre a atmosfera, a pedosfera, a litosfera e o oceano, compondo o ciclo hidrológico. A força da gravidade faz com que as gotas de chuva alcancem o solo, possibilita o fluxo da água superficial e subsuperficial, e provoca a queda e rolamento de blocos rochosos ao longo da vertente. A energia endogenética (pode ser gerada também pela radioatividade dos isótopos naturais na forma de calor), é fornecida, principalmente pela atividade vulcânica e pelas forças liberadas em terremotos. Como esta última fonte de energia tem ação localizada, pode-se considerar que a energia

motora da quase totalidade dos processos geomórficos superficiais são fornecidas pela radiação solar e pela gravidade.

O intemperismo e o transporte de rocha e solo na vertente não são processos uniformes ao longo do tempo e do espaço, são episódicos e dependem tanto da disponibilidade de energia como do meio de transporte. Afloramentos de rochas maciças e duras produzem material apenas a longos intervalos. Vertentes de solos em clima tropical úmido podem fornecer solutos quase continuamente, mas os sólidos por processos de escorregamentos são muito menos freqüentes. Portanto, cada processo tem sua própria magnitude e freqüência de operação que são controlados pela resistência da rocha e do solo na vertente, e pela intensidade dos processos denudacionais.

3.3.1 - Processos derivados da ação da água na vertente

As vertentes com cobertura de solos são submetidas a uma grande variedade de processos: intemperismo, pedogênese, erosão do solo, movimento de massa e deposição. A energia que gera estes processos é proveniente da gravidade e da radiação solar, e o agente das transformações é, quase invariavelmente, a água. A ação da água e as suas modificações através da vegetação, do solo, da declividade da vertente, e da superfície do relevo constituem os pontos enfocados pelos estudos de processos de vertentes.

O ciclo hidrológico nas vertentes se dá quando a água alcança o solo por meio da queda a partir das nuvens, como chuva, neve, granizo, ou por condensação de orvalho ou nevoeiro, que são denominados coletivamente de precipitação.

Nas regiões úmidas, grande parte da precipitação pode ser interceptada pela vegetação, uma parte da água interceptada evapora-se, retornando para a atmosfera, e outra parte cai entre as plantas ou goteja das folhas para o solo, podendo ser absorvida pelas plantas.

A água que infiltra no solo primeiro preenche os vazios e, se o solo é impermeável, o excesso de água escoar pela superfície como fluxos superficiais. Mas, se as propriedades do perfil do solo permitirem, a água subsuperficial pode fluir lateralmente como fluxo interno, ou mover-se verticalmente para baixo, tornando-se parte da água subterrânea. Tanto o fluxo interno como a água subterrânea podem, eventualmente, alcançar os rios nos fundos de vales. As águas dos rios escoam para os oceanos, onde são novamente evaporadas e condensadas em gotículas nas nuvens,

voltando a se precipitar sobre o continente. Este sistema de circulação da água entre a atmosfera, a terra e os oceanos é chamado de ciclo hidrológico.

3.3.1.1- Erosão pelas gotas de chuva e pelo escoamento em vertentes.

Erosão é termo que abrange ou inclui o destacamento e a remoção de solo e de rocha pela ação do escoamento da água, vento, ondas, fluxo de gelo e movimentos de massa. Na maior parte do mundo, os processos dominantes nas vertentes são devidos à ação das gotas de chuva, ao escoamento superficial da água, ao fluxo subsuperficial de água e aos movimentos de massa.

Clima e geologia são os mais importantes fatores que influem na erosão, pois as características do solo e da vegetação dependem de ambos e da interrelação entre os mesmos. A rede de relações entre os fatores que influem na erosão é extremamente complexa. A vegetação, por exemplo, depende do clima, especialmente da chuva e da temperatura, bem como do solo que é derivado do intemperismo da rocha que delimita a topografia. A vegetação, por sua vez, tem influência sobre o solo através da ação das raízes, retirando nutrientes, fornecendo matéria orgânica e proteção ao solo contra a erosão. A importância desse *feedback* é mais evidente quando a cobertura vegetal é insuficiente para proteger o solo, e os solos erodidos não podem suportar cobertura vegetal densa.

A erosão é função do potencial erosivo das chuvas (erosividade), do escoamento superficial, dos deslizamentos ou fluxos de massas terrosas, e a erodibilidade do solo, ou:

$$\text{Erosão} = f(\text{erosividade, erodibilidade})$$

- Erosividade é o potencial de um processo em causar erosão, para uma determinada condição de solo e vegetação. Uma chuva intensa pode ser comparada quantitativamente com outra, podendo se estabelecer uma escala numérica de valores de erosividade.
- Erodibilidade é a vulnerabilidade à erosão de um solo para uma determinada condição de chuva, que pode ser comparada quantitativamente com outro e se definir uma escala numérica de erodibilidade.

A erodibilidade do solo depende de dois fatores principais: a) as características do solo, tais como a sua composição química e física; b) a maneira de se tratar (manejo) o solo sob um determinado uso (pastagem, cultivos ou florestas) e gestão (práticas conservacionistas).

A erosão causada pela chuva é determinada pela quantidade, intensidade e duração da chuva. Um valor elevado no total de chuva pode não causar muita erosão se a intensidade for baixa, e da mesma forma, chuva intensa de pequena duração pode causar pequena erosão porque a quantidade é pequena. Quando ambas, intensidade e quantidade de chuva são altas, a erosão é rápida. O poder erosivo da chuva pode ser minimizado se uma cobertura vegetal impedir que a chuva atinja o solo.

3.3.1.2 - Erosão laminar

A erosão laminar é causada pelo fluxo superficial laminar ou em lençol, que ocorre quando a superfície da vertente é plana ou lisa (sem saliências), formando um contínuo filme d'água. Em terrenos ligeiramente mais acidentados, forma-se uma série de filetes, conectando pequenas depressões cheias de água com outras. Sobre uma vertente coberta por gramíneas, o escoamento laminar é transformado em inúmeros filetes de água passando ao redor das touceiras. Em florestas onde há grossa serrapilheira, o fluxo superficial pode ser virtualmente ocultado abaixo das folhas e galhos finos.

O fluxo laminar é usualmente muito raso em direção ao topo de um morro, mas a espessura do fluxo de água aumenta à medida que desce a vertente, incrementando o potencial erosivo. Partículas de solos são destacadas e transportadas pelo efeito “splash” do impacto da gota de chuva, mesmo em fluxos muito rasos e em vertentes de baixo ângulo. (Moss et al., 1975 apud Selby, 1982).

3.3.1.3 – Escoamento superficial concentrado em sulcos

O escoamento laminar passa rapidamente a concentrado pois a água, ao desviar de obstáculos, forma pequenos canais ou sulcos. O maior escoamento na baixa vertente dá origem a um canal que passa a ter mais água e, eventualmente, o principal sulco torna-se a cabeceira de uma drenagem efêmera que pode capturar os escoamentos vizinhos,

eliminando os sinais dos sulcos originais. Este conjunto de processos é observado em vertentes cultivadas durante um temporal.

As medidas corretivas baseiam-se no fato de que o escoamento é incrementado com o aumento do comprimento e da declividade da vertente. Uma das medidas de conservação de solos adotadas comumente é a redução da extensão das vertentes pela divisão da mesma, utilizando faixas de gramíneas, cercas vivas, muros, valas rasas para drenagem, terraços e outros, ao longo de curvas de nível. A declividade da vertente é reduzida também por terraceamento, que divide a vertente em pequenas seções mais suaves separadas por um muro de terraço.

3.3.1.4 - Ravinamentos

Quando um sulco se aprofunda e alarga, seu canal passa a ser classificado como uma ravina. Define-se a ravina como um canal de drenagem recentemente formado que transmite fluxo efêmero e que tem as margens íngremes, bem como escarpa ou talude da cabeceira vertical ou de alta declividade, com dimensões de largura maior que 0,3 m e de profundidade maior que 0,6 m (Brice, 1966 *apud* Selby, 1982).

Ravinas podem se formar também em algumas rupturas de declividade ou quando há quebras na cobertura vegetal e o material do substrato é mecanicamente frágil ou inconsolidado. Ravinas são mais comuns em materiais como *loess*, cinza vulcânica, alúvios, colúvios, conglomerados, areias parcialmente consolidadas e em depósitos de detritos de movimentos de massa.

Devido ao desenvolvimento muito rápido destas formas erosionais, as ravinas não são usualmente consideradas como feições de erosão normal, mas o resultado de mudanças no ambiente, tais como: falhamentos, queima da vegetação, pastagens degradadas pelo excesso de pastoreio, mudanças climáticas afetando a vegetação, temporais de extrema intensidade, ou alguma outra causa de supressão da vegetação que deixa o solo desprotegido.

A erosão por ravinas quase sempre começa com o incremento na quantidade de água do escoamento ou pela diminuição da capacidade dos cursos d'água devido ao assoreamento. A causa mais comum no incremento do escoamento ou da diminuição da estabilidade do canal são as mudanças na cobertura vegetal, especialmente quando há remoção da mata, aumento na proporção de terras cultivadas, excessivas queimadas da

vegetação ou excesso de pastoreio ou uma mudança climática com variações na periodicidade e intensidade das chuvas.

3.3.2 – Processos de movimentos de massa

Os movimentos de massa envolvendo solos e rochas têm sido estudados nas mais diferentes regiões, devido não apenas à sua importância na evolução das formas de relevo, mas principalmente nas consequências econômicas e sociais destes processos (Guidicini & Nieble, 1984).

Selby (1982) define movimentos de massa como sendo o movimento do solo ou material rochoso ao longo da vertente sob a influência da gravidade. Água e gelo, quase sempre, são envolvidos em movimentos de massa pela redução da resistência dos materiais de vertente e contribuem para o comportamento plástico e fluido dos solos.

A grande variedade de materiais e processos envolvidos em movimentos de massa produz, conseqüentemente, grande variedade de tipos de movimentos. Para se distinguir estes diversos tipos é necessário considerar pelo menos os seguintes critérios: velocidade e mecanismo do movimento; material; modo de deformação; geometria da massa mobilizada; e conteúdo de água (Selby, 1982).

Os movimentos de massa ou movimentos coletivos de solo e rocha são classificados por Freire (1965) apud Guidicini & Nieble (1984) em três tipos fundamentais: escoamentos, escorregamentos e subsidências.

- Escoamentos: correspondem a uma deformação, ou movimento contínuo, com ou sem superfície definida de movimentação: estão classificados, segundo as características do movimento em dois tipos: corrida (escoamento fluido-viscoso) e rastejo ou reptação (escoamento plástico).
- Escorregamentos (*strictu sensu*): correspondem a um deslocamento finito ao longo de superfície definida de deslizamento, preexistente ou de neoformação; classificam-se também em dois subtipos, segundo haja predomínio de rotação (escorregamentos rotacionais) ou de translação (escorregamentos translacionais).
- Subsidências: correspondem a um deslocamento finito ou deformação contínua de direção essencialmente vertical; encontram-se classificadas em três tipos: subsidências propriamente ditas (em que o movimento consiste essencialmente em uma deformação contínua), recalques (em que por expulsão de um fluido, verifica-se uma deformação global do solo, produzida pelos deslocamentos ou rearranjos das

partículas individuais) e, finalmente, os desabamentos (que consistem em um deslocamento finito vertical, geralmente rápido).

Guidicini & Nieble (1984) consideraram a sistematização de Freire (1965) como a mais adequada e utilizaram-na como base para o desenvolvimento do texto específico que produziram sobre este tema. Os autores introduziram algumas modificações na classificação de Freire, como redistribuição das classes de escorregamentos translacionais e abordagem diversa dos agentes e causas dos movimentos de massa.

Nos itens a seguir serão abordadas a conceituação e a descrição dos mecanismos dos movimentos de massa; a identificação dos agentes e das causas desses movimentos e os fatores geológicos e geomecânicos significativos, considerados por Guidicini & Nieble (1984). Dentre os processos de movimentos de massa não serão tratados os de subsidência e corridas que, em geral, tem ocorrência mais localizada e não estão presentes na área objeto deste estudo.

3.3.2.1 – Escoamentos

Escoamentos em definição ampla, são representados por deformações ou movimentos contínuos estando ou não presentes uma superfície definida ao longo da qual a movimentação ocorra. O conceito de escoamento não está associado ao fator velocidade, englobando seja movimentos lentos (rastejos), seja movimentos rápidos (corridas). O termo é pouco usado, por seu caráter amplo.

Rastejos

Rastejos são movimentos lentos e contínuos de material de encostas com limites, via de regra, indefinidos. Envolvem, muitas vezes, grandes volumes de solos, sem que apresente uma diferenciação visível entre o material em movimento e o estacionário.

A causa da movimentação nos rastejos é a ação da gravidade, associada também aos efeitos das variações de temperatura e umidade. O processo de expansão e contração da massa de material, devido à variação térmica, provoca o movimento, vertente abaixo. Isso ocorre em uma espessura atingida pela variação térmica sendo que, abaixo dessa profundidade, o rastejo ocorre basicamente por ação da gravidade, com movimentação constante. A este tipo de movimento, Terzaghi (1967) denominou-o rastejo constante, e ao mais superficial, *rastejo periódico ou sazonal*.

Segundo Terzaghi (1967), os rastejos podem apresentar comportamento complexo, movendo-se com velocidade variável, aos pulsos, ou ainda passar a escorregamento e este, novamente ser seguido por rastejo do material retirado do talude.

Os rastejos, como os demais movimentos de massa, podem mobilizar qualquer tipo de material, solo, rocha ou a mistura dos dois.

Nas regiões tropicais úmidas reconhecem-se três tipos principais de rastejo: rastejo de solo (*soil creep*), rastejo de detritos de talus (*talus creep*) e rastejo de rocha (*rock creep*).

3.3.2.2 – Escorregamentos

Escorregamentos (*strictu sensu*) são movimentos rápidos, de duração relativamente curta, de massas de terreno geralmente bem definidas quanto ao volume, cujo centro de gravidade se desloca para baixo e para fora do talude.

A velocidade de um escorregamento cresce de quase zero a mais ou menos 0,30 m por hora (Terzaghi, 1967), decrescendo em seguida, até se estabilizar. Pode atingir velocidades maiores, da ordem de alguns metros por segundo.

Em termos gerais, um escorregamento ocorre quando a relação entre a resistência ao cisalhamento do material e a tensão de cisalhamento na superfície potencial de movimentação decresce até atingir uma unidade, no momento do escorregamento. Este decréscimo geralmente é gradual, com deformação progressiva da massa de material situada acima da superfície potencial de escorregamento.

Rupturas *por cisalhamento* ao longo de superfície de escorregamento estão associadas à diminuição da resistência ao cisalhamento. Desta forma, na primeira fase do escorregamento, a massa em movimento avança com velocidade acelerada, e, ao acontecer o escorregamento, diminuem as forças que determinaram o movimento e a massa vai se estabilizando. Assim o movimento cessa, ou assume caráter de rastejo.

A velocidade máxima do movimento depende da inclinação da superfície de escorregamento, da causa inicial de movimentação e da natureza do terreno. Os movimentos mais bruscos ocorrem em terrenos relativamente homogêneos, que combinam coesão com atrito interno elevado e nos quais a superfície de escorregamento é mais inclinada.

Escorregamentos Rotacionais

São escorregamentos em que a massa mobilizada tem a forma de uma cunha, com o plano de escorregamento em superfície circular cilíndrica.

Em rochas e solos, bem como em qualquer outro material, a ruptura segue o caminho de menor resistência. Isso significa que o plano de escorregamento ao longo do qual a cunha de material se desloca é o que oferece a menor resistência à separação desta cunha, em relação a qualquer outro plano. Em material coesivo, mais ou menos homogêneo, como por exemplo, em algumas argilas, a superfície de ruptura se aproxima realmente de uma superfície circular cilíndrica (Guidicini & Nieble, 1984).

O escorregamento rotacional de solo é fenômeno freqüente nas encostas brasileiras, mobilizando geralmente o manto de alteração. É processo que pode se tornar catastrófico, causado pelo deslizamento súbito do solo residual que recobre a rocha, ao longo de uma superfície qualquer de ruptura, ou ao longo da própria superfície da rocha.

Escorregamentos Translacionais

São movimentos associados a anisotropias acentuadas presentes nos solos e/ou rochas. Os escorregamentos em tais materiais, em geral, apresentam planos de movimentação condicionados a tais anisotropias.

As características gerais dos escorregamentos translacionais modificados, conforme Freire (1965) apud Guidicini & Nieble (1984), são descritas a seguir:

Escorregamentos translacionais de rocha

Tratam-se de movimentos de massas rochosas ao longo de discontinuidades, ou planos de fraqueza preexistentes. São movimentos que ocorrem nas mais variadas escalas, desde o deslocamento de um bloco isolado de pequenas dimensões até a movimentação de grandes massas em vertentes montanhosas. A movimentação se dá em superfícies associadas à estrutura geológica que podem ser: planos de estratificação, xistosidade, gnaissificação, acamamento, diaclasamento, falhas, juntas de alívio de tensões, fendas preenchidas por materiais de alteração, contatos de camadas.

Escorregamentos translacionais de solo

São movimentos ao longo de uma superfície plana condicionada à alguma feição estrutural do substrato. O material mobilizado apresenta, via de regra, forma tabular. Em geral, o movimento é de curta duração, de velocidade elevada e grande poder de

destruição. Os escorregamentos translacionais associados com maior quantidade de água podem passar a corridas, ou a rastejo após a acumulação do material movimentado no pé da vertente.

Geralmente, os escorregamentos translacionais ocorrem dentro do manto de alteração ou regolito, com espessuras que dependem da natureza das rochas, do clima, da drenagem e da declividade. Na prática, observa-se que a superfície de ruptura ocorre com mais frequência nos horizontes arenosos do perfil de alteração que, na região da Serra do Mar, correspondem ao horizonte C e ao saprolito (rocha muito alterada). Os horizontes B e A do solo são normalmente deslocados como um todo, consistindo na parte superior da massa escorregada.

No Brasil, são frequentes os casos de escorregamentos translacionais, principalmente na Serra do Mar. Grande parte dos movimentos ocorridos nas serras de Caraguatatuba e das Araras em 1967, são consideradas translacionais.

Em geral, os escorregamentos translacionais de solo, em perfis de alteração como os da Serra do Mar, não transportam apenas materiais terrosos, mas envolvem também blocos rochosos mais ou menos alterados. A definição do termo refere-se à predominância de solo na massa transportada, bem como à ocorrência da superfície de ruptura dentro de horizontes de solo, ou ao longo dos planos de contato solo-rocha, planos esses, que segundo Kanji (1972 *apud* Guidicini & Nieble, 1984), são os que apresentam os mais baixos índices de resistência.

Escorregamentos translacionais de solo e de rocha

Denominação adotada quando a massa transportada pelo escorregamento translacional apresenta volume de rocha significativo. O que melhor representa tais movimentos são aqueles compostos pelas massas de tálus. Os depósitos de tálus, em geral, encontram-se nos sopés das escarpas, originados principalmente por efeito da gravidade. Os materiais constituintes dispõem-se de maneira caótica, sem estrutura de acamamento. Geralmente, os blocos rochosos apresentam-se envolvidos por matriz terrosa, proveniente do mesmo processo de acumulação ou de alteração dos próprios blocos.

“As leis que presidem o comportamento de tais massas, perante a movimentação, são complexas, pois não se sabe até que ponto é mobilizada a resistência exclusivamente em solo, em trechos de contato solo-rocha e contato rocha-rocha, ao longo do plano de escorregamento. Esse fato se reflete nas formas de combate à

movimentação de corpo de tálus que se baseia freqüentemente no método observacional, fugindo, geral, a qualquer tentativa de cálculo e previsão” (Guidicini & Nieble, 1984).

Exemplos deste tipo de escorregamento também são encontradas na Serra do Mar. “Deve-se entender que a Serra do Mar, escarpa de constituição predominantemente granito-gnáissica, originada por processo de falhamento de caráter regional, apresenta, por toda parte, os efeitos de movimentos de massa do espesso manto de decomposição que resultaram nas atuais formas topográficas de detalhe. As atuais formas de relevo são, assim, o produto de um intenso e longo processo de erosão diferencial que acumulou, ao longo do tempo, grandes volumes de detritos nas encostas e em seu sopé. Quando o homem dela se aproxima, e aí pretende efetuar qualquer tipo de obra, as massas de detritos, em condições precárias de estabilidade, se movimentam à procura de uma nova condição de equilíbrio” (Guidicini & Nieble, 1984).

3.4 – Clima

Segundo Monteiro (1973), o clima é fundamental na compreensão do espaço, tanto como insumo de energia no sistema, quanto como regulador dos processos a ele inerentes. Na dinâmica da paisagem o clima é o principal insumo de energia.

Segundo Serra & Ratisbona (1942) “o regime climático da região de São Sebastião é nitidamente tropical e dominado permanentemente pela massa de ar tropical-atlântica, com interferências, ainda marítimas da circulação polar atlântica e, em menor escala, das influências continentais. Estas últimas se manifestam pelo vento quente e seco de noroeste que, principalmente nos meses de inverno, costuma soprar com violência durante curtos períodos, descendo e agitando a superfície do mar. As direções predominantes dos ventos são as de sul e sudeste, o que expõe as encostas voltadas para o mar às descargas provenientes da atmosfera úmida do atlântico brasileiro, tornando a região uma das mais chuvosas do país, em torno de 2000 mm anuais – embora com índices pluviométricos inferiores aos de outras áreas montanhosas do litoral paulista.”

A região sudeste do Brasil, e por conseguinte, a área do município de São Sebastião, possui um dos alinhamentos orográficos mais significativos do território brasileiro. As serras do Mar e da Mantiqueira dispõem-se paralelamente à linha da

costa, contrapondo-se a ação umidificadora dos ventos oceânicos, o que contribui para os elevados índices pluviométricos registrados na área.

Fica claro na área que a orografia age até de modo a constituir barreiras que intensificam a ação umidificadora do oceano e dos fluxos atmosféricos do quadrante sul à barlavento, acontecendo o inverso à sotavento. Segundo Monteiro (1973), Conti (1975) e Sant' Anna Neto (1990) a gênese pluvial da zona costeira paulista está condicionada a forte influência das seqüências da frontogênese na produção de chuvas. No verão (janeiro, fevereiro, março) e outono (abril, maio e junho) esse índices são sempre superiores a 1500 mm, enquanto no inverno (julho, agosto e setembro) e primavera (outubro, novembro e dezembro) esses índices são sempre superiores a 1300 mm.

A classificação climática do território paulista realizada por Monteiro (1973), constitui o principal estudo de caracterização da dinâmica climática e da gênese das chuvas no estado de São Paulo. A Zona Costeira foi reconhecida como área diferenciada do estado, dividida em dois climas zonais, a saber: ao sul da Serra do Juqueriquerê, controlado por massas tropicais e polares, e ao norte controlado por massas equatoriais e tropicais. As características da dinâmica atmosférica regional permitiram subdividir a Zona Costeira em três subunidades (Monteiro, 1973):

Litoral Norte – área compreendida entre São Sebastião e Ubatuba, controlada por massas equatoriais e tropicais, com clima úmido das encostas expostas à Massa Tropical Atlântica, sujeitas à uma menor participação das massas polares (PA), com cerca de 30% a 40%, menos sujeita às invasões de frio. A posição da Serra do Mar bem próxima à encosta é responsável pela acentuada pluviosidade (1700 mm), por efeito orográfico, mesmo no inverno.

Litoral Central – de Maresias a Itanhaém, controlada por massas tropicais e polares, de clima úmido na face oriental e subtropical, com aumento da participação das massas polares. Quando a serra se aproxima da costa, no sentido aproximado oeste-leste, confrontando às correntes perturbadas do sul, a orografia intensifica a pluviosidade, tornando esta área uma das mais úmidas do Brasil.

Litoral Sul – de Peruíbe à Cananéia, área controlada por massas tropicais e polares, com maior variação da pluviosidade em relação ao Litoral Central, já que o afastamento da Serra de Paranapiacaba da linha de costa, alterna planícies e maciços isolados, condicionando temporal e espacialmente a distribuição quantitativa das chuvas (Monteiro, 1973).

Conforme Monteiro (1973), a faixa de transição entre os tipos climáticos zonais, estaria na altura da Ilha de São Sebastião, separando Maresias ao Sul e São Sebastião ao Norte, ambos sem um período de estiagem significativo.

Sant'Anna Neto (1990) analisou a gênese das chuvas na Zona Costeira Paulista, cujos resultados, relacionados ao município de São Sebastião, são a seguir apresentados.

No Litoral Norte, compreendida pela área entre a Serra de Juqueriquerê e a Serra de Parati, na divisa com o estado do Rio de Janeiro, há predomínio dos sistemas tropicais e maior atividade frontal, com enfraquecimento das evoluções das frentes e aumento das precipitações em função das frentes estacionárias. Neste estudo, o autor acima citado, distinguiu três subáreas: 1ª - área costeira entre a Praia de Maranduba em Caraguatatuba e Ponta da Trindade em Ubatuba, com pluviosidade total média anual entre 2.000 e 2.500 mm; 2ª - da enseada de Caraguatatuba até São Sebastião e Ilha Bela, com pluviosidade total média anual bem menor, em torno de 1700 mm, constitui área de “sombra de chuvas”; 3ª - as vertentes da Serra do Mar na área que se contrapõem às correntes atmosféricas de sul e sudeste e pelo efeito orográfico, apresentam considerável aumento na pluviosidade total média anual, ultrapassando 3.000 mm (Sant'Anna Neto, 1990).

O Litoral Central, que abrange a área entre o município de Peruíbe e a Praia de Maresias em São Sebastião, constitui uma área de transição entre os setores norte e sul da Zona Costeira, com comportamento mais complexo. Nesta área ocorrem frentes estacionárias quando o Anticiclone Tropical marítimo se apresenta mais vigoroso e bloqueia as passagens frontais, aumentando a intensidade das precipitações. A área compreendida entre o município de Bertioga e a Praia de Maresias (São Sebastião) é a mais chuvosa do litoral central, devido à orientação leste-oeste da Serra do Mar, dispondo-se de maneira frontal às frentes polares (Sant'Anna Neto, 1990).

3.5 – Meio Antrópico

A década de 1970 representou um período de intensa urbanização em todo o Estado de São Paulo, fruto do contexto regional do desenvolvimento sócio-econômico. Em São Sebastião - SP, o reflexo desse desenvolvimento começou a ser sentido a partir de meados da década de 1970, com a realização de obras de melhoria na rodovia dos Tamoios (SP-99) e a construção da rodovia Rio-Santos (BR-101). Isso favoreceu o aumento da implantação de casas de veraneio, principalmente na região norte do

município. A porção sul ainda tinha acesso dificultado pelas condições precárias de suas estradas. Com a conclusão e melhoria da BR-101, no início da década de 1980, a viagem ao litoral sul do município tornou-se mais rápida e segura, incrementando a exploração turística e estimulando o crescimento dos setores imobiliários e da construção civil. Intervenções no meio físico resultantes da construção de casas de veraneio tornaram-se freqüentes, assim como as intervenções provenientes de moradias para a população de baixa renda, a qual constituía e constitui a mão de obra utilizada na construção civil e na prestação de serviços da atividade turística. Junta-se a isso, a situação fundiária do município, onde os terrenos mais adequados à ocupação estão destinados ao uso turístico. Conseqüentemente, as camadas mais pobres da população são induzidas a ocuparem terrenos inadequados, onde as intervenções potencializam, com maior freqüência, a ocorrência de eventos de movimentos de massa e inundação (Instituto Geológico, 1996).

Dessa forma, a ocupação de áreas de encostas no município de São Sebastião – SP vem representando, nas últimas décadas, uma das poucas opções, principalmente, para a população que não dispõe de recursos para adquirir moradia próxima ao mar, onde os terrenos são mais caros. Este tipo de ocupação requer atenção especial porque, em geral, ocorre em áreas sujeitas a deslizamentos de terra.

A Foto 1 ilustra a ocupação na encosta de São Sebastião na divisa com o município de Caraguatatuba.

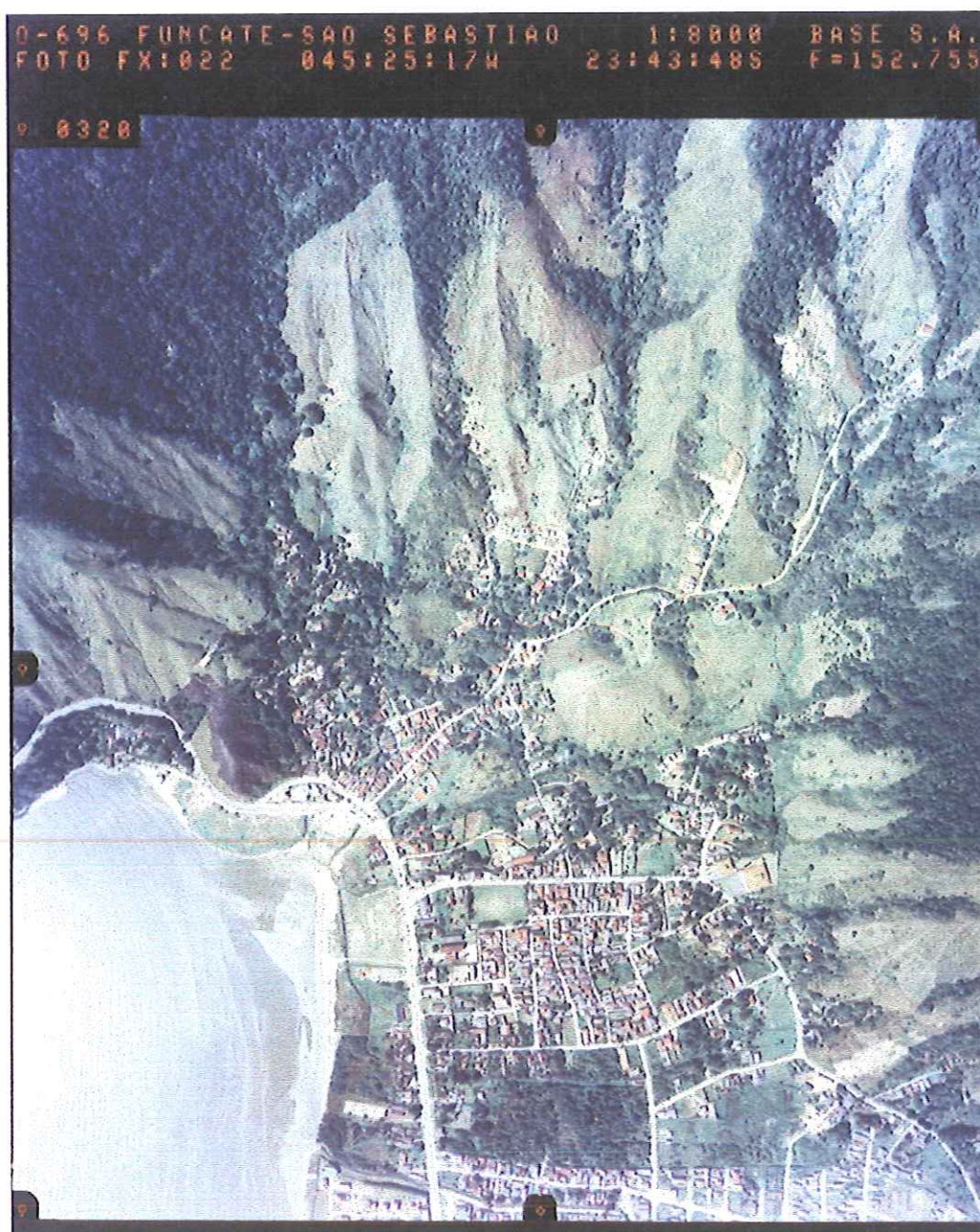


Foto 1 – Ocupação antrópica na encosta da Mata Atlântica em São Sebastião.

