

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

**A MATA NEBULAR E OS CAMPOS NATURAIS DA  
REGIÃO SUDESTE DE SÃO PAULO -  
“CONDICIONAMENTO LITOLÓGICO OU  
PEDOGENÉTICO?”.**

Sérgio Rodrigues

Orientador: Prof. Dr. Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida

Co-orientador: Joel Barbujani Sigolo

MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-35/2002)

TF  
R696  
S.m  
2.ed.rev.

SÃO PAULO  
2002



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**A MATA NEBULAR E OS CAMPOS NATURAIS DA REGIÃO  
SUDESTE DE SÃO PAULO - "CONDICIONAMENTO  
LITOLÓGICO OU PEDOGENÉTICO?".**

DEDALUS - Acervo - IGC



30900011720



**SÉRGIO RODRIGUES**

**Orientador: Prof. Dr. Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida**

**Co-orientador: Prof. Dr. Joel Barbujani Sígolo**

**MONOGRAFIA DE TRABALHO DE FORMATURA  
(TF-35/2002).**

**2ª Edição - Revisada**

**SÃO PAULO**

**2002**

RG96  
S.m  
2 ed. rev.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE GEOLOGIA

A MATÁ NEOLÍTICA E OS CAMPOS NATURAIS DA REGIÃO  
SUDESTE DE SÃO PAULO - CONDICIONAMENTO  
LITOLÓGICO DO PEDOGÊNESE

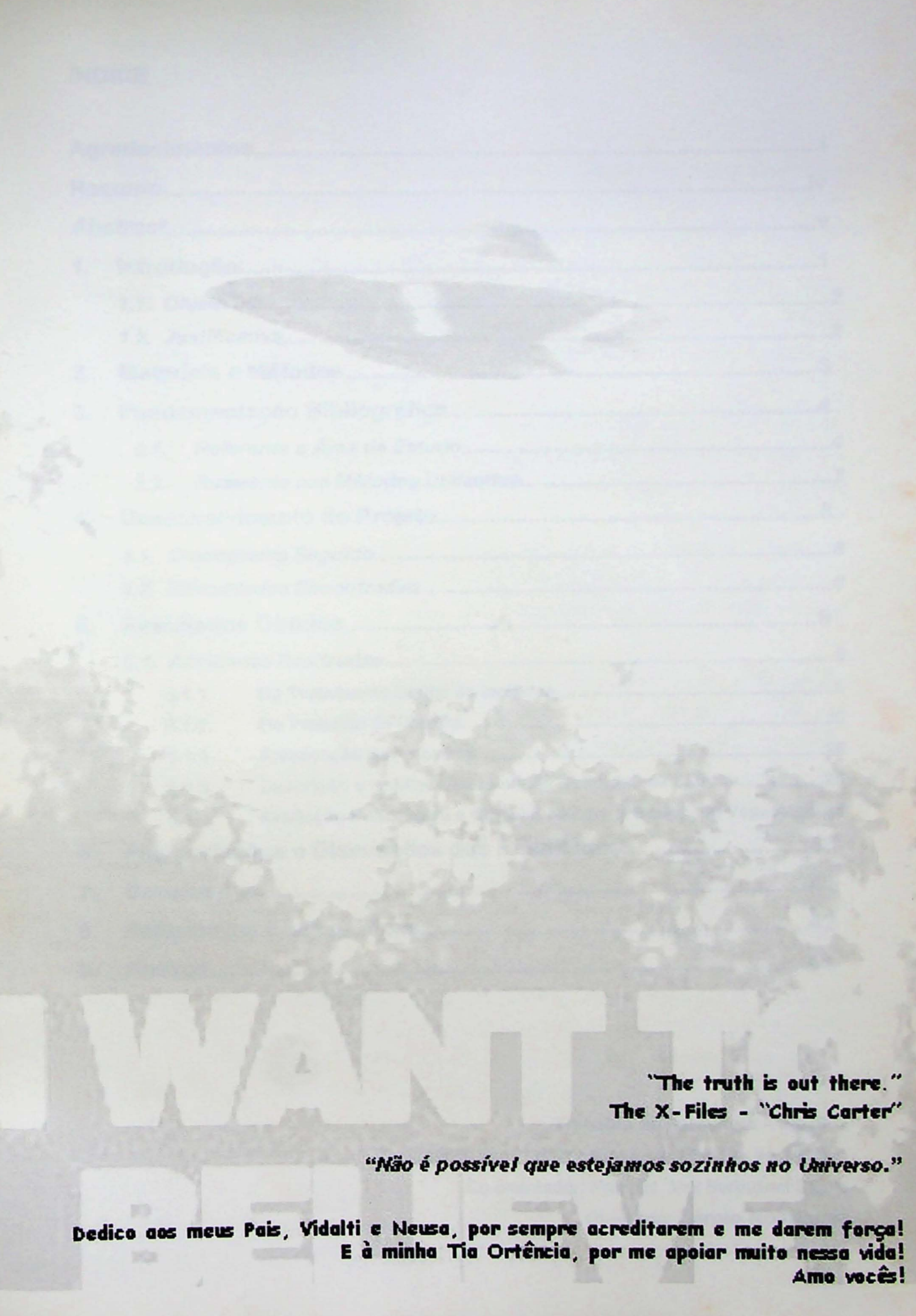


SEÇÃO DE GEOLOGIA

DOAÇÃO IGC - USP

Data: 20/03/03





# I WANT TO BELIEVE

"The truth is out there."  
The X-Files - "Chris Carter"

*"Não é possível que estejamos sozinhos no Universo."*

**Dedico aos meus Pais, Vídalti e Neusa, por sempre acreditarem e me darem força!  
E à minha Tia Ortência, por me apoiar muito nessa vida!  
Amo vocês!**



# ÍNDICE

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
1. Introdução.....	1
1.1. <i>Objetivos</i> .....	2
1.2. <i>Justificativa</i> .....	2
2. Materiais e Métodos.....	3
3. Fundamentação Bibliográfica.....	4
3.1. <i>Referente a Área de Estudo</i> .....	4
3.2. <i>Referente aos Métodos Utilizados</i> .....	7
4. Desenvolvimento do Projeto.....	8
4.1. <i>Cronograma Seguido</i> .....	8
4.2. <i>Dificuldades Encontradas</i> .....	8
5. Resultados Obtidos.....	9
5.1. <i>Atividades Realizadas</i> .....	9
5.1.1. Do Tratamento Digital de Imagens.....	9
5.1.2. Do Trabalho de Campo.....	20
5.1.3. Preparação de Amostras.....	26
5.1.4. Descrição e Análise das Lâminas Delgadas da Laterita.....	26
5.1.5. Avaliação Pedológica e Correlação com a Ocupação Vegetal.....	33
6. Interpretações e Discussões dos Resultados.....	38
7. Conclusões.....	41
8. Referências Bibliográficas.....	42
9. Anexos.....	44

**Trabalho de Formatura – 35/2002**

Orientador: Prof. Dr. Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida

Co-orientador: Prof. Dr. Joel Barbujani Sígolo

Orientado: **Sérgio Rodrigues**



## Agradecimentos

Bem, agradecer é uma das coisas mais legais quando temos tantas pessoas a agradecer e pouco espaço para nos expressar, pois com certeza acabarei esquecendo de várias pessoas, mas não se preocupe, posso ter esquecido pelo simples fato de não ter coragem de colocar para todo mundo ler o que acho sobre você. Bem, vou ser sincero, eu agradeço a todos que participaram da minha carreira acadêmica de modo direto e indireto para com o meu sucesso, e também à aquelas pessoas que não estavam presentes na Universidade, mas que com certeza me proporcionaram momentos ímpares. Mas em especial agradeço a seguintes pessoas:

Sem dúvida meus pais **Vidalti** e **Neusa** são os que eu mais agradeço nessa vida, seguido de minha **Tia Ortência** que está ao lado deles para juntos estarem sempre ao meu lado. Obrigado sempre a vocês, por estarem sempre comigo para o que der e vier. Aos meus irmãos **Fábio** e **Francis**, seus pilantras, como vocês me encheram o saco durante esses cinco anos de faculdade, mas no fundo sei que ambos se sentem orgulhosos por terem um irmão como eu, obrigado aos dois pela irritação, mas também pelos momentos que demos muita risada, “são as irritações sadias que fazem da vida em família um dos capítulos mais agradáveis de nossas vidas.”

Como de “praxe” agora vou agradecer aos orientadores desse Trabalho de Formatura: **Teodoro Isnard Ribeiro de Almeida** e **Joel Barbujani Sígolo**, agradeço a vocês não apenas pela orientação que ambos deram para esse TF, mas também por serem, para mim, ótimas pessoas e profissionais, amigos que com certeza poderei contar pela carreira profissional que terei após o término da “Jornada Graduação”. Agradeço também a todos os professores da graduação que de forma direta e indireta me ajudaram nesse trabalho, pois através deles que adquiri o conhecimento mínimo para que este trabalho fosse elaborado.

Agora agradeço aos geólogos e futuros geólogos: *Pedro Henrique de Aquino Corrêa* (**TIMON**), figurinha carimbada de todos esses anos, o “*Lover Boy*” mais cara de pau que vi na vida; *Douglas Tatsuya Komati* (**5 MINUTOS**), esse é outro tipinho, o verdadeiro “*Mister Araxá Lover*”, foram momentos agradáveis enquanto eu dormia e você e o TIMON me ouviam roncar, (risos); *Shanty Navarro Hurtado* (para mim apenas **SHANTY**), “*Garotinho Pitbull*”, companheiro de “grandes” trabalhos de geologia e também das horas que não tinha nada para fazer; e *Rogério Guitarrari Azzone* (**VALENTINO**), parceiro de “cantorias” que com certeza “infernizavam” os campos de nossa graduação; vocês com certeza foram meus maiores amigos durante toda a jornada acadêmica e espero que para resto da vida, suas “*Bichas*”.



Agora agradeço às meninas: *Camila Maria Passos* (para mim apenas **CAMILA**), como é engraçado encher a sua paciência, você quase tomou chorume, como você é louca; *Daniela Amato Lourenço* (**AB**) e *Priscila Rodrigues Melo Leal* (**XIWAWA**), nesse último ano nos planejamos bem a chacina envolvendo orientadores, pena que para colocar em prática nós teríamos que ser no mínimo loucos ou geólogos, “Opa” nós somos geólogos (brincadeira Joel e Teco), “stress” em conjunto é melhor que sozinho; *Sueli Roberta da Silva* (para mim apenas **SUELI**), Tudo bem Sueli? Beleza? Você sumiu esse último ano da GEO, nós sentimos falta do seu jeito “Joselita” de ser, mas sempre sossegada e legal, com certeza uma grande amiga; e *Daniel Bernardes Raposo* (**FELÍCIA**), “Geladeira Raposinha” você também é uma grande “amiga”, que agora é uma pessoa mais que responsável, seu lugar está reservado junto com as meninas, você merece. A vocês citados até agora agradeço muito, pois sem vocês possivelmente esse trabalho não sairia esse ano.

Aos meus amigos *Murilo César Vieira Perrella* (**BOI**) e *Daniel Andréas Klein* (para mim apenas **KLEIN**), vocês foram amigos da “Jornada Metamórfica”, fizeram parte da “nata” dos reprovados que passaram com suor pelo segundo ano da “Jornada Metamórfica”. Aos amigos *André Renato do Carmo* (**GENI**) é “cara”, você me ajudou em algumas matérias, lembra?; *Jorge Watanabe* (**PERDIDO**), nervoso “Pra Caramba” mas muito “gente fina”, você é um grande amigo; *Conrado Eugenius Borges Picolo* (**KURRADO**), de certa forma sou um futuro geólogo atuante graças a você, e você e o GENI, foram os únicos a me verem passar mal de verdade e sou muito grato por terem socorrido; *Ingo Daniel Wahnfried* (**LALAS**), é “cara”, aquele seu “pseudoprojeto de iniciação” que não vingou, me ajudou e muito a elaborar o projeto inicial que se tornaria este Trabalho de Formatura, valeu!; *Carolina Rodrigues de Araujo Corrêa* (**KARNI**), tinha me esquecido de você, como pude? a semelhança no sobrenome é mera coincidência, (risos), você também sempre foi uma grande amiga e uma figurinha inconfundível, “Eu vou trabalhar pois preciso amadurecer”, seu comentário-resposta a pergunta do Valentino referindo-se a fazer pós-graduação, só isso vale muita risada, risos; *Paulo Lojkaisek Lima* (**VERMELHO**) e *Juliana Baitz Viviani* (**KOLLAH**), é vocês também apareceram só na versão final dos agradecimentos, mas lembrem-se sempre: “Só a família purifica. Só a família!” (risos). Valeu a todos vocês que por um motivo ou outro fizeram da graduação em geologia algo muito divertido, e com certeza de muito valor acadêmico e pessoal, pois foram inúmeros amigos que fiz pela graduação, muitos deles que não citei aqui, mas sabem que foram e serão grandes amigos.