Fonte: Funcate (2001)
Escala:1:8000

3.6 - Meio biótico

As características de formação da Mata Atlântica devem-se à altitude e ao conseqüente aumento de chuvas e diminuição da temperatura, além da posição topográfica. Ao longo da crista da serra, junto da serra abundante, a neblina é freqüente,

mesmo na estação seca (Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo – SMA–SP,1998).

Segundo a SMA-SP (1998), o dossel é mais baixo, em média, do que o da floresta sempre verde, mas as espécies são essencialmente as mesmas, e, quando em plena folhagem, o dossel é completamente fechado e o chão totalmente sombreado.

As caracterizações bióticas a seguirem baseiam-se em Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (1990).

A vegetação de Mata Atlântica é bastante densa, com predomínio de árvores, abundância de trepadeiras e de bromélias e orquídeas epífitas, que revestem os troncos e entrelaçam os ramos, tornando escassa a luz que atinge o solo. As plantas de sombra, como as marantas, helicônias, begônias, samambaias e musgos, sobrevivem porque conseguem aproveitar de modo eficiente a pequena quantidade de raios solares disponíveis.

Árvores como figueiras (*Ficus*), guapuruvus (*Schizolobium*), jequitibás *Cariniana*) e algumas palmeiras (*Euterpe*, *Syagrus*) crescem acima das copas de outras plantas para aproveitar o máximo de luminosidade de que necessitam para sua sobrevivência.

Por outro lado, o rápido crescimento em altura, para dominar as árvores vizinhas, pode ocorrer de forma a afetar a robustez dos troncos, sua resistência e firmeza, o que em parte é compensado pela presença, em certas espécies, de raízes-escora, como nas embaúbas (*Cecropia*), ou de raízes tabulares, no caso das figueiras (*Ficus*).

A floresta atlântica, em comparação com a vegetação amazônica, possui grande biodiversidade e múltipla setorização altitudinal e latitudinal. É mais baixa: suas árvores não ultrapassam os 20 ou 30 metros; os caules são grossos e as copas mais frondosas, em razão da influência do relevo. Tal fato decorre da distribuição escalonada da vegetação atlântica sobre vertentes, em geral muito íngremes, propiciando maior acesso à iluminação. Em função do espaço disponível entre as copas de árvores ou da luz filtrada através delas, variam os tipos de trepadeiras e epífitas, bem como sua distribuição.

A vegetação atlântica é tão rica e variada, senão mais, que a floresta amazônica. Essa característica, aliada à capacidade de desenvolver-se rápida e ininterruptamente, é útil às plantas quando têm que lutar pela sua sobrevivência ao explorarem o mesmo espaço limitado. Quando uma árvore cai, arrancada às vezes por fortes ventos ou enxurradas violentas, forma-se uma clareira que, em tempo relativamente curto,

recompõe naturalmente a vegetação, pelo desenvolvimento acelerado de plântulas e plantas jovens de espécies arbóreas.

As árvores da mata destacam-se, principalmente, pelas folhas sempre verdes que persistem por tempo relativamente longo. Elas podem apresentar adaptações para clima extremamente chuvoso, como folhas lisas com pontas em forma de goteira para escoamento da água, ou então, adaptações para eventuais períodos de seca, como estruturas que acumulam água e mecanismos fisiológicos encontrados em certas epífitas, para evitar a perda d'água.

A vegetação primitiva foi substituída, em maior ou menor escala, por vegetação secundária, na escarpa da Serra do Mar e nos morros da Baixada Santista. Assim, plantas típicas de matas secundárias como embaúbas (*Cecropia*), jacatirões (*Miconia*), manacás e quaresmeiras (*Tibouchina*) aparecem abundantemente no local.

Na região de São Sebastião - SP, as matas preservadas de encosta caracterizam-se pela presença das espécies arbóreas, tais como pau-pombo (*Tapirira guianensis*), guatambu (*Aspidosperma olivaceum*), caroba-da-mata (*Jacarandá semiserrata*), carobão (*Jacaranda heptaphyla*), noz-moscada-do-brasil (*Cryptocaria moschata*), olho-de-cabra (*Ormosia arborea*), guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) e outras das famílias das leguminosas, além de melastomatáceas, meliáceas, sapindáceas e rubiáceas. Algumas palmeiras como a guaricanga (*Geonoma*) e palmeiras com espinhos como a brejaúva (*Astrocaryum aculeatissimum*) e a tucum (*Bactris setosa*) também fazem parte da sinúsia arbórea.

A Foto 2 mostra a vista aérea de um fragmento de Mata Atlântica em São Sebastião na divisa com Caraguatatuba - SP.

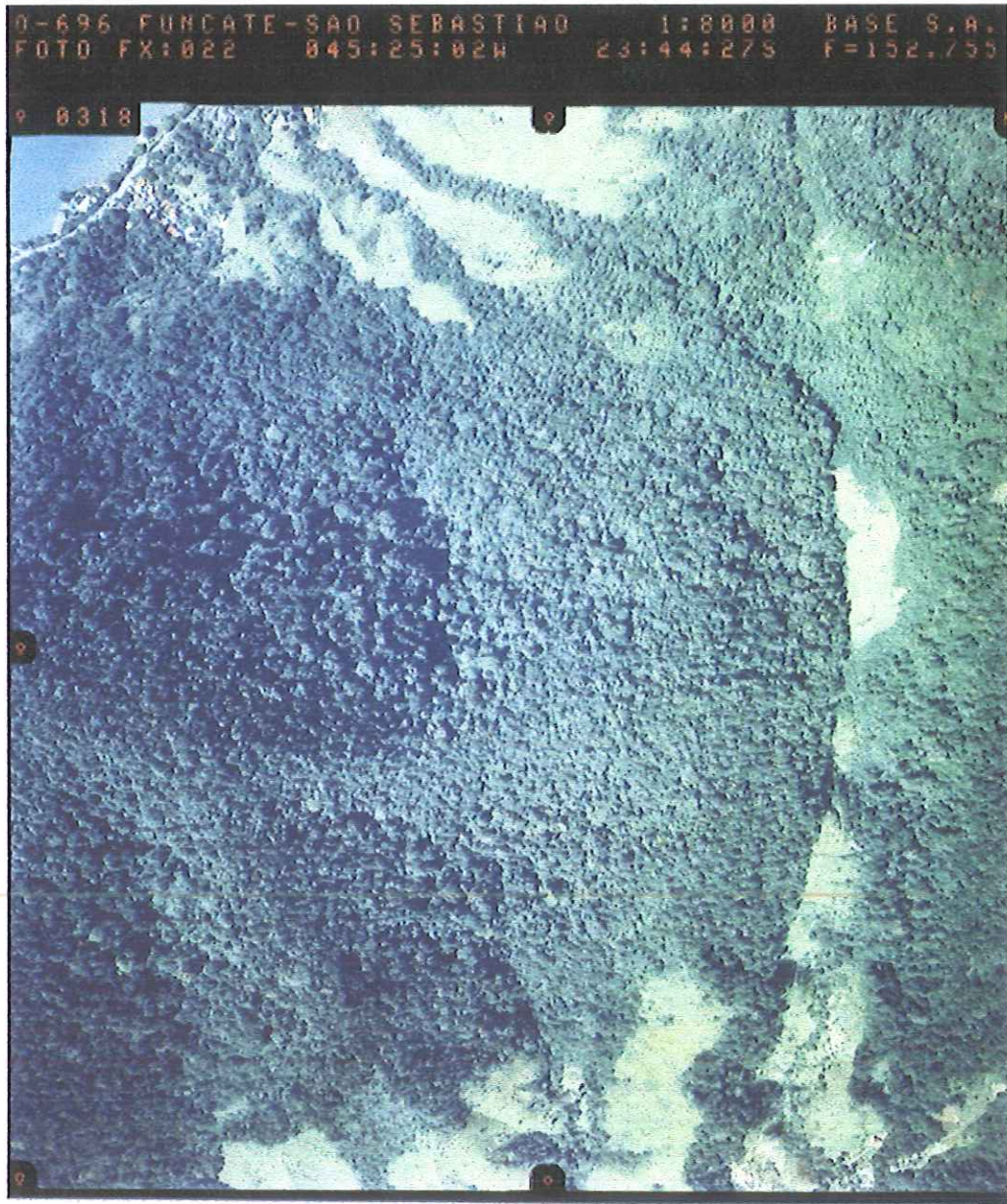


Foto 2 – Mata Atlântica: vegetação densa e diversificada.

Fonte: Funcate (2001)

Escala: 1:8000

À semelhança de Paranapiacaba, predominam no estrato de epífitas, as bromélias e orquídeas (bromeliáceas e orquidáceas) e no de ervas, imbê, filodentro (aráceas), begônias (begoniáceas), dentre outras. Outro fato interessante, que lembra o ambiente úmido da Reserva Biológica, é a grande quantidade de samambaias, lianas, e, finalmente, alguns musgos e líquens.

3.7 - A vegetação como agente estabilizador de encostas

Existe consenso generalizado de que “as florestas desempenham um importante papel na proteção do solo e o desmatamento (ou abertura de clareiras) pode promover não somente a erosão, mas também movimentos de massa” (Gray, 1973).

Sternberg (1949) refere-se aos estudos de Bailey que, medindo o máximo ângulo de repouso das encostas, ora revestidas, ora despidas de vegetação, afirma que, para um mesmo solo, derivado da mesma rocha matriz, o ângulo máximo de repouso é da ordem de 60°, no caso de haver revestimento vegetal, e de aproximadamente 36°, no caso de ausência de vegetação. A vegetação, concluiu Bailey, é a chave da estabilidade das encostas.

Se bem que a relação entre escorregamentos e períodos de alta pluviosidade seja um fato inegável, o desmatamento e outras formas de interferência antrópica têm sido reconhecidos como processos desencadeadores de tais fenômenos. A respeito dos escorregamentos ocorridos nas encostas do Rio de Janeiro de janeiro/1966 a fevereiro/1967, Coimbra Filho (1973) afirma que “nas vertentes ainda protegidas por denso manto florestal, como na Tijuca (RJ) e Serra dos Órgãos (RJ), os deslocamentos de terra foram de pouca monta e, assim mesmo, ocorreram somente em escarpas rochosas desequilibradas e muito íngremes ou ao longo de cortes de estradas”.

Quanto aos eventos catastróficos de Maranguape (CE) ocorridos em 1974, “pode-se considerar tais fatos” (desmatamento...) “como catalisadores e aceleradores locais de evolução natural das encostas, consoante às condições geológicas do maciço e eventos pluviométricos importantes” (Soares et al., 1975).

A cobertura vegetal tem sido considerada como fator de estabilização de encostas não só em relação à consumação de grandes escorregamentos, como também em relação a movimentos lentos (“creep”). Assim, se registra que a aceleração do “creep” em encosta desmatada no Oregon estava fortemente correlacionada com a precipitação. O mesmo não ocorria em áreas florestadas ao mesmo local” (Gray, 1973).

3.8 – Fundamentos para a recuperação vegetal de áreas degradadas

3.8.1- O controle da erosão

Um solo sob condições normais se apresenta protegido pela vegetação natural e exhibe, neste caso, um perfil completo, isto é, conta com horizontes dispostos em seqüência natural e inter-relacionados com o meio ambiente.

Submetido à agricultura o solo passa a comportar-se de modo diferente sofrendo desgaste e empobrecimento causado pela retirada de nutrientes pela colheita, lixiviação, decomposição da matéria orgânica e pela erosão.

Devido ao seu efeito devastador a erosão precisa ser enfrentada de imediato pois seus danos podem tornar difícil e até mesmo impossível a recuperação das terras. Este problema torna-se mais grave ainda em encostas com a possibilidade de ocorrências de deslizamentos de terra e rolamentos de blocos.

3.8.2 – A diversidade das espécies

Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo (2000), o primeiro fator a ser considerado para a recuperação de áreas degradadas é a diversidade de espécies associada à fragmentação das florestas e à extinção de espécies animais e vegetais. Esta fragmentação ocorre com freqüência nas diversas regiões do país, transformando grandes extensões de habitats em numerosas porções de vegetação bem menores e isoladas umas das outras.

Uma das principais características das florestas tropicais é a presença de poucos indivíduos de uma espécie por unidade de área, o que confere a alta diversidade nestas formações. Por outro lado, a diversidade é, invariavelmente, reduzida pelas modificações causadas no processo de fragmentação.

Assim, as práticas de repovoamento vegetal a serem adotadas nestas regiões devem considerar que, tanto a alta diversidade, como os polinizadores e dispersores, devem estar presentes para que seja garantida a continuidade da floresta implantada com o passar dos anos.

3.8.3 – A dinâmica das florestas tropicais

Dinâmica de uma floresta tropical é processo pelo qual as espécies se regeneram e se desenvolvem após a queda natural de árvores, com formação de clareiras que, seqüencialmente, vão sendo ocupadas por novos indivíduos de diferentes espécies (Barbosa, 2000).

A ocorrência de clareiras naturais causadas pela queda de árvores e ramos é, assim, um dos principais agentes de perturbação em florestas tropicais e, por isso mesmo, têm-se estabelecido uma relação entre as clareiras e a geração ou a manutenção da diversidade de árvores nestas florestas. O tamanho, a forma e a idade das clareiras podem proporcionar condições ambientais particulares, compatíveis com as exigências de estabelecimento de árvores e arbustos, cujas histórias de vida estão relacionadas com a colonização destes ambientes. Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo (2000), existem espécies especialistas em clareiras pequenas e aquelas que somente colonizam as grandes. Desta forma, diferentes tamanhos de clareiras, além de produzir situações diferentes quanto à intensidade de luz recebida, alteram o microclima possibilitando que diferentes grupos de espécies se estabeleçam, em geral também em épocas diferentes, o que também deve ser complementado com interações faunísticas.

Assim, os trabalhos de recuperação vegetal devem considerar, como modelo básico a ser seguido, o estabelecimento de formas de plantio e misturas de espécies a serem utilizadas, tendo como referência os levantamentos fitossociológicos em remanescentes florestais da região, a existência de clareiras e o conhecimento prévio da biologia das espécies a serem utilizadas tem como as relações de fauna e flora, de forma a proporcionar a auto-renovação de uma floresta implantada (Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo, 2000).

3.8.4 – Implantação da recuperação vegetal

Segundo a Secretaria de Estado de Meio Ambiente de São Paulo (2000), de modo geral, recomenda-se como primeiro passo para recuperação de área degradada, a realização de um diagnóstico envolvendo levantamento de dados primários, como o uso atual e a caracterização dos solos. Dados climáticos de precipitação pluviométrica e análise do relevo ou fator topográfico devem também ser contemplados. A interação

destes dados, através de modelos para a caracterização do risco de erosão quantitativo, permite até o estabelecimento da capacidade de uso sustentado do solo.

De acordo com a situação, uma outra recomendação é a utilização de técnicas de sensoriamento em nível orbital para a coleta de informações de uso da terra/cobertura vegetal, mesmo em pequenas áreas. Para complementar as recomendações sobre o reflorestamento heterogêneo, são fundamentais considerações sobre os seguintes aspectos:

- tecnologia adequada para a colheita de sementes e produção de mudas;
- desenvolvimento das mudas;
- cobertura do solo (sombreamento dos indivíduos arbóreos);
- regeneração natural;
- fisionomia;
- diversidade;
- sucessão secundária.

Desta forma, cinco componentes são apontados como capazes de garantir o sucesso de programas de implantação de mata ciliar:

- conhecimento amplo das áreas (diagnóstico);
- definição de metas para a recuperação vegetal;
- entendimento dos processos e da dinâmica de recuperação;
- facilidades práticas;
- compromissos de pessoas e organizações.

Na prática, a escolha ou seleção das espécies para a recuperação das áreas degradadas ou a implantação de matas ciliares deve, antes de mais nada, responder às seguintes perguntas (Rodrigues & Gandolfi, 1998):

- quantas e quais são as espécies a serem utilizadas?
- quantos indivíduos de cada espécie devem ser implantados?
- qual a melhor distribuição a ser implantada?

Desta forma, para cada situação tem-se uma realidade, sendo desejável o estabelecimento de modelos, que incluam também a formação florestal predominante na região próxima à área a ser reflorestada.

3.8.5 – A sucessão secundária

A sucessão secundária é um processo ecológico caracterizado por substituições que se sucedem em um ecossistema depois de uma perturbação natural ou antrópica, até chegar a um estágio estável (Gomes-Pompa & Wiechers, 1979).

A maior parte da vegetação das zonas tropicais do mundo é constituída por vegetação secundária, devido ao intenso ritmo de devastação das áreas primárias. Este ritmo não é acompanhado pelos estudos realizados sobre estas áreas, por isso existem poucas informações sobre os mecanismos de sucessão em florestas tropicais úmidas (Gomez-Pompa & Wiechers, 1979).

Observando a dinâmica das florestas tropicais pode-se perceber que a queda de grandes árvores ou deslizamentos de solo provocam a abertura de clareiras nas florestas.

Estas clareiras possuem condições ambientais diferentes daquelas existentes no interior da floresta. Bazzaz & Picket (1980), em revisão bibliográfica, levantam que nas clareiras há aumento de luz, temperatura do ar, temperatura do solo, precipitação, disponibilidade de nutrientes e alteração do grau de umidade relativa do ar. Pode-se acrescentar a esta lista a intemperização da matéria orgânica.

Macedo (1993) cita que o fator principal que influencia a colonização das clareiras é a luz. Algumas espécies são bastante tolerantes à sombra e têm seu crescimento inibido quando expostas a níveis elevados de luz. Outras espécies adaptam-se à plena luz, enquanto outro grupo exige luz somente em determinado estágio de seu ciclo de vida.

Diferentes espécies arbóreas, adaptadas às condições ambientais das clareiras, começam a colonizar estes espaços. Inicialmente, as espécies que toleram luz e calor com maior intensidade (pioneiras). À medida que estas espécies crescem, passam a produzir sombra e a mudar as condições ambientais da antiga clareira, proporcionando, a outros grupos de espécies, condições ambientais diferenciadas. Assim, num segundo estágio da sucessão, começam a aparecer as plantas de sombra (não pioneiras).

Com o tempo, portanto, passa a ocorrer progressiva mudança na composição florística daquela área aberta, de maneira que a floresta que está se instalando vai transformando-se e tomando a forma mais adequada às condições ambientais em mudança (mais luz → menos luz), até a volta, depois de longo período, às condições primitivas.

À mudança de estrutura e composição de uma floresta ao ocupar uma área alterada dá-se o nome de sucessão secundária que, segundo Gomez-Pompa (1971), é a estratégia que a floresta adota para renovar-se, cicatrizando as clareiras que ocorrem em diferentes pontos da mata.

De acordo com Richards (1996), geralmente as florestas secundárias são mais baixas que as primárias, sendo o dossel muito mais regular. Nos primeiros momentos da sucessão forma-se um stand de árvores com predominância de poucas espécies (não sendo raro uma única), que geralmente não duram mais que uma geração e não regeneram em sua própria sombra. Quando estas árvores morrem, são repostas por uma mistura de árvores de crescimento mais lento, mais tolerantes à sombra e mais longevas. Em último estágio desenvolve-se uma estrutura similar a uma floresta primária.

Segundo Richards (1996), as espécies típicas de florestas secundárias apresentam como principais características intolerância à sombra, sementes pequenas e leves, que mantêm sua viabilidade por muito tempo no banco de sementes no solo, demandando luz para germinação; crescimento rápido; madeira mole pouco densa e clara e folhas mais moles com cor mais clara.

De acordo com as respostas que as espécies dão à situação de clareira, estas podem ser separadas em diferentes grupos ecológicos. Diversos autores ocuparam-se desta classificação (Budowski, 1965, 1970; Whitmore, 1975; Denslow, 1980; Martinez-Ramos et al, 1989).

Macedo (1993) apresenta uma simplificação da classificação proposta por Budowski (1965, 1960) aplicável a projetos de recuperação de matas ciliares:

- Grupo das pioneiras: espécies com rápido crescimento, germinam e se desenvolvem em pleno sol, produzem precocemente muitas sementes pequenas, normalmente com dormência, as quais são predominantemente dispersadas por animais. São também denominadas de especialistas de grandes clareiras (maiores que 200 m²). Na floresta tropical ocorrem em pequeno número de espécies, com um grande número de indivíduos.

As principais espécies no Estado de São Paulo que têm sido usadas em projetos de recuperação são: *Trema micrantha*, *Cecropia* sp, *Croton floribundus*, *Cróton urucurana*, *Mimosa scabrella*, *Miconia cinamomipholia*, *Solanum* sp, *Mimosa bimucronata*, *Cytarexylum mirianthum*, *Ingá* sp, *Senna multijuga*, *Guazuma ulmifolia*, *Schizolobium parahyba*.

- Grupo das secundárias: também denominadas de especialistas de pequenas clareiras, oportunistas, nômades ou intermediárias. Essas espécies apresentam como principal característica a capacidade de suas sementes germinarem à sombra, mas requerendo a presença de luz para seu desenvolvimento. São espécies características do dossel ou do estado emergente. Na floresta tropical ocorrem em grande número de espécies, mas com baixo número de indivíduos por área. São as secundárias as responsáveis pela alta diversidade das florestas.

Neste grupo destacam-se, entre outras, as espécies: *Cariniana legalis*, *Cabralea canjerana*, *Cedrela fissilis*, *Tabebuia* sp, *Balfourodendron riedelianum*, *Centrolobium tomentosum*, *Astronium urundeuva*, *Jacaratia spinosa*, *Chorisia speciosa*.

- Grupo das climácicas: espécies com crescimento lento, germinam e se desenvolvem à sombra e produzem sementes grandes, normalmente sem dormência. Ocorrem no sub-bosque ou no dossel da floresta. O número de espécies deste grupo é alto, porém ocorrem com baixa densidade nas florestas.

Em São Paulo, são climácicas características: *Esenbeckia leiocarpa*, *Copaifera langsdorffii*, *Hymenaea stilbocarpa*, *Securinea guaraiuva*, *Ilex paraguariensis*, *Enterolobium contortisiliquum*, entre outras.

Loefgren (1898) apud Pompéia (1990), caracterizou os estádios sucessionais do ponto de vista fisionômico e também florístico (carrascal, capoeira, capoeirão, mata primitiva) da Mata Atlântica de encosta.

Segundo Apremavi (2000), o carrascal para a Mata Atlântica de encosta surge logo após o abandono de uma área agrícola ou de uma pastagem. Este estágio geralmente vai até seis anos, podendo em alguns casos durar até 10 anos em função do grau de degradação do solo ou da escassez de sementes.

No carrascal geralmente existem grandes quantidades de capins e samambaias de chão. Predominam também grandes quantidades de exemplares de árvores pioneiras poucas espécies, a exemplo das vassouras e vassourinhas. A altura média das árvores em geral não passa dos 4 metros e o diâmetro de 8 centímetros.

No estágio de capoeira, a vegetação em regeneração natural geralmente alcança o estágio médio depois dos seis anos de idade, durando até os quinze anos. Neste estágio as árvores atingem altura média de 12 metros e diâmetro de 15 centímetros.

Nas capoeiras a diversidade biológica aumenta, mas ainda há predominância de espécies de árvores pioneiras como, as capororocas, ingás e aroeiras. A presença de capins e samambaias diminui, mas em muitos casos resta grande presença de cipós e

taquaras. Nas regiões com altitude inferior a 600 metros do nível do mar os palmiteros começam a aparecer (Apremavi, 2000).

O estágio de capoeirão inicia-se geralmente depois dos quinze anos de regeneração natural da vegetação, podendo levar de sessenta a duzentos anos para alcançar novamente o estágio semelhante à floresta primária. A diversidade biológica aumenta gradualmente à medida que o tempo passa e que existam remanescentes primários para fornecer sementes. A altura média das árvores é superior a 12 metros e o diâmetro médio é superior a 14 centímetros.

A Figura 2 ilustra o esquema de sucessão secundária na Mata Atlântica de encosta.

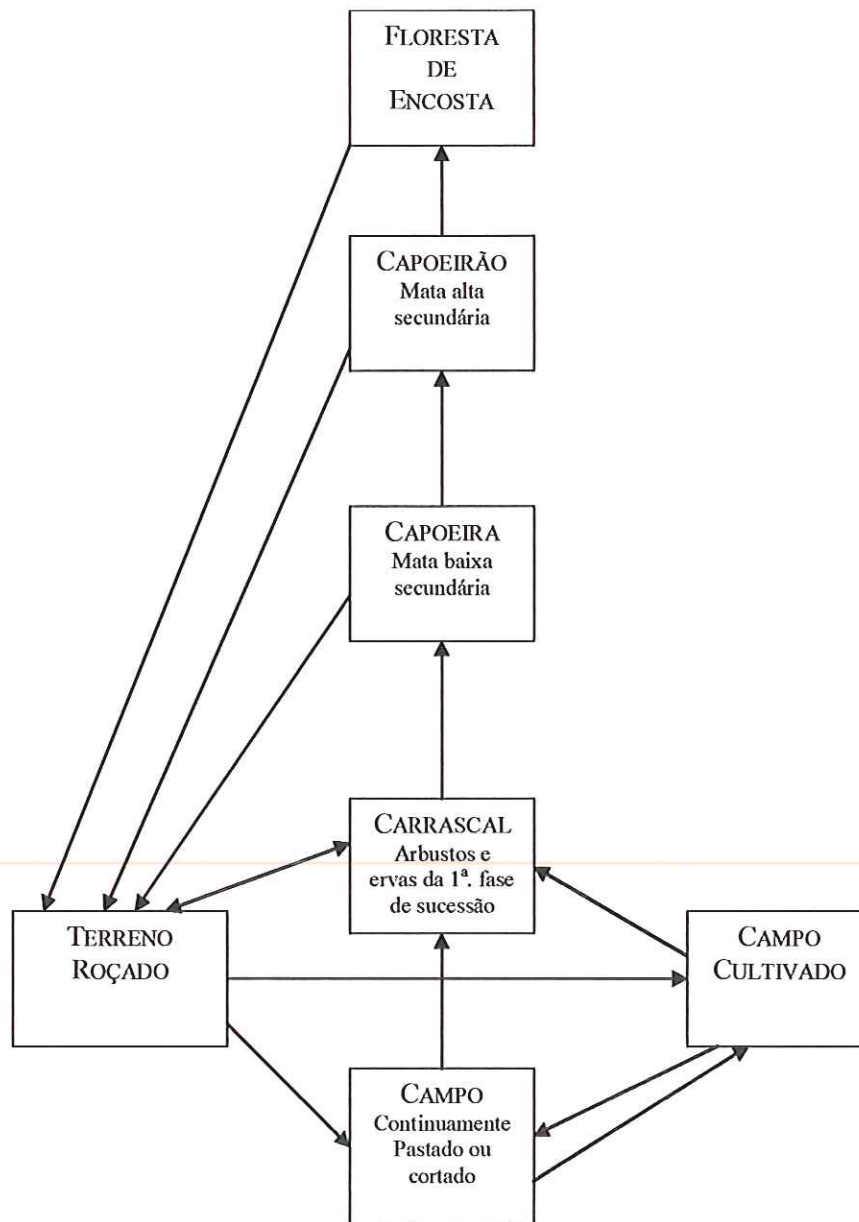


Figura 2 - Esquema de sucessão secundária da vegetação da Mata Atlântica de encosta.
Fonte: Pompéia (1990)

Neste estágio os capins e samambaias de chão não são mais característicos. Começam a emergir espécies de árvores nobres, como as canelas, cedros, sapucaias e imbuías. Nas regiões abaixo de 600 metros do nível do mar os palmiteiros aparecem com frequência. Os cipós e taquaras passam a crescer em equilíbrio com as árvores (Apremavi, 2000).

Para Kageyama (1987), uma vez que o processo é contínuo, é difícil estabelecer claramente uma fisionomia e composição florística para a Mata Atlântica de encosta, já

que as etapas de sucessão e espécies envolvidas coexistem em praticamente todo o processo. A simplificação do processo sucessional tem um caráter mais didático.

Apesar disso, é possível verificar que, ao longo da sucessão secundária, espécies heliófilas de rápido crescimento (pioneiras) vão dando lugar às espécies tolerantes ao sombreamento, de crescimento mais lento. Segundo Kageyama (1987), características da polinização e da dispersão e germinação das sementes encontram-se coadaptadas para o processo sucessional, garantindo a estabilidade genética das espécies ao longo desse estágio.

Para Kellman (1980), as principais fontes de propágulos para a regeneração da vegetação em regiões tropicais, são: o banco de sementes de solo, a chuva de sementes, os tocos de raízes.

Dentre as espécies envolvidas na formação de capoeiras, destacam-se as plantas arbóreas da família Melastomatáceas, especialmente dos gêneros *Tibouchina* e *Miconia*, que apresentam algumas características marcantes como: longevidade das sementes, em torno de um ano em condições ambientais normais (Martins et al., 1990), peso extremamente reduzido (inferior a 0,10 mg), dispersão pelo vento e aves a longas distâncias (Pradella et al., 1989) e intensa produção de sementes. Estas características garantem aporte permanente de sementes viáveis em grande extensões o que, juntamente com seu caráter tipicamente pioneiro, tornam as espécies destes gêneros as mais importantes na formação de capoeiras.

O solo, segundo Pompéia (1990), é colonizado por diversas briófitas (*Campylopus*, *Dicranella*) e líquens. Quase que, simultaneamente, surgem protalos de pteridófitas (*Blechnum*, *Pteridium*, *Nephrolepis*) e, dependendo da época do ano, plântulas de Melastomatáceas, compostas (*Eupatorium*, *Mikania*) e gramíneas. Alguns meses depois é possível observar-se a colonização por *Boehmeria* (em locais mais úmidos), *Ficus*, *Cecropia* e *Piper*, além de outras espécies ruderais. Nos primeiros anos as espécies arbóreas de Melastomatáceas, assim como, *Cecropia*, *Trema* e algumas palmeiras, apresentam crescimento acentuado. Paralelamente, espécies arbustivas como *Piper*, *Solanum*, *Boehmeria*, *Leandra*, *Clidemia* e outras Melastomatáceas, cobrem o solo exposto.

3.8.6 – Modelos para revegetação

A partir do final da década de 1980 a metodologia de revegetação de matas ciliares procurou imitar a natureza, tendo, portanto, a sucessão secundária como diretriz importante para a revegetação de qualquer espaço alterado por uso antrópico, sem que este seja, necessariamente, uma clareira dentro da floresta.

Rodrigues e Gandolfi (2000) afirmam que os projetos de recuperação de formações ciliares devem pressupor o conhecimento dos fenômenos ecológicos naturais e dos processos relacionados à estruturação e manutenção destes ecossistemas. Afirmam ainda que são importantes para o sucesso da implantação de projetos de recuperação:

- a sua inserção no contexto da paisagem,
- a coerência entre a metodologia proposta e
- os objetivos da recuperação e a correta escolha de espécies.

Kageyama *et al.* (1989) alertam para que a recomposição da diversidade deveria considerar a recomposição florística, fitossociológica e genética, além da necessidade de se observar a dinâmica da sucessão secundária.

Gomez-Pompa & Burley (1991) acreditam que a melhor maneira de garantir o sucesso em processos induzidos de regeneração é usar tanta diversidade (de espécies e genética) quanto possível e colocam que a necessidade de selecionar as espécies que devem ser plantadas, protegidas e encorajadas são a principal atividade em todos os métodos de regeneração.

A divisão das espécies em grupos relacionados ao estágio sucessional e à sua resposta à intensidade de luz, para distribuição em áreas de recuperação foi proposta por Durigan & Nogueira (1990).

Kageyama *et al.* (1992) destacaram a importância do conceito da sucessão secundária, tanto para atividades de manejo, quanto para as de recuperação florestal, afirmando que “a sucessão secundária parece ser o conceito mais apropriado a ser utilizado na regeneração artificial de florestas mistas, já que é o processo pelo qual as espécies se regeneram na floresta natural”.

Crestana *et al.* (1993) sugerem que o reflorestamento observando a sucessão possibilita a formação de florestas com características fisionômicas próximas da vegetação original.

Kageyama et. al. (1990) alertam para a necessidade de compatibilizar, em projetos de revegetação, conjuntos de espécies com diferentes características de requerimento de luz.

Neste período, a partir de 1980, iniciou-se o desenvolvimento de técnicas que previam o arranjo espacial das espécies de diferentes grupos ecológicos, de forma que espécies tolerantes à luz, de rápido crescimento e de arquitetura de copa adequada, fossem plantadas provendo sombra àquelas menos tolerantes, além de prover a riqueza de espécies desejável num primeiro momento da recuperação (Barbosa et al., 1993; Macedo, 1993; Botelho et al., 1995; Ferreti et al., 1995).

A este arranjo espacial denominou-se “modelo de revegetação”. Cada situação específica encontrada nas áreas degradadas demanda um arranjo ou modelo específico. É importante salientar que a elaboração dos modelos deve considerar também as características silviculturais de cada espécie, tais como adaptabilidade ao solo, velocidade de crescimento e arquitetura de copa.

Como se trata de área de conhecimento muito nova, vários modelos ainda estão sendo testados, e alguns deles com resultados que já indicam sucesso nos resultados alcançados.

3.8.7- O monitoramento e os indicadores de avaliação

Rodrigues & Gandolfi (1998) mostram o pouco que tem sido feito acerca do monitoramento de áreas em recuperação e sugerem indicadores de avaliação, quais sejam: desenvolvimento das mudas, cobertura do solo, regeneração natural, fisionomia e diversidade.

Mantovani (1998) apresenta questões gerais sobre a avaliação de projetos de restauração e lista as características que determinam o sucesso de programas de restauração, quais sejam: a sustentabilidade (capacidade de perpetuar-se); a resistência à invasão de organismos exóticos ao ecossistema; a obtenção de produtividade semelhante ao ecossistema original; o estabelecimento de alta capacidade de retenção de nutrientes no sistema e o estabelecimento das interações bióticas.

Rodrigues & Gandolfi (2000), analisando a necessidade de estabelecimento de indicadores para o monitoramento de projetos de restauração em matas ciliares, citam alguns já sugeridos pela literatura, como presença e estrutura de fauna e parâmetros

vegetacionais, mas ressaltam a dificuldade de estabelecimento de critérios e indicadores de uso universal.

Reunidos no Workshop “Recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas” pesquisadores de universidades e institutos de pesquisa do Estado de São Paulo, entre outros assuntos correlatos, discutiram a definição de indicadores para a avaliação e monitoramento de áreas restauradas (Barbosa, 2000). Foi estabelecido que os indicadores devem estar relacionados aos objetivos da recuperação, que devem ser ecológicos (tanto bióticos, quanto abióticos), e que devem ser estabelecidos indicadores distintos para diferentes períodos temporais após a implantação do projeto, devendo ainda ser hierarquizados em função de sua importância relativa para os objetivos da recuperação.

Lazarini et al. (2001) recomendam que “para o sucesso dos plantios, um acompanhamento técnico eficiente, associado a atividades de educação ambiental, deve ser feito pelo menos por três anos, até que as áreas em recuperação já estejam implantadas e estabelecidas no processo de dinâmica natural”.

Souza (2000) afirma que os trabalhos de avaliação do sucesso dos reflorestamentos de restauração ainda são escassos e apresenta avaliação de três projetos com diferentes idades e em diferentes modelos de plantio realizados no Vale do Rio Paranapanema, São Paulo.

Gisler (2000) comparou fitossociologia, ambiente luz, decomposição de serapilheira e parâmetros físicos e químicos do solo de uma área implantada com três anos para recuperação de mata ciliar com área de mata remanescente adjacente. A autora conclui que a mata implantada apresentou características de ser secundária inicial, com potencial para alcançar a maturidade e que o fator tempo seria o elemento mais importante para que a mesma apresente estrutura e funções comparáveis à mata natural.

Silveira (2001) observa que a avaliação dos diferentes modelos que têm sido implantados é dificultada pela falta de critérios e indicadores claros e de fácil aplicação e que um protocolo de avaliação da efetividade dos plantios de restauração será ferramenta extremamente útil para os órgãos de fiscalização ambiental. O autor apresenta avaliação de quatro modelos distintos de recuperação de matas ciliares, implantados no município de Tarumã e ainda sugere a adoção de diferentes parâmetros indicadores de sucesso dos reflorestamentos, em função de sua aplicabilidade e precisão.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Caracterização da área de estudo

O município de São Sebastião - SP, onde se localiza a área de estudo, está situado a sudeste do Estado de São Paulo, no Litoral Norte. Ocupa aproximadamente 410 km², dos quais, cerca de 70% estão inseridos no Parque Estadual da Serra do Mar. Limita-se a norte com o Município de Caraguatatuba, a oeste-noroeste, com o Município de Salesópolis e a oeste, com o Município de Bertioga. É banhado pelo Oceano Atlântico em todo o setor sul e a leste-nordeste pelo Canal de São Sebastião.

A área em estudo é um fragmento de Mata Atlântica de 4,8 hectares, compreendida entre as latitudes 45° 25' 30'' - 45° 25' 37'' e longitudes 23° 44' 10'' - 23° 44' 19'' , entre as cotas 105 e 235 (a partir da cota 200 faz parte do Parque Estadual da Serra do Mar), de propriedade da Universidade São Marcos, denominado sítio São Benedito e, tem como objetivo promover no local um centro de estudos ambientais.

Embora tenha-se pesquisado fotos aéreas da área de 20, 30 e 40 anos atrás, as escalas das mesmas não estavam compatíveis ao tamanho da área de estudo. Assim, para o levantamento histórico de degradação da área de pesquisa procedeu-se à entrevistas com três moradores da região: Sr. Deolino, 63 anos, morador do local há aproximadamente 13 anos, Sr. Pedro Bispo, 50 anos e Sra. Letícia Bispo, 73 anos, os dois últimos sempre foram moradores locais e vizinhos à área.

A região está habitada há mais de 100 anos, sendo que no início foi marcada por invasões de terra e posterior regularização pela prefeitura local. Essas invasões se deram com o crescimento do município pela construção/ampliação do porto e estradas que tornaram o local mais acessível.

A população era composta por estrangeiros, nativos e ex-escravos, sendo esta de baixa renda e com poucas oportunidades de emprego.

A vegetação original da área em questão era composta pela mesma que a margeia, classificada como Floresta Ombrófila Densa (Veloso *et al*, 1991). Constantemente era observado na região vários animais silvestres como porcos do mato, quatis, lagartos, pacas, e diversas aves.

O início da degradação começou há aproximadamente 40 anos de forma lenta e progressiva, pelos próprios moradores locais com a exploração do palmito, pela necessidade da madeira para construções e consumo diário, além e principalmente, pela necessidade de espaço para a agricultura de subsistência.

As culturas implantadas no local foram temporárias, não havendo exploração constante do solo, sendo culturas de café, milho, mandioca e banana, esta, ainda existente no local. Houve a tentativa de implantação nos últimos 5 anos de um pequeno pasto para o uso doméstico. Não houve relatos do uso de adubos, pesticidas e agrotóxicos nas culturas implantadas.

Atualmente, a população nativa está conscientizada da importância do equilíbrio ecológico, pois a mesma notou grandes diferenças no meio após a retirada da vegetação, sendo uma das grandes preocupações a escassez de água já que, o abastecimento local está amplamente ligado as nascentes que circundam a área.

Nota-se também preocupação por parte dos moradores quanto à diminuição da flora e fauna, podendo este fato estar relacionado ao desenvolvimento e aumento da população que cada vez mais vem ocupando áreas próximas à encosta florestal. Este fato não agrada os moradores nativos, pois cada vez mais vem-se perdendo o contato pessoal por se tratarem de pessoas com costumes diferentes dos seus e pelos mesmos não apresentarem afeição sentimental pela biodiversidade local.

A Figura 3 mostra a localização do município de São Sebastião no Estado de São Paulo e da área de estudo no município, enquanto a Foto 3 é ilustrada com uma aérea do sítio São Benedito (Base de Pesquisa).



Figura 3 – Localização da área de trabalho no município de São Sebastião no Estado de São Paulo.



Área de estudo

Foto 3 – Foto aérea da área de 4,8 ha do sítio São Benedito da Universidade São Marcos.
Fonte: Fundate (2001)
Escala: 1:8000

4.2 – Caracterização Geológica e Clima

Foi definida uma abordagem de estudo de modo que os dados e informações fornecessem um conhecimento global dos condicionantes e da distribuição dos principais processos causadores de risco na área estudada.

Foram estudados alguns temas básicos que condicionam e/ou interferem na questão do risco à movimentos de massa. A relevância e o formato de cada um desses produtos seguem especificados abaixo, baseado em Pereira (2000):

- A Figura 4, Geologia da área de estudo obtido em escala 1:50.000, apresenta os tipos litologia que constituem o terreno daquela região. Para a área de estudo ressalta-se a litologia, segundo IPT (1981a): Embasamento Cristalino (Arqueano – Complexo Costeiro: rochas Gnáissica-Migmatíticas de estruturas diversas, notadamente estromatítica exibindo dobras de fluxo e enclaves metabásicos).
- A Figura 5, Tipos de relevo, e Figura 6, Geomorfologia, obtidos em escala 1:50.000, identificam e caracterizam os diferentes tipos de relevo existentes. A Figura 6, Geomorfologia, fornece, ainda, informações sobre a dinâmica superficial, ou seja, a maneira como ocorrem os processos que atuam modificando o relevo (erosão, movimentos gravitacionais de massa, transporte fluvial).
- A Figura 7 Suscetibilidade aos processos potencializadores de risco à movimentos de massa, foi determinado e estruturado de forma a representar, em escala 1:50.000, uma compartimentação do território, onde a área estudada está avaliada quanto à suscetibilidade de ocorrência de processos de movimentos de massa.



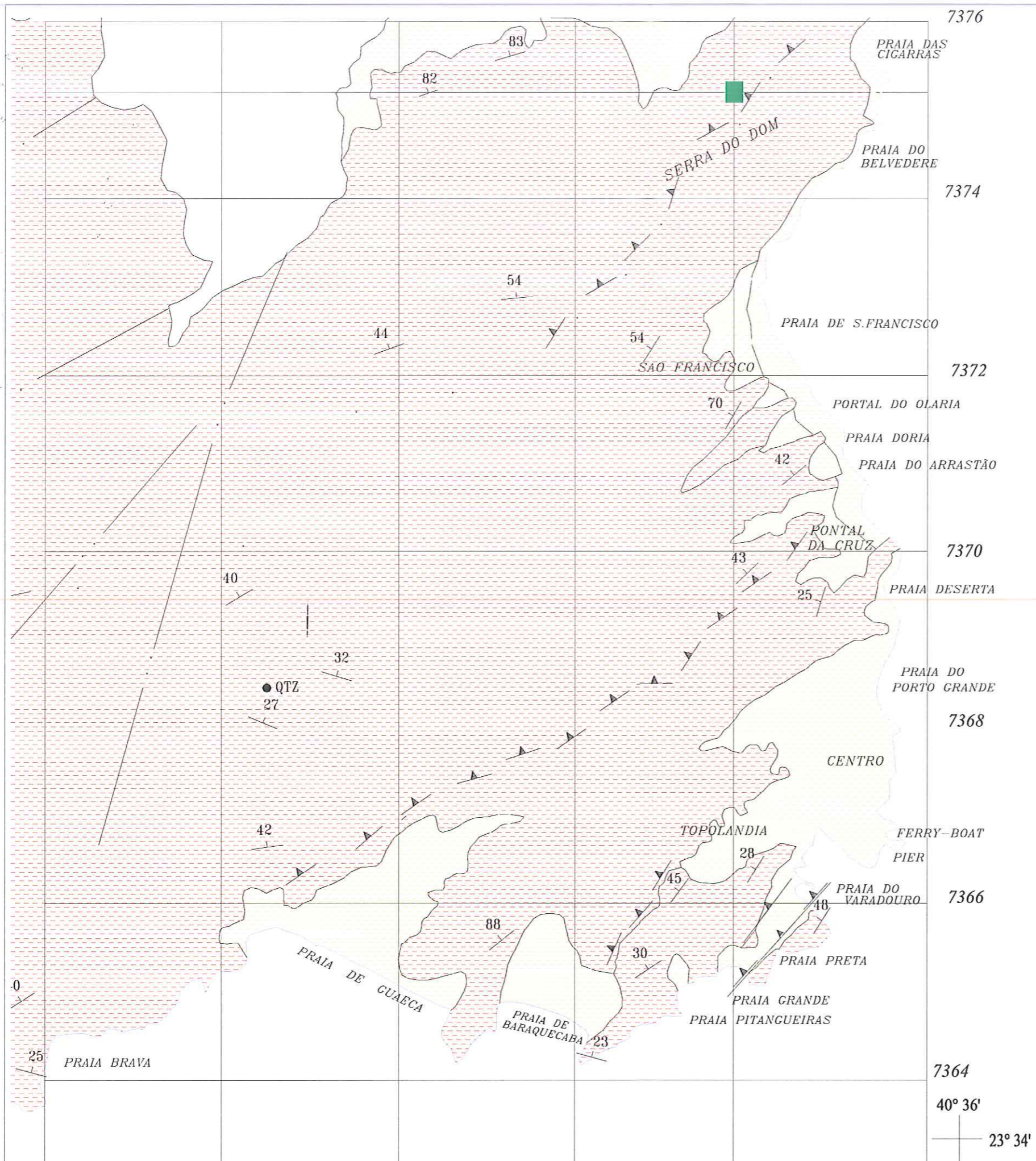


FIGURA 4 - GEOLOGIA DA ÁREA DE ESTUDO

LEGENDA

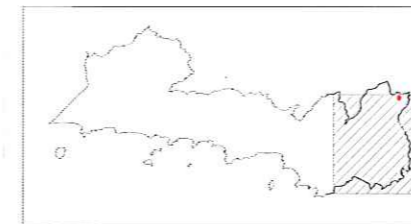
- SEDIMENTOS QUATERNARIOS
- EMBASAMENTO CRISTALINO
- Contato Litológico
- Contato transicional ou inferido
- Fotolineamento
- Foliação principal (milonítica, bandamento composicional, xistosidade)
- Falha de empurrão de baixo ângulo ou cavalgamento oblíquo.

CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

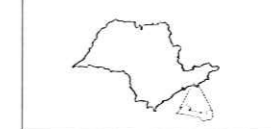
- LINHA DO LITORAL
- LIMITE DE MUNICÍPIO

área em estudo

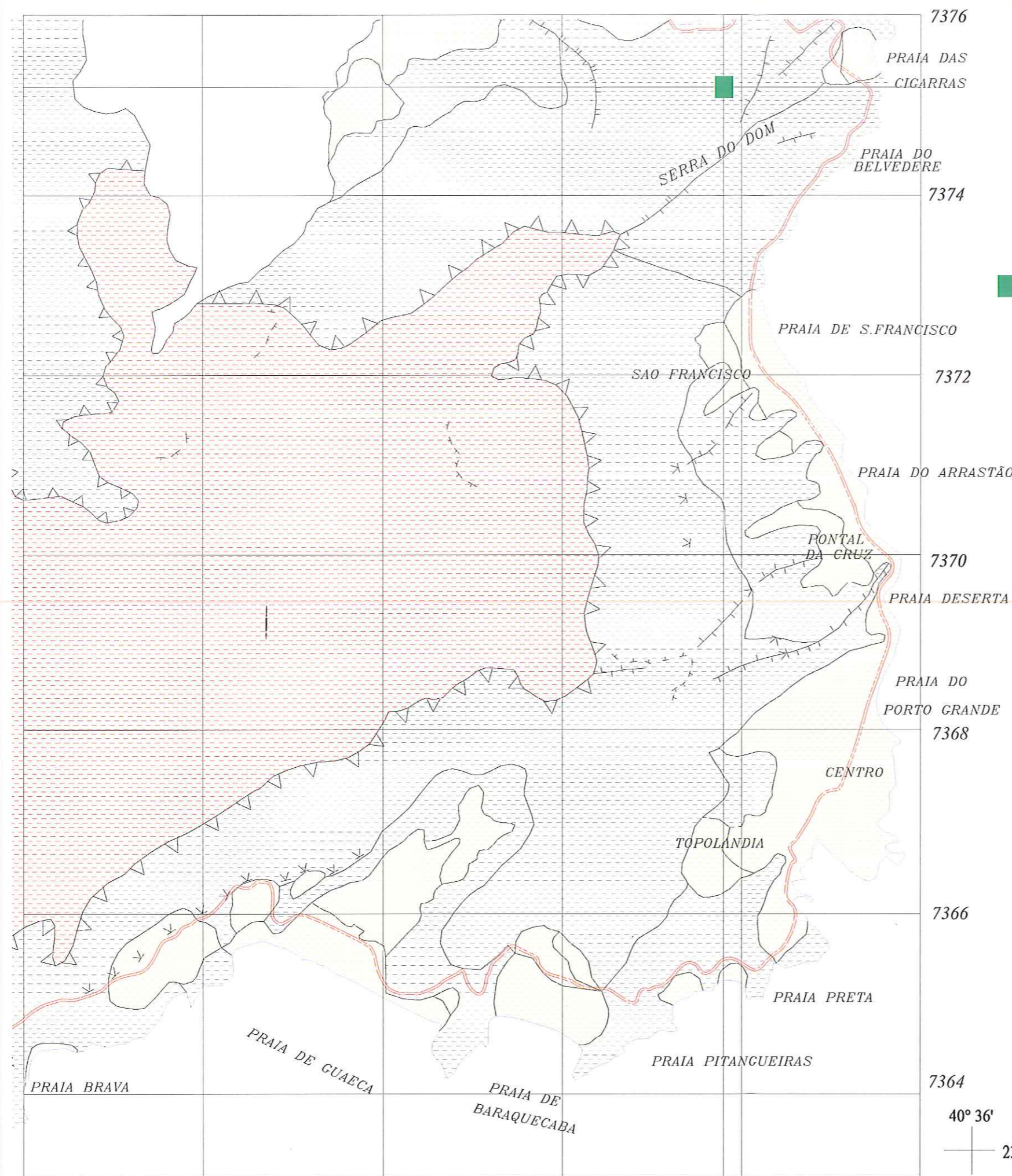
LOCALIZAÇÃO DO TRECHO DA CARTA NO MUNICÍPIO



LOCALIZAÇÃO NO ESTADO



TESE DE DOUTORADO
 MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP
 MARCO ANTONIO ALVES GARCIA
 ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS
 FONTE: PEREIRA (2000) ESC: 1: 50 000



■ área em estudo

FIGURA 5 - TIPOS DE RELEVOS

| MORFO-ESCULTURA | TIPOS DE RELEVO |
|----------------------------------|--|
| PLANALTO | Morros e Morrotes de Planalto |
| SERRANIA COSTEIRA (SERRA DO MAR) | Escarpos, Espigões, Morros e Morrotes Litorâneos |
| BAIXADA LITORÂNEA | Planície Flúvio-Marinha e Marinha |
| FEIÇÕES LINEARES | |
| ▽▽▽ | Escarpos de borda de planalto |
| - - - - | Ruptura de declive positiva |
| ∨∨∨∨ | Ruptura de declive negativa |
| ⊥⊥⊥ | Crista simétrica |
| ⊥⊥⊥ | Crista assimétrica |



40° 36'
—
23° 34'

TESE DE DOUTORADO

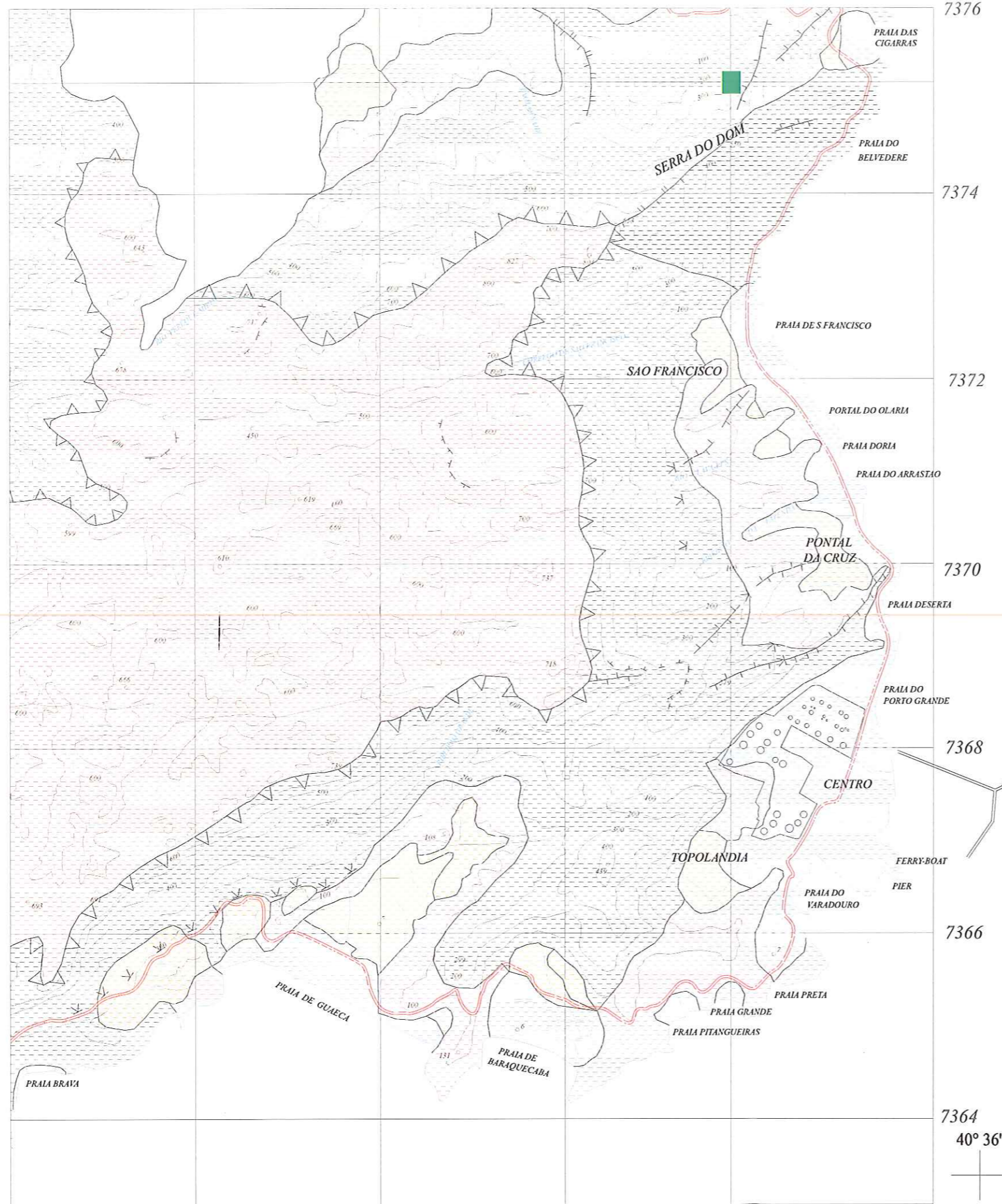
MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP

MARCO ANTONIO ALVES GARCIA

ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS

FONTE: PEREIRA (2000)
ESC: 1: 50 000

FIGURA 6 - GEOMORFOLOGIA



| MORFO ESCULTURA | TIPOS DE RELEVO | MORFOMETRIA | SUBSTRATO LITOLOGICO | MORFOGENESE |
|--------------------------------|--|---|---|--|
| Planície de Juvieriquê | MMTp Montes e Morros de Planície | Declividades: 10 a 20% e 20 a 30% Altitudes: 580 a 650 m | Migmatitos com estruturas variadas, biotita granitos ígneos bandados | Baixa intensidade de processos escarpamento litorâneo e em sulcos, ruínas e pequenos escarpamentos |
| Planície Escarpada | Ma Montes e Morros | Declividades: 10 a 20% e 20 a 30% Altitudes: 900 a 1100 m | Granulitos | Sucessivos processos de queda de blocos, rastejo, escarpamentos planares e ruínas |
| Serra da Cereia (Serra do Mar) | Eo Escarpas em Arrebitadas | Declividades: 20 a 30%, 30 a 40% e acima de 40% Altitudes: 100 a 350 m | Migmatitos com estruturas variadas, biotita granitos ígneos bandados | Alta intensidade de processos rastejo, escarpamentos planares e rotacionais, queda e rolamento de blocos, ruínas e sulcos. Drenagem torrencial com transporte de blocos e matacões |
| | Ed Escarpas em Degradados | Declividades: 30 a 40%, 20 a 30% Altitudes: 100 a 600 m | Biotita granitos porfiríticos, biotita migmatitos de estruturas variadas, biotita granitos ígneos bandados | Processos muito intensos: escarpamentos planares e rotacionais, queda e rolamento de blocos, ruínas e sulcos e escarpamento litorâneo |
| | Er Escarpas com Segueiros Remanescentes | Declividades: 30 a 40% e maiores que 40% Altitudes: 100 a 900 m | Granulitos e biotita granitos ígneos bandados | Predomínio processos de queda de blocos e deslocamento de rochas |
| Planície Litorânea | MMTl Montes e Morros Litorâneos | Declividades: 20 a 30%, 10 a 20%, 30 a 40% Altitudes: 20 a 160 m | Biotita granitos ígneos bandados, migmatitos com estruturas variadas, biotita granitos porfiríticos | São frequentes as seguintes processos: sulcos, ruínas, escarpamentos planares e escarpamentos |
| | T/C Talus e Córrego | Declividades: 10 a 20% Altitudes: 20 a 200 m | Os depósitos de talus são compostos de blocos de rochas de tamanhos menores a centímetros com matriz argilosa a argilo-arenosa, es colúvies com fragmentos de rochas de tamanhos centimétricos em matriz argilo-arenosa | Aparentam processos de movimentos de massa: rastejo (rastejo) e escarpamentos estaduais e escarpamentos |
| Planície Litorânea | FM Planície Fluvial | Declividades: menores que 2% Altitudes: 4 a 12 m | Áreas frías e médias com vegetações de ardis, áreas médias e grossas com granulos e setas | Áreas oligodas e sujeitas a "inundações periódicas" Processos e rastejo: erosão vertical e lateral das encostas fluviais |
| | M Planície Marinha | Declividades: menores que 2% Altitudes: 1 a 8 m | Áreas de granulação fina a grossa, frías e médias marinhas | Planos sujeitos a dinâmica marinha. Tempos marinhos - processos de erosão fluvial |

FEIÇÕES LINEARES

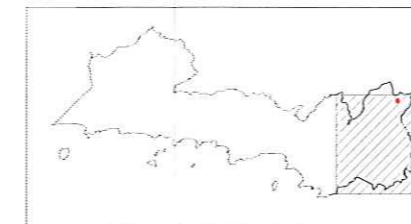
- ▽▽▽ Escarpa de bordo de planalto
- Ruptura de declive positivo
- ∇∇∇ Ruptura de declive negativo
- Cresta simétrica
- Cresta assimétrica

CONVENÇÕES CARTOGRAFICAS

- CURSOS D'ÁGUA
- LINHA DO LITORAL
- LIMITE DE MUNICÍPIO
- CURVAS DE NIVEL
- PONTOS COTADOS
- ER - RUI
- DUTOS DE PETRÓLEAS
- LINHAS DE TRANSMISSÃO
- ÁREA URBANA
- TEBAR

■ área em estudo

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO DA CARTA NO MUNICÍPIO



LOCALIZAÇÃO NO ESTADO

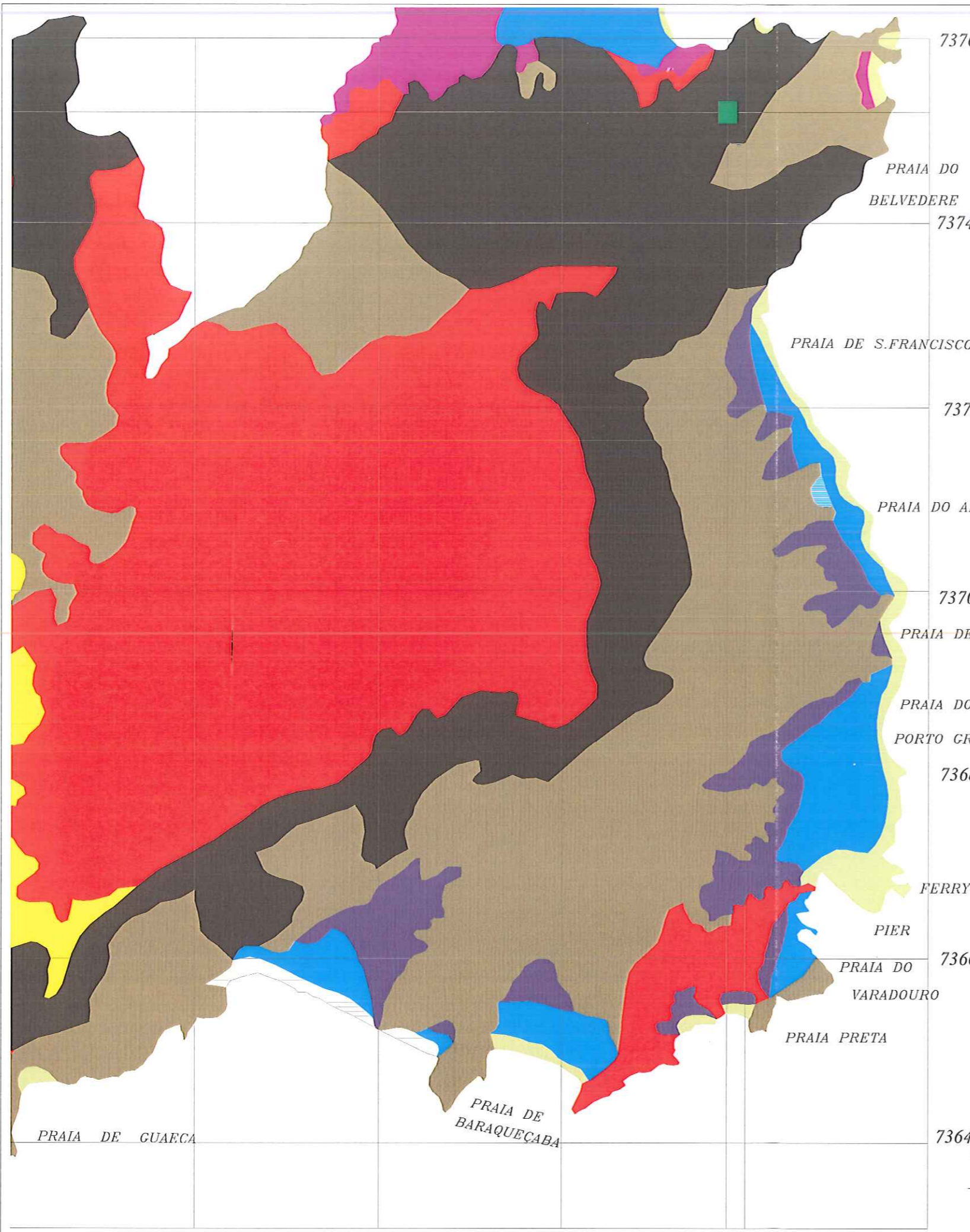


N

TESE DE DOUTORADO
MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP
MARCO ANTONIO ALVES GARCIA
ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS
TESE DE DOUTORADO
MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP
MARCO ANTONIO ALVES GARCIA
ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS
FONTE: PEREIRA (2000)
ESC: 1 : 50 000

7364
40° 36'
23° 34'

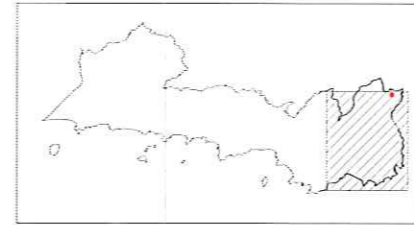
FIGURA 7 - SUSCETIBILIDADE AOS PROCESSOS POTENCIALIZADORES DE RISCO À MOVIMENTOS DE MASSA



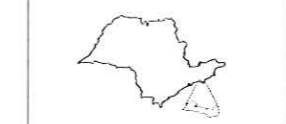
■ área em estudo

| COMPARTIMENTOS ANALISADOS | TIPOLOGIA DOS PROCESSOS | CLASSES DE SUSCETIBILIDADE |
|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| ENCOSTA E PLANALTO | Movimentos de Massa | BAIXA |
| | | MÉDIA |
| | | ALTA |
| BAIXADA (exceto praias) | Inundação | MUITO ALTA |
| | | BAIXA |
| | | MÉDIA |
| PRAIAS | Erosão Costeira | ALTA |
| | | EM CURSO |

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO DA CARTA NO MUNICÍPIO



LOCALIZAÇÃO NO ESTADO



TESE DE DOUTORADO
 MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP
 MARCO ANTONIO ALVES GARCIA
 ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS
 FONTE: PEREIRA (2000) ESC: 1: 50 000

As atividades de campo visaram a uma caracterização geológica expedita do meio físico da referida área, considerando seus aspectos litológicos, geomorfológicos e geotécnicos.