Agradeço ainda à minha “Equipe Profissional de Campo” que era composta pelos orientadores já citados e também por: *Maurício Alonso* (Engenheiro Florestal do Instituto Florestal e responsável pelo Núcleo Curucutú), *Luiz Roberto de Campos Jacintho* (Engenheiro Agrônomo da Secretaria do Meio Ambiente) e *Oswaldo Landgraf Junior* (Geólogo da Secretaria do Meio Ambiente). Agradeço também ao Sr. *Martiniano*, pela hospitalidade em nos receber na Sede do Núcleo Curucutú.



Continuando, agradeço: *Henrique Martins* (GRÁFICA), pelo xerox rápido e bem feito, e sempre gente fina; *Cristina Rodríguez* (LIG), você me ajudou no TF, aprendi a usar algumas coisas no “Spring” com sua ajuda; *Mauro Marcos Lopes* (MAURÃO MOTORISTA), pela ajuda e diversão em campos geológicos; *Samuel Pedro Egídio* (SAMUCA da PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS), colaborou bastante com o progresso do TF; *Verônica Gabriel dos Santos* (LABORATÓRIO GSA) e *Angélica* (MICROSCOPIA), vocês me ajudaram diretamente neste trabalho.

Especialmente agora agradeço a *Érica Fernanda Capellazzo* (**ANJINHO**), pelo carinho de me ajudar a finalizar esse Trabalho de Formatura. Obrigado pelo que fez amiga. Você, literalmente dizendo, foi um anjo que caiu do céu, guardarei essa lembrança para sempre.

Para finalizar agradeço a toda a galera da **GEO**, principalmente a galera de **98** e **99** que fui junto para os campos de mapeamento, muitas risadas, muita bebida, muita conversa jogado fora, mas momentos realmente agradáveis. Aos meus amigos **Binho, Rigens e Luciana**, “Oh, galera das antigas! Foram grandes momentos juntos”. Aos amigos da PMJ: **Soninha, Adriano, Wagão, Sandro, Maurão, Johnny, Big, Odair, Alexandre, Galo, Timpone, Marião, Barreto, Josué, Mirna, Fauzi, Moreira e Robson**, à fiscalização de obras em geral, vocês sempre me apoiaram quando decidi sair da PMJ e cursar a Geologia, valeu! E para acabar de vez, à galera do **Fundo J1**. Valeu! E a todos vocês, Muito Obrigado.

*“E caso não os veja novamente, tenham uma boa tarde e uma boa noite”. (O Show de Truman – O Show da Vida).*

**Obrigado a todos vocês e a todos que esqueci.**



## Resumo

Este trabalho reveste-se do estudo em região próxima à cidade de São Paulo com grande interesse ecológico pelas características únicas de suas coberturas vegetais. Estas apresentam condicionamento compatível com as direções dos contatos litológicos e das estruturas rúpteis, aí incluída a quebra do relevo do planalto. O objetivo deste trabalho consistiu da identificação dos vetores determinantes da existência de Campos Naturais inseridos na Mata Nebular nesta área, se climático, biológico, litológico ou pedológico. Para tanto, foram empregadas duas metodologias de investigação: Análise de imagens de Sensoriamento Remoto (SR, Landsat ETM<sup>+</sup>) e ortofotos em cores naturais, ambas em formato digital, adicionadas de investigação de campo com análise pedológica e geoquímica. O SR separou as coberturas vegetais: Campos Naturais, Mata Nebular, Mata de Tiboquinas e Campos Antrópicos.

A análise pedológica e geoquímica delimitou e caracterizou os tipos de solos em relação à instalação da vegetação. Estas, mostraram, que a região dos Campos Naturais estão sendo ocupadas pelas Matas Nebulares instaladas inicialmente na base das vertentes, posteriormente nos topos dos morros. Fato este comprovado pelos dados químicos de determinação de solo (CTC, elementos maiores, macronutrientes e micronutrientes) exibindo que os principais elementos para o desenvolvimento da vegetação estão sendo lixiviados na meia encosta da vertente, concentrando-se parcialmente nas bases, facilitando assim o desenvolvimento da vegetação de maior porte no topo e na base da encosta.

Este ambiente encontra-se condicionado por microclima e as texturas lisas (imagens orbitais) indicam clara distinção entre variedades litológicas, permitindo-se afirmar que ocorre um controle climo-bio-lito-pedológico na formação deste ambiente geomorfológico e um controle climo-lito-pedológico para a evolução vegetativa.



## **Abstract**

This study is based in a great ecological interest area near to São Paulo city. The most important characteristics of this area are the vegetation coverings only. These present compatible conditioning with the directions of the lithologic contacts and of the strain structures, included a break of the relief plateau. The research objective consisted in determination of the vector identification associated with a Nebular Forest. Climatic, biological, litological and pedological factors are the main controls of the morphological relief evolution. To understand these process two investigation methodologies were used: Analysis of Remote Sensing images (RS, Landsat ETM+) and orthophote in natural colors, both in digital format, followed of field investigation with pedologic and chemistry analysis. RS separated the vegetable coverings: Natural Fields, Nebular Forest, Tibouchines Forest and Anthropol Fields.

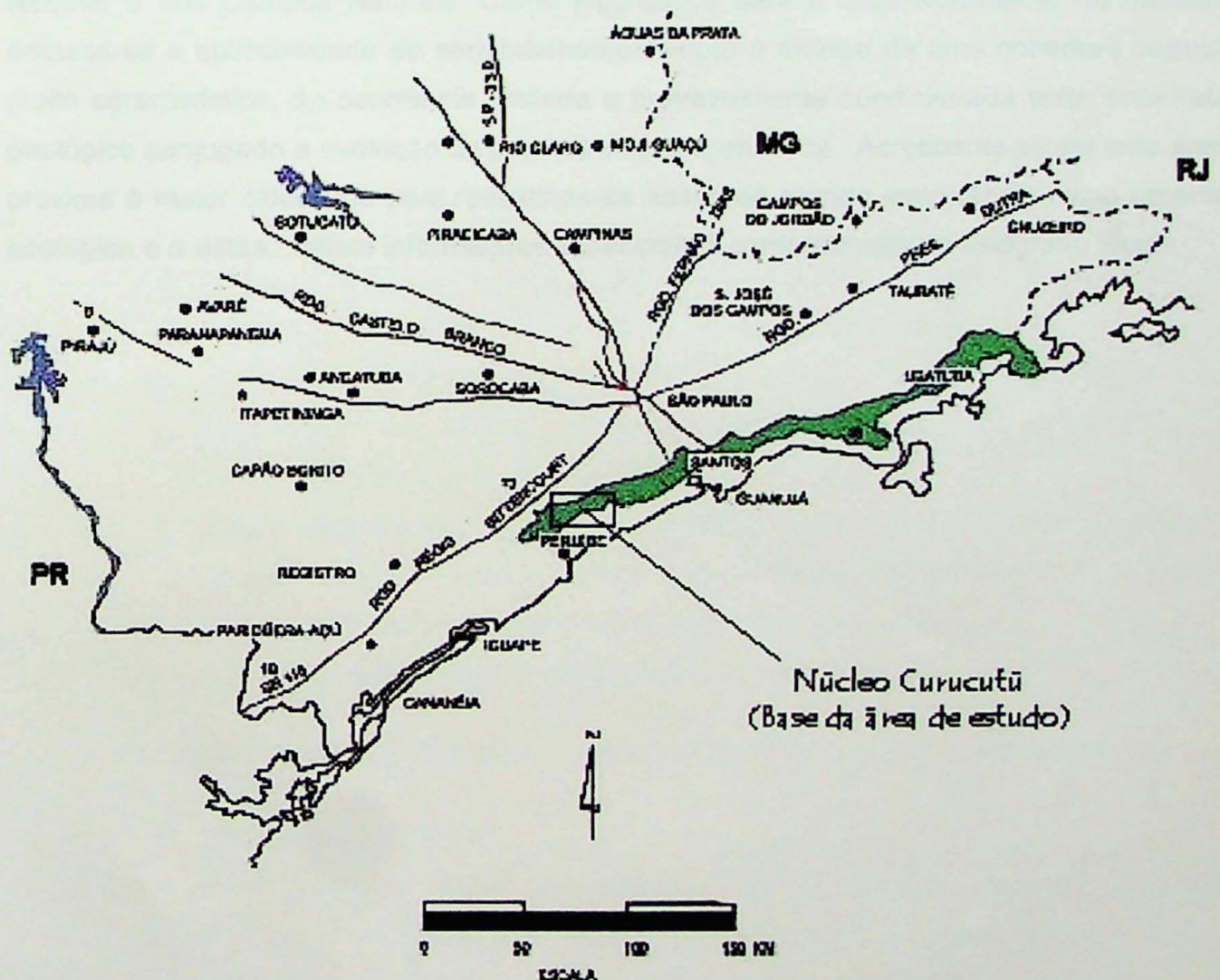
The pedologic and chemical analysis defined and characterized the soils types in relation to the forest installation. These, showed, that the Natural Fields area is being occupied initially by the Nebular Forests beginning installed at the versant, later in the tops of the hills. This fact is checked by chemistry data of soil determination (CTC, macronutrients and micronutrients) exhibiting that the main elements for development of the vegetation are being leached in the versant of the slope. The vegetation is concentrating initially in the versant base, and after that in the top of the versant, when the vegetation is developing of larger load in the top and in the base of the slopes.

This atmosphere meets conditioned by microclimate and the flat textures (orbital images) indicated a clear distinction among lithologic varieties, allowing affirming that a climate-bio-litho-pedologic control happens in the formation of this it area.



## 1. Introdução

A área de estudo, localiza-se aproximadamente entre as coordenadas 23° 57' S e 24° S e 46° 40'W e 46° 47'W (Figura 1), no extremo sul do município de São Paulo. Esta área está inserida na porção sul da APA (Área de Proteção Ambiental) Capivari-Monos, sobrepondo-se ao Parque Estadual da Serra do Mar (Núcleo Curucutú). Uma vez que não são observados com facilidade afloramentos de rochas sãs, função das condições climáticas da região onde a ação do intemperismo se faz bastante efetiva, voltou-se à observação e análise do meio físico para a relação entre a distribuição geográfica dos diferentes tipos de cobertura vegetal, como Campos Naturais, Mata Nebular, Floresta Ombrófila Densa entre outras, com dados de geologia, pedologia e geomorfologia, obtidos através de estudos bibliográficos e conjugados a dados e informações coletadas em trabalhos de campo e de SR que foram desenvolvidos durante a elaboração do projeto.



**Figura 1 – Localização da área de estudo.**



### **1.1. Objetivos**

O objetivo deste trabalho foi buscar uma resposta à pergunta título - A MATA NEBULAR E OS CAMPOS NATURAIS DA REGIÃO SUDESTE DE SÃO PAULO - representam um “CONDICIONAMENTO LITOLÓGICO ou é apenas uma limitação PEDOGENÉTICA?”. Para se obter respostas adequadas a esta questão, foram utilizados principalmente métodos e estudos de sensoriamento remoto complementados por estudos pedogenéticos, focalizando áreas de ocorrência de Mata Nebular e dos Campos Naturais, procurando assim verificar a existência de relação entre a geologia e a cobertura vegetal e, mais especificamente, se essa relação deve-se as litologias presentes ou a processos pedogenéticos.