As atividades consistiram no mapeamento geológico sistemático: escolha do ponto de observação, sua localização, descrição da litologia e das principais características do meio físico, coleta de amostras de rochas quando necessário para posterior análise e descrição de sua estrutura, textura e composição mineralógica. Foram utilizadas como ferramentas: martelo, lupa (usuais no mapeamento geológico), câmera fotográfica e um aparelho GPS (Geographic Position System). Para a confecção do mapa de declividade, utilizou-se uma base cartográfica na escala 1:2000, fornecida por levantamento topográfico, a partir do mapa base do Instituto Geográfico e Cartográfico (1978). Com um ábaco construído e calculando-se a distância entre duas cotas em função da relação da diferença de cotas e o ângulo de inclinação entre elas, foram estabelecidos diversos setores que correspondem à variação das declividades do terreno.

Para a execução da sondagem e trincheiras de simples reconhecimento, os trabalhos de campo consistiram na execução de uma sondagem a trado manual e levantamento de duas trincheiras, utilizadas para reconhecimento pedológico e coleta de amostras deformadas de solo para execução de ensaios granulométricos.

Principais características litológicas e mineralógicas

Durante o mapeamento expedito foram observados blocos e matacões imersos em meio ao manto de alteração, tratando-se provavelmente do horizonte B de alteração. Estes blocos variam em tamanho, geralmente métrico, sendo que o maior, situado na parte central da área, apresenta dimensões de 4 x 5 metros. São rochas gnáissicas com estruturas migmatíticas (veios e bolsões leucocráticos) tipo leucossoma. Estes leucossomas apresentam granulometria grossa-média e são compostos por quartzo, feldspato e muscovita, sendo observadas concentrações de granada centimétrica. Apresentam ainda concentração de biotita nas bordas, melanossoma.

O neossoma aparentemente é composto por uma rocha gnáissica com cerca de 20% em máficos, biotita, estrutura granolepidoblástica fina-média e bandamento fino difuso. Além de biotita esta rocha é composta por quartzo (30%), feldspato (40%), muscovita e granada em quantidades inferiores a 10%.

A mineralogia observada sugere tratar-se de uma seqüência gnáissica migmatítica de caráter aluminoso.

Não foi observada na área a ocorrência de afloramentos de rochas *in situ*, ou seja, corpos rochosos que não sofreram deslocamentos de sua área de origem. Dessa forma, a análise mineralógica foi realizada a partir de alguns blocos dispersos pela área, sobretudo na porção sul. Tais blocos, oriundos das áreas de maior altitude, são representantes da litologia dominante naquela região da Serra do Mar.

Assim, a descrição litológica/mineralógica pode ser extrapolada para a caracterização litológica local, o que não pode ser feito com algumas estruturas geológicas como acamamentos, falhas, sistemas de juntas e fraturas, cujas medidas de suas respectivas orientações não fazem sentido se as amostras de rocha não estiverem em seu local de origem.

Principais características geomorfológicas

A área em estudo (Fotos 4 e 5) está inserida em uma vertente da Serra do Mar voltada para norte e, conforme a Carta Geomorfológica do Estado de São Paulo (IPT, 1981), trata-se de “escarpas com espigões digitados, compostas por grandes espigões lineares sub-paralelos, topos angulosos e vertentes com perfis retilíneos. A drenagem é de alta densidade, padrão paralelo-pinulado, com vales fechados”.

A área está inserida numa vertente retilínea, mas no trecho estudado predomina a forma convexa, delimitada por vales encaixados (Foto 6). Nas altitudes inferiores ocorre um corpo de tálus, que apresenta grande quantidade de blocos superficiais e sub-superficiais de diversas dimensões (Foto 7).



Foto 4 – Foto mostrando a vertente localizada à leste da área de estudo. Foto do autor, out (2003)



Foto 5 - Foto mostrando a vertente localizada à oeste da área de estudo. Foto do autor, out (2003).



Foto 6 - Foto mostrando a forma convexa da vertente da área de estudo. Foto do autor, out (2003).



Foto 7 – Foto mostrando a ocorrência de corpos de tálus da área de estudo. Foto do autor, out (2003).

Clima

A análise pluviométrica é fator importante na avaliação e estudo do risco geológico. Tal fato se explica em função de que a chuva é o principal agente deflagrador dos eventos de movimentos de massa e inundação.

Pereira & Nunes (1997) analisando os dados de um período de 25 anos (1970-1994), efetuaram a compartimentação pluviométrica do Município de São Sebastião. Identificaram três áreas relativamente distintas quanto aos totais de chuva, como se pode verificar na distribuição das isoietas médias anuais na Figura 8, e que são as seguintes:

Área 1 - área situada à oeste-sudoeste do município, compreendida entre Boracéia e Maresias, é a mais chuvosa com média de 2.219mm. Apresenta pequena amplitude pluviométrica, de 5%, entre os postos.

Área 2 – setor a norte da área urbana, aproximadamente, até o limite com o município de Caraguatatuba. Alcança média de 1.702mm, com pequena amplitude de 3%. É onde se encontra a área de estudo.

Área 3 - corresponde a área urbana de São Sebastião e entorno, registra os índices mais baixos de chuva com média de 1.463mm, com amplitude pouco maior que as outras duas áreas, de aproximadamente 9%.

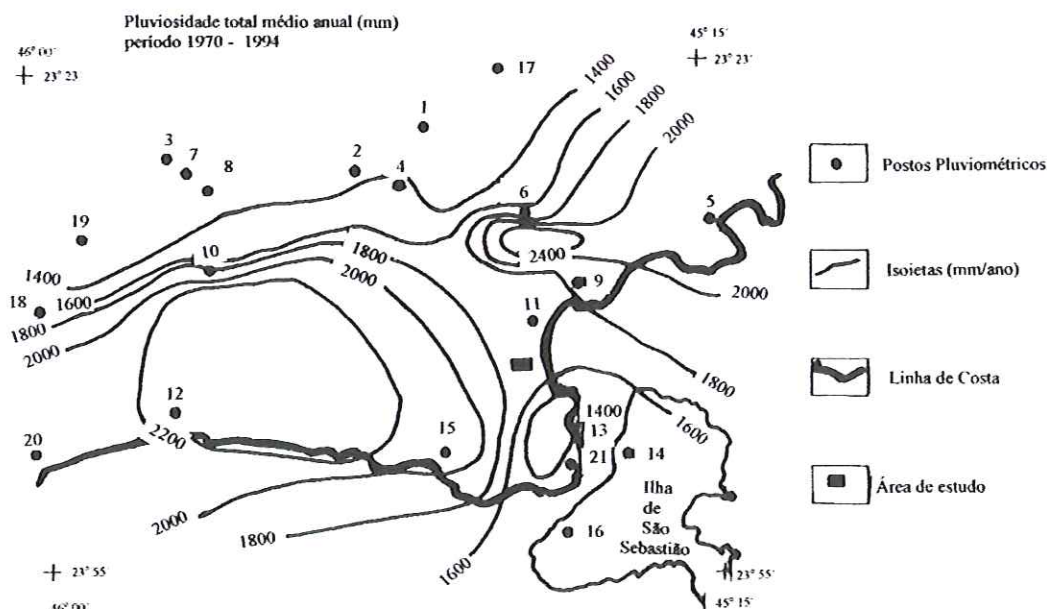


Figura 8 - Mapa de distribuição de pluviosidade média anual de São Sebastião- SP.
Fonte: Pereira & Nunes (1997)

4.3 – Caracterização dos solos

Para a análise química do solo, o primeiro passo foi a divisão da área em três glebas homogêneas de acordo com a vegetação e topografia. A Figura 9 mostra a divisão da área em glebas, assim como, os pontos onde foram feitas as amostragens.

Topo: Essa gleba é a parte mais alta da área, o solo é coberto por gramíneas como o capim-gordura e alguns arbustos bem esparsos, há também, vegetação nativa bem próxima da gleba, assim sendo notado um solo mais escuro pela deposição de matéria orgânica proveniente da mata nativa.

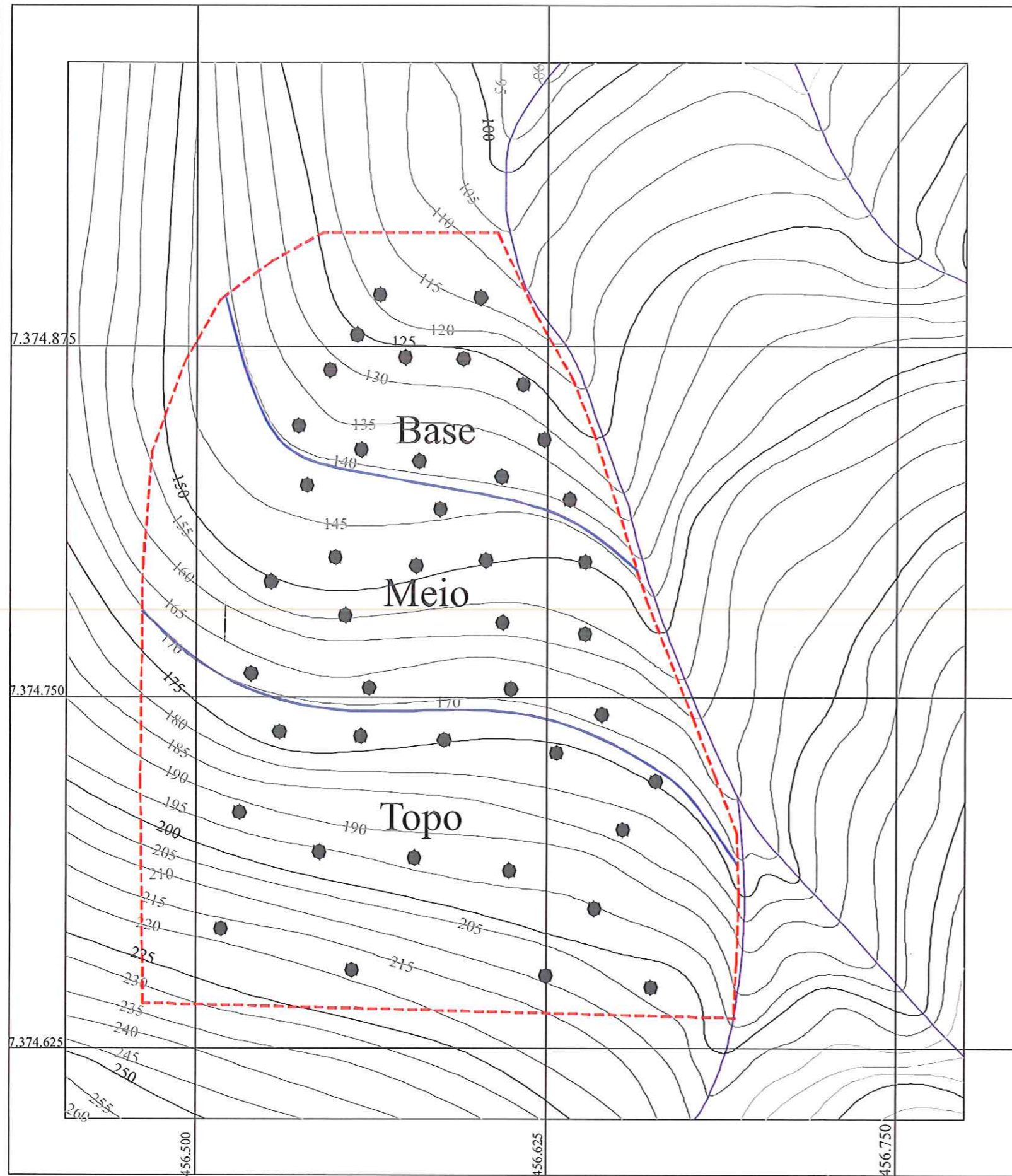
Meio: É chamado de meio a gleba entre a parte mais alta da área e a parte mais baixa. A vegetação que cobre o solo é constituída de gramíneas e quase nenhum arbusto. O solo é um pouco mais claro que o topo por estar mais afastado da mata nativa, e mais degradado.

Base: Essa a gleba do ponto mais baixo da área. A cobertura do solo é também de gramíneas, porém com alguns pontos de solo mais exposto, possui um solo um pouco mais claro que as demais glebas, provavelmente, por ser uma área também com declividade acentuada e com pouca cobertura do solo, onde as perdas por erosão reduzem a disponibilidade de nutrientes e o teor de matéria orgânica.






A amostragem foi realizada por meio de trado, retirando-se 15 amostras simples com a profundidade de 0-20cm e 15 amostras simples de 20-40cm de profundidade por gleba. Cada uma das 15 amostras simples foi misturada, de modo que, ficasse bem homogênea para a formação de uma amostra composta. Assim, em cada gleba foram tiradas duas amostras compostas com profundidades diferentes (0-20cm e 20-40cm), sendo o total de 6 amostras compostas na área total.

As amostras já homogeneizadas foram devidamente etiquetadas e enviadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade Integral Cantareira (anexo A), no município de São Paulo – SP, para a caracterização química quanto aos teores disponíveis de P (resina), B, Cu, Fe, Mn e Zn (DTPA), trocáveis de K^+ , Ca^{+2} , Mg^{2+} e Al^{3+} (extração pela resina trocadora de íons), matéria orgânica, valores de pH em $CaCl_2$ e acidez potencial (acetato de cálcio a pH 7,0).

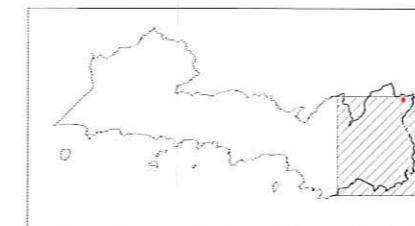
FIGURA 9 - PONTOS DE AMOSTRAGENS DE SOLO



LEGENDA

-  divisão de glebas para coleta de solo
-  ponto de coleta de solo
-  curva de nível
-  drenagem
-  área de trabalho

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO DA CARTA NO MUNICÍPIO



LOCALIZAÇÃO NO ESTADO



N

40° 36'
23° 34'

TESE DE DOUTORADO

MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP

MARCO ANTONIO ALVES GARCIA

ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS

ESC: 1: 2.000

Para a análise física do solo, os trabalhos “*in situ*” e as amostragens foram definidos de modo a se investigar os horizontes de solo mais representativos das condições do local. A avaliação textural, por intermédio de análise granulométrica, foi efetuada na sondagem ST-1 (P1) e nas trincheiras T-1 (P2) e T-2 (P3A; P3B; P3C).

As descrições dos perfis pedológicos, contendo as características morfológicas dos horizontes dos solos, como espessura, cor, textura e mineralogia, foram executadas através de caminhamentos associados às sondagens, utilizando o trado manual e estudos em trincheiras, e se orientaram no “Manual de descrição e coleta de solo no campo” (Lemos & Santos, 1984).

Foram efetuados cinco ensaios granulométricos em amostras deformadas de solo. As análises granulométricas foram realizadas no laboratório de Física dos Solos da Divisão de Geologia do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, (anexo B).

A classificação textural adotada é a definida pela EMBRAPA (1999), a qual apresenta os seguintes limites: 0 a 14% de argila, textura arenosa; 15 a 34% de argila, textura média; 35 a 60% de argila, textura argilosa; > 60% de argila, textura muito argilosa.

Os levantamentos de campo demonstraram que a área de estudo constitui-se de Cambissolos, ou seja, solos pouco desenvolvidos com horizonte B incipiente (Oliveira *et al*, 1999).

De maneira geral, três horizontes foram reconhecidos: horizonte A com maior teor de matéria orgânica, menor que 20cm; horizonte B de textura média; e, horizonte C, formado por material saprolítico com fragmentos da rocha alterada.

4.4- Caracterização fitossociológica

4.4.1- Caracterização da clareira da área de estudo

Para a amostragem das espécies, o estrato das plântulas compreendeu o conjunto de plantas vasculares com altura de até 20cm. Portanto representantes de várias sinúsias, que nas fases iniciais do ciclo de vida coexistem no mesmo estrato (Richards, 1996), foram incluídas na amostragem. Este critério foi adotado por Oliveira (1999), Penhalber (1995) e por Cersósimo (1993), em estudos realizados em Floresta Mesófila no Estado de São Paulo.

O estrato foi amostrado utilizando-se oito transectos de 2X50 metros, contendo cada um, 10 subparcelas fixas de 0,5X1,0m sorteadas. Cada subparcela foi demarcada com estacas de madeira unidas por fita plástica.



Foto 8 – Foto mostrando transecto-subparcela na área de clareira. Foto do autor, set (2004).

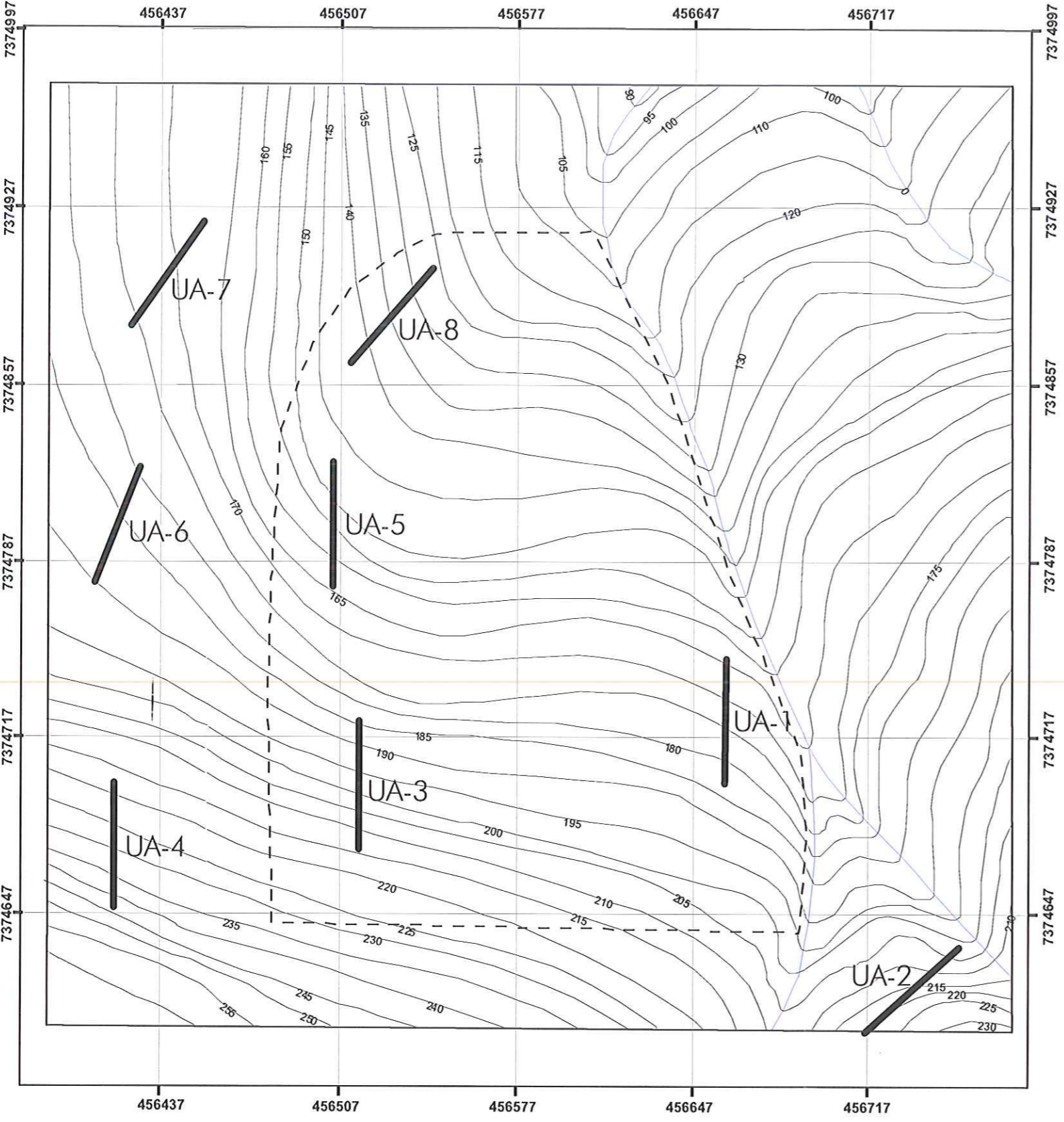


Foto 9 – Foto mostrando transecto-subparcela na mata. Foto do autor, set (2004).





Cada transecto foi distribuído de maneira pareada, ou seja, para cada transecto na clareira tem um correspondente no interior da mata, conforme Figura 10.



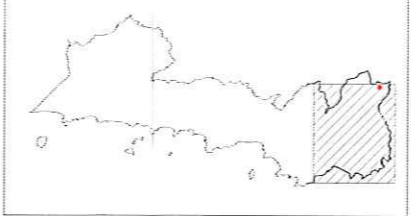
FIGURA 10 - PONTOS DE AMOSTRAGENS DE PLÂNTULAS



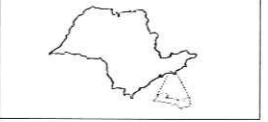
Legenda

-  Transecto
-  curva de nível
-  drenagem
-  área de trabalho
- UA Unidade Amostral

LOCALIZAÇÃO DO TRECHO DA CARTA NO MUNICÍPIO



LOCALIZAÇÃO NO ESTADO



Base topográfica: Folha PONTA DO ARFOAR SF-23-Y-D-VI-1-SO-F
IGC - SP, Cod. 096/125 escala 1:10.000
Projeção UTM
Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG
Ano: 1978

Escala
20 m 40 m 1:2.000

40° 36'
23° 34'

TESE DE DOUTORADO
MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP
MARCO ANTONIO ALVES GARCIA
ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS
ESC: 1: 2.000

Realizou-se uma avaliação momentânea do estrato das plântulas da clareira para compará-la com o estrato de plântula da mata, de acordo com Bazzaz & Pickett (1980). Dessa maneira, foi feita uma única coleta onde todos os indivíduos com até 20cm de altura foram coletados de cada subparcela.

A coleta consistiu na retirada do indivíduo completo e da porção aparentemente independente, quando se tratava de plantas estoloníferas. Após a coleta, todos os indivíduos foram marcados, prensados e secos em estufa a 60° C por quatro dias e, no laboratório, foram contados e separados em morfo-espécies, sob estereomicroscópio. Cada indivíduo recebeu uma etiqueta com número do transecto e subparcela em que foi coletado.

A identificação foi realizada principalmente por comparação com indivíduos em fases ontogenéticas mais avançadas, coletados e observados ao redor dos transectos, ou com materiais depositados no Herbário do Instituto de Botânica de São Paulo, tendo como referências principais o trabalho de Oliveira (1999) e a Flora Fanerogâmica da Serra da Juréia. Para a confirmação da identificação foram consultados especialistas das famílias. Outros trabalhos como a chave de caracteres vegetativos de Gentry (1993) e os trabalhos sobre desenvolvimento e morfologia de plântula de Duke (1965 e 1969), foram utilizados para identificação, principalmente nos níveis de família.

Após a identificação os indivíduos foram classificados quanto à forma de vida segundo Ferri et al. (1981), em arbórea (incluindo palmeiras de grande porte e fetos arborescentes), arbustiva (incluindo palmeiras de pequeno porte), herbácea, epífita (incluindo hemi-epífitas), liana e saprófita (plantas aclorofiladas da decomposição de detritos orgânicos).

4.4.2 – Caracterização da área de entorno

Os dados relevantes para a elaboração do modelo objetivando o subsídio para a recomposição vegetal da clareira incluem uma listagem de espécies arbóreas nativas, a densidade de cada espécie, e, secundariamente, informações sobre a frequência e o porte das árvores. O método selecionado para se obter tais informações foi o de quadrantes-centrados, muito comum em estudos fitossociológicos. A coleta de dados e todo seu processamento posterior contou com a colaboração da MSc Sonia Aragaki, bióloga e especialista em estudos com vegetação.

Foram lançados 50 pontos amostrais em trechos de floresta ombrófila densa Montana, sendo 30 pontos em área com dossel fechado, 10 pontos na borda da mata e 10 em área próxima a uma das drenagens da área (Fotos 10 e 11). Desta forma, contemplou-se as variações fisionômicas presentes na área de estudo e seu entorno, procurando-se amostrar o maior número de espécies da vegetação nativa. Os pontos possuíam uma distância mínima de 20m entre eles, garantindo-se que um mesmo indivíduo não fosse amostrado duas vezes. Em cada ponto, a cruzeta era girada aleatoriamente, incluindo-se a árvore mais próxima do centro da cruzeta em cada quadrante. Foram amostrados indivíduos com circunferência a 1,30m de altura do solo (CAP) maior ou igual a 15,5cm (\sim DAP \geq 5cm). Indivíduos ramificados foram incluídos quando, pelo menos, um dos ramos possuía o critério adotado, medindo-se todas as ramificações. Para cada árvore, foram registradas a circunferência (CAP) e a altura (estimada) e coletados ramos para identificação botânica.

Os materiais botânicos foram coletados com auxílio de tesoura de poda manual e de alta poda acoplada a varas telescópicas. Os materiais botânicos eram acondicionados em sacos plásticos e, posteriormente, prensados e colocados em estufa.



Foto 10 – Levantamento fitossociológico: o círculo 1 indica a área dos 30 pontos amostrados na área em dossel fechado, enquanto o círculo 2 a dos dez pontos amostrados na borda da mata. Foto do autor, jan (2004).



Foto 11 – Levantamento fitossociológico: a foto mostra a drenagem, onde também foram amostrados dez pontos. Foto do autor, jan (2004).

Classificação taxonômica e dados ecológicos

A identificação foi feita mediante bibliografia pertinente, comparações com materiais depositados em herbários e consultas a especialistas; a classificação adotada para as angiospermas foi a de Cronquist (1981), excetuando as Leguminosae. Foi gerada uma listagem florística, indicando-se a família, gênero, espécie e nome popular. A partir dessa relação de espécies, foram obtidas informações secundárias na literatura, sobre síndromes de dispersão (anemocórica, autocórica e zoocórica) e classificação sucessional (pioneira e não pioneira).

Organização dos dados numéricos

Os dados numéricos foram organizados em planilhas eletrônicas. Dentre os vários dados quantitativos fornecidos pelo método de quadrantes-centrados, selecionaram-se apenas aqueles que contribuem diretamente na elaboração do modelo de recomposição vegetal. Desta forma, para cada espécie foram obtidos: número de indivíduos amostrados, número de ocorrência e área basal.

O número de indivíduos corresponde ao número de árvores da mesma espécie amostrados; também foi calculado o percentual sobre o total (200 indivíduos).

O número de ocorrências refere-se ao número de vezes que a espécie ocorreu, considerando-se os pontos amostrais; neste caso também foi calculado o percentual sobre o total (50 pontos).

A área basal é um estimador da ocupação espacial horizontal da árvore (está associado ao seu porte), sendo seu cálculo obtido a partir do diâmetro do tronco da árvore a 1,30m do solo. A área basal apresentada por espécie refere-se à somatória de seus indivíduos; neste caso também foi calculado o percentual sobre o total.

Foram calculados também a densidade, frequência e dominância relativas e absolutas para as espécies (Muller-Dombois & Ellenberg, 1974), valor de importância (VI), (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974; Matteucci & Colma, 1982), densidade e área basal por hectare (anexo C). Todos os cálculos foram feitos com o auxílio do programa Fitopac, versão 2.0 (Shepherd, 1996).

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - Caracterização geológica

Conforme as informações obtidas a partir do mapa de declividade e das observações de campo calculou-se os valores numéricos dos atributos morfométricos da área, os quais estão reunidos na Tabela 5.1. A partir desses dados, as formas do relevo puderam ser classificadas segundo os critérios, relacionados na Tabela 5.2.

Tabela 5.1 - Valores numéricos dos atributos morfométricos da área de estudo.

| Índices | Perfil longitudinal |
|----------------------|---------------------|
| Altitude do topo | 215 m |
| Altitude do talvegue | 110 m |
| Amplitude | 260 m |
| Comprimento da rampa | 280 m |
| Declividade média | 25° |

Tabela 5.2 - Classificação das formas de relevo da área de estudo

| Crítérios | Classificação |
|---|---|
| Quanto ao tipo de perfil e de processos superficiais operantes (Troch, 1965 em Bloom, 1970) | Encosta de rastejamento e distribuidora de água |
| Quanto à amplitude (Kudrnovská, 1948 e 1969 em Demeck, 1972) | Morro dissecado |
| Quanto à declividade (Demeck, 1972) | Íngreme |
| Quanto à amplitude e gradiente (IPT, 1981) | Morro |

Conforme a Carta Geotécnica do Estado de São Paulo (IPT,1994), que compartimenta o Estado em unidades quanto aos processos do meio físico importantes para a previsão do comportamento geotécnico dos terrenos ante o seu uso, a área de estudo se enquadra nos domínios caracterizados pela alta suscetibilidade à erosão nos

solos subsuperficiais e muito alta suscetibilidade a escorregamentos (naturais e induzidos).

Segundo Tatizana et al, 1987, “a suscetibilidade de escorregamentos é muito variável em cada setor da Serra do Mar, sendo reflexo da variação dos condicionantes de escorregamentos...”, os quais segundo os mesmos autores são geologia, geomorfologia, declividade, cobertura vegetal e regime pluviométrico.

Os dois primeiros condicionantes citados já foram aqui abordados. Quanto à cobertura vegetal aqueles autores escrevem que “a vegetação exerce papel fundamental na manutenção da estabilidade das encostas, principalmente nas porções mais íngremes, onde o solo é pouco espesso. A ação da cobertura vegetal se dá, diretamente, através do travamento mecânico do solo pelas raízes e, indiretamente, inibindo ações indesejáveis das águas pluviais”. Quanto ao regime pluviométrico, escrevem que “o regime pluviométrico é um fator extrínseco às encostas, agindo diretamente na deflagração dos escorregamentos e indiretamente, contribuindo na transformação de outros condicionantes”.

Face à reconhecida realidade das instabilizações de encostas naquela região, bem como à vasta bibliografia a respeito e às características litológicas/geomorfológicas observadas na área, constatou-se que os riscos geológicos presentes referem-se aos escorregamentos em encostas e ao rolamento de blocos. Dessa forma, a declividade foi o principal parâmetro para a avaliação da estabilidade geotécnica.

Macedo (2001), no seu Roteiro de Cadastro Emergencial de Risco de Escorregamentos aponta que a inclinação da encosta ou corte é um dos parâmetros para a caracterização geotécnica do local. “A determinação da inclinação de terrenos no campo, sem o auxílio de inclinômetros ou bússolas, tem se mostrado um problema, que envolve não só pessoal sem formação técnica, mas também, técnicos especializados. Para evitar problemas com essa determinação, já que a inclinação é reconhecidamente um dos principais parâmetros para a determinação da estabilidade de uma área, foram desenhadas as várias situações considerando como inclinações-tipo os ângulos de 90, 60, 30, 17 e 10. O ângulo de 17° é mencionado na Lei 6766/79 (Lei Lehman – Brasil, 1979) como referência para os planejadores municipais. Existem sérias restrições legais para a ocupação de áreas acima desta inclinação”. Assim, à partir desses intervalos de inclinação estabelecido no roteiro, foram calculados as distâncias entre as cotas, estabelecendo-se os vários setores na área, mostrados na Figura 11.

A área de estudo é recoberta por pastagens estando, porém, cercada pela vegetação nativa, tanto nas vertentes laterais quanto à montante, onde domina até as maiores altitudes. A mudança do padrão de vegetação acelerou o processo de erosão laminar, aumentando o aporte de sedimentos nas regiões mais inferiores, como observado no preenchimento do entorno do matacão localizado quase ao centro da área, o qual representa um risco geológico não-iminente (risco definido em Macedo, 2001), lembrando a presença de algumas casas há alguns metros abaixo e do loteamento no sopé da vertente.

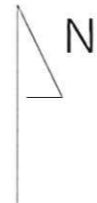
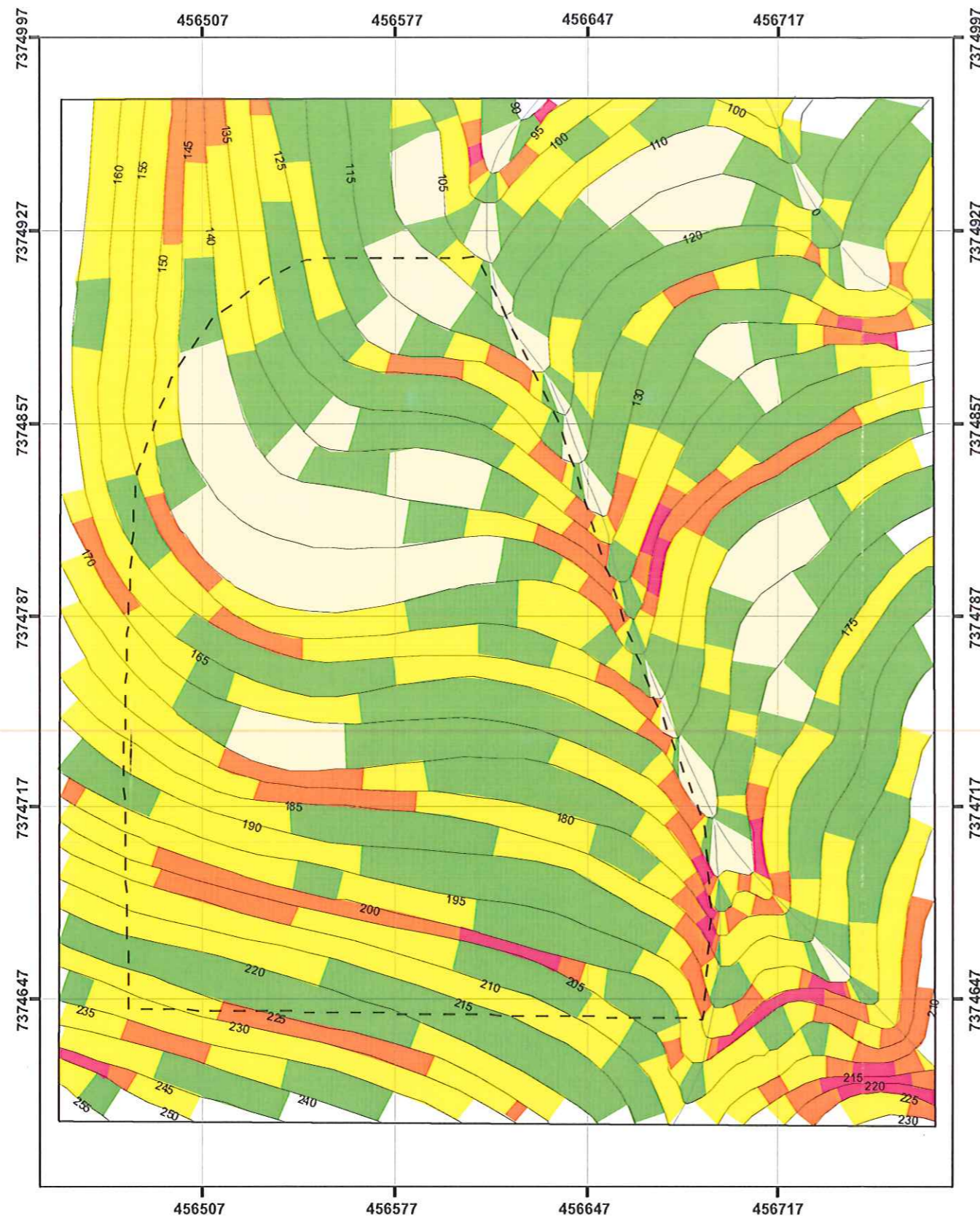


FIGURA 11 - MAPA DE DECLIVIDADE

Legenda

- Declividade
- 0 a 17 graus
 - 17 a 25 graus
 - 25 a 35 graus
 - 35 a 45 graus
 - maior que 45 graus

- curva de nível
- drenagem
- área de trabalho



Base topográfica: Folha PONTA DO ARPOAR SF-23-Y-D-VI-1-SO-F
 IGC - SP Cod. 096/125 escala 1:10.000
 Projeção UTM
 Datum Horizontal: Córrego Alegre, MG
 Ano: 1978

Escala

40° 36'
 23° 34'

TESE DE DOUTORADO
 MEDIDAS MITIGADORAS DE OCORRÊNCIA DE MOVIMENTOS
 DE MASSA E PLANO DE REVEGETAÇÃO DE UMA ENCOSTA
 NO MUNICÍPIO DE SÃO SEBASTIÃO/SP
 MARCO ANTONIO ALVES GARCIA
 ORIENTAÇÃO: PROF. DR. LUIZ EDUARDO DIAS
 ESC: 1: 2.000

5.2 – Caracterização dos solos

De maneira geral, ao contrário do esperado, observou-se um nível de fertilidade ligeiramente superior para o topo da encosta. Este resultado, possivelmente, seja consequência da existência da vegetação arbórea estável naquela posição, promovendo maior acúmulo de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes. Este resultado reforça a importância da vegetação na mitigação dos processos erosivos, bem como, da recuperação de áreas de preservação como o topo das encostas.

O teor mais elevado de matéria orgânica observado para essa amostra, possivelmente, decorra da proximidade da área em relação ao fragmento florestal, possibilitando o aporte de matéria vegetal. O acúmulo de matéria orgânica resulta na maior presença de cargas negativas no solo, aumentando sua capacidade de troca de cátions, justificando os bons teores de Ca^{2+} e Mg^{2+} , observados na Tabela 5.3.

A Tabela 5.3 mostra os resultados da análise química do solo da área de estudo.

Tabela 5.3 – Características químicas das amostras de solo coletadas na área experimental de São Sebastião – SP

| Posução | Profundidade | pH | MO | Presina | H+Al | K ⁺ | Ca ²⁺ | Mg ²⁺ | SB | Al ³⁺ | CTC | V | B | Cu | Fe | Mn | Zn | CTC _{efet} | m |
|---------|--------------|-------------------|------|---------|-----------------------------------|----------------|------------------|------------------|----|------------------|-----|----|--------------------------------|-----|----|----|-----|-----------------------|------|
| | cm | CaCl ₂ | g/Kg | mg/l | mmolc/dm ³ | | | | | | | % | mg/dm ³ | | | | | mmolc/dm ³ | % |
| Topo | 0-20 | 5,3 | 29 | 6 | 29 | 1,9 | 27 | 13 | 42 | 1 | 71 | 59 | 0,32 | 2,4 | 52 | 30 | 1,6 | 42 | 2,4 |
| | 0-40 | 4,8 | 8 | 1 | 28 | 1,5 | 11 | 8 | 21 | 2 | 49 | 42 | 0,27 | 1,7 | 37 | 20 | 0,5 | 23 | 8,7 |
| Meio | 0-20 | 4,8 | 26 | 2 | 32 | 2,6 | 11 | 9 | 23 | 2 | 55 | 41 | 0,25 | 1,5 | 45 | 18 | 0,7 | 21 | 9,5 |
| | 0-40 | 4,5 | 3 | 1 | 30 | 1,6 | 6 | 6 | 14 | 2 | 44 | 31 | 0,23 | 1,1 | 30 | 14 | 0,4 | 21 | 9,5 |
| Base | 0-20 | 4,6 | 10 | 1 | 36 | 2,2 | 10 | 9 | 21 | 3 | 57 | 37 | 0,19 | 2,4 | 52 | 12 | 0,5 | 14 | 21,4 |
| | 0-40 | 4,7 | 4 | 1 | 28 | 1,5 | 10 | 8 | 20 | 2 | 48 | 41 | 0,40 | 1,4 | 30 | 5 | 0,2 | 20 | 10,0 |

(MO = Matéria Orgânica, S.B. = Soma de Bases, CTC = Capacidade de Troca de Cátions, V% = Saturação por base, m = saturação por alumínio)

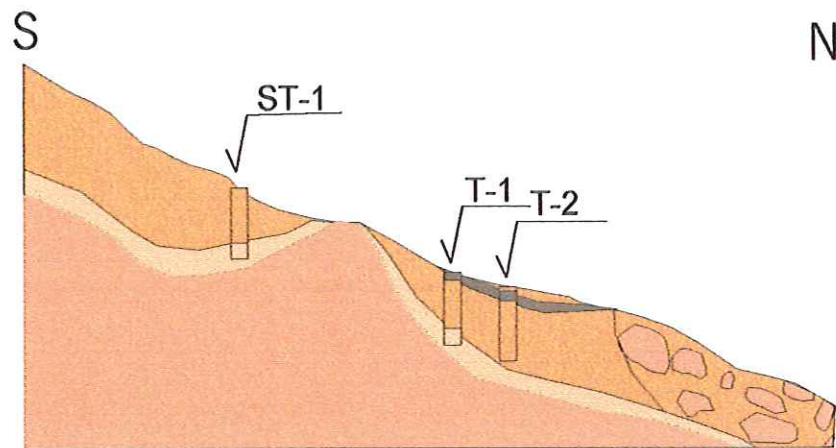
SB = Ca²⁺ + Mg²⁺ + K⁺; CTC = SB + (H + Al); V% = SB/CTC x 100

De acordo com as análises químicas realizadas com as demais amostras do solo, observou-se o caráter distrófico do mesmo. Tanto para as amostras da meia encosta, como da base, foram observados baixos teores disponíveis de fósforo e níveis médios e elevados de acidez ativa. Já os teores de potássio, cálcio e magnésio trocáveis podem ser considerados como médios a bons, porém insuficientes para atingirem o valor de 50% de saturação das bases (Tabela 5.3).

Apesar do caráter distrófico do solo, os teores médios de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} permitem que para o plantio seja feita apenas a adubação com NPK. Desta maneira, a recomendação é de que no momento do plantio sejam aplicados 100 g de P_2O_5 (na forma de termofosfato ou de fosfato natural de maior reatividade) na cova de plantio (30x30x40cm). Cerca de 30 a 60 dias após o plantio, ainda no período chuvoso, recomenda-se a aplicação, em cobertura e na forma de coroamento, de 60 g de N e 50 g de K_2O por planta, na forma de sulfato de amônio e cloreto de potássio, respectivamente.

Para a caracterização granulométrica do solo foram retiradas cinco amostras diferenciadas. As amostras foram retiradas no furo de sondagem ST-1 (0 – 0,6m), na trincheira T-1 correspondente ao horizonte B incipiente (0,2 – 0,7m) e trincheira T-2 (0 – 0,1m; 0,3 – 0,6m e 0,6 – 0,9m), conforme Figura 24.

As Figuras 13, 14 e 15 mostram as representações gráficas para as amostras coletadas.



Escala vertical 1:100; Escala horizontal 1:2000

- Horizonte A proeminente a moderado
- Horizonte B incipiente
- Horizonte C saprolito
- Rocha alterada
- Depósito de talus

Figura 12: Perfil N-S da área de estudo ressaltando as estruturas pedológicas

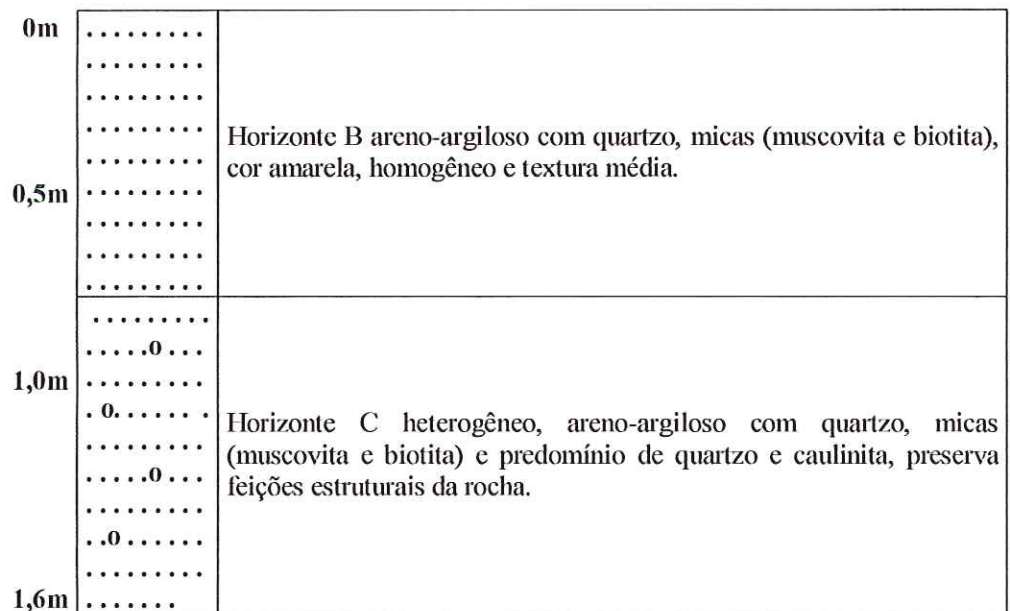


Figura 13: Representação Gráfica: ST-1 (Coordenadas UTM – 0456573 E; 7374700 N)

| | | |
|------|-------------|---|
| 0m | x x x x x x | Horizonte A proeminente cor escura |
| 0,5m | | Horizonte B areno-argiloso com quartzo, micas (muscovita e biotita), homogêneo e textura argilosa |
| | | |
| | | |
| | | |
| | .. | |
| 1,0m |0.... | Horizonte C heterogêneo, areno-argiloso com quartzo, micas (muscovita e biotita) predomínio de quartzo e biotita, preserva fragmentos e bandamento estrutural da rocha (saprolito). |
| | | |
| | 0..... | |
| |0.... | |
| 1,5m | | |
| | .0..... | |
| | | |

Figura 14: Representação Gráfica: T-1 (Coordenadas UTM - 0456580 E; 7374787 N)

| | | |
|------|-----------|---|
| 0m | | Horizonte B areno-argiloso homogêneo com quartzo e micas, cor amarelo claro e textura média. |
| | | |
| 0,5m | x x x x x | Horizonte A orgânico, homogêneo, cor marrom escuro, granulação média grossa e textura média. |
| | x x x x x | |
| | x x x x x | |
| 1,5m | | Horizonte B areno-argiloso, homogêneo, cor marrom clara, preserva horizontes com fragmentos da rocha de origem e apresenta textura média. |
| | | |
| | | |
| | | |
| |0.. | |
| | 0..... | |
| |0.. | |
| | | |

Figura 15: Representação Gráfica: T - 2 (Coordenadas UTM - 0456557 E; 7374810 N)

A Tabela 5.4 apresenta os resultados das análises granulométricas realizadas na área de estudo.

Tabela 5.4 – Resultados das análises granulométricas realizadas na área de estudo

| Amostra | Prof. (m) | Argila % | Silte % | Areia | | | | | Total % | Cascalho % |
|---------|--------------|-------------|------------|---------|--------|--------|--------|---------|------------|---------------|
| | | | | MG % | G % | M % | F % | MF % | | |
| ST-01 | 0,0-0,6 | 20 | 18 | 12 | 16 | 11 | 7 | 4 | 50 | 10 |
| T-01 | 0,2-0,7 | 40 | 11 | 7 | 16 | 10 | 8 | 4 | 45 | 3 |
| T-02/1 | 0,0-0,1 | 21 | 17 | 9 | 18 | 16 | 7 | 6 | 56 | 6 |
| T-02/2 | 0,3-0,6 | 25 | 14 | 9 | 19 | 13 | 11 | 5 | 57 | 4 |
| T-02/3 | 0,6-0,9 | 23 | 13 | 7 | 20 | 14 | 10 | 6 | 57 | 6 |

MG – média-grossa; G – grossa; M – média; F – fina; MF – média-fina)

Com base nas análises granulométricas efetuadas, constatou-se que na área de estudo predomina a textura média, com exceção da trincheira T-1 (0,2-0,7m) que apresentou valores acima de 40% de argila (textura argilosa). O cascalho apresentou-se abaixo de 10%, e de maneira geral, a coloração do solo é bruno alaranjada.

A mineralogia predominante são grãos angulosos de quartzo de granulação média a grossa, com micas, principalmente muscovita e biotita, também de granulação média. De maneira geral, mais que 5% são minerais primários e o horizonte C saprolítico apresenta estruturação em bandas de leucossoma pegmatóide. É possível, ainda, reconhecer no horizonte B incipiente, fragmentos da rocha alterada e bolsões de biotita alterada.

Conforme o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo (Oliveira *et. al*, 1999), escala 1:500.000, na região em estudo, predomina a seguinte associação de solo: CX10 - Cambissolo Háptico distrófico A moderado e proeminente, com relevo forte ondulado e montanhoso, mais Latossolos Vermelho-Amarelo distrófico A moderado, em relevo forte ondulado e montanhoso, ambos com textura argilosa.

Na sondagem ST-1 (topo da vertente) o horizonte A não está presente, o horizonte B apresentou espessuras em torno de 60cm e o restante formado por solo residual saprolítico.

Nas trincheiras T-1 e T-2 são reconhecidos três horizontes distintos, o horizonte A com espessura inferior a 20cm, horizonte B incipiente com espessura em torno de 60 – 70cm, que repousa sobre o horizonte saprolítico.

A Foto 12 ilustra os horizontes na Trincheira T-1.



Foto 12 – Foto mostrando os três horizontes na Trincheira T-1. Foto do autor, nov (2004).

A trincheira T-2, em relação a todos os perfis, foi a que apresentou maior espessura do horizonte A, no entanto, curiosamente, este horizonte se apresenta encoberto por uma camada de cerca de 20cm e textura média.

A Foto 13 mostra o horizonte A encoberto por uma camada do horizonte B, na Trincheira T-2.



Foto 13 – Foto mostrando o horizonte A encoberto por uma camada do horizonte B. Foto do autor, nov (2004).

É possível apresentar as seguintes observações:

- a caracterização morfológica caracterizou três horizontes na área estudada: (a) horizonte superficial A moderado; (b) horizonte B incipiente; e, (c) horizonte C saprolítico;
- a Trincheira T-1 mostra o contato irregular do horizonte B incipiente com o horizonte C saprolítico, além da pequena espessura (<10cm) do horizonte A. Há um aumento significativo da fração argila e silte para o horizonte B incipiente, em comparação com os demais;
- é possível observar na Trincheira T-2 que existe uma camada arenosa de cor amarelada sobre um horizonte de cor escura. No entanto, não é possível verificar, pela análise granulométrica, uma relação significativa entre os dois horizontes, que são distintos pela cor. Tem havido a ocorrência de processos erosivos recentes, com sedimentação residual de material arenoso do topo da vertente, que apresenta o mesmo aspecto de cor e granulação, principalmente no ponto T-2, que por situar-se em pé de encosta, tem recebido um aporte sedimentar do topo da vertente.
- o perfil ST-1 do topo da vertente apresenta-se homogêneo com textura média, de cor amarela;

- a mineralogia do solo apresenta mais de 5% de minerais primários, com predomínio de quartzo, muscovita e biotita, sendo que os demais são hidróxidos não distintos a olho nu.

5.3 - Caracterização fitossociológica

5.3.1- Caracterização da clareira da área de estudo

Foram amostradas 266 indivíduos distribuídos em 40m², estes foram separados em 73 morfo-espécies. Destas, 46 (63,0%) foram identificadas em nível de espécie, 21 (28,77%) de gênero, 6 (8,23%) de família.

As espécies identificadas pertencem a 41 famílias e 5 formas de vida, como mostra a Tabela 5.5.

Tabela 5.5 - Lista de espécies amostradas no estrato das plântulas, classificadas quanto à forma de vida

| Família/Espécie | Forma de vida |
|----------------------------------|---------------|
| Acanthaceae | |
| <i>Acanthaceae sp</i> | herbácea |
| <i>Aphelandra ornata</i> | herbácea |
| <i>Justicia sp.</i> | herbácea |
| <i>Teliostachya diffusa</i> | herbácea |
| Annonaceae | |
| <i>Duguetia lanceolata</i> | Arbórea |
| <i>Guatteria australis</i> | Arbórea |
| Arecaceae | |
| <i>Anthurium penthaphyllum</i> | Epífita |
| <i>Anthurium sp.</i> | Epífita |
| <i>Euterpe edulis</i> | Arbórea |
| Aspleniaceae | |
| <i>Asclepiadaceae sp1.</i> | Liana |
| <i>Asplenium sp.</i> | Epífita |
| <i>Eupatorium sp</i> | Arbustiva |
| <i>Vernonia discolor</i> | Arbustiva |
| Bignoniaceae | |
| <i>Tabebuia cassinooides</i> | Arbórea |
| Bombacaceae | |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> | Arbórea |
| Chrysobalanaceae | |
| <i>Licania sp.</i> | Arbórea |
| | Continua ... |

Continuação

Commelinaceae*Commelina sp.* Herbácea*Dichorisandra thyrsiflora* Herbácea**Compositae***Mikania sp.* Liana**Convolvulaceae***Ipomoea sp* Liana**Cyperaceae***Scleria plusiophylla* Herbácea**Dioscoreaceae***Dioscora multiflora* Liana**Euphorbiaceae***Alchornea glandulosa* Arbórea*Hyeronima alchorneooides* Arbórea**Gesneriaceae***Codonante devosiana* Epífita**Lauraceae***Nectandra grandiflora* Arbórea*Nectandra oppositifolia* Arbórea*Ocotea dispersa* Arbórea**Lecythidaceae***Cariniana legalis* Arbustiva**Leguminosae***Albizia hassleri* Arbórea*Hymenaea sp.* Arbórea*Inga marginata* Arbórea*Piptadenia gonoacantha* Arbórea**Loganiaceae***spigelia beyrichiana* Herbácea**Magnoliaceae***Talauma ovata* Arbórea**Malpighiaceae***Tetrapterys sp.* Liana**Malvaceae***Pavonia schiedeana* Arbustiva

Continua ...

Continuação

Maranthaceae

| | |
|---------------------------|----------|
| <i>Maranta bicolor</i> | Herbácea |
| <i>Maranta divaricata</i> | Herbácea |
| <i>Maranthaceae sp.</i> | Herbácea |

Marcgraviaceae

| | |
|----------------------------|-------|
| <i>Marcgravia polyatha</i> | Liana |
|----------------------------|-------|

Melastomataceae

| | |
|--------------------------------|---------|
| <i>Miconia sp.</i> | Arbórea |
| <i>Tibouchina estrellensis</i> | Arbórea |

Meliaceae

| | |
|---------------------------|---------|
| <i>Guarea macrophylla</i> | Arbórea |
| <i>Trichilia pallens</i> | Arbórea |

Mircinaceae

| | |
|---------------------------|---------|
| <i>Myrcia richardiana</i> | Arbórea |
| <i>Myrcia rostrata</i> | Arbórea |

Monmiaceae

| | |
|--------------------------|---------|
| <i>Mollinedia uleana</i> | Arbórea |
|--------------------------|---------|

Moraceae

| | |
|----------------------|---------|
| <i>Ficus enormis</i> | Arbórea |
|----------------------|---------|

Myrtaceae

| | |
|----------------------------------|---------|
| <i>Calythranthes grandiflora</i> | Arbórea |
| <i>Calythranthes lucida</i> | Arbórea |
| <i>Eugenia cerasiflora</i> | Arbórea |
| <i>Eugenia sp. 1</i> | Arbórea |
| <i>Gomidesia sp. 1</i> | Arbórea |

Orchidaceae

| | |
|----------------------|---------|
| <i>Orchidaceae 1</i> | Epífita |
| <i>Orchidaceae 2</i> | Epífita |

Piperaceae

| | |
|----------------------|-----------|
| <i>Peperomia sp.</i> | Epífita |
| <i>Piper sp. 2</i> | Arbustiva |
| <i>Piper sp.1</i> | Arbórea |

Poaceae

| | |
|----------------------------|----------|
| <i>Melitis minutiflora</i> | Herbácea |
|----------------------------|----------|

Rubiaceae

| | |
|----------------------------------|-------------|
| <i>Coccocypselum cordifolium</i> | Herbácea |
| <i>Malanea forsteronioides</i> | Liana |
| <i>Psychotria cf sessilis</i> | Arbustiva |
| <i>Rubiaceae 1</i> | Herbácea |
| <i>Rudgea sp.</i> | Arbórea |
| | Continua... |

| | |
|-------------------------------------|---------|
| Continuação | |
| Rutaceae | |
| <i>Pilocarpus</i> sp. | Arbórea |
| Sapindaceae | |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | Arbórea |
| <i>Paullinia</i> cf. <i>trigona</i> | Liana |
| <i>Serjania</i> sp. | Liana |
| Sapotaceae | |
| <i>Chrysophyllum inornatum</i> | Arbórea |
| <i>Pouteria</i> sp. | Arbórea |
| Smilacaceae | |
| <i>Smilax</i> sp. | Liana |
| Solanaceae | |
| <i>Solanum pseudo-quina</i> | Arbórea |

As famílias mais ricas foram Myrtaceae e Rubiaceae com 5 espécies de cada família, representados principalmente, por indivíduos arbóreos e herbáceos. A maioria das famílias esteve representada por uma ou duas espécies correspondendo a 58,3% do total.

Quatro espécies, *Melitis minutiflora*, *Scleria plusiophylla*, *Maranthaceae* sp., *Calyptantes grandiflora* e representaram 36,84% do total dos registros, onde *Melitis minutiflora* teve a maior porcentagem de ocorrência (19,55%), e representa uma importante invasora da clareira.

A Figura 16 mostra a distribuição do número de indivíduos por unidade amostral e ilustra a diferença numérica entre as unidades amostrais instaladas no interior do fragmento (em verde), e na clareira (em amarelo). Esta diferença é ainda maior quando a análise é feita em diversidade de espécies.