### **1.2. Justificativa**

É possível identificar, em uma análise rápida da imagem da Figura 2 (ETM+ Landsat 7, de Setembro de 1999, cedida pela prefeitura do Município de São Paulo), os limites da Mata Nebular e dos Campos Naturais. Como justificativa para o desenvolvimento do trabalho destaca-se a aplicabilidade do sensoriamento remoto à análise de uma cobertura vegetal muito característica, de ocorrência limitada e provavelmente condicionada pelo substrato geológico conjugado a evolução de processos pedogenéticos. Acrescente-se ser esta área próxima à maior cidade do país revestindo-se assim de grande importância como reserva ecológica e a estas, faltam informações essenciais à compreensão da fisiografia local.



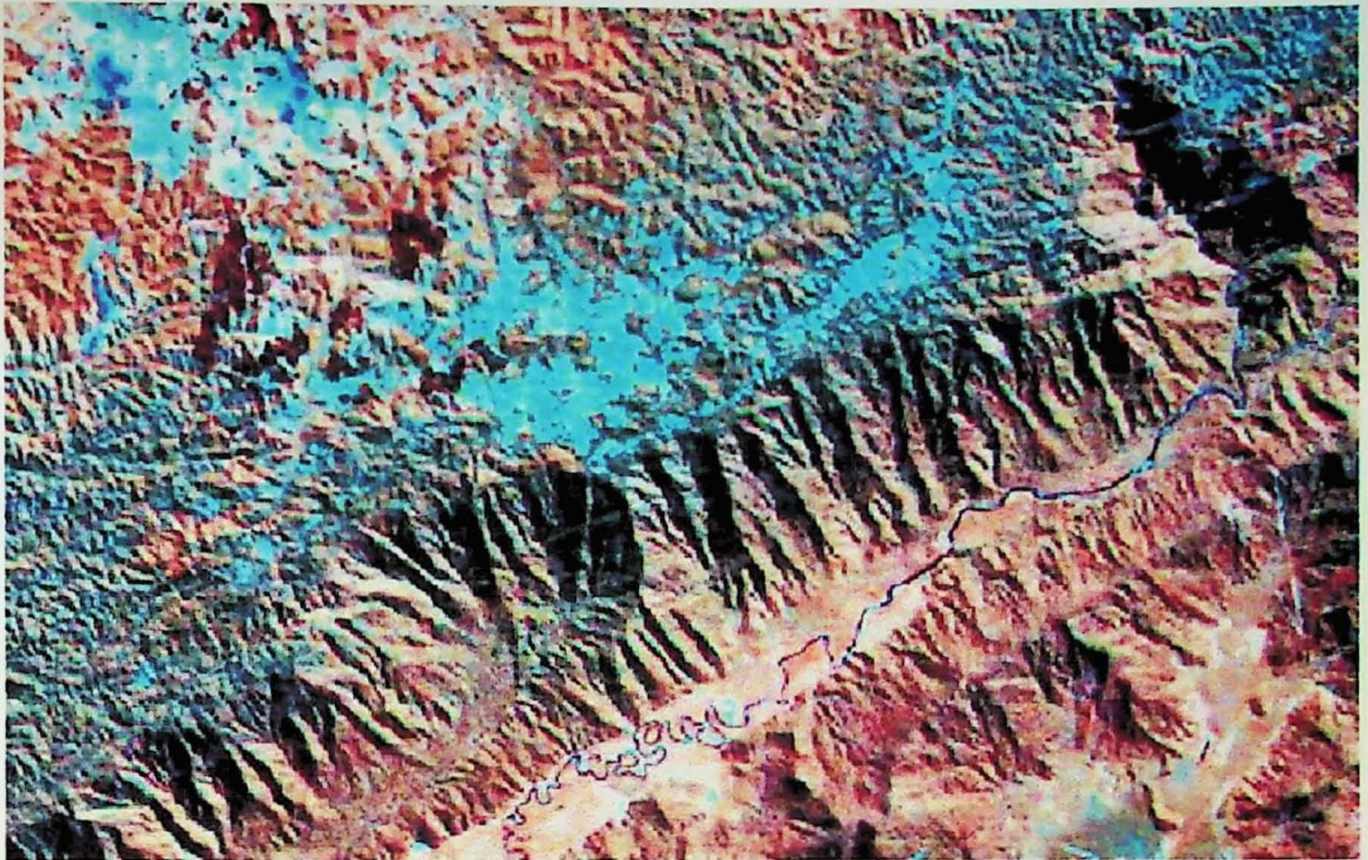


Figura 2 - Composição com as bandas 4, 5 e 7 da Imagem ETM<sup>+</sup> Landsat 7 de Setembro 1999.

## 2. Materiais e Métodos

O material utilizado para este estudo foi:

- Imagens ETM+ Landsat 7 de abril 2000 e ETM+ Landsat 7 de setembro de 1999, cedidas pela Prefeitura do Município de São Paulo;
- Softwares de sensoriamento remoto e tratamento de imagens, que são: ERMapper e Spring, utilizados no Laboratório de Informática e Geoprocessamento – LIG;
- Trado para sondagem manual, utilizado no trabalho de campo, visando à coleta de amostras para a elaboração de perfis transversais à variação das coberturas vegetais nas encostas (vertentes);
- Informações da literatura, cartográficas e bibliográficas.

A metodologia utilizada obedeceu a seguinte ordem de trabalhos realizados:

- Revisão bibliográfica;
- Processamento digital das imagens ETM+ Landsat 7, com os seguintes passos: a correção atmosférica por subtração do pixel escuro, razões orientadas de bandas, análise por principais componentes e filtragens de convolução isotrópicas para realce de estruturas, para realçar as imagens e analisar as relações das diferentes coberturas vegetais, tentando



correlacioná-las com variantes geológicas (Estruturais, geomorfológicas, fisiográficas e litológicas);

- Após esta fase realizou-se um trabalho de campo, com a execução de duas seções de investigação, cada uma com 4 perfis pedológicos, sendo que apenas 3 perfis de cada seção foram amostrados;
- Em seguida foi realizada descrição macroscópica das amostras que foram obtidas nas seções tradadas em campo, visando determinar as espessuras dos horizontes de solos encontrados, assim como a possível identificação da rocha;
- Com o desenvolvimento das investigações foi possível enviar as amostras obtidas nas seções pedológicas para que fossem feitos análises geoquímicas para a determinação de parâmetros pedológicos (pH, CTC, teores de macronutrientes e micronutrientes, etc); visando diferenciar se há influência pedolitológica ou não na origem destes campos naturais em meio à mata nebulosa;
- No decorrer do segundo semestre foi realizado o trabalho de interpretação das ortofotos cedidas pelo Instituto Florestal, assim como a sua adequação ao projeto, visto que estas não estavam do formato que as demais imagens foram trabalhadas. Exigiram, assim, serem editadas, cortadas e transferidas ao programa utilizado para seu tratamento. Realizaram-se também as descrições microscópicas da laterita coletada em campo e as análises e interpretações dos dados geoquímicos das amostras das seções de tradagem;
- Com todos os dados obtidos, analisados e interpretados, foram elaboradas as conclusões científicas cabíveis a responder a pergunta tema do trabalho.

### 3. Fundamentação Bibliográfica

#### 3.1 *Referente a Área de Estudo*

O Parque Estadual do Núcleo Curucutú foi estudada primeiramente por Felicíssimo e Franco (1956) os quais descreveram a presença de rochas gnáissicas e micaxistos de idade pré-cambriana, com intrusões de rochas básicas e pegmatitos, bem como de rochas anfibolíticas, resultantes metamórficas de antigas intrusões básicas, conjunto este de rochas que se inserem no denominado Complexo Embu (Grupo Açungui). Segundo Rodriguez (1998), a região possui as rochas mais antigas do Município de São Paulo, datadas do Proterozóico Superior, representando o embasamento das bacias de São Paulo e Taubaté. Especificamente na área de estudo, as rochas predominantes são gnaisses graníticos e biotita-gnaisses migmatizados, subordinadamente miloníticos. Os xistos, biotita-quartzo-



muscovita-xistos, granada-biotita-xistos, mica-xistos diversos parcialmente migmatizados e eventuais corpos lenticulares de anfíbolitos, quartzitos e rochas calciossilicatadas ocorrem numa seqüência da porção nordeste. Localizadamente também podem ocorrer quartzitos, sillimanita-muscovita-quartzitos e quartzitos feldspáticos na borda da Serra do Mar. No contexto geomorfológico, segundo IPT (1981), há domínio de morrotes baixos com planícies aluviais isoladas.

Ocorrem ainda depósitos aluviais, associados às atuais drenagens e rios, os mais antigos datados do final do pleistoceno, segundo Turcq *et al.* (1987). Acompanhando o contato litológico entre os gnaisses e os xistos do Complexo Embu e eventualmente cortando este contato ou, ainda, internamente aos xistos, ocorrem lineamentos morfoestruturais descritos como prováveis falhas (Rodriguez, 1998), com direções variáveis dentro do quadrante NE.

A evolução da Serra do Mar, continua desde o Turoniano até o Terciário, está associada ao soerguimento da margem continental no estágio oceânico da reativação da Plataforma Sul-Americana (Hasui *et al.*, 1989).

Segundo (Groke, M.C.T., 1981) os dados climáticos conferem à região o caráter quente úmido, com inverno seco. A temperatura média anual é de 18°C, e a pluviosidade atinge 1.400 mm/ano, irregularmente distribuída. Dados atuais da Secretaria do Meio Ambiente mostram que essa taxa de pluviosidade na região da Sede do Parque Estadual do Núcleo Curucutú atinge valores que variam de 900 a 2300 mm, mostrando uma amplitude pluviométrica alta. Segundo IPT (1990), as unidades de relevo que predominam são morrotes baixos isolados, com declividade média de 30% na porção norte, morrotes altos com declividade entre 30 – 40% na porção central e as serras na porção sul (Serra do Mar), com altas declividades (superiores a 40%).

Conforme dados da Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (2000), e já comentados anteriormente, a região é muito úmida e freqüentemente coberta por neblina, o que condiciona a ocorrência das Matas Nebulares, uma fisionomia da Mata Atlântica caracterizada por árvores mais baixas e grande diversidade de epífitas. Associado a elas ocorrem manchas de Campos Naturais. A cobertura vegetal é secundária, em estágio bastante avançado de evolução. Mapeamento realizado pelo Departamento de Educação e Planejamento Ambiental da SVMA, com base em fotos aéreas de 1994, identificou as seguintes classes:

- Mata de Planalto – Floresta Ombrófila Densa: Formação florestal alta, densa e estratificada, ocorrendo manchas significativas nas escarpas da Serra do Mar e numa área de propriedade da SABESP, ao sul da estação elevatória Capivari. Manchas menores desta formação ocorrem às margens do ribeirão dos Monos;
- Matas Nebulares – Floresta Ombrófila Densa Alto Montana: (Figura 3) Formação florestal baixa, menos densa, mas com boa biodiversidade. Está associada



normalmente aos campos das cristas da Serra do Mar, região de solos pobres e rasos, sujeita a longos períodos de neblina;

- Campo Alto-Montano – Campos Naturais: (Figura 3) Formação campestre com predomínio de gramíneas. Eles ocupam as cristas mais altas da Serra do Mar, em geral locais com solos pouco profundos e ocorrência freqüente de neblina;
- Campo de Várzea: Formações campestres com predomínio de herbáceas resistentes a inundações periódicas. Elas aparecem associadas a planícies aluviais.

Segundo o texto “CONSIDERAÇÕES FITOGEOGRÁFICAS E CONSERVACIONISTAS SOBRE A FLORESTA ATLÂNTICA NO BRASIL” (2001) do *site* ([http://www.conservation.org.br/ma/rp\\_flora.htm](http://www.conservation.org.br/ma/rp_flora.htm)), é visto que: “Na parte mais alta das serras costeiras, sejam elas diretamente vizinhas ao oceano ou então mais interiorizadas, ocorre a formação chamada “Alto-Montana”, em geral estabelecida sobre solos *rasos e/ou orgânicos*, em locais sujeitos quase que permanentemente à condensação das massas de ar úmidas procedentes do mar, formando neblina ou até mesmo chuvas fracas durante a maior parte do tempo. Tal fato motivou diversos autores a designar esta formação com nomes como “Mata Nebular”, “Mata de Neblina” ou “Mata Nuvígena”, sendo suas características diferenciais mais marcantes em relação às demais formações da Floresta Atlântica a diminuição do porte das plantas arbóreas, uma maior tortuosidade dos troncos e galhos, a microfilia e abundância de epífitos não vasculares, notadamente musgos e hepáticas.”