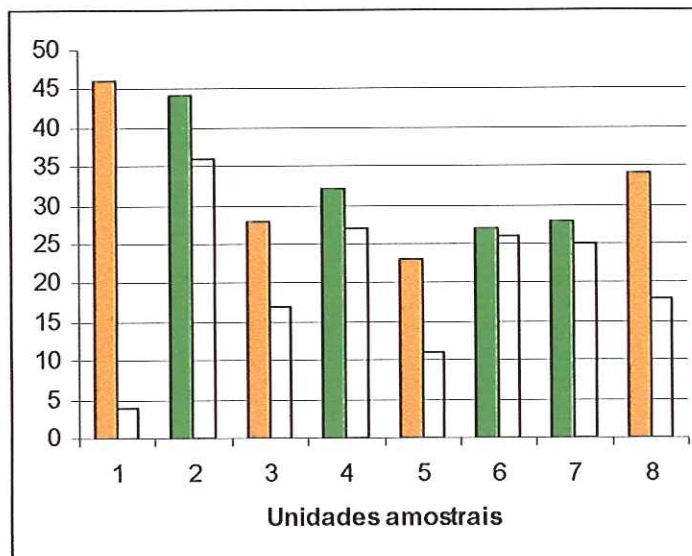


Figura 16 - Número de indivíduos (barra cheia) e espécies (barra branca) por unidade amostral. Laranja – unidades amostrais instaladas na clareira. Verde – unidades amostrais instaladas no interior do fragmento florestal.

O número médio de indivíduos nas unidades instaladas na clareira é de 2,1 indivíduos por unidade, e nas unidades instaladas na mata é de 3,25 indivíduos por unidade amostral, porém, em diversidade, 77,8% das espécies amostradas encontram-se nas unidades amostrais do interior da mata e, somente 22,2% foram encontradas nas unidades amostrais instaladas na clareira. A espécie responsável por tal diferença é a *Melitis minutiflora* que teve 52 indivíduos amostrados, todos na área de clareira.

O número de espécies determinadas somente até ao nível de gênero e família foi condicionado pelo escasso material de descrição e taxonomia de plântulas, e a grande diferença que estes indivíduos apresentam dos indivíduos adultos.

O grande número e espécies herbáceas e pioneiras na área de clareira é explicado por La Cruz & Dirzo (1987) que mostraram em seu trabalho que a tendência de plantas de vida curta, isto é, herbáceas e pioneiras, terem maior quantidade de danos que aquelas de vida longa, como as secundárias e climáticas. Folhas de plantas pioneiras são consumidas 6 vezes mais rápido, pois são menos fibrosas, tem menor concentração de tanino e maior valor nutricional para os herbívoros (Coley, 1987). Grande parte dos danos em plântulas – algo em torno de 80% - é provocado por insetos, principalmente formigas (Dirzo, 1987; La Cruz & Dirzo, 1987).

A diferença de diversidade de espécies entre a clareira e o interior do fragmento florestal sugere que espécies com hábito invasor, como *Melitis minutiflora* e *Scleria phusiophylla*, podem impedir a penetração da chuva de sementes e dificultar a

germinação das sementes que, eventualmente, conseguem chegar até o solo. Para a recuperação da clareira, a ausência de manejo pode retardar o processo de revegetação que pode acontecer naturalmente, porém de maneira muito lenta.

A presença abundante de formigas na clareira pode ser outro fator que esteja impedindo a germinação de sementes. Estudos de Reis et al. (1999) mostram que a predação por formigas é um importante fator da não germinação de sementes do banco de sementes de clareiras em processo de regeneração.

Portanto, tanto o manejo de *Melitis minutiflora* e *Scleria phusiophylla* como um estudo que direcione o manejo das formigas na clareira são altamente recomendados para acelerar o processo de recuperação vegetal da clareira em questão.

5.3.2- Caracterização da área de entorno

Foram amostrados 200 indivíduos, distribuídos em 29 famílias, 55 gêneros e 73 espécies (Tabela 5.6). As famílias que apresentaram maiores riquezas em espécies foram: foram Myrtaceae (14 espécies), Leguminosae (8) e Lauraceae (6), totalizando 38,4% das espécies amostradas. A Tabela 5.7 mostra os dados numéricos das espécies amostradas no estudo fitossociológico.

Estas famílias são bem característica para as florestas no Estado de São Paulo; a riqueza, porém, varia conforme a formação considerada, grau de perturbação e estrato considerado.

De uma maneira geral, Leguminosae e Lauraceae são típicas do dossel e emergentes; Rubiaceae, Myrtaceae e Melastomataceae têm destaque no sub-bosque; Euphorbiaceae e Sapindaceae participam dos dois estratos e Solanaceae é freqüente em áreas perturbadas, em bordas de matas (Mantovani, 1993).

Para a floresta ombrófila densa montana (Mata Atlântica), Sapotaceae, Vochysiaceae, Apocynaceae, Elaeocarpaceae, Moraceae, Chrysobalanaceae e Arecaceae acrescentam-se a este grupo, formando as famílias mais representativas deste tipo de vegetação. Segundo Mantovani (1993), estas famílias tm se destacado em áreas preservadas da floresta ombrófila densa no estado de São Paulo. Neste trabalho não foram amostrados indivíduos de Vochysiaceae, Apocynaceae e Elaeocarpaceae.

Em nível de gênero, destacaram-se *Nectandra* e *Eugenia* com 5 espécies cada, e *Myrcia* (3). Estes gêneros foram citados por Mantovani (1993) como possuidores de riqueza alta de espécies para as florestas da encosta atlântica.

Tabela 5.6 - Espécies amostradas no estudo fitossociológico realizado na Base de Pesquisa da Universidade São Marcos (São Sebastião - SP), utilizando-se o método de quadrantes-centrados. Categoria sucessional (CS): P=pioneira, NP= não pioneira; síndrome de dispersão (SD): ANE=anemocórica, AUT=autocórica, ZOO=zoocórica

| Família – Espécie | | CS | SD | Nome popular |
|----------------------------------|----------------------|----|-----|------------------|
| Annonaceae | | | | |
| <i>Duguetia lanceolata</i> | A. St.- Hil. | P | ZOO | araticum |
| <i>Guatteria australis</i> | A. St.- Hil. | NP | ZOO | araticum |
| <i>Rollinia sericea</i> | R. E. Fries | NP | ZOO | pindaíba |
| Arecaceae | | | | |
| <i>Bactris setosa</i> | Mart. | NP | ZOO | tucum |
| <i>Euterpe echulis</i> | Mart. | NP | ZOO | palmito, jussara |
| Asteraceae | | | | |
| <i>Vernonia discolor</i> | (Spreng.) Less. | P | ANE | vassourão |
| Bignoniaceae | | | | |
| <i>Jacarandá micrantha</i> | (Aubl.) A. DC. | NP | ANE | jacarandá |
| <i>Tabebuia cassinooides</i> | (Lam) DC. | P | ANE | caixeta |
| Bombacaceae | | | | |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> | (Cav.) A. Rob. | NP | ANE | imbituçu |
| Caricaceae | | | | |
| <i>Jacaratia spinosa</i> | A. DC. | P | ZOO | fruta-de-vcado |
| Chrysobalanaceae | | | | |
| <i>Licania hoehnei</i> | Pilger | NP | ZOO | |
| <i>Licania sp.</i> | | NP | ZOO | |
| Euphorbiaceae | | | | |
| <i>Alchornea glandulosa</i> | Poepp. & Endl. | P | ZOO | tapiá |
| <i>Hyeronima alchorneoides</i> | Fr. All. | NP | ZOO | aricurana |
| Flacourtiaceae | | | | |
| <i>Casearia sylvestris</i> | Sw. | P | ZOO | guaçatonga |
| Lauraceae | | | | |
| <i>Licaria armeniaca</i> | (Nees) Koesterm. | NP | ZOO | |
| <i>Nectandra grandiflora</i> | Nees & Mart. ex Nees | NP | ZOO | canela |
| <i>Nectandra membranaceae</i> | (Swartz) Griseb. | NP | ZOO | canela |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | H.B.K. | NP | ZOO | canela |
| <i>Nectandra puberula</i> | Nees | NP | ZOO | canela |
| <i>Ocotea dispersa</i> | (Nees) Mez | NP | ZOO | canela |

Continua ...

Continuação

Lecythidaceae

Cariniana legalis (Mart.) Kuntze NP ANE jequitibá

Continuação

Leguminosae

Albizia hassleri Hochne P ANE farinha-seca

Dahlstedtia pinatta (Benth.) Malme NP ANE

Holocalyx balsamiae Mich. NP ANE alecrim-de-

campinas

Hymenaea sp. NP ZOO

Inga edwalli Willd. P ZOO ingá

Inga marginata Cham. P ANE ingá

Piptadenia gonocantha (Mart.) Macbr. P ANE pau-jacaré

Schizolobium parahyba (Vell.) Blake P ANE guapuruvu, fcheira

Magnoliaceae

Talauma ovata A. St.- Hil. NP ZOO pinha-d'água

Meliaceae

Guarea macrophylla Vahl. NP ZOO marinho

Trichila silvatica DC. NP ZOO

Trichilia pallens C. DC. NP ZOO

Melastomataceae

Miconia latecrenata Perkins P ZOO pixirica

Miconia sp. P ZOO

Tibouchina estrellensis (Raddi) Cogn. P ZOO

Myristicaceae

Virola oleifera (Schott) A. C. Smith NP ZOO

Monimiaceae

Mollinedia uleana Miq. NP ZOO

Moraceae

Ficus enormis (Mart. ex Miq.) Miq. NP ZOO

Myrtaceae

Calypthranthes grandiflora O. Berg. NP ZOO murta

Calypthranthes lucida Mart. ex DC. NP ZOO murta

Campomanesia xantocarpa O. Berg. NP ZOO murta

Eugenia cerasiflora Kurtz NP ZOO murta

Eugenia cf. *multicostata* Legrand NP ZOO murta

Eugenia sp. 1 NP ZOO murta

Eugenia sp. 2 NP ZOO murta

Eugenia veriflora NP ZOO murta

Gomidesia sp. 1 NP ZOO murta

Gomidesia sp. 2 NP ZOO murta

Marlierea parviflora Naud. NP ZOO murta

Myrcia cf. *pubipetala* Miq. NP ZOO murta

Myrcia richardiana DC. NP ZOO murta

Continua ...

Continuação

| | | | | |
|-----------------------------------|--|----|-----|---------------|
| <i>Myrcia rostrata</i> | DC. | NP | ZOO | murta |
| Nyctaginaceae | | | | |
| <i>Guapira opposita</i> | Vell. | NP | ZOO | maria-mole |
| Piperaceae | | | | |
| <i>Piper miquelianum</i> | C. DC. | NP | ZOO | |
| <i>Piper</i> sp. | | NP | ZOO | |
| Rubiaceae | | | | |
| <i>Alibertia myrcifolia</i> | (Spruce ex Schumann) Schumann | NP | ZOO | marmelo |
| <i>Coussarea contracta</i> | (Walp.) Benth. & Hook. ex Muell. Arg. | NP | ZOO | |
| <i>Psychotria mapoureoides</i> | DC. | NP | ZOO | |
| <i>Rudgea</i> sp. | | NP | ZOO | |
| Rutaceae | | | | |
| <i>Conchocarpus fontanesianus</i> | | NP | ZOO | |
| <i>Pilocarpus</i> sp. | | NP | ZOO | |
| Sapindaceae | | | | |
| <i>Allophylus edulis</i> | (A. St. Hil.) Radlk | NP | ZOO | chau-chau |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | Mart. | NP | ZOO | cuvatã |
| Sapotaceae | | | | |
| <i>Chrysophyllum inornatum</i> | Mart. | NP | ZOO | aguai |
| <i>Ecclinusa ramiflora</i> | Mart. | NP | ZOO | |
| <i>Pouteria</i> sp. | | NP | ZOO | |
| Solanaceae | | | | |
| <i>Solanum argenteum</i> | Dunal | P | ZOO | |
| <i>Solanum pseudo-quina</i> | A. St.- Hil. | P | ZOO | joá-de-árvore |
| Symplocaceae | | | | |
| <i>Symplocos celastrinea</i> | Mart. ex Miq. | NP | ZOO | |
| Urticaceae | | | | |
| <i>Urera baccifera</i> | (L.) Gaudich. | P | ZOO | Urtiga |

Tabela 5.7 - Dados numéricos das espécies amostradas no estudo fitossociológico realizado na Base de Pesquisa da Universidade São Marcos, São Sebastião (SP), utilizando-se o método de quadrantes-centrados. NI: número de indivíduos; NO: número de ocorrências; AB: área basal

| Espécie | NI | % | NO | % | AB (m ²) | % |
|-------------------------------------|----|------|----|----|----------------------|-------|
| <i>Guapira opposita</i> | 20 | 10,0 | 15 | 30 | 0,3523 | 4,94 |
| <i>Trichilia pallens</i> | 11 | 5,5 | 6 | 12 | 0,1090 | 1,53 |
| <i>Guatteria australis</i> | 8 | 4,0 | 3 | 6 | 0,7408 | 10,39 |
| <i>Guarea macrophylla</i> | 8 | 4,0 | 5 | 10 | 0,0896 | 1,26 |
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> | 7 | 3,5 | 5 | 10 | 0,4956 | 6,95 |
| <i>Nectandra puberula</i> | 6 | 3,0 | 5 | 10 | 0,8322 | 11,67 |
| <i>Symplocos celastrinea</i> | 6 | 3,0 | 4 | 8 | 0,3417 | 4,79 |
| <i>Calypthranthes grandiflora</i> | 5 | 2,5 | 4 | 8 | 0,1122 | 1,57 |
| <i>Tabebuia cassinoides</i> | 5 | 2,5 | 5 | 10 | 0,0412 | 0,58 |
| <i>Talauma ovata</i> | 5 | 2,5 | 3 | 6 | 0,0696 | 0,98 |
| <i>Inga edwalli</i> | 5 | 2,5 | 2 | 4 | 0,0445 | 0,62 |
| <i>Eugenia</i> sp. 2 | 4 | 2,0 | 4 | 8 | 0,3114 | 4,37 |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> | 4 | 2,0 | 4 | 8 | 0,0332 | 0,47 |
| <i>Hymenaea</i> sp. | 4 | 2,0 | 4 | 8 | 0,0288 | 0,40 |
| <i>Solanum argenteum</i> | 4 | 2,0 | 3 | 6 | 0,0481 | 0,67 |
| <i>Licaria armeniaca</i> | 4 | 2,0 | 3 | 6 | 0,0259 | 0,36 |
| <i>Licania hoehnei</i> | 4 | 2,0 | 2 | 4 | 0,0419 | 0,59 |
| <i>Schizolobium parahyba</i> | 3 | 1,5 | 3 | 6 | 1,0061 | 14,11 |
| <i>Solanum pseudo-quina</i> | 3 | 1,5 | 2 | 4 | 0,1678 | 2,35 |
| <i>Trichila silvatica</i> | 3 | 1,5 | 3 | 6 | 0,0721 | 1,01 |
| <i>Marlierea parviflora</i> | 3 | 1,5 | 3 | 6 | 0,0714 | 1,00 |
| <i>Eugenia</i> sp. 1 | 3 | 1,5 | 3 | 6 | 0,0260 | 0,36 |
| <i>Conchocarpus fontanesianus</i> | 3 | 1,5 | 2 | 4 | 0,0543 | 0,76 |
| <i>Eugenia cerasiflora</i> | 3 | 1,5 | 2 | 4 | 0,0473 | 0,66 |
| <i>Calypthranthes lucida</i> | 3 | 1,5 | 2 | 4 | 0,0207 | 0,29 |
| <i>Piper</i> sp. | 3 | 1,5 | 2 | 4 | 0,0174 | 0,24 |
| <i>Hyeronima alchorneoides</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,1575 | 2,21 |
| <i>Alchornea glandulosa</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,1273 | 1,79 |
| <i>Cariniana legalis</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,1242 | 1,74 |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0772 | 1,08 |
| <i>Piper miquelianum</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0526 | 0,74 |
| <i>Ecclinusa ramiflora</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0514 | 0,72 |
| <i>Pouteria</i> sp. | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0176 | 0,25 |
| <i>Vernonia discolor</i> | 2 | 1,0 | 1 | 2 | 0,0623 | 0,87 |
| <i>Miconia</i> sp. | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0122 | 0,17 |
| <i>Euterpe edulis</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0112 | 0,16 |
| <i>Chrysophyllum inornatum</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0093 | 0,13 |
| <i>Ocotea dispersa</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0088 | 0,12 |
| <i>Duguetia lanceolata</i> | 2 | 1,0 | 2 | 4 | 0,0081 | 0,11 |
| <i>Inga marginata</i> | 2 | 1,0 | 1 | 2 | 0,0247 | 0,35 |
| <i>Myrcia rostrata</i> | 2 | 1,0 | 1 | 2 | 0,0153 | 0,21 |
| <i>Pilocarpus</i> sp. | 2 | 1,0 | 1 | 2 | 0,0062 | 0,09 |
| <i>Ficus enormis</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,5801 | 8,14 |
| <i>Albizia hassleri</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,1387 | 1,95 |
| <i>Myrcia</i> cf. <i>pubipetala</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0796 | 1,12 |
| <i>Virola oleifera</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0562 | 0,79 |
| <i>Rollinia sericea</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0460 | 0,65 |

Contnua...

Continuação

| | | | | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|-------|--------|------|
| <i>Eugenia cf. multcostata</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0368 | 0,52 |
| <i>Eugenia veriflora</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0368 | 0,52 |
| <i>Nectandra membranacea</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0287 | 0,40 |
| <i>Psychotria mapoureoides</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0199 | 0,28 |
| <i>Tibouchina estrellensis</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0191 | 0,27 |
| <i>Jacaratia spinosa</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0140 | 0,20 |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0140 | 0,20 |
| <i>Licania sp.</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0103 | 0,14 |
| <i>Bactris setosa</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0103 | 0,14 |
| <i>Casearia sylvestris</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0097 | 0,14 |
| <i>Holocalyx balansae</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0087 | 0,12 |
| <i>Campomanesia xantocarpa</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0087 | 0,12 |
| <i>Rudgea sp.</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0087 | 0,12 |
| <i>Nectandra grandiflora</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0050 | 0,07 |
| <i>Jacaranda micrantha</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0042 | 0,06 |
| <i>Urera baccifera</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0038 | 0,05 |
| <i>Dahlstedtia pinatta</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0032 | 0,04 |
| <i>Myrcia richardiana</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0029 | 0,04 |
| <i>Coussarea contracta</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0029 | 0,04 |
| <i>Miconia latecrenata</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0023 | 0,03 |
| <i>Mollinedia uleana</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0023 | 0,03 |
| <i>Indeterminada</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0023 | 0,03 |
| <i>Gomidesia sp. 1</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0020 | 0,03 |
| <i>Gomidesia sp. 2</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0020 | 0,03 |
| <i>Alibertia myrcifolia</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0020 | 0,03 |
| <i>Allophyllus edulis</i> | 1 | 0,5 | 1 | 2 | 0,0018 | 0,03 |
| Total | 200 | 100 | 100 | 100,0 | | |

A priori, todas as 73 espécies podem ser indicadas para a recomposição de áreas degradadas do local. É interessante a instalação de um viveiro de mudas, pois nessa mata e nas outras situadas próximas, existem árvores que podem servir de matrizes. Poderão ser feitas coletas de sementes e frutos, observando-se a fenologia dessas espécies. Para boa parte das espécies amostradas, já existem informações técnicas suficientes para se obter mudas a partir de sementes. Para as demais serão necessários estudos fisiológicos, incluindo, por exemplo, a quebra de dormência.

Categoria sucessional

Considerando-se a exigência de luz e grau de tolerância à sombra nas fases de germinação, crescimento e desenvolvimento das plantas, as espécies foram classificadas em dois grupos: pioneiras e não pioneiras. Esta classificação auxilia na seleção de

espécies a serem indicadas para a recomposição vegetal, pois muitos modelos fazem distinção das espécies, considerando-se, no mínimo, esses dois grupos.

Neste trabalho foram amostradas 17 espécies pioneiras (24%) e 55 (76%) não pioneiras. Entre as pioneiras, podemos destacar o pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), joá-de-árvore (*Solanum argenteum*), o guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), o vassourão (*Vernonia discolor*) e pixiricas (*Miconia* spp.), todas muito comuns e características de matas em estágios iniciais de regeneração e também nas clareiras e bordas de mata.

Considerando-se o total de indivíduos amostrados (200), 43 árvores ou 21,5% pertencem ao grupo das pioneiras enquanto que 157 ou 78,5% pertencem ao grupo das não pioneiras. Isto nos permite classificar esta vegetação em estágio médio/avançado de regeneração secundária.

Síndromes de dispersão

O tipo de dispersão dos frutos e das sementes também deve ser considerado no momento da seleção das espécies para a recomposição vegetal. Os frutos e as sementes são importantes como recursos alimentares para a fauna local, ao mesmo tempo que esta promove a dispersão dos mesmos.

Do total de espécies amostradas, 61 (84,7%) são zoocóricas e 11 (15,3%) anemocóricas. Entre as espécies zoocóricas, podemos destacar o palmito (*Euterpe edulis*), murtas (*Eugenia* spp., *Myrcia* spp.), canelas (*Nectandra* spp.), pixirica (*Miconia* spp.) e chau-chau (*Allophylus edulis*). Entre as anemocóricas têm-se o guapuruvu (*Schizolobium parahyba*), o pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) e o vassourão (*Vernonia discolor*); essas são pioneiras, sendo importantes na ocupação/regeneração de áreas abertas, onde a fauna é escassa.

Estrutura

A vegetação analisada possui diâmetro de $16 \pm 14,10\text{cm}$ e altura de $8,9 \pm 6,25\text{m}$. Os altos valores para o desvio-padrão revela tratar-se de uma vegetação bastante heterogênea em termos de porte das árvores. A distância média entre árvores é de $2,36\text{m}$ e a área equivalente amostrada é de $0,11\text{ha}$; a densidade total é de $1797,1$ indivíduos por ha. A área basal total foi de $7,13\text{m}^2$ e o volume total de $137,14\text{m}^3$.

O Índice de Shannon (H') foi de $3,938$ nats/indivíduo e a equabilidade (J) foi de $0,918$. O índice H' obtido foi alto comparando-se com outros estudos em formações similares, explicado porém, por abranger várias fisionomias (estudo em gradientes). O valor para a equabilidade aproximando-se de 1, indica uma falta de dominância de espécies, ou seja, uma distribuição razoavelmente equilibrada entre o número de espécies e o de indivíduos. Os dois índices apontam uma diversidade média a alta para a área analisada, esperada para uma região de Mata Atlântica (Melo, 1994).

Tabela 5.8 - Parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas no estudo realizado na Base de Pesquisa da Universidade São Marcos, São Sebastião (SP), utilizando-se o método de quadrantes-centrados, ordenadas segundo o VI (valor de importância); NI (número de indivíduos); NO (número de ocorrências); AB (área basal); DR (densidade relativa); FR (frequência relativa); DoR (dominância relativa); VC (valor de cobertura)

| Espécie | NI | NO | AB | DR | FR | DoR | VC |
|-----------------------------------|----|----|--------|-------|------|-------|-------|
| <i>Guapira opposita</i> | 20 | 15 | 0,3523 | 10,00 | 9,49 | 4,94 | 24,43 |
| <i>Nectandra puberula</i> | 6 | 5 | 0,8322 | 3,0 | 3,16 | 11,67 | 17,84 |
| <i>Schizolobium parahyba</i> | 3 | 3 | 1,0061 | 1,5 | 1,90 | 14,11 | 17,51 |
| <i>Guatteria australis</i> | 8 | 3 | 0,7408 | 4,0 | 1,90 | 10,39 | 16,29 |
| <i>Piptadenia gonocantha</i> | 7 | 5 | 0,4956 | 3,5 | 3,16 | 6,95 | 13,62 |
| <i>Trichilia pallens</i> | 11 | 6 | 0,1090 | 5,5 | 3,80 | 1,53 | 10,83 |
| <i>Symplocos celastrinea</i> | 6 | 4 | 0,3417 | 3,0 | 2,53 | 4,79 | 10,32 |
| <i>Ficus enormis</i> | 1 | 1 | 0,5801 | 0,5 | 0,63 | 8,14 | 9,27 |
| <i>Eugenia</i> sp. 2 | 4 | 4 | 0,3114 | 2,0 | 2,53 | 4,37 | 8,90 |
| <i>Guarea macrophylla</i> | 8 | 5 | 0,0896 | 4,0 | 3,16 | 1,26 | 8,42 |
| <i>Calypthranthes grandiflora</i> | 5 | 4 | 0,1122 | 2,5 | 2,53 | 1,57 | 6,60 |
| <i>Tabebuia cassinoides</i> | 5 | 5 | 0,0412 | 2,5 | 3,16 | 0,58 | 6,24 |
| <i>Talauma ovata</i> | 5 | 3 | 0,0696 | 2,5 | 1,90 | 0,98 | 5,37 |
| <i>Solanum pseudo-quina</i> | 3 | 2 | 0,1678 | 1,5 | 1,27 | 2,35 | 5,12 |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> | 4 | 4 | 0,0332 | 2,0 | 2,53 | 0,47 | 5,00 |
| <i>Hymenaea</i> sp. | 4 | 4 | 0,0288 | 2,0 | 2,53 | 0,40 | 4,94 |
| <i>Solanum argenteum</i> | 4 | 3 | 0,0481 | 2,0 | 1,90 | 0,67 | 4,57 |
| <i>Hyeronima alchorneoides</i> | 2 | 2 | 0,1575 | 1,0 | 1,27 | 2,21 | 4,48 |
| <i>Trichila silvatica</i> | 3 | 3 | 0,0721 | 1,5 | 1,90 | 1,01 | 4,41 |
| <i>Marlierea parviflora</i> | 3 | 3 | 0,0714 | 1,5 | 1,90 | 1,00 | 4,40 |
| <i>Inga edwalli</i> | 5 | 2 | 0,0445 | 2,5 | 1,27 | 0,62 | 4,39 |

Continua

Continuação

| | | | | | | | |
|--|---|---|--------|-----|------|------|------|
| <i>Licaria armeniaca</i> | 4 | 3 | 0,0259 | 2,0 | 1,90 | 0,36 | 4,26 |
| <i>Alchornea glandulosa</i> | 2 | 2 | 0,1273 | 1,0 | 1,27 | 1,79 | 4,05 |
| <i>Cariniana legalis</i> | 2 | 2 | 0,1242 | 1,0 | 1,27 | 1,74 | 4,01 |
| <i>Licania hoehnei</i> | 4 | 2 | 0,0419 | 2,0 | 1,27 | 0,59 | 3,85 |
| <i>Eugenia</i> sp. 1 | 3 | 3 | 0,0260 | 1,5 | 1,90 | 0,36 | 3,76 |
| <i>Conchocarpus fontanesianus</i> | 3 | 2 | 0,0543 | 1,5 | 1,27 | 0,76 | 3,53 |
| <i>Eugenia cerasiflora</i> | 3 | 2 | 0,0473 | 1,5 | 1,27 | 0,66 | 3,43 |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | 2 | 2 | 0,0772 | 1,0 | 1,27 | 1,08 | 3,35 |
| <i>Albizia hassleri</i> | 1 | 1 | 0,1387 | 0,5 | 0,63 | 1,95 | 3,08 |
| <i>Calythranthes lucida</i> | 3 | 2 | 0,0207 | 1,5 | 1,27 | 0,29 | 3,06 |
| <i>Piper</i> sp. | 3 | 2 | 0,0174 | 1,5 | 1,27 | 0,24 | 3,01 |
| <i>Piper miqueliamum</i> | 2 | 2 | 0,0526 | 1,0 | 1,27 | 0,74 | 3,01 |
| <i>Ecclinusa ramiflora</i> | 2 | 2 | 0,0514 | 1,0 | 1,27 | 0,72 | 2,99 |
| <i>Pouteria</i> sp. | 2 | 2 | 0,0176 | 1,0 | 1,27 | 0,25 | 2,51 |
| <i>Vernonia discolor</i> | 2 | 1 | 0,0623 | 1,0 | 0,63 | 0,87 | 2,51 |
| <i>Miconia</i> sp. | 2 | 2 | 0,0122 | 1,0 | 1,27 | 0,17 | 2,44 |
| <i>Euterpe edulis</i> | 2 | 2 | 0,0112 | 1,0 | 1,27 | 0,16 | 2,42 |
| <i>Chrysophyllum inornatum</i> | 2 | 2 | 0,0093 | 1,0 | 1,27 | 0,13 | 2,40 |
| <i>Ocotea dispersa</i> | 2 | 2 | 0,0088 | 1,0 | 1,27 | 0,12 | 2,39 |
| <i>Duguetia lanceolata</i> | 2 | 2 | 0,0081 | 1,0 | 1,27 | 0,11 | 2,38 |
| <i>Myrcia</i> cf. <i>pubipetala</i> | 1 | 1 | 0,0796 | 0,5 | 0,63 | 1,12 | 2,25 |
| <i>Inga marginata</i> | 2 | 1 | 0,0247 | 1,0 | 0,63 | 0,35 | 1,98 |
| <i>Virola oleifera</i> | 1 | 1 | 0,0562 | 0,5 | 0,63 | 0,79 | 1,92 |
| <i>Myrcia rostrata</i> | 2 | 1 | 0,0153 | 1,0 | 0,63 | 0,21 | 1,85 |
| <i>Rollinia sericea</i> | 1 | 1 | 0,0460 | 0,5 | 0,63 | 0,64 | 1,78 |
| <i>Pilocarpus</i> sp. | 2 | 1 | 0,0062 | 1,0 | 0,63 | 0,09 | 1,72 |
| <i>Eugenia</i> cf. <i>multicostata</i> | 1 | 1 | 0,0368 | 0,5 | 0,63 | 0,52 | 1,65 |
| <i>Eugenia veriflora</i> | 1 | 1 | 0,0368 | 0,5 | 0,63 | 0,52 | 1,65 |
| <i>Nectandra membranacea</i> | 1 | 1 | 0,0287 | 0,5 | 0,63 | 0,40 | 1,53 |
| <i>Psychotria mapoureooides</i> | 1 | 1 | 0,0199 | 0,5 | 0,63 | 0,28 | 1,41 |
| <i>Tibouchina estrellensis</i> | 1 | 1 | 0,0191 | 0,5 | 0,63 | 0,27 | 1,40 |
| <i>Jacaratia spinosa</i> | 1 | 1 | 0,0140 | 0,5 | 0,63 | 0,20 | 1,33 |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | 1 | 1 | 0,0140 | 0,5 | 0,63 | 0,20 | 1,33 |
| <i>Licania</i> sp. | 1 | 1 | 0,0103 | 0,5 | 0,63 | 0,14 | 1,28 |
| <i>Bactris setosa</i> | 1 | 1 | 0,0103 | 0,5 | 0,63 | 0,14 | 1,28 |
| <i>Casearia sylvestris</i> | 1 | 1 | 0,0097 | 0,5 | 0,63 | 0,14 | 1,27 |
| <i>Holocalyx balansae</i> | 1 | 1 | 0,0087 | 0,5 | 0,63 | 0,12 | 1,25 |
| <i>Campomanesia xantocarpa</i> | 1 | 1 | 0,0087 | 0,5 | 0,63 | 0,12 | 1,25 |
| <i>Rudgea</i> sp. | 1 | 1 | 0,0087 | 0,5 | 0,63 | 0,12 | 1,25 |
| <i>Nectandra grandiflora</i> | 1 | 1 | 0,0050 | 0,5 | 0,63 | 0,07 | 1,20 |
| <i>Jacaranda micrantha</i> | 1 | 1 | 0,0042 | 0,5 | 0,63 | 0,06 | 1,19 |
| <i>Urera baccifera</i> | 1 | 1 | 0,0038 | 0,5 | 0,63 | 0,05 | 1,19 |
| <i>Dahlstedtia pinatta</i> | 1 | 1 | 0,0032 | 0,5 | 0,63 | 0,04 | 1,18 |
| <i>Myrcia richardiana</i> | 1 | 1 | 0,0029 | 0,5 | 0,63 | 0,04 | 1,17 |
| <i>Coussarea contracta</i> | 1 | 1 | 0,0029 | 0,5 | 0,63 | 0,04 | 1,17 |
| <i>Miconia latecrenata</i> | 1 | 1 | 0,0023 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,17 |
| <i>Mollinedia uleana</i> | 1 | 1 | 0,0023 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,17 |
| <i>Indeterminada</i> | 1 | 1 | 0,0023 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,17 |
| <i>Gomidesia</i> sp. 1 | 1 | 1 | 0,0020 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,16 |
| <i>Gomidesia</i> sp. 2 | 1 | 1 | 0,0020 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,16 |
| <i>Alibertia myrcifolia</i> | 1 | 1 | 0,0020 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,16 |
| <i>Allophylus edulis</i> | 1 | 1 | 0,0018 | 0,5 | 0,63 | 0,03 | 1,16 |

Os dados numéricos relevantes que podem subsidiar o projeto de recomposição vegetal são: número de indivíduos por espécie, número de ocorrência da espécie nos pontos amostrais (frequência) e área basal (área calculada a partir do diâmetro do tronco a 1,30m do solo). A seguir têm-se comentários das espécies que se destacaram em um desses estimadores relacionadas com a Tabela 5.8, conforme relatado por Lorenzi (1998).