**Figura 3** – Vista aérea da região, Mata Nebular com os Campos Naturais. (Foto: T. I. R. de Almeida).



Em meio à Mata Nebular ocorrem campos, denominados de Campos Naturais, segundo *síte* da Secretaria do Verde e do Meio Ambiente. Tais campos, ao contrário daqueles de ocorrência em conjunto da Floresta Alto-Montana que “coroam” as maiores elevações segundo texto citado anteriormente, ocorrem muitas vezes em áreas mais baixas e aparentemente fechadas por pequenos vales, em altitudes iguais às vizinhas Mata Nebular e Ombrófila Densa.

### 3.2. Referente aos Métodos Utilizados

Sensoriamento remoto se refere aos instrumentos, técnicas e métodos usados para observar a superfície da Terra à distância (Buiten e Clevers, 1993). As imagens de Sensoriamento Remoto (SR) vêm sendo aplicadas em estudos e levantamentos com finalidades diversas, incluindo amplamente a geologia. Segundo Drury (1993), o SR se foca em capturar informações sobre propriedades dos materiais que interagem com a radiação eletromagnética. Há três formas de interação: reflexão, absorção ou transmissão da radiação incidente.

O sensoriamento remoto óptico (visível e infravermelho) será aplicado ao estudo de lineamentos (possíveis estruturas rúpteis), das texturas e padrões de drenagem (refletindo diferentes litologias) e ao estudo das coberturas vegetais e suas diferentes respostas espectrais. Assim a técnica nos fornecerá informações indiretas sobre litologias, como, por exemplo, a observação de drenagens, que podem ajudar na diferenciação de solos mais argilosos ou arenosos, se estruturados ou isotrópicos. Neste caso deve ser utilizada foto interpretação direta, empregando-se imagens de albedo (**PC1** de uma análise por principais componentes ou componente I de transformação HSI), já que estas são as que fornecem melhores informações de texturas, estruturas, drenagens. Adicionalmente foram ser utilizadas imagens termais na detecção do padrão de drenagens, já que a maior disposição de água nas drenagens implica em maior evapotranspiração e esta, por sua vez, em temperaturas mais baixas no dossel.

Em imagens ETM<sup>+</sup> é possível realçar respostas espectrais, originadas em sua maior ou menor parte, pelo conjunto de compostos bioquímicos, por água foliar, por clorofila *b*, por clorofila *a+b* e clorofila *a+b+carotenóides* etc, bem como informações de área foliar e de evapotranspiração e temperatura superficial (Almeida *et al.*, 2002). A este aspecto pode-se acrescentar outro, que pode ser igualmente importante: Huete (1987) e Huete & Jackson (1988) apresentam discussões sobre a influência do solo na resposta do pixel.

Guyot (1996) menciona que a reflectância das coberturas vegetais frente ao espectro solar depende das propriedades óticas que as compõe, seu arranjo espacial e das porções de solo que aparecem embaixo. Propriedades óticas das folhas variam conforme a sua estrutura anatômica, grau de desenvolvimento, teor de água, deficiências minerais no solo e ataques de parasitas.



Os solos que condicionam o surgimento e a sustentação das vegetações características da região de estudo, podem estar diretamente envolvidos com estas características tão distintas nessa vegetação, pois diversos fatores pedogênicos e/ou litológicos podem estar condicionando-os, tornando estes solos propícios para a formação dessas vegetações. Segundo Prado (2000) a formação do solo pode se dar tanto pela transformação da rocha em solo, ou sobre o produto de alteração da mesma, quer sejam materiais remanejados saprolíticos ou produtos de pedogênese anterior.

## 4. Desenvolvimento do Projeto

### 4.1. Cronograma Seguido

A previsão de execução desta proposta considerava 7 meses para a sua completa realização. Segue abaixo o cronograma das atividades modificado, conforme as atividades que foram executadas no decorrer do período do trabalho:

	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
<b>Pesquisa Bibliográfica</b>	X	X	X	X	X	X		
<b>Interpretação de Imagens</b>		X	X		X			
<b>PDI – Landsat 7</b>	X	X		X		X	X	
<b>Análise de Dados</b>		X	X	X		X	X	X
<b>Trabalhos de Campo</b>				X				
<b>Redação de Relatórios</b>				X			X	X

\* Meses contados a partir de abril de 2002. Entrega da monografia foi em Novembro de 2002.

### 4.2. Dificuldades Encontradas

Para o desenvolvimento do projeto foram encontradas as seguintes dificuldades:

- Primeiramente foram encontradas dificuldades na adequação das imagens cedidas pela Secretaria de Planejamento da Prefeitura de São Paulo, visto que para isso ocorreram problemas de: importação da imagem em extensão “Fast Format” para a utilização no ERmapper e elaboração do “merge” das bandas das imagens ETM<sup>+</sup>; dificultando a elaboração do mosaico das imagens, e que seriam trabalhadas no decorrer do projeto;
- Também foram encontrados alguns problemas no que se refere às imagens já mosaicadas, estas dificuldades estão relacionadas à data em que estas imagens foram obtidas, visto que nas imagens de setembro de 1999 elas apresentavam alta quantidade de névoa na imagem, dificultando assim a obtenção de imagens trabalhadas mais detalhadas e melhores para algumas análises específicas, utilizando as bandas da região espectral do visível;



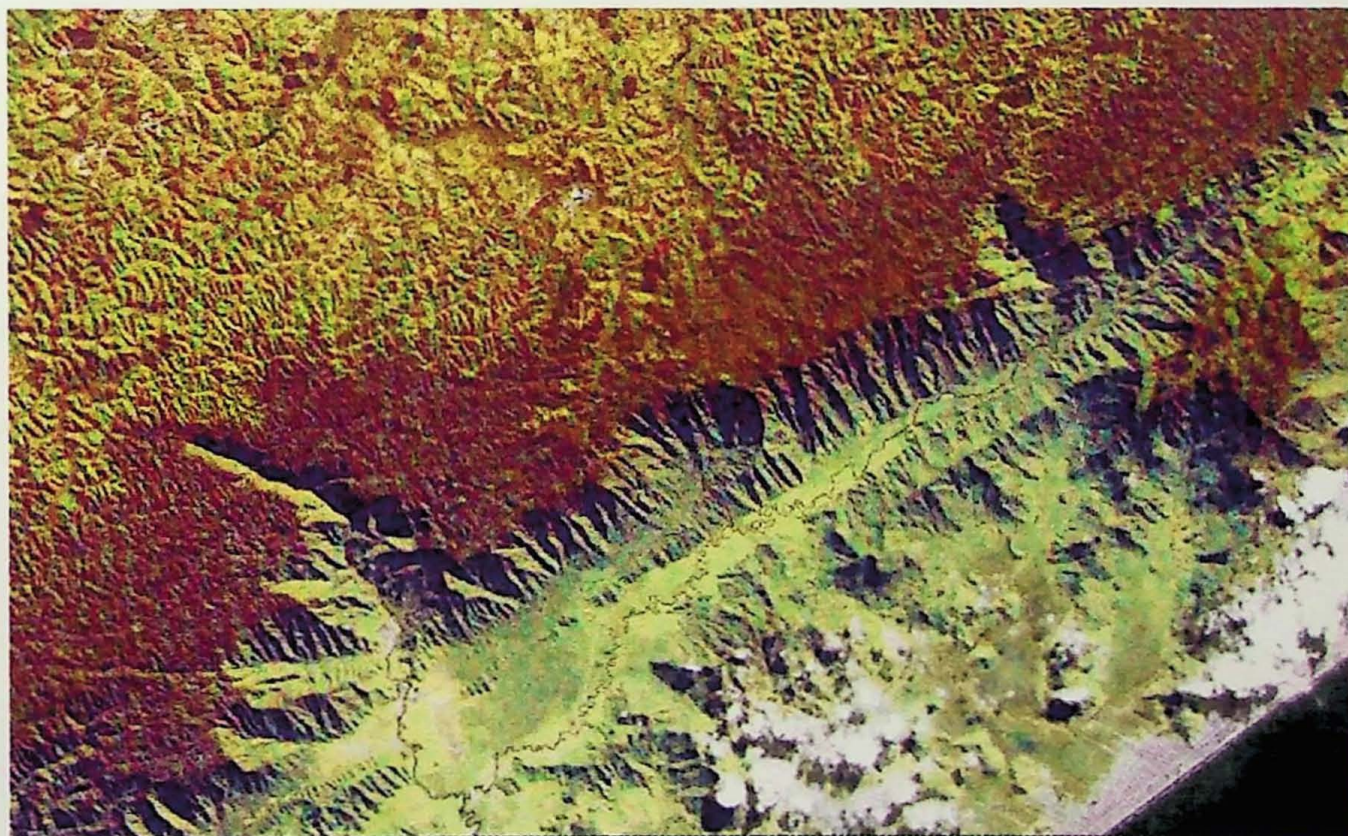
## 5. Resultados Obtidos

### 5.1. Atividades Realizadas

#### 5.1.1. Do Tratamento Digital de Imagens

Nesta primeira etapa, foram realizados trabalhos de tratamento e interpretações preliminares utilizando-se as imagens Landsat 7 de Setembro de 1999 e de Abril de 2000. Deste trabalho de tratamento de imagens foram obtidos os seguintes resultados: \*(Serão expostas neste tópico as imagens produzidas seguidas de suas respectivas interpretações e análises).

Na Figura 4 (abaixo), geral da área de estudo, pode-se observar claramente a diferença de resposta espectral que a Mata Nebular proporciona tanto em relação à “Mata de Tiboquinas” (mata secundária em avançado estágio de sucessão, mas com presença anômala de *Tibouchina sp.*, de ocorrência a norte da Mata Nebular) como com a Ombrófila Densa das encostas da Serra do Mar bem como as das regiões mais baixas do planalto da Serra do Mar. A resposta na imagem de Setembro de 1999 é a mesma.



**Figura 4** - Visão Geral da área de estudo; Imagem de Abril 2000, bandas 3, 2, 1 e Pancromática (em canal de intensidade).





**Figura 5** – Imagem Termal de Setembro 1999.

Na Figura 5 pode-se ver claramente a diferença litológica entre as áreas ocupadas pela Mata Nebular e pelas áreas ocupadas pelo Mata de Tibuquinas. Esta diferença é evidenciada pela estrutura das drenagens. Observa-se que, na parte onde estão localizadas a Mata Nebular e os Campos Naturais, a drenagem é muito menos desenvolvida. Isto caracteriza, em fotogeologia clássica, solos mais arenosos, porosos, onde há infiltração da água de chuva. Já na Mata de Tibuquinas o padrão é claramente dentrítico, evidenciando importante participação de argilas nos solos, com conseqüente impermeabilização e escoamento superficial das águas de chuva. Observe-se que partes das áreas percorridas no trabalho de campo apresentam solo arenoso, com grande quantidade de quartzo e praticamente sem participação de argila. Estas características ocorrem intensamente em parte das áreas de Campos Naturais (Figura 6).