A maria-mole (*Guapira opposita*) destacou-se em relação ao número de indivíduos amostrados e frequência na área. Trata-se de uma espécie heliófita até ciófito, freqüente nas matas pluviais da encosta Atlântica e da restinga. É considerada uma árvore ótima para a composição de reflorestamentos mistos destinados à recuperação de áreas degradadas e os pássaros procuram muito pelo seus frutos, auxiliando em sua disseminação.

Trichilia pallens e *Guarea macrophylla* (marinheiro) são espécies características de ambientes úmidos, solos hidromórficos, com alta densidade em matas ripárias. Dependendo do nível de encharcamento do solo, chegam a ser dominantes nas matas.

Nectandra puberula (canela) apresenta indivíduos de grande porte, sendo representativo no dossel da mata. É heliófita até ciófito, apresenta copa frondosa e frutos com receptáculo avermelhado, chamando a atenção de pássaros. Pode ser utilizada na arborização de parques e grandes jardins, e também, no reflorestamento misto.

O araticum (*Guatteria australis*) é uma espécie ciófito, indiferente às condições de solo. É também indicada para reflorestamentos mistos e arborização urbana. Seus frutos nigrescentes são avidamente procurada por pássaros.

A figueira (*Ficus enormis*) destaca-se pelo seu porte, altura e área basal do tronco bastante expressiva (um único indivíduo com 0,5801 m²), sendo importante fonte de recursos alimentares, além de proporcionar sombreamento. É heliófita até mesófito, característica da mata pluvial Atlântica. Ocorre predominantemente em formações secundárias, principalmente sobre fendas de pedras, onde desenvolve imenso sistema radicular.

O guapuruvu (*Schizolobium parahyba*) é decídua, heliófita e pioneira, característica da mata pluvial Atlântica. É freqüente nas planícies aluviais ao longo de rios e nas depressões das encostas chega a formar densos agrupamentos. Prefere as matas abertas e capoeiras. É uma das plantas de mais rápido crescimento, sendo bastante indicada para reflorestamentos.

O pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*) é semi-decídua, heliófita. Ocorre quase sempre em associações secundárias como capoeiras e capoeirões. Como possui crescimento rápido é indispensável nos reflorestamentos mistos destinados à recomposição de áreas degradadas.

5.4 – Proposta para a recuperação da área de estudo

A proposta para a recuperação da área de estudo visa evitar a evolução de processos erosivos, de modo que, os riscos à movimentos de massa e rolamento de blocos possam ser minimizados e/ou evitados. A recomposição vegetal com espécies nativas do local, permitirá também as interações ecológicas, contribuindo assim, para o restabelecimento de outros elementos importantes à sustentabilidade do sistema como os microrganismos, a fauna silvestre, a recuperação da paisagem, entre outros.

Para efeitos de recuperação da área, acrescenta-se também, o fato de que a Base de Pesquisa está inserida em Área de Preservação Permanente, de acordo com a Lei nº 7.803 de 18/07/1989 (Brasil,1989) do Código Florestal, conforme os seus artigos 2º e 10º:

Artigo 2º - Consideram-se de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1) de 30 metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura.

Artigo 10º - Não é permitida a derrubada de florestas, situadas em áreas de inclinação entre 25º a 45º, só sendo nelas toleradas a extração de toros, quando em regime de utilização racional, que vise a rendimentos permanentes.

Assim, tendo-se em vista que, para o combate à erosão é necessário que se tenha uma cobertura rápida do solo e, segundo a Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo (2000), pode-se adotar, nesses casos, espaçamentos que permitam 2.000 plantas por hectare (2,5 x 2,0 metros), o modelo adotado para o reflorestamento será de 80 espécies; sendo 40 espécies denominadas pioneiras (PI), correspondentes a 4800 mudas; e 40 espécies, denominadas não-pioneiras (NP), correspondentes a 4800 mudas, representando cerca de 9600 mudas plantadas na área. Dando continuidade ao programa de reflorestamento, na fase posterior (90 dias após o início da recuperação) deverá haver

o aprimoramento deste reflorestamento com a substituição das mudas que não vingaram.

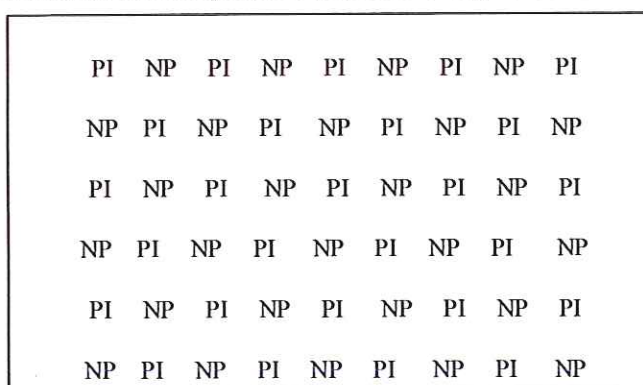
A composição das espécies propostas nos modelos sucessionais pode ser facilitada quando os parâmetros são extremos (PI ou NP), característica esta que, também, motivou a escolha das espécies para o modelo proposto, pois os funcionários da Universidade São Marcos que irão trabalhar com as mudas apresentam baixa escolaridade, facilitando assim, para aqueles empregados, o trato com as essências. Em outras palavras, facilidades práticas.

No levantamento fitossociológico realizado no entorno da área de estudo, 73 espécies diferentes foram identificadas, entre pioneiras e não-pioneiras. Entretanto, a escolha de 80 espécies para o modelo proposto está baseada na Resolução da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/47-São Paulo,2003) em que fixa orientação para o reflorestamento heterogêneo de áreas degradadas, entre as quais:

- as espécies escolhidas deverão contemplar os dois grupos ecológicos: pioneiras (pioneiras e secundárias iniciais) e não-pioneiras (secundárias tardias e climácicas), considerando-se o limite mínimo de 40% para qualquer dos grupos;
- com relação ao número de indivíduos por espécie, nenhuma espécie poderá ultrapassar o limite máximo de 20% do total do plantio;
- a recuperação florestal de áreas degradadas nas formações de floresta ombrófila, será efetivada mediante o plantio de mudas de, no mínimo, 80 espécies arbóreas das formações vegetais de ocorrência regional.

Dessa forma, o reflorestamento deverá ser executado através de plantio de mudas, produzidas em viveiros, com espécies nativas da Mata Atlântica do Litoral Norte.

A Figura 17 ilustra o modelo proposto para o reflorestamento da área de estudo.



Modelo proposto por Macedo, 1993. PI= Pioneiras e NP = Não-Pioneiras

Figura 17 – Modelo em linha proposto para o reflorestamento.

As espécies propostas para o reflorestamento da área de estudo estão descritas nas Tabelas 5.9 e 5.10.

Tabela 5.9 - Espécies propostas para o reflorestamento da área de estudo

Classe Sucessional Pioneira

| Família-Espécie | SD | Nome popular | Quantidade de mudas |
|--------------------------------|-----------|---------------------|----------------------------|
| Annonaceae | | | |
| <i>Duguetia lanceolata</i> | ZOO | articum | 120 |
| Anacardiaceae | | | |
| <i>Tapirira guianensis</i> | ZOO | peito-de-pomba | 120 |
| Annonaceae | | | |
| <i>Annona cacans</i> | | aracaticum | 120 |
| Aquifoliaceae | | | |
| <i>Ilex paraguariensis</i> | | erva-mate | 120 |
| Araliaceae | | | |
| <i>Dendropanax cuneatum</i> | | maria-mole | 120 |
| Arceaceae | | | |
| <i>Sygrus romanzoffiana</i> | | jerivá | 120 |
| Asteraceae | | | |
| <i>Veronia discolor</i> | ANE | vassourão | 120 |
| Bignoniaceae | | | |
| <i>Tabebuia cassinoides</i> | ANE | caixeta | 120 |
| Boraginaceae | | | |
| <i>Cordia sellowiana</i> | | chá-de-bugre | 120 |
| Caricaceae | | | |
| <i>Jacaratia spinosa</i> | ZOO | fruta-de-veado | 120 |
| Cecropiaceae | | | |
| <i>Cecropia pachystachya</i> | | embaúba | 120 |
| Euphorbiaceae | | | |
| <i>Alchornea glandulosa</i> | ZOO | tapiá | 120 |
| <i>Mabea fistulifera</i> | | canudo-de-pito | 120 |
| <i>Pêra glabrata</i> | | tamanqueira | 120 |
| <i>Sapium glandulatum</i> | | pau-de-leite | 120 |
| Flacourtiaceae | | | |
| <i>Casearia sylvestris</i> | ZOO | guaçatonga | 120 |
| Lauraceae | | | |
| <i>Ocotea puberula</i> | ZOO | canela | 120 |
| Leg. Caesalpinioideae | | | |
| <i>Acacia polyphylla</i> | ANE | monjoleiro | 120 |
| <i>Albizia hassleri</i> | ANE | farinha-seca | 120 |
| <i>Anadenanthera colubrina</i> | ZOO | angico-branco | 120 |
| <i>Inga edwalli</i> | ANE | ingá | 120 |
| <i>Inga marginata</i> | ANE | ingá | 120 |

Continua ...



| Continuação | | | |
|------------------------------------|-----|---------------------|-------------|
| <i>Piptadenia gonoacantha</i> | ANE | pau-jacaré | 120 |
| <i>Schizolobium parahiba</i> | ANE | guapuruvu, ficheira | 120 |
| <i>Senna multijuga</i> | | | 120 |
| Leg. Mimosoideae | | | |
| <i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> | | bico-de-pato | 120 |
| <i>Machaerium nyctitans</i> | | bico-de-pato | 120 |
| Melastomataceae | | | |
| <i>Mia latecrenata</i> | | | 120 |
| <i>Miconia</i> sp | ZOO | | 120 |
| <i>Tibouchina estrellensis</i> | ZOO | | 120 |
| <i>Tibouchina mutabilis</i> | | manacá-da-serra | 120 |
| <i>Tibouchina pulchra</i> | | manacá-da-serra | 120 |
| Myrsinaceae | | | |
| <i>Rapanea ferruginea</i> | | capororoca | 120 |
| Solanaceae | | | |
| <i>Solanum argentum</i> | ZOO | | 120 |
| <i>Solanum pseudo-quina</i> | ZOO | joá-deárvore | 120 |
| Sterculiaceae | | | |
| <i>Guazuma ulmifolia</i> | | mutamba-preta | 120 |
| Ulmaceae | | | |
| <i>Trema micrantha</i> | | crindiuva | 120 |
| Verbenaceae | | | |
| <i>Citharexylum myrianthum</i> | | pau-de-viola | 120 |
| <i>Vitex polygama</i> | | tarummã | 120 |
| Urticaceae | | | |
| <i>Urera baccifera</i> | ZOO | urtiga | 120 |
| Total | | | 4800 |

Tabela 5.10 - Espécies propostas para o reflorestamento da área de estudo

Classe Sucessional Não-Pioneira

| Família – Espécie | SD | Nome popular | Quantidade de mudas |
|----------------------------------|-----|------------------------|---------------------|
| Annonaceae | | | |
| <i>Guatteria australis</i> | ZOO | araticum | 272 |
| <i>Rollinia sericea</i> | | aracaticum-alvádio | 34 |
| Arecaceae | | | |
| <i>Bactris setosa</i> | | palmeira-coco-de-natal | 34 |
| <i>Euterpe edulis</i> | | palmito-juçara | 68 |
| Bombacaceae | | | |
| <i>Pseudobombax grandiflorum</i> | ANE | imbiruçú | 136 |
| Chrysobalanaceae | | | |
| <i>Licania hoehnei</i> | ZOO | | 136 |
| <i>Licania</i> sp | | | 34 |
| Euphorbiaceae | | | |
| <i>Hyeronima alchorneoides</i> | | | 68 |
| Lauraceae | | | |
| <i>Licaria armeniaca</i> | ZOO | | 136 |
| <i>Nectandra membranaceae</i> | | | 34 |
| <i>Nectandra puberula</i> | ZOO | Canela | 204 |
| <i>Nectandra oppositifolia</i> | | Canela-amarela | 34 |
| Olcythidaceae | | | |
| <i>Cariniana legalis</i> | ANE | | 68 |
| Leguminosae | | | |
| <i>Hymenaea</i> sp. | ZOO | | 136 |
| Magnoliaceae | | | |
| <i>Talauma ovata</i> | ZOO | pinha-d'água | 170 |
| Meliaceae | | | |
| <i>Guarea macrophylla</i> | ZOO | marinheiro | 272 |
| <i>Trichilia silvatica</i> | ZOO | | 103 |
| <i>Trichilia pallens</i> | ZOO | | 374 |
| Moraceae | | | |
| <i>Ficus enormis</i> | | figueira-da-pedra | 34 |
| Myrtaceae | | | |
| <i>Calythranthes grandiflora</i> | ZOO | murta | 170 |
| <i>Calythranthes lucida</i> | ZOO | murta | 103 |
| <i>Eugenia cerasiflora</i> | ZOO | murta | 103 |
| <i>Eugenia</i> sp. 1 | ZOO | murta | 103 |

Coninua ...

| | | | |
|---------------------------------------|-----|--------------|-------------|
| Continuação | | | |
| <i>Eugenia</i> sp. 2 | ZOO | murta | 136 |
| <i>Marlierea parviflora</i> | ZOO | murta | 103 |
| <i>Myrcia</i> cf. <i>multicostata</i> | | guamirim-de- | 34 |
| <i>Myrcia richardiana</i> | | folha-seca | 34 |
| <i>Myrcia rostrata</i> | | bicuíba | 68 |
| Myristicaceae | | | |
| <i>Virola oleifera</i> | | | 34 |
| Nyctaginaceae | | | |
| <i>Guapira opposita</i> | ZOO | maria-mole | 680 |
| Piperaceae | | | |
| <i>Piper miquelianum</i> | ZOO | | 68 |
| <i>Piper</i> sp. | ZOO | | 103 |
| Rubiaceae | | | |
| <i>Alibertia myrcifolia</i> | | | 34 |
| <i>Psychotria mapoureoidea</i> | | | 34 |
| Rutaceae | | | |
| <i>Conchocarpus fontanesianus</i> | ZOO | | 102 |
| <i>Pilocarpus</i> sp. | | | 68 |
| Sapindaceae | | | |
| <i>Cupania oblongifolia</i> | ZOO | | 68 |
| Sapotaceae | | | |
| <i>Crysophyllum inornatum</i> | | | 68 |
| <i>Ecclinusa ramiflora</i> | ZOO | | 68 |
| <i>Pouteria</i> sp. | ZOO | | 68 |
| Symplocaceae | | | |
| <i>Symplocos celastrinea</i> | ZOO | | 204 |
| Total | | | 4800 |

A escolha das espécies para a composição deste modelo obedeceu ao seguinte critério:

Pioneiras: no levantamento fitossociológico realizado no entorno da área foram amostradas 17 espécies pioneiras; as 23 espécies restantes que complementam o modelo para as espécies pioneiras estão baseadas em uma listagem de espécies arbóreas nativas, elaborada pela Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo (2001), que ocorrem na Mata Atlântica do Litoral Norte do Estado de São Paulo.

Não-Pioneiras: das 55 espécies amostradas de espécies não-pioneiras, o modelo proposto está baseado proporcionalmente no número de indivíduos (NI), da Tabela 5.7, para as 40 espécies que mais ocorreram.

A opção pelo plantio heterogêneo de espécies na área de estudo está baseada na prática de se plantar o conjunto de diferentes espécies numa mesma área, recriando condições, mais próximo possível, das florestas naturais. Para avaliar o potencial de repovoamento vegetal e acelerar o processo de sucessão secundária na área de estudo para a recuperação, vários modelos poderão ser implantados de acordo com a adequação à situação local. Entre os aspectos abordados para o modelo adotado, ênfase deve ser dada aos aspectos relacionados à sucessão secundária; à disponibilidade de sementes do local (banco de sementes) e da região (fonte de sementes); à implantação de viveiros florestais e utilização de técnicas adequadas para a produção de mudas; à seleção das espécies a serem utilizadas nos diferentes estágios de sucessão vegetal; às suas características ecofisiológicas e seus habitats naturais (Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, 2000).

A recomendação para este modelo é de que as espécies pioneiras (com comportamento heliófilo, de rápido crescimento, ciclo de vida efêmero, com sementes pequenas) que apresentam rápido estabelecimento proteja o solo rapidamente dos efeitos da erosão, propiciem condições de desenvolvimento, através do sombreamento, para as espécies dos demais estágios sucessionais (secundários e climácicos). Na formação vegetal definitiva deverão permanecer, predominantemente, as espécies climácicas conferindo alta diversidade à floresta, como também acontece naturalmente nas florestas tropicais.

Apesar desta proposta, os conceitos para caracterização das espécies nos grupos ecológicos ou estádios sucessionais ainda estão longe de consenso entre os pesquisadores. Contudo, existe bom número de espécies classificadas da mesma forma nos trabalhos de diferentes autores. Tal fato é compreensível, já que a classificação de cada um, em geral, é baseada em poucos aspectos, como a disponibilidade de luz, ou o tipo de crescimento. Além disso, são resultados obtidos regionalmente ou até em sítios específicos de observação. Um fato que precisa ser ressaltado é que pode ocorrer comportamento diferenciado de uma mesma espécie quando plantada em locais diferentes, em função da variação de alguma característica específica do sítio. Isto em geral está ligado à existência da interação entre o genótipo e o ambiente, razão pela qual não se recomenda a generalização das informações sobre o comportamento das espécies de um local ou região para outra (Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, 2000).

Apesar destas dificuldades, muitos resultados de pesquisas têm mostrado o comportamento da maioria das espécies como pioneiras ou como climácicas. A grande

dificuldade ocorre entre as secundárias, razão pela qual vários trabalhos têm proposto modelos que consideram apenas a divisão das espécies em heliófilas ou pioneiras (PI) e umbrófilas ou não pioneiras (NP), entre outros, o que tem propiciado várias listagens com a classificação coincidente para a maioria das espécies. É preciso lembrar, no entanto que, a essência destes modelos é a distribuição territorial das espécies, de acordo com o grupo sucessional, de modo que cada uma cumpra sua função ecológica levando à formação de floresta. Neste sentido, o modelo proposto pode ainda ser adaptado quanto ao espaçamento e à composição, visando atender a situação desejada. Espaçamentos mais adensados, como o de 2.500 plantas por hectare, têm propiciado bons resultados, até em áreas mais degradadas; ou 3,0 x 3,0 metros (1.100 plantas/hectare), para o caso de cobertura mais lenta (Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, 2000).

Apesar de existirem muitos modelos de repovoamento florestal heterogêneo com espécies nativas para recuperação de áreas degradadas, nenhum deles pode ser considerado ideal para todos os casos, face ao grande número de variáveis possíveis de interferir no desempenho das espécies em um determinado local ou modelo.

5.5 - O monitoramento e a avaliação para a área de estudo

Para as fases pós-implantação, o monitoramento e a avaliação para a recuperação da área de estudo deverão ser levados em conta os seguintes pontos (Rodrigues & Gandolfi, 1998):

- a) Desenvolvimento das mudas: esse desenvolvimento pode ser avaliado considerando parâmetros como o diâmetro na base do caule, que expressa a área basal; a altura total e do fuste, que permite identificar o volume; estado fitossanitário da muda, entre outros. Esses dados devem ser considerados individualmente por espécie, em face do desenvolvimento diferencial das espécies, em função do estágio sucessional;
- b) Cobertura do solo: esse parâmetro deverá ser avaliado considerando a forma e dimensões da copa. Deverá ser considerado ainda, na cobertura do solo, a produção de serapilheira, que efetivará não só o controle da erosão superficial, como todo o processo de dinâmica florestal. Essa serapilheira pode ser avaliada quantitativa e qualitativamente (porções de folhas, ramos e partes reprodutivas, como flores, frutos

e sementes), usando para isso coletas instantâneas de serapilheira, com posterior separação e pesagem (peso seco), ou coletores de serapilheira (caixas teladas de 1x1m, a 10cm do solo), que permitirão coletas regulares de serapilheira para avaliação, ou apenas a serapilheira acumulada;

- c) **Regeneração natural:** o uso de coletores ou a avaliação da produção de serapilheira permitem, ainda, avaliar a chegada de sementes ao solo, oriundas da própria restauração ou de outros remanescentes no entorno. Nos coletores, a quantificação da chegada de sementes é direta, podendo-se inclusive identificá-las ao nível específico, com auxílio de especialistas. Essa avaliação permite a obtenção de dados sobre a regeneração natural ao longo do tempo, que, somados aos dados de ocorrência de plântulas e indivíduos jovens, vão definir a sustentabilidade da área revegetada;

- d) **Fisionomia:** neste item os aspectos usados para avaliação e monitoramento poderão ser:

Estruturação dos estratos: presença de dossel contínuo ou irregular, de subosque, de indivíduos emergentes, entre outros.

Formas de vida: formas de vida ocorrentes (dominantes, em desequilíbrio), ocorrência de clareiras (tamanhos e origens), alinhamentos dos indivíduos (alinhamento de plantio já mascarado ou não) e outros.

- e) **Diversidade:** está diretamente correlacionada com a regeneração natural e constitui-se no mais importante instrumento de avaliação e monitoramento de projetos de recuperação, já que o sucesso deste projeto é de correlação estreita com a evolução da diversidade na área revegetada. Essa migração de espécies poderá ser periodicamente estimada, usando para isso métodos de avaliação de diversidade, como o de caracterização estrutural, mas considerando aqui todas as formas de vida, e não só a arbustivo-arbórea.

6. CONCLUSÃO

A caracterização da área de estudo em relação à suscetibilidade aos processos erosivos e quanto às características da vegetação existente conduziu a opção de revegetação com espécies nativas como alternativa mitigadora de processos erosivos. À fim de atender a resolução 47 da Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SMA/47), foram indicadas 80 espécies para o processo de revegetação. A seleção das espécies a serem indicadas foi baseada em levantamento fitossociológico realizado no entorno da área. Desta maneira, optou-se por espécies com maior potencial de adaptação às condições edafoclimáticas locais, visando a otimização da revegetação.

Assim, com a implantação do plano de revegetação, busca-se uma forma mais rápida para a recuperação da área face à regeneração natural, tendo-se em vista que o processo de erosão laminar, observado com o furo de sondagem e trincheiras, pode evoluir para processos mais impactantes como erosão em ravinas, voçorocas ou escorregamentos.

Com relação ao processo de regeneração natural, apesar de existir uma boa resiliência (principalmente em função de seu entorno), a possibilidade de rápida formação de uma floresta secundária é pequena devido a baixa diversidade com que o processo vem ocorrendo, não só pela necessidade de manejo de espécies invasoras não desejáveis (gramíneas), como também pela presença antrópica (cultivo de bananeiras e café) e de animais que buscam áreas de pastejo.

Tem-se claro que o plantio heterogêneo de espécies nativas, de diferentes características quanto a taxa de crescimento, porte e tolerância à radiação solar, pode resultar em comportamento diferenciado daquele esperado em indivíduos isolados ou na floresta. Neste sentido, considerou-se tal projeto como um campo experimental onde, pesquisas futuras poderão resultar em significativo avanço no conhecimento das espécies implantadas.

Este trabalho procura alertar técnicos e autoridades para a importância de uma boa caracterização da área, de maneira a subsidiar a elaboração do plano de revegetação, indicado neste trabalho, como alternativa de solução à problemas relativos à conservação do solo e flora. Alternativa que, além de contribuir na recuperação do patrimônio natural envolve um custo social dos mais baixos comparativamente a caras e sofisticadas obras de engenharia tradicionais.

Finalizando, pretende-se ainda que, o modelo resulte como potencial de extrapolação para outras áreas de Floresta Ombrófila Densa de encosta, onde as variáveis inclinação e altitudes sejam semelhantes à da área de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A.A. de. 1982. *Análise Geomorfológica: Reflexão e Aplicação*. Tese de Livre Docência FFLCH-USP, São Paulo.
- ABREU, A.A.. de. 1983. A teoria Geomorfológica e sua Edificação: Análise Crítica. *Revista do Instituto Geológico*, São Paulo, 4 (1/2): 5-23.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). 1984e. Solo - análise granulométrica. ABNT: Rio de Janeiro. 13p. (ABNT-NBR-7181, dez.-84).
- APREMAVI – Associação de Preservação do Meio Ambiente do Alto Vale do Itajaí. *Mata Atlântica e você: como preservar, recuperar e se beneficiar da mais ameaçada floresta brasileira*. Organizadores: Wigold B. Schäffer e Miriam Prochnow. 156 p. Brasília DF. 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA (ABGE). Novo estatuto da IAEG. *Jornal da ABGE*, 54 (abr-jun) p.8, 1990.
- AUGUSTO FILHO, O.; CERRI, L.S. & AMENOMORI, C.J. 1990. *Riscos geológicos: Aspectos conceituais*. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE RISCO GEOLÓGICO URBANO, 1. São Paulo, 1990. Anais.... São Paulo, ABGE. P. 334-341.
- BARBOSA, L.M.; SERRA FILHO, R.; BARBOSA, J.M., BARRETO, R.A.A.; ASPERTI, L.M.; MOURA, S.A.; CHITOLINA FILHO, R & SEMACO, M. *Desenvolvimento e implantação de modelos alternativos de recomposição vegetal com espécies nativas na Fazenda São Carlos – Santa Cruz das Palmeiras – SP*, Instituto de Botânica/SMA, São Paulo, 1993, 90p.
- BARBOSA, L.M (Coord.). *Anais do Workshop sobre recuperação de áreas degradadas da Serra do Mar e formações florestais litorâneas*. São Paulo: Secretaria de Estado do Meio Ambiente, 2000. 139p.
- BARBOSA, L.M. *Considerações gerais e modelos de recuperação de formações ciliares* In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO – FILHO, H.F., ed. *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo/ FAPESP, 2000. p.289-312.
- BAZZAZ, F.A. & PICKETT, S.T.A. Physiological ecology of tropical succession a comparative review. *Annual review of ecology and systematics*. 11:287-310. 1980.
- BLOOM, A.L. 1970. *A superfície da Terra*. São Paulo: Edgard Blücher.
- BOTELHO, S.A.; DAVIDE, A.C.; PRADO, N.S.& FONSECA, E.M.B.F. *Implantação*

- de Mata Ciliar*: Companhia Energética de Minas Gerais. Belo Horizonte: CEMIG, Lavras, UFLA, 1995. 28p.
- BRAGANÇA, C.F. Avaliação da degradação da Serra do Mar. *Ambiente – Revista CETESB de Tecnologia*. v.1, nº 2, p.77, 1987.
- BUDOWSKI, G. Distribution of tropical rain Forest species in the light of successional process. *Turrialba*. Turrialba, 15:40-42, 1965.
- BUDOWSKI, G. The distribution between old secondary and climax species in tropical Central American lowland forest. *Tropical Ecology*. 11:44-8, 1970.
- CECARELLI, I.F.; VEDOVELLO, R.; MATTOS, J.T. DE; ALVES, C.A.S. Avaliação geotécnica para definição do traçado do mineroduto Rio Campim-Murucupi. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 38, Balneário de Camboriú, SBG, *Boletim de Resumos Expandidos*. V.1, p. 22-23, 1994.
- CERSÓSIMO, L.F. 1993. Variações espaciais e temporais no estabelecimento de plântulas em floresta secundária em São Paulo, SP. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 195p.
- COIMBRA FILHO, A.F. & MARTINS, H.F. *Soluções ecológicas para problemas hidráulico-florestais*. *Brasil Florestal*, 4(13): 4-19. mar. 1973. il.
- COLEY, P.D. 1987. Patrones de las defensas de las plantas: porqué herbívoros preferien ciertas especies? *Costa Rica. Rev. Biol. Trop.* 35(Supl. 1): 151-154.
- CONTI, J.B. Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região nordeste paulista. São Paulo, IGEO/USP. (Série Teses e Monografias 18). 1975.
- CRESTANA, M. S. M.; TOLEDO FILHO D. V.; CAMPOS J. B. Florestas: sistemas de recuperação com essências nativas. Campinas, Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1993. 60 p.
- CRONQUIST, A. 1981. *The evolution and classification of flowering plants*. New York Bot. Gard.; New York. 2nd ed.
- DEMECK, J. (Ed.). 1972. *Manual of detailed geomorphological mapping*: Academie: 344p.
- DENSLOW, J.S. *Gap portioning among tropical rain forest trees*. *Biotropica*. Lawrence. 12:47-55, 1980.
- DIAS, L. E.; GRIFITH, J.J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. Sociedade de Investigações Florestais, Departamento de Engenharia Florestal: Universidade Federal de Viçosa, 1994.