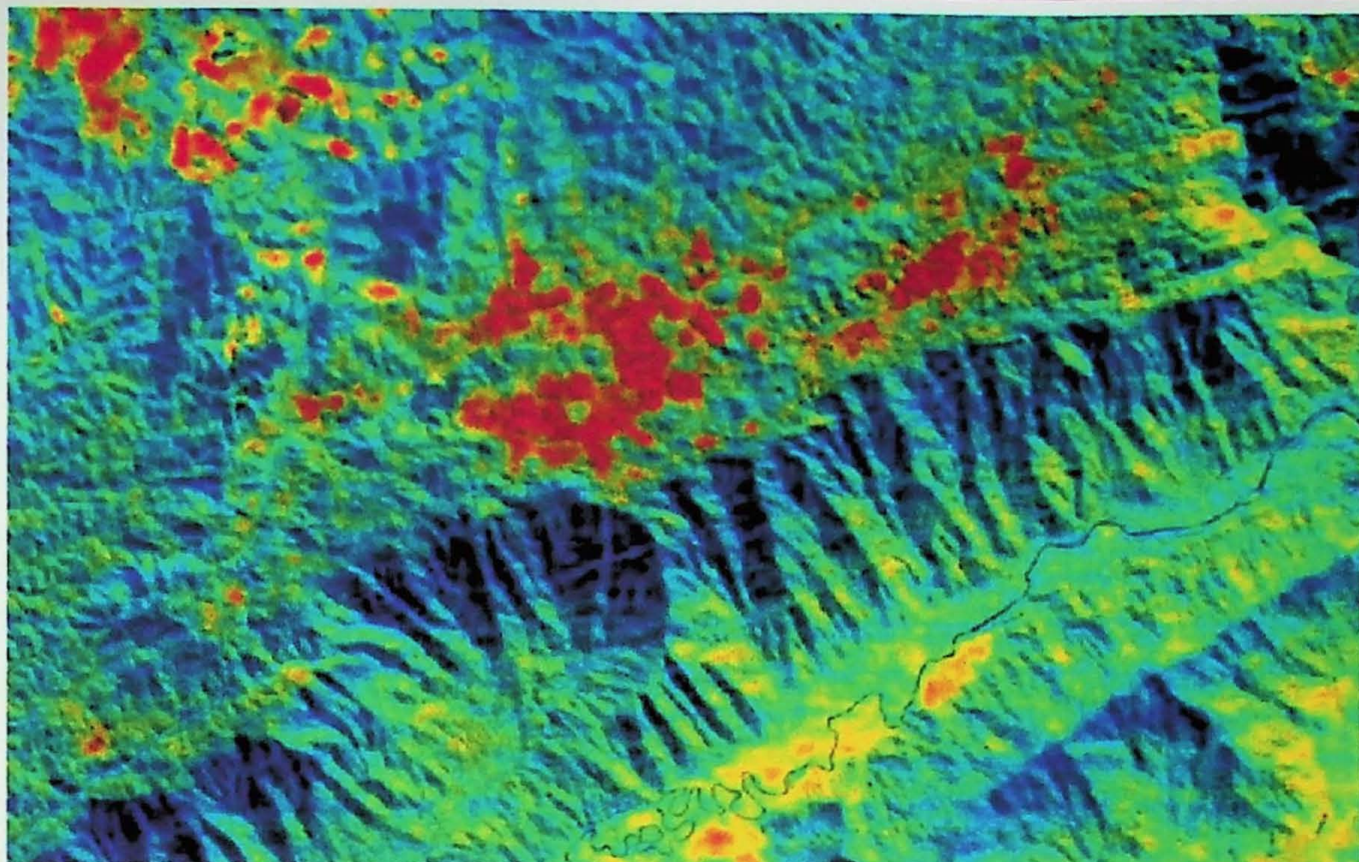




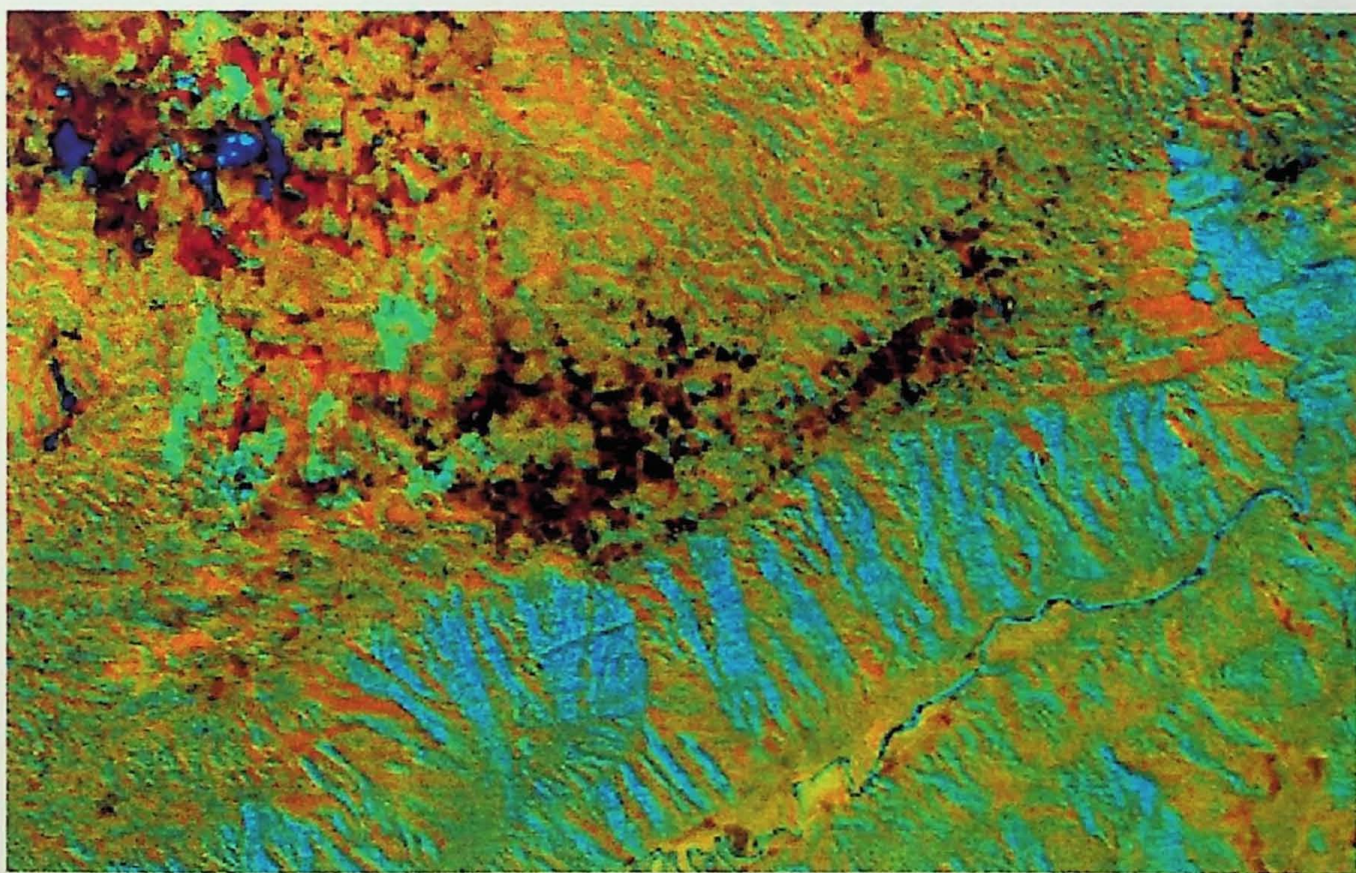
**Figura 6** – Vista em detalhe do solo muito arenoso dos Campos Naturais.

Na Figura 7 (abaixo), em que a banda pancromática fornece a informação textural e topográfica, pode-se observar a resposta termal diferenciada dos campos Naturais em relação à Mata Nebular. Os Campos Naturais por terem uma quantidade muito menor de vegetação e uma quantidade muito maior de quartzo, mineral de baixa inércia térmica, no seu solo, tem uma resposta espectral muito mais quente na banda termal.





**Figura 7** – Imagem Termal de Abril de 2000 (em pseudocor, com temperaturas aumentando de azul a vermelho) e com Pancromática na intensidade (fornecendo textura e noção topográfica).



**Figura 8** - Imagem de Setembro de 1999 com Razão de Bandas R(4/3), G(4/5) e B(3/5).



Na Figura 8, temos uma composição com uma razão de bandas, onde se obteve uma resposta muito boa no que se refere à separação das áreas de Campos Naturais (marrom escuro), de reflorestamento com “*pinus elliotti*” (verde água) e possíveis porções de Mata Ombrófila Densa em meio ao domínio da Mata Nebular (manchas laranja a leste dos campos, na encosta do vale do rio Branco, e laranja amarelado a oeste-sudoeste, em pleno planalto). A Mata Nebular está aqui mal caracterizada. Provavelmente essa resposta notável dos campos se deva à grande presença de solo na resposta espectral, como observado em campo.

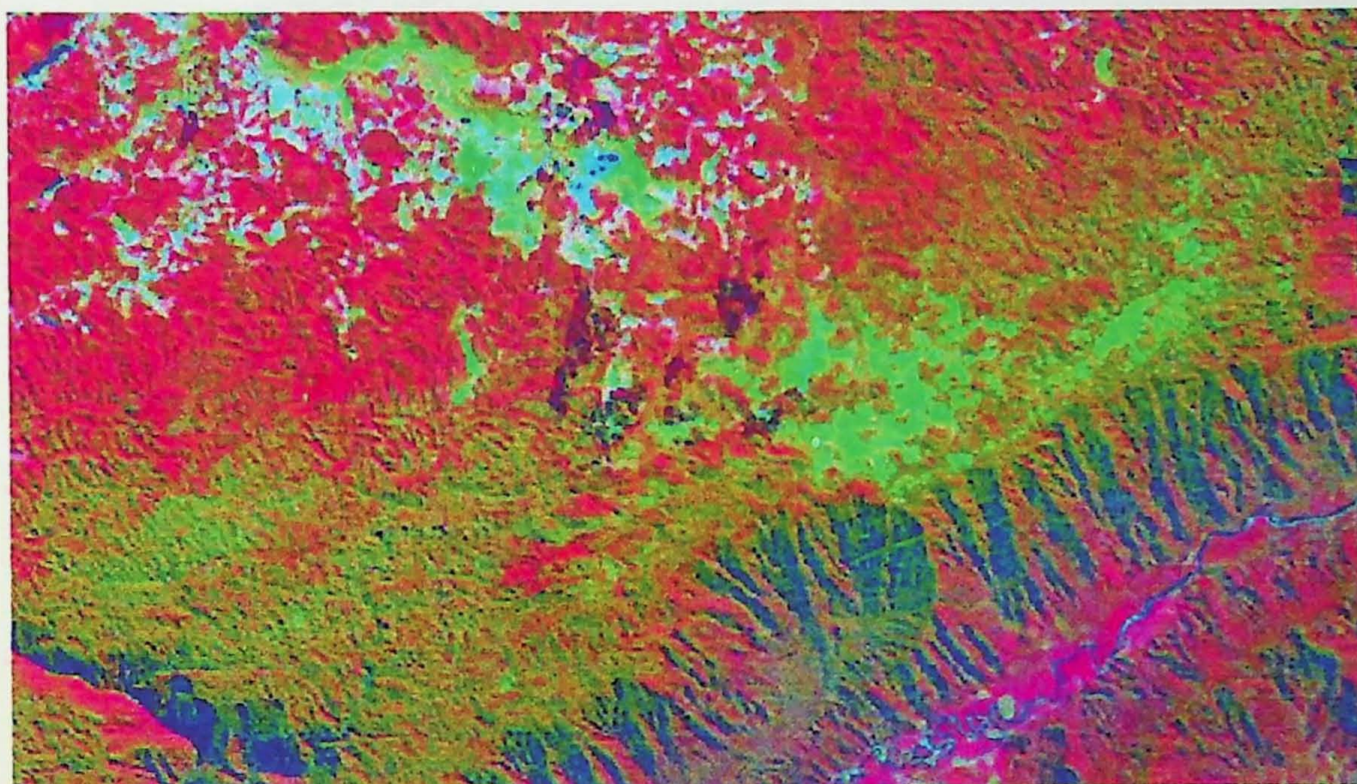


Figura 9 – Imagem de Setembro de 1999 tratada com o “Método Guiana”.

Na Figura 9 foi trabalhado um método cujo nome é “**PCA Over Oriented Vegetation Indices Applied to Vegetation Studies**” (Almeida *et al.*, 2000b), e as respostas a esse método foram muito boas. Pode ser observado na imagem claramente o destaque dado aos Campos Naturais em verde fluorescente assim como as áreas de revegetação destacadas por uma cor marrom/roxo, a Mata de Tibuquinas em vermelho sangue, incluindo as porções em meio ao domínio da Mata Nebular, assemelhadas às porções de Ombrófila Densa, nas encostas iluminadas da Serra do Mar. Essas áreas de revegetação são de “*pinus elliotti*” e em sua maioria já atingiram alturas superiores a 15 metros. Estas áreas, como observadas na imagem, estão espalhadas mais próximas à sede do Núcleo Curucutú.

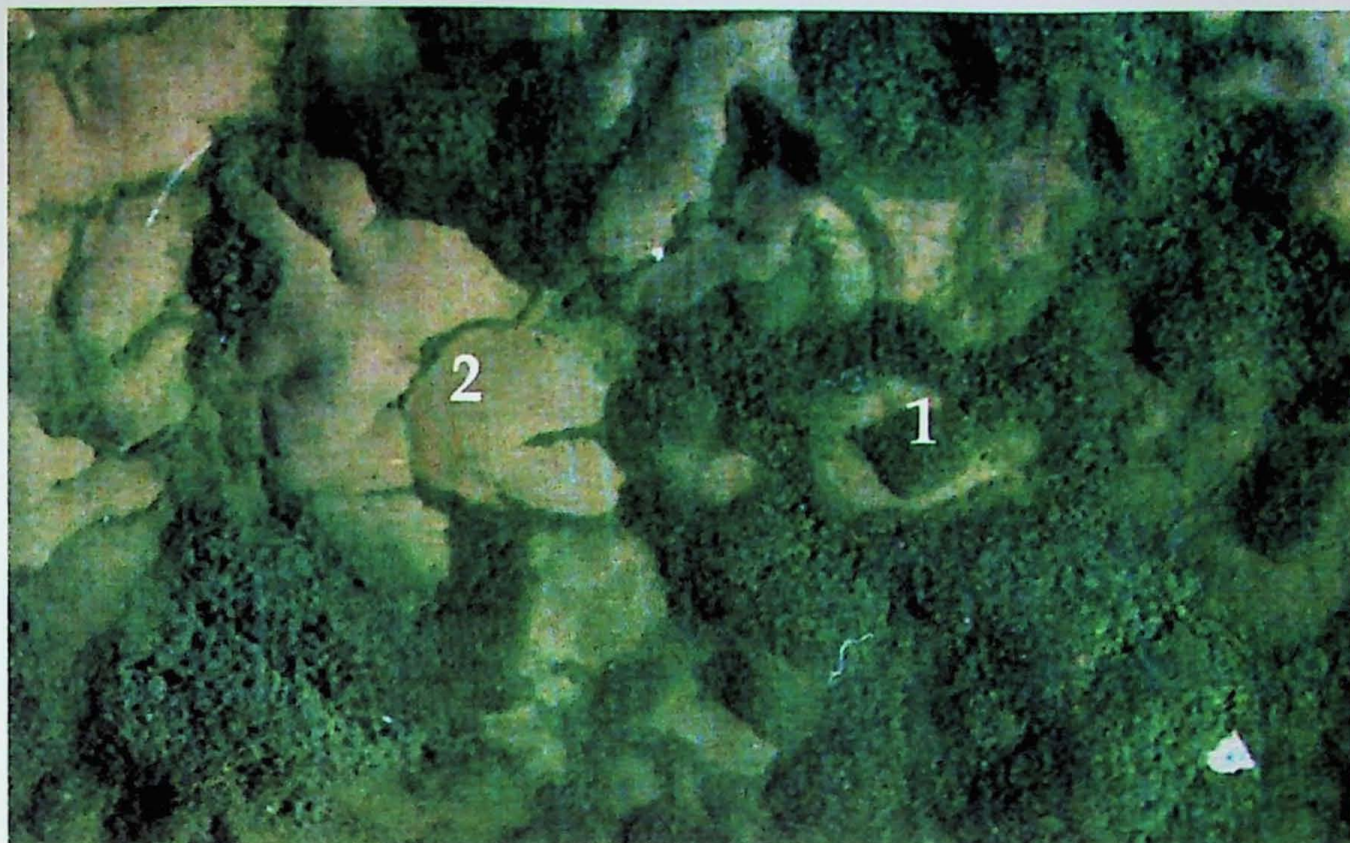




**Figura 10** – Foto mostrando detalhadamente o contato entre dois padrões distintos de drenagens, evidenciados na porção NE da área de estudo. (1:28.800)

A ortofoto (Figura 10), exhibe evidente contato entre dois padrões distintos de drenagens, possivelmente se trata de um contato de rochas. Na ortofoto pode-se ver claramente este contato com direção leste/oeste passando aproximadamente pelo meio da foto. Na região “1” observa-se que a rocha provavelmente é muito mais quartzosa e porosa, fato este comprovado em campo nas regiões próximas à sede do Parque Estadual do Núcleo Curucutú e que tinham respostas semelhantes nas ortofotos. Esta porção é caracterizada por ter: drenagens mais espaçadas, mostrando uma maior quantidade de infiltração do solo; cristas de morro mais arredondadas; e as orientações das vertentes não obedecem a uma direção preferencial, mas tendo uma leve tendência de serem NW. Outra observação muito relevante é em relação à vegetação desse local que é muito mais “lisa” se comparada à vegetação da região “2” que é mais “rugosa”, característica esta que pode indicar uma vegetação muito mais densa e fechada nesta última. A região “2” ainda possui cristas de morros mais angulosas contendo uma orientação das vertentes numa direção aproximadamente N-S.





**Figura 11** – Ortofoto destacando diferentes feições da ocupação da vegetação em relação aos topos dos morros do Núcleo Curucutú. (1:5.370)

Na Figura 11 pode ser observada uma característica muito marcante em toda a área de “Campos Naturais” da região do Parque estadual do Núcleo Curucutú, que é a diferente relação à ocupação das matas nebulares em relação ao topo dos morros. Na região “1” é observado que a mata está ocupando o topo do morro, em forma de círculo obedecendo ao desenho do morro na topografia e estes têm as laterais formadas pelos campos naturais de vegetação muito rasteira e solo arenosos exposto. Já na região “2” é observado que o morro não possui vegetação alguma em seu topo, tendo uma área de campo muito maior e atingindo a drenagem com vegetação mais fechada, porém de menor dimensão em relação à mata de drenagem da região “1”. A característica da região “2” é a que prevalece em maioria absoluta no decorrer da extensão do Parque Nacional do Núcleo Curucutú.

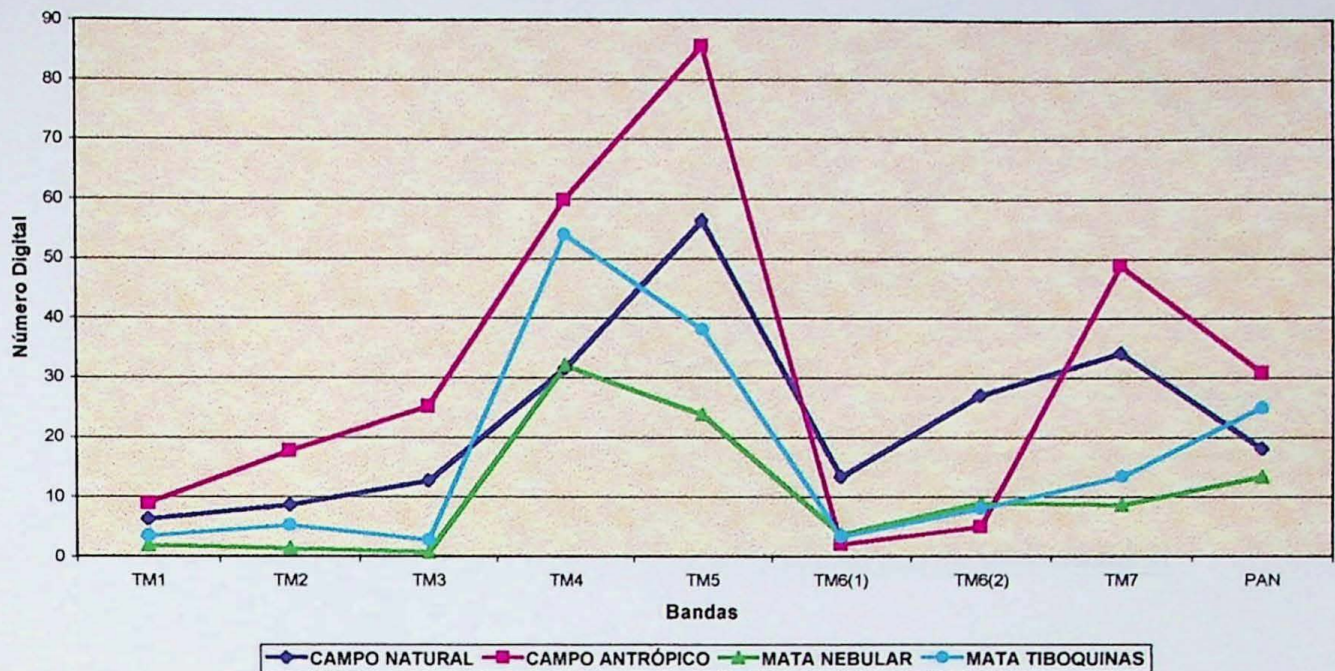
Os campos parecem se associar a texturas mais lisas, indicando alta permeabilidade. Indo para ENE e WSW, nas imagens ETM<sup>+</sup>, os campos desaparecem bem como a textura característica.

A variação textural observada em direção a Leste, principalmente na ortofotos, parece coincidir com a inexistência de campos. Embora aquela região fuja da área desta pesquisa, este fato pode indicar também uma vertente litológica na origem dos campos.

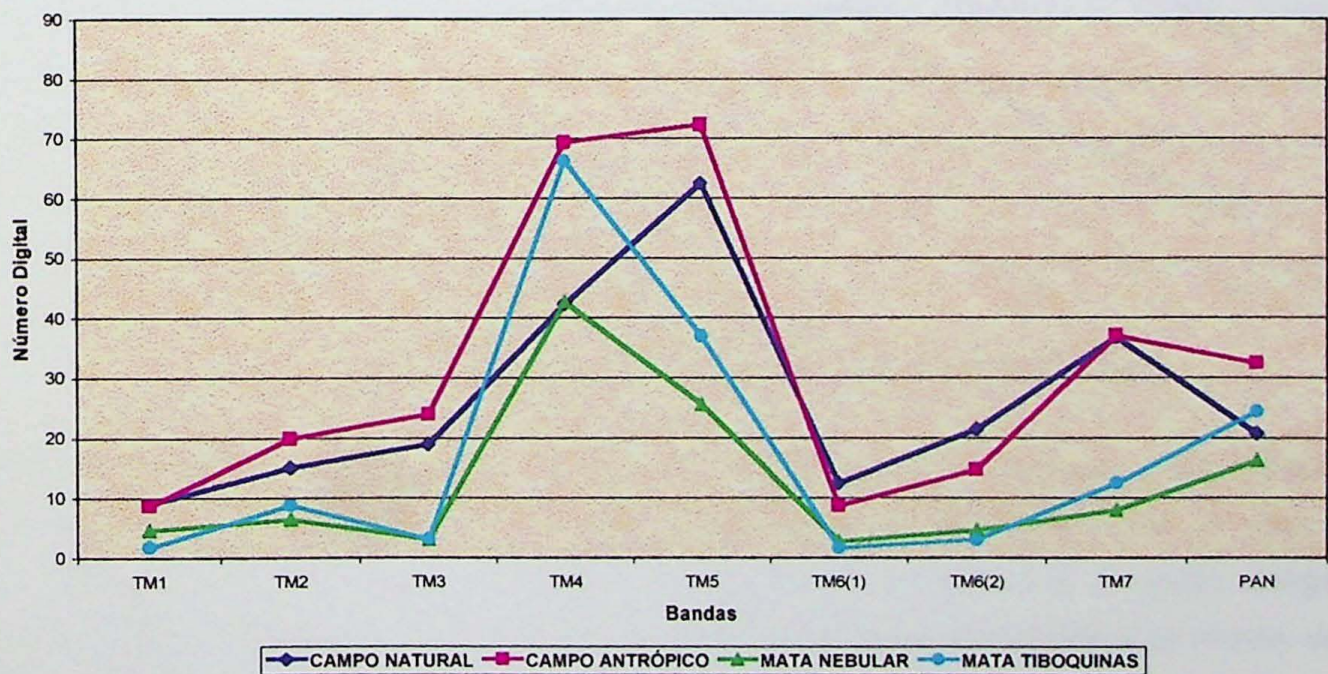
No decorrer da segunda etapa de trabalho foram realizou-se leituras de pixel nas imagens de setembro de 1999 e de abril de 2000, a fim de se obter um tratamento de imagens mais detalhado, pois esse conhecimento mostraria quais razões de bandas e outros tratamentos que poderia ser utilizado para se obter melhores resultados. Segue abaixo os gráficos resultantes das leituras de pixel, com as suas devidas explicações.