- DIRZO, R. 1987. Estudios sobre interacciones em “Los Tuxtlas”, Vera Cruz. Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 35(Supl.1): 119-131.
- DUKE, J.A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent wood species in eight forest types in Puerto Rico. *Annual of Missouri Botanical Garden* 52 (3):314-350.
- DUKE, J.A. 1969. On tropical tree seedlings. *Annals of Missouri Botanical Garden* 56(2):125-161.
- DURIGAN, G. & NOGUEIRA, J.C.B. Recomposição de matas ciliares. *Boletim do Instituto Florestal*. São Paulo. 14 p. 1990.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA) – Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 1999. Brasília, DF. 412p.
- FERRETI, A.R.; KAGEYAMA, P.Y.; ARBOCZ, G.F.; SANTOS, J.D.; BARROS, M.I.A.; LORZA, R.F. & OLIVEIRA, C. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, v.3, n.7, p.73-77, mar/jun, 1995.
- FERRI, M.G., MENESES, N.L., MONTEIRO, W.R. 1981. Glossário ilustrado de Botânica. Nobel, São Paulo.
- FUNCATE. Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologia Espaciais (São José dos Campos, SP) (2001). Geoprocessamento. 4 fotografias aéreas. Escala 1:8000.
- GISLER, C. V. T. Estrutura e função de matas ciliares remanescente e implantadas em Santa Cruz das Palmeiras, SP. 2000. 167 p. Tese de Doutorado - Instituto de Biociências da Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- GENTRY, A.H. 1993. A field guide to the families and genera of wood plants of Northwest South America (Colombia, Equador e Peru). Conservation International Washington, DC. 895p.
- GOMES-POMPA, A. Posible papel de la vegetación secundaria en la evolución de la flora tropical. *Biotropica*. Lawrence. 3:125-35, 1971.
- GOMEZ-POMPA, & WIECHERS, L. Regeneración de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: GOMEZ-POMPA, A., ed. et al. Investigaciones sobre la regeneration de selvas altas em Veracruz, Mexico. México: Ed. Continental, 1979. Cap. 2, p.1130.
- GOMES-POMPA, A. & BURLEY, F.W. The management of natural tropical forests. In: *Rain forest regeneration and management*. GOMEZ-POMPA, A.; HITMORE, T.C.; HADLEY, M(eds). Man and Biosphere Series: 6. Paris: UNESCO. 1991.

p 3-18.

- GRAY, D.H. Effects of Forest clear-cutting on the stability of natural slopes: results of field studies. Washington, National Science Foundation, University of Michigan, 1973. 119 p.
- GREGORY, K. J. A natureza da Geografia Física. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1992.
- GUIDICINI, G & NIEBLE, C. M. 1984. *Estabilidade de Taludes Naturais e de Escavação*. São Paulo, 2^a. ed. Edgard Blücher.. 194 p.
- HARPER, J.L. 1977. Population biology of plants. London. Academic Press. 892p.
- INSTITUTO GEOLÓGICO – IG/SMA. 1996. Carta de Risco a Movimentos de Massa e Inundação do Município de São Sebastião, SP. Relatório Técnico. São Paulo, IG/SMA. INTERNATIONAL ASSOCIATION OF ENGINEERING GEOLOGY (IAEG) Reports of two working groups. Bulletin da IAEG, 6., 1970.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A (IPT, 1981). Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. São Paulo. Escala 1:500.000. 130p.2v (IPT-Publicação, 1183-Monografia, 5).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A (IPT, 1981a). *Mapa Geológico do Estado de São Paulo*. Escala 1:500.000. IPT/Pró-Minério, Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo. V. I e II (IPT, Monografias, 6. Publicação 1184).
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S/A (IPT,1994). Carta Geotécnica do Estado de São Paulo. São Paulo. Escala 1:500.000. 2v. (IPT - Publicação, 2089).
- KAGEYAMA, P. Y. Conservação “in situ” de recursos genéticos de plantas . IPEF, Piracicaba, (35): 7-37, 1987.
- KAGEYAMA, P. Y. & CASTRO, C. F. A. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. IPEF, (41/42), 83-91. Piracicaba, 1989.
- KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C. & PALERMO JR., a Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. *In*: 6^o. Congresso Florestal Estadual do Rio Grande do Sul, 1990, 2:265-278.
- KAGEYAMA, P.Y., FREIXÊDAS, V.M.; GERES, W. L. A; DIAS, J. H. P.; BORGES, A.S., 1992. Consórcio de espécies nativas de diferentes grupos sucessionais em Teodoro Sampaio, SP. Revista do Instituto Florestal. São Paulo, SP, v. 4, nº 2, p. 527-533.

- KELLMAN, M.C. Geographic patterning in tropical weed communities and early secondary successions. *Biotropica* 12, 1980. (suppl): 34-39.
- LA CRUZ, M. & DIRZO, R. 1987. A survey of the standing levels of herbivory in seedlings from Mexican Rain Forest. Lawrence. *Biotropica* 19(2): 98-106.
- LAZARINI, C. E. L.; RIBEIRO, J. F.; SOUZA, C. C.; REZENDE, R. P.; BALBINO, V. K. Recuperação de matas de galeria: estudos de caso no Distrito Federal e entorno. In: RIBEIRO, J. F.; FONSECA, C. E. L.; SOUZA-SILVA, J. C. Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2001. P. 815-970.
- LEMOS, R.C., SANTOS, R.D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas: SBCS/SNLCS. 1984. 46p.
- LORENZI, H. 1998. *Árvores brasileiras: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*. Nova Odessa; Ed. Plantarum Ltda.
- MACEDO, A.C. *Revegetação: matas ciliares e de proteção ambiental*. São Paulo: Fundação Florestal/SMA. 1993. 27p.
- MACEDO, E.S. 2001. Elaboração de cadastro de risco iminente relacionado a escorregamentos: avaliação considerando experiência profissional, formação acadêmica e subjetividade. Rio Claro, 241p. Tese (doutorado) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista.
- MAGRO, S.O. Ação antrópica na deflagração de escorregamentos de solo nas encostas da Serra do Mar no Estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 6, 1995, Goiânia. Anais... Goiânia: UFG, 1995. v.2, p.78.
- MANTOVANI, W. 1993. Estrutura e dinâmica da Floresta Atlântica na Juréia, Iguape - SP. Tese (Livre-Docência). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MANTOVANI, W. Recuperação e monitoramento de ecossistemas: escalas de abordagem In: Simpósio de Ecossistemas Brasileiros, 4. Anais... Conferências e mesas redondas de Águas de Lindóia, SP, Brasil. 1998. Publicações ACIESP nº 104, vol. V, p.228-294.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M.; ALVAREZ-BUYLLA, E. & SAUKHAN, J. 1989. Tree Demography and Gap Dynamics in a Tropical Rain Forest. *Ecology*, v.70, nº 3, p. 555-558.

- MARTÍNEZ-RAMOS, M. 1991. Patrones, procesos e mecanismos en la comunidad de plantulas de uma selva humeda neotropical. Tese de doutorado, Universidad Nacional de Mexico. 142p.
- MARTÍNEZ-RAMOS, M. & SOTO-CASTRO, A. 1993. Seed rain and advanced regeneration in a tropical rain Forest. *Vegetatio* 107/108:299-318.
- MARTINS, S.V. et all. Longevidade de sementes de espécies pioneiras da Mata Atlântica, In: Congresso Nacional de Botânica, XLI. Resumos. Fortaleza, UFC. 1990. p. 452.
- MARTINS, S. V. 2001. Recuperação de matas ciliares. Viçosa: Aprenda Fácil/Centro de Produções Técnicas. 146 p.
- MATTEUCCI, S.D. & COLMA, A. 1982. *Metodologia para el estudio de la vegetacion*. Washington, Org. Est. Amer., monografía 22, série Biología.
- MELO, M.M.R.F. 1994. Composição florística e estrutura de trecho de mata atlântica de encosta, na Ilha do Cardoso (Cananéia, SP, Brasil). *Boletim do Instituto de Botânica*, 9:107-58
- MESCIERJAKOV, J.P. 1968. Lês concepts de morphostruture et de morphosculture: um nouvel instrument de l'analyse geomorphologique. *Anales de Geographie*. 77 année no. 423. Paris.
- MONTEIRO, C.A de F. 1973. *A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo*; Estudo em forma de Atlas. IGEOG/USP, São Paulo, 1973.
- MÜLLER - DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. *Aims and methods of vegetation ecology*. New York; John Willey.
- OKIDA, R. Técnicas de sensoriamento remoto como subsídio ao zoneamento de áreas sujeitas a movimentos gravitacionais de massa e a inundações. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 147 p. (INPE-6343-TDI/595). 1996.
- OLIVEIRA, A.M. DOS S.; BITAR, O.Y.; FORNASARI FILHO, N. Geologia de Engenharia e Meio Ambiente. In: Bitar, O.Y. (coord) Curso de Geologia aplicada ao meio ambiente. ABGE/IPT, 248 p., 1995.
- OLIVEIRA, J.B; *et. al.* Mapa Pedológico do Estado de São Paulo. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas – IAC. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 1999.

- OLIVEIRA, R.J. 1999. Dinâmica de plântulas e estrutura de Mata Atlântica secundária de encosta, Peruíbe, SP. Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 125p.
- PENHALBER, E.F. 1995. Fenologia, chuva de sementes e estabelecimento de plântulas em um trecho de mata em São Paulo, SP. Dissertação de mestrado, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 124p.
- PENCK, W. 1953. *Morphological Analysis of Land Forms* (A contribution to Physical Geology). Tradução para o inglês de Hella Czech e Katharine Cumming Boswell. London, 1953.
- PEREIRA, P.R.B. e NUNES.L.H. 1997. A distribuição das chuvas e os problemas ambientais no município de São Sebastião, Estado de São Paulo, Brasil. In: 6°. Encuentro de Geógrafos de América Latina. Buenos Aires, 1997. 9 p.
- PEREIRA, P.R.B. *A Cartografia Ambiental para o Município de São Sebastião-SP: Análise e Reflexão*. Dissertação de Mestrado em Geografia Humana, FFLCH – USP. São Paulo, 2000. 95 p.
- POMPEIA, S.L. Recuperação do ecossistema Mata Atlântica de encosta. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos de Jordão, 1990. Trabalhos convidados e voluntários. São Paulo: SBS/SBEF, 1990. v.1, p. 146-55.
- PRADELLA, D. Z. A. et alii. Avaliação do poder germinativo de sementes de espécies nativas destinadas à recuperação da cobertura da Serra do Mar em Cubatão, SP. Relatório Técnico. São Paulo, CETESB, 1989, 20 p.
- REIS, A., ZAMBOINIM, R.M., NAKAZONO, E.M. 1999. Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal. Reserva da Biosfera, n.14, pp. 1-42.
- RICHARDS, P. *The tropical rain Forest – an ecological study*. 2nd. New York: Cambridge, 1996, 575p.
- RODRIGUES, C. 1997. Geomorfologia Aplicada: Avaliação de experiências e de instrumentos de Planejamento Físico-Territorial e Ambiental Brasileiros. Tese em Doutorado em Geografia Física, Depto. de Geografia, FFLCH, USP. São Paulo. 1997. 279 p.
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI, S. Restauração de florestas tropicais: subsídios por uma definição metodológica e indicadores de avaliação e monitoramento. In: Dias, L & Melo, J.W.V. Recuperação de Áreas Degradadas. Viçosa: UFV,

- Departamento de Solos; Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, 1998. p 203 – 215.
- RODRIGUES, R.R. & GANDOLFI. Conceitos, tendências e ações para recuperação de formações ciliares In: RODRIGUES, R.R. & LEITÃO-FILHO, H.F., ed., *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Editora Universidade de São Paulo/Fapesp. 2000. p.235-247.
- ROSS, J.L.S. 1990. Geomorfologia Ambiente e Planejamento. São Paulo, Ed. Contexto, 1990. 85p.
- ROSS, J.L.S., 1992. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia. FFLCH-USP, no. 6. São Paulo.
- ROSS, J.L.S & MOROZ, I.C. *Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo*. São Paulo, Departamento de Geografia – FFLCH/USP, IPT/FAPESP, 1997.
- SANT’ANNA NETO, J.L. *Ritmo climático e a Gênese das Chuvas na Zona Costeira Paulista*. São Paulo, SP. Dissertação de Mestrado em Geografia Física, Depto. de Geografia, FFLCH/USP. São Paulo, 1990. 156 p.
- SANTOS, A.R. DOS. Afinal o que é geologia de engenharia? Jornal da ABGE, 51 p. 4.,1989.
- SÃO PAULO (ESTADO) (2003). Resolução SMA 47, de 26 de novembro de 2003. Diário Oficial do Estado, Poder Executivo, São Paulo, SP, 27 out. Seção I, 113 (226), p.23.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE –SP. A Serra do Mar: degradação e recuperação. Instituto de Botânica/Instituto Florestal/Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), São Paulo, 1990.53 p.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SP. Atlas das Unidades de Conservação Ambiental do Estado de São Paulo, parte II: interior – São Paulo: Metalivros, 1998. 65 p.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SP. Coordenadoria de Informações Técnicas. Documentação e Pesquisa Ambiental. Coordenadoria de Educação Ambiental. Manual sobre Princípios da Recuperação Vegetal de Áreas Degradadas: Elaborado por: Luiz Mauro Barbosa. São Paulo, SMA/CEAM/CINP, 2000. 76p.
- SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE – SP. Instituto de Botânica de São Paulo. Coordenadoria de Informações Técnicas. Documentação e Pesquisa

- Ambiental. Projeto: Modelos de repovoamento vegetal para proteção de sistemas hídricos em áreas degradadas dos diversos biomas no Estado de São Paulo. Relatório de atividades – Fase I. Coordenador: Luiz Mauro Barbosa. São Paulo, 2001. 199p.
- SELBY, M.J. *Hillslope Materials and Processes*. Oxford: Oxford Press. 1982. 264 p.
- SERRA, A & RATISBONA, L. Massas de ar na América do Sul. Rio de Janeiro: Serviço de Meteorologia do Ministério da agricultura. 1942.
- SHEPHERD, G.J. 1996. Fitopac 1, Versão 2.0. Manual de usuário. Departamento de Botânica, UNICAMP.
- SILVEIRA, E.R. Recuperação da mata ciliar do córrego Tarumã (Tarumã, SP): aspectos ambientais de quatro modelos florestais dez anos após o plantio. 2001. 82p. Dissertação de Mestrado – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos.
- SOARES, L.; GUIDICINI, G.; LIMAVERDE, J.de A. *Considerações sobre os movimentos de massa ocorridos na Serra de Maranguape, CE*. In: SIMPÓSIO DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7º. Fortaleza, 1975. Anais... Fortaleza, Sociedade Brasileira de Geologia - núcleo Nordeste.
- SOUZA, F. M. Estrutura e dinâmica do estrato arbóreo e da regeneração natural em áreas restauradas. 2000. 69 p. Dissertação de Mestrado – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- STERNBERG, H.O. *Enchentes e movimentos coletivos do solo no vale do Paraíba*, em dezembro de 1948; influência da exploração destrutiva da terra. Revista Brasileira de Geografia, Conselho Nacional de Geografia, 11(2): 223-261. abr/jun/1949.il.
- TATIZANA, C.; OGURA, A.T.; CERI, L.E.S.; ROCHA, M.C.M. 1987. Modelamento numérico da análise de correlação entre chuvas e escorregamentos aplicados às encostas da Serra do Mar no Município de Cubatão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA DE ENGENHARIA, 5, São Paulo, 1987. Anais...São Paulo, ABGE v.2 p.237-248.
- TERZAGHI, K. Mecanismo de Escorregamento de Terra. Tradução de E. Pichler. Título Original: Mechanism of Landslides (1950). Depto. de Livros e Publicações do Grêmio Politécnico, São Paulo, 41 p. 1967.

- THEODOROVICZ, A. (coord) Projeto Curitiba. Informações básicas sobre o meio físico: subsídios para o planejamento territorial: Folha Curitiba – 1:100.000. Curitiba, CPRM, 109p., 1994.
- TRICART, J. 1977. Ecodinâmica. FIBGE, Rio de Janeiro.
- VEDOVELLO, R.; MATTOS, J.T. de. Verificação de parâmetros e propriedades morfoambientais, em imagens de satélite, para estudos do planejamento de áreas litorâneas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 6, Manaus, *Anais*, INPE, p. 671-675., 1990.
- VEDOVELLO, R. Zoneamento geotécnico por sensoriamento remoto, para estudos de planejamento do meio físico – aplicação em expansão urbana. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, Instituto nacional de pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos, 88 p, 1993.
- VEDOVELLO, R. Zoneamentos Geotécnicos Aplicados à Gestão Ambiental, a partir de Unidades Básicas de Compartimentação – UBCs. Tese de Doutorado em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas – Unesp. Rio Claro, 2000. 154 p.
- VELOSO, H.P.; RANGEL, Fº, A.L.R.;LIMA, J.C.A. Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991.
- WHITMORE, T.C. *Tropical rain forests of the far East*. Oxford. Clarendon Press, 1975, 282p.
- ZUQUETTE, L.V. Análise crítica da cartografia geotécnica e proposta metodológica para as condições brasileiras. Tese de Doutorado em Geotecnia, Escola de Engenharia de São Carlos, EESC/USP, São Carlos, 3 v. 1987.

ANEXOS

ANEXO A - ANÁLISE QUÍMICA DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

LABORATÓRIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Resultados de análise de solo

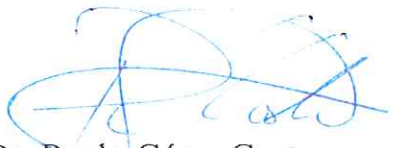
Interessado: Sabrina

Procedência :

| Amostra(int) | Amostra(lab) | PH | M.O | P _{resina} | H+Al | K | Ca | Mg | SB | CTC | V% |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------------|---------------------------------|-----|----|----|----|-----|----|
| | | CaCl ₂ | g/dm ³ | mg/dm ³ | -----mmol/dm ³ ----- | | | | | | |
| 20-1 | AK06 | 5,3 | 29 | 6 | 29 | 1,9 | 27 | 13 | 42 | 71 | 59 |
| 20-2 | AK07 | 4,8 | 26 | 2 | 32 | 2,6 | 11 | 9 | 23 | 55 | 41 |
| 20-3 | AK08 | 4,6 | 10 | 1 | 36 | 2,2 | 10 | 9 | 21 | 57 | 37 |
| 40-1 | AK09 | 4,8 | 8 | 1 | 28 | 1,5 | 11 | 8 | 21 | 49 | 42 |
| 40-2 | AK10 | 4,5 | 3 | 1 | 30 | 1,6 | 6 | 6 | 14 | 44 | 31 |
| 40-3 | AK11 | 4,7 | 4 | 1 | 28 | 1,5 | 10 | 8 | 20 | 48 | 41 |

São Paulo, 28 de maio de 2004




Prof. Dr. Paulo César Costa
CREA: 5060334539
Responsável

| Classe | P resina | | | | Al | K | Ca | Mg | pH | V% | Metodologia |
|---------|------------|---------|---------|------------|----|-----------|-------|-------|----------------------|---------|----------------------|
| | Florestais | Perenes | Anuais | Hortaliças | | | | | (CaCl ₂) | | |
| M.Baixo | 0 - 2 | 0 - 5 | 0 - 6 | 0 - 10 | | 0,0 - 0,7 | | | até 4,3 | 0 - 25 | De acordo com o BT |
| Baixo | 3 - 5 | 6 - 12 | 7 - 15 | 10 - 25 | <5 | 0,8 - 1,5 | 0 - 3 | 0 - 4 | 4,4 - 5,0 | 26 - 50 | 81 do IAC (P, K, Ca, |
| Médio | 6 - 10 | 13 - 30 | 16 - 40 | 25 - 60 | | 1,6 - 3,0 | 4 - 7 | 5 - 8 | 5,1 - 5,5 | 51 - 70 | Mg) - Extração pela |
| Alto | 10 - 20 | 31 - 60 | 41 - 80 | 61 - 120 | >5 | 3,1 - 6,0 | >7 | >8 | 5,6 - 6,0 | 71 - 90 | resina trocadora de |
| M. Alto | > 20 | > 60 | > 80 | > 120 | | >6 | | | >6,0 | >90 | ions |

LABORATÓRIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Resultados de análise de solo

Interessado: Marco Antonio

Procedência :

| Amostra(int) | Amostra(lab) | PH | M.O | P _{resina} | H+Al | K | Ca | Mg | SB | CTC | V% | Al ³⁺ | CTC _{efct.} | m% |
|--------------|--------------|-------------------|-------------------|---------------------|---|-----|----|----|----|-----|----|------------------|----------------------|-----|
| | | CaCl ₂ | g/dm ³ | mg/dm ³ | -----mmol _e /dm ³ ----- | | | | | | | | | |
| 20-1 | AK06 | 5,3 | 29 | 6 | 29 | 1,9 | 27 | 13 | 42 | 71 | 59 | 1 | 42 | 1,4 |
| 20-2 | AK07 | 4,8 | 26 | 2 | 32 | 2,6 | 11 | 9 | 23 | 55 | 41 | 2 | 23 | 3,6 |
| 20-3 | AK08 | 4,6 | 10 | 1 | 36 | 2,2 | 10 | 9 | 21 | 57 | 37 | 2 | 21 | 3,5 |
| 40-1 | AK09 | 4,8 | 8 | 1 | 28 | 1,5 | 11 | 8 | 21 | 49 | 42 | 2 | 21 | 4,1 |
| 40-2 | AK10 | 4,5 | 3 | 1 | 30 | 1,6 | 6 | 6 | 14 | 44 | 31 | 3 | 14 | 6,8 |
| 40-3 | AK11 | 4,7 | 4 | 1 | 28 | 1,5 | 10 | 8 | 20 | 48 | 41 | 2 | 20 | 4,2 |

São Paulo, 21 de outubro de 2004

Prof. Dr. Paulo César Costa

CREA: 5060334539

Responsável

| Classe | P resina | | | | Al | K | Ca | Mg | pH | V% | Metodologia |
|----------|------------|---------|---------|------------|----|-----------|-------|-------|---------------------------------|---------|----------------------|
| | Florestais | Perenes | Anuais | Hortaliças | | | | | (CaCl ₂) até 4,3 | 0 - 25 | De acordo com o BT |
| M. Baixo | 0 - 2 | 0 - 5 | 0 - 6 | 0 - 10 | | 0,0 - 0,7 | | | | | 81 do IAC (P, K, Ca, |
| Baixo | 3 - 5 | 6 - 12 | 7 - 15 | 10 - 25 | <5 | 0,8 - 1,5 | 0 - 3 | 0 - 4 | 4,4 - 5,0 | 26 - 50 | Mg) - Extração pela |
| Médio | 6 - 10 | 13 - 30 | 16 - 40 | 25 - 60 | | 1,6 - 3,0 | 4 - 7 | 5 - 8 | 5,1 - 5,5 | 51 - 70 | resina trocadora de |
| Alto | 10 - 20 | 31 - 60 | 41 - 80 | 61 - 120 | >5 | 3,1 - 6,0 | >7 | >8 | 5,6 - 6,0 | 71 - 90 | ions |
| M. Alto | 20 | 60 | 80 | 120 | | 6 | | | 6,0 | 90 | |

LABORATÓRIO DE FERTILIDADE DO SOLO

Resultados de análise de solo

Interessado: Sabrina

Procedência :

| Amostra(int.) | Amostra(lab) | Boro | Cobre | Ferro mg/dm ³ | Manganês | Zinco |
|---------------|--------------|------|-------|-----------------------------|----------|-------|
| 20-1 | AK06 | 0,32 | 2,4 | 52 | 30 | 1,6 |
| 20-2 | AK07 | 0,25 | 1,5 | 45 | 18 | 0,7 |
| 20-3 | AK08 | 0,19 | 2,4 | 52 | 12 | 0,5 |
| 40-1 | AK09 | 0,27 | 1,7 | 37 | 20 | 0,5 |
| 40-2 | AK10 | 0,23 | 1,1 | 30 | 14 | 0,4 |
| 40-3 | AK11 | 0,40 | 1,4 | 30 | 5 | 0,2 |

São Paulo, 28 de maio de 2004

Prof. Dr. Paulo César Costa

CREA: 5060334539

Responsável

| Classe | B Água quente | Cu DTPA | Fe DTPA | Mn DTPA | Zn DTPA |
|--------|------------------|------------|------------|------------|------------|
| Baixo | 0,0 – 0,20 | 0,0 – 0,2 | 0 – 4 | 0,0 – 1,2 | 0,0 – 0,5 |
| Médio | 0,21 – 0,60 | 0,3 – 0,8 | 5 – 12 | 1,3 – 5,0 | 0,6 – 1,2 |
| Alto | > 0,60 | > 0,8 | > 12 | > 5 | > 1,2 |

ANEXO B - CARACTERÍSTICA FÍSICA DOS SOLOS DA ÁREA DE ESTUDO

RELATÓRIO DE ENSAIO

CLIENTE: Marco Antonio Alves Garcia.

Rua: Roberto Chamas nº 120 apt 31.

CEP: 04121-020 - Vila Mariana - São Paulo.

MATERIAL: Amostras de solo com estrutura deformada.

NATUREZA DO TRABALHO: Análises de granulometria.

1 MATERIAL

1.1 Designação declarada pelo cliente:

Amostras deformadas: P1, P2, P3A, P3B e P3C.

1.2 Quantidade: cinco amostras de solo com estrutura deformada.

1.3 Coleta das amostras: As amostras foram coletadas pelo cliente e entregues no LFSI em 19 de outubro de 2004.

2 MÉTODO UTILIZADO

2.1 Amostras deformadas

Procedimento DIGEO-LFSI-PE-002 - "Granulometria", baseado em método citado no "*Methods of Soil Analysis: Part 1 – Physical and Mineralogical Methods*" (Klute, 1986).

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

Equipamentos:

- Agitador e aquecedor (AG-002), agitador de peneiras (AG-003), agitador de Wagner (AG-004) (não requerem calibração).
- Balança eletrônica Gehaka, modelo BG 200 (BL-001): Calibrada em 31.10.2002, conforme certificado nº 45664, do Laboratório de Metrologia/AMAEI/DME. Validade da calibração até 31.10.2005.
- Balança eletrônica Marte (BL-003): Calibrada em 31.10.2002, conforme certificado nº 45666, do Laboratório de Metrologia/AMAEI/DME. Validade da calibração até 31.10.2005.
- Cronômetro mecânico (CR-001): Calibrado em 17.06.2003, conforme certificado nº 49464, do Laboratório de Metrologia Elétrica/ATEE/DME. Validade da calibração até 17.06.2006.
- Densímetro (DN-001), modelo ASTM 152H (não requer calibração).
- Estufa *Fanem*, modelo 320E (ES-002) e termômetro (TE-008), calibrado em 31.07.2003, conforme certificado nº 50180, do Laboratório de Metrologia/AMAEI/DME. Validade da calibração até 31.07.2005.
- Termômetro (TE-007): Calibrado em 12.03.2003, conforme certificado nº 47421, do Laboratório de Metrologia/AMAEI/DME. Validade da calibração até 12.03.2005.
- Cronômetro mecânico (CR-001): Calibrado em 17.06.2003, conforme certificado nº 49464, do Laboratório de Metrologia Elétrica/ATEE/DME. Validade da calibração até 17.06.2006.

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

3 RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados das análises de granulometria (TABELA 1).

TABELA 1 – Resultados das análises de granulometria.

| Designação Do Cliente | Argila (%) | Silte (%) | Areia Total (%) | Classe Textural | AREIA (%) | | | | | Cascalho (%) |
|-----------------------|------------|-----------|-----------------|-----------------|-----------|----|----|----|----|--------------|
| | | | | | MG | G | M | F | MF | |
| P1 | 20 | 18 | 52 | Média | 13 | 17 | 11 | 7 | 4 | 10 |
| P2 | 40 | 11 | 46 | Argilosa | 7 | 17 | 10 | 8 | 4 | 3 |
| P3A | 21 | 17 | 56 | Média | 9 | 18 | 16 | 7 | 6 | 6 |
| P3B | 25 | 14 | 57 | Média | 9 | 19 | 13 | 11 | 5 | 4 |
| P3C | 23 | 13 | 58 | Média | 7 | 21 | 14 | 10 | 6 | 6 |

Nota: Para efeito de arredondamento, nos cálculos efetuados, foi utilizada a norma ABNT NBR 5891/77 - Regras de Arredondamento na Numeração Decimal.

São Paulo, 28 de outubro de 2004.

Divisão de Geologia

Agrupamento de Geologia Aplicada
ao Meio Ambiente

Geól. Mestre Cláudio Benedito Balthista Leite
Pesquisador
CREASP Nº 0600800673 – RE Nº 5093

JAS/RPC

Os resultados apresentados neste documento têm significação restrita e se aplicam somente ao item ensaiado ou calibrado. Este documento não dá direito ao uso do nome ou da marca IPT, para quaisquer fins, sob pena de indenização. A reprodução deste documento só poderá ser feita integralmente, sem nenhuma alteração.

ANEXO C - FORMULÁRIO

FORMULÁRIO

Parâmetros fitossociológicos (Müller-Dombois & Ellenberg, 1974; Matteucci & Colma, 1982):

$$\text{Densidade absoluta (DA)} = \frac{\text{número de indivíduos da espécie } i}{\text{área}}$$

$$\text{Densidade relativa (DR)} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de indivíduos da espécie } i}{\text{n}^{\circ} \text{ total de indivíduos}} \times 100$$

$$\text{Frequência absoluta (FA)} = \frac{\text{n}^{\circ} \text{ de ocorrências da espécie } i}{\text{número total de unidades amostrais}}$$

$$\text{Frequência relativa (FR)} = \frac{\text{frequência absoluta da espécie } i}{\text{somatória das frequências absolutas de todas as espécies}} \times 100$$

$$\text{Dominância absoluta (DoA)} = \frac{\text{área basal da espécie } i}{\text{área}}$$

$$\text{Dominância relativa (DoR)} = \frac{\text{dominância absoluta da espécie } i}{\text{somatória das dominâncias absolutas de todas as espécies}} \times 100$$

- VI (índice de valor de importância) = (DR + FR + DoR)
- diâmetro = perímetro / π
- área basal (ab) = $(\text{perímetro})^2 \div 4\pi = \pi (\text{diâmetro} \div 2)^2 = \pi (\text{diâmetro}^2 \div 4)$
- No caso da ocorrência de vários ramos (troncos) num mesmo indivíduo: 1) tira-se a medida do CAP separadamente; 2) calcula-se a área basal de cada ramo (tronco), referente a cada medida tomada; 3) a área basal do indivíduo é dada pela somatória da áreas basais do ramos.