Leitura de Pixel Imagem 1999

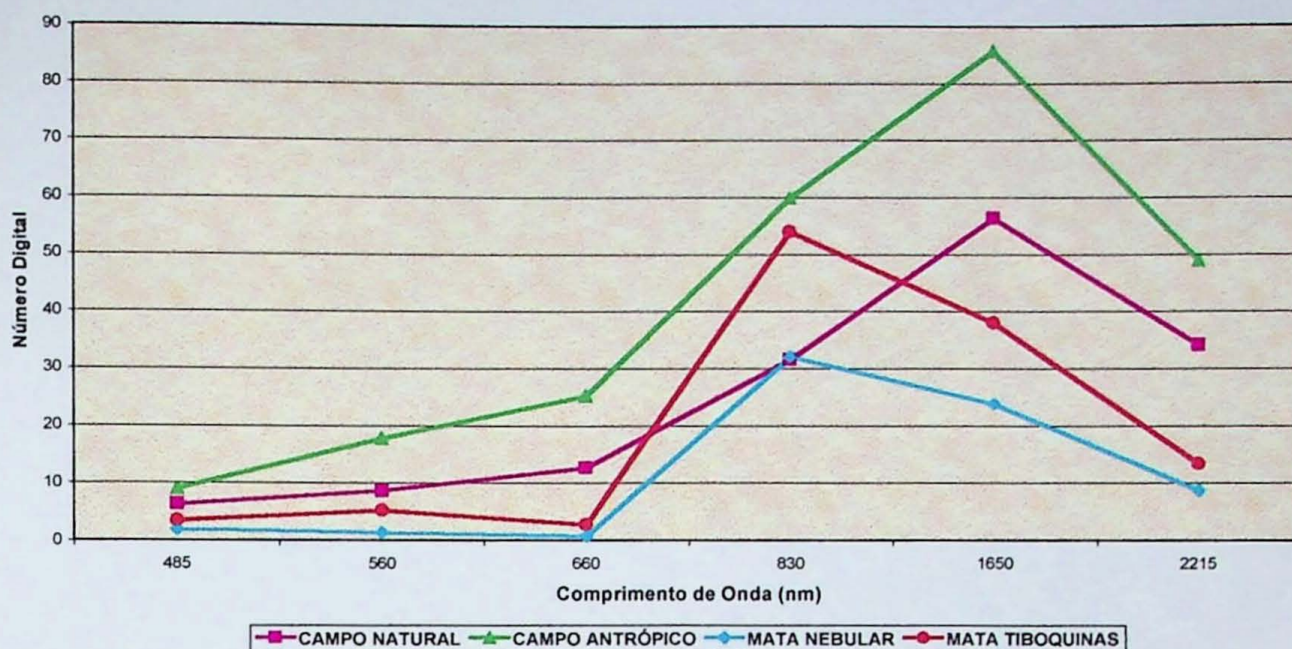


Leitura de Pixel Imagem 2000

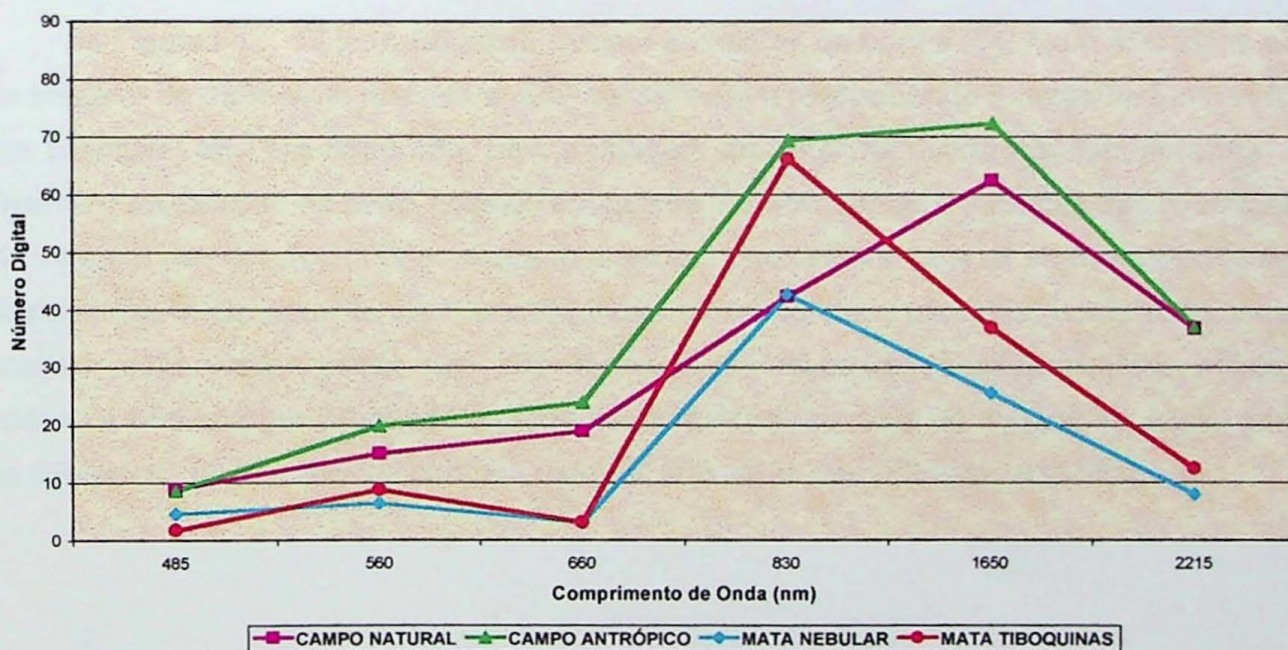




Leitura de Pixel - Imagem 1999 (Bandas 1 a 5 e 7)

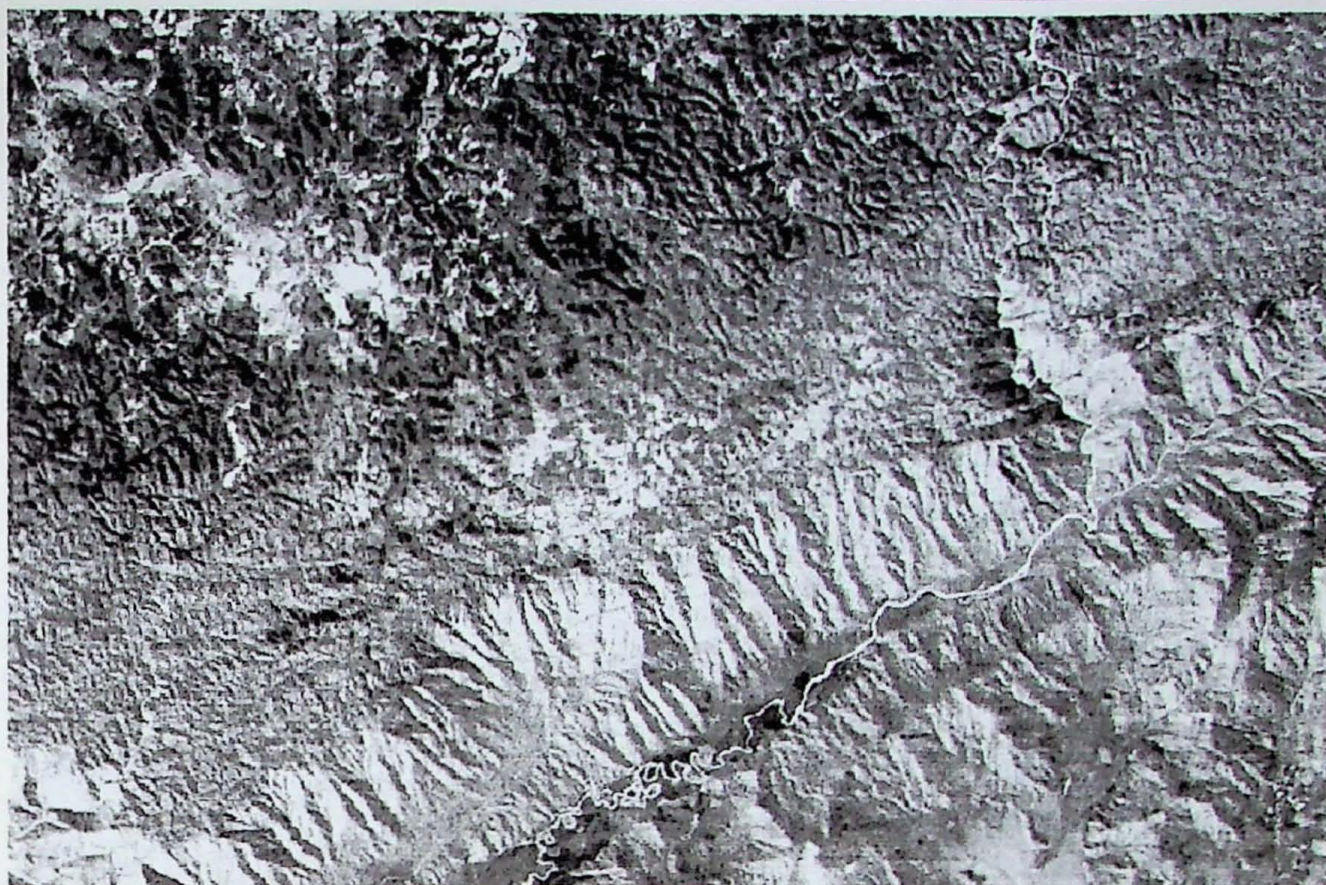


Leitura de Pixel - Imagem 2000 (Bandas 1 a 5 e 7)



Através da leitura de pixel das diferentes coberturas vegetais geraram-se os 4 gráficos acima. A partir deles, concluiu-se que a melhor imagem para diferenciar os tipos de vegetação seria resultante de razões de bandas 3 e 4 ou 4 e 7, estas imagens demonstrariam, com melhores resultados, as diferenças entre os campos e as matas, visto que são as bandas aonde temos resultados mais próximos assim como resultados mais diferenciados em relação às respostas espectrais. Segue abaixo as imagens elaboradas a partir desses dados.

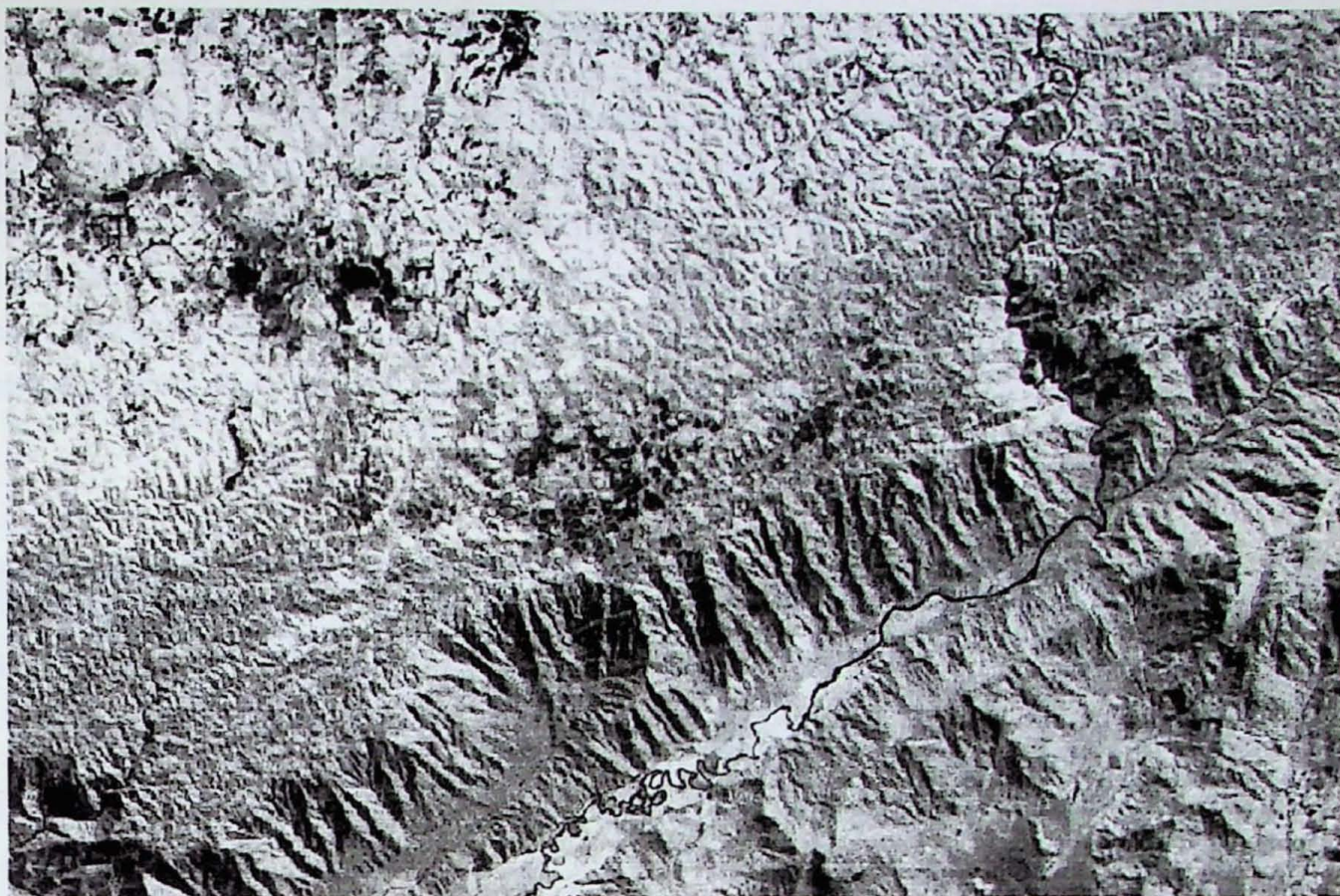




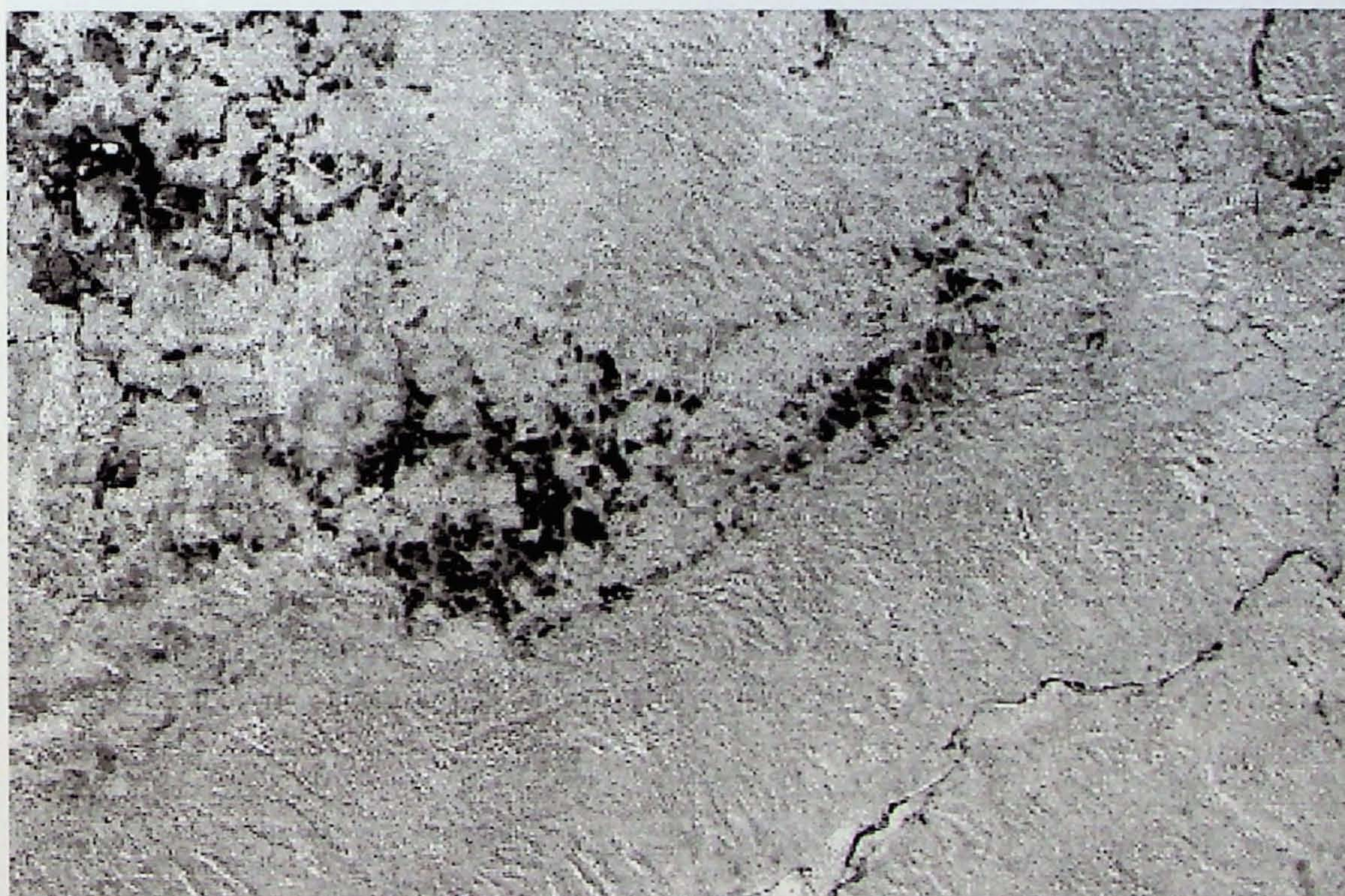
**Figura 12** – Imagem de 1999 com razão de bandas 3/4.

As Figuras 12, 13 e 14 (abaixo), exibem as razões de banda 3/4, 4/3 e 4/7, todas elas na imagem de 1999 visto que era a que melhor estava respondendo à razão de bandas que era proposto. Isto era esperado, pois a imagem de 1999 foi obtida em setembro, fim de inverno e de estação de seca, ocasião em que se intensificam as diferenças das coberturas. Na imagem de abril de 2000, as diferenças estão minimizadas, pois as altas temperaturas e disponibilidade de água tendem a uniformizar as respostas espectrais, neste caso toda a imagem está verde, assim não diferenciando as respostas espectrais. Nas imagens podemos observar as diferentes regiões das matas nebulares e de tibuquinas, assim como as diferenças destas com os campos naturais que estão bem distintas nas imagens.





**Figura 13** – Imagem de 1999 com razão de bandas 4/3.



**Figura 14** – Imagem de 1999 com razão de bandas 4/7.



### 5.1.2. Do Trabalho de Campo

Nos dias 17 e 18 de junho foi realizada a primeira etapa do trabalho de campo, onde foram percorridos os pontos demarcados na Figura 15, com a finalidade de serem estabelecidas às relações entre a vegetação com as respostas espectrais obtidas com o tratamento das imagens Landsat 7, assim como a realização de dois perfis de tradagem com o intuito de serem obtidas amostras de solos objetivando investigar as características deste tanto na Mata Nebular quanto nos campos Naturais (Figuras 16 e 17).



**Figura 15** – Esta é uma ortofoto de visão geral da área de estudo. (1:29100) (1 - Sede do Parque Estadual do Núcleo Curucutú, 2 - Localização da Figura 15, 3 - Perfil de Tradagem 1 (Figura 18), 4 - Perfil de Tradagem 2 (Figura 21), 5 - Ponto de observação, 6 - Localização da Figura 16, 7 - Localização da Foto 26).





**Figura 16** – Vista da neblina na Mata Nebular e os Campos Naturais nas encostas (14:00hs).



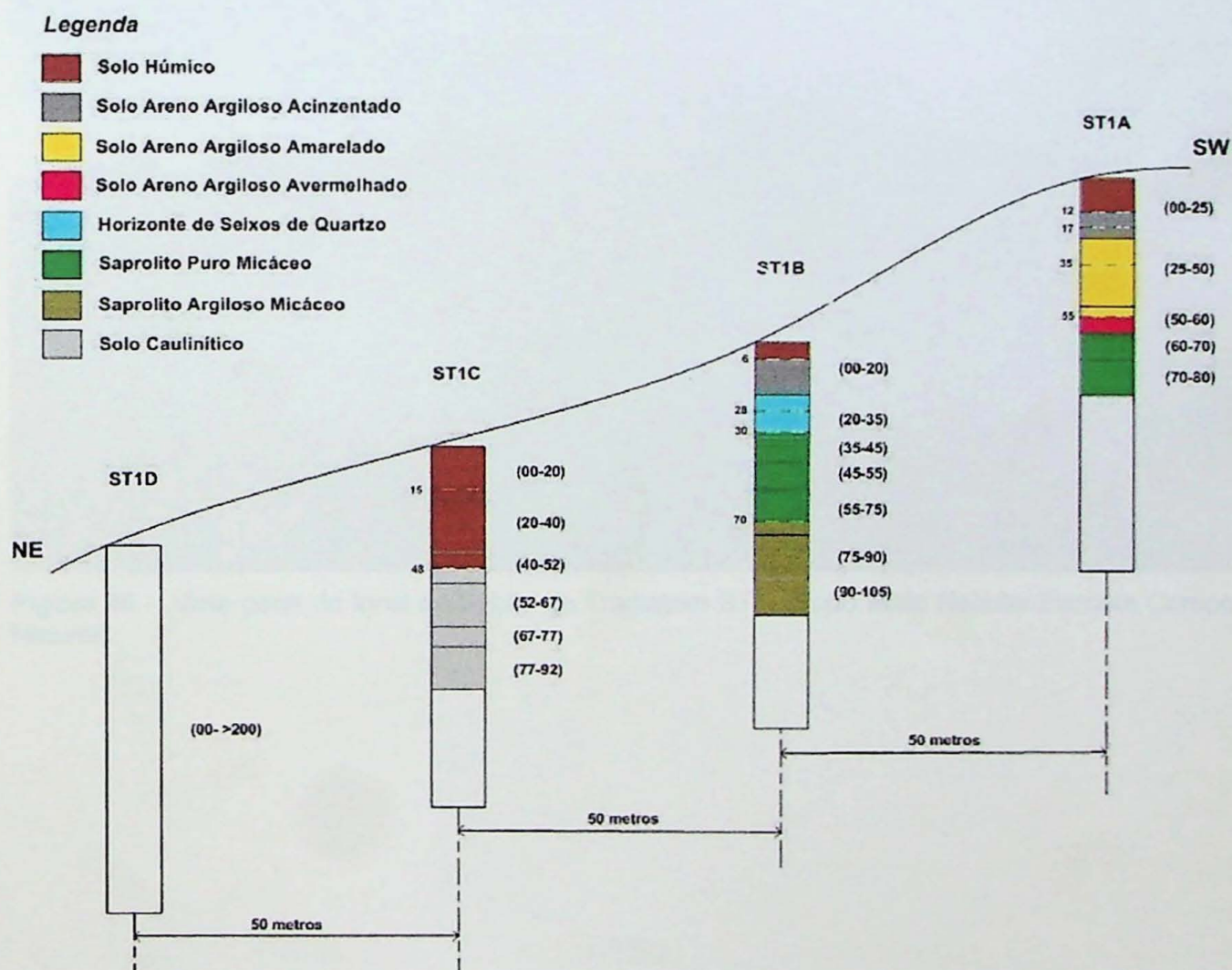
**Figura 17** – Vista Geral dos Campos Naturais inseridos na Mata Nebular.

Destes perfis foram obtidas amostras de solo até a camada de saprolito (Figura 19 e 22), e a direção de caminhamento de tradagem, estão detalhadas nas Figuras 18 e 21.





**Figura 18** -Detalhe da localização e direção do Perfil de Tradagem 1 – ST1 (Figura 19), as seções de tradagem estão localizadas nos extremos e a cada 50 metros entre si ao longo do caminharmento na ortofoto.



**Figura 19** – Perfil de Tradagem 1 – ST1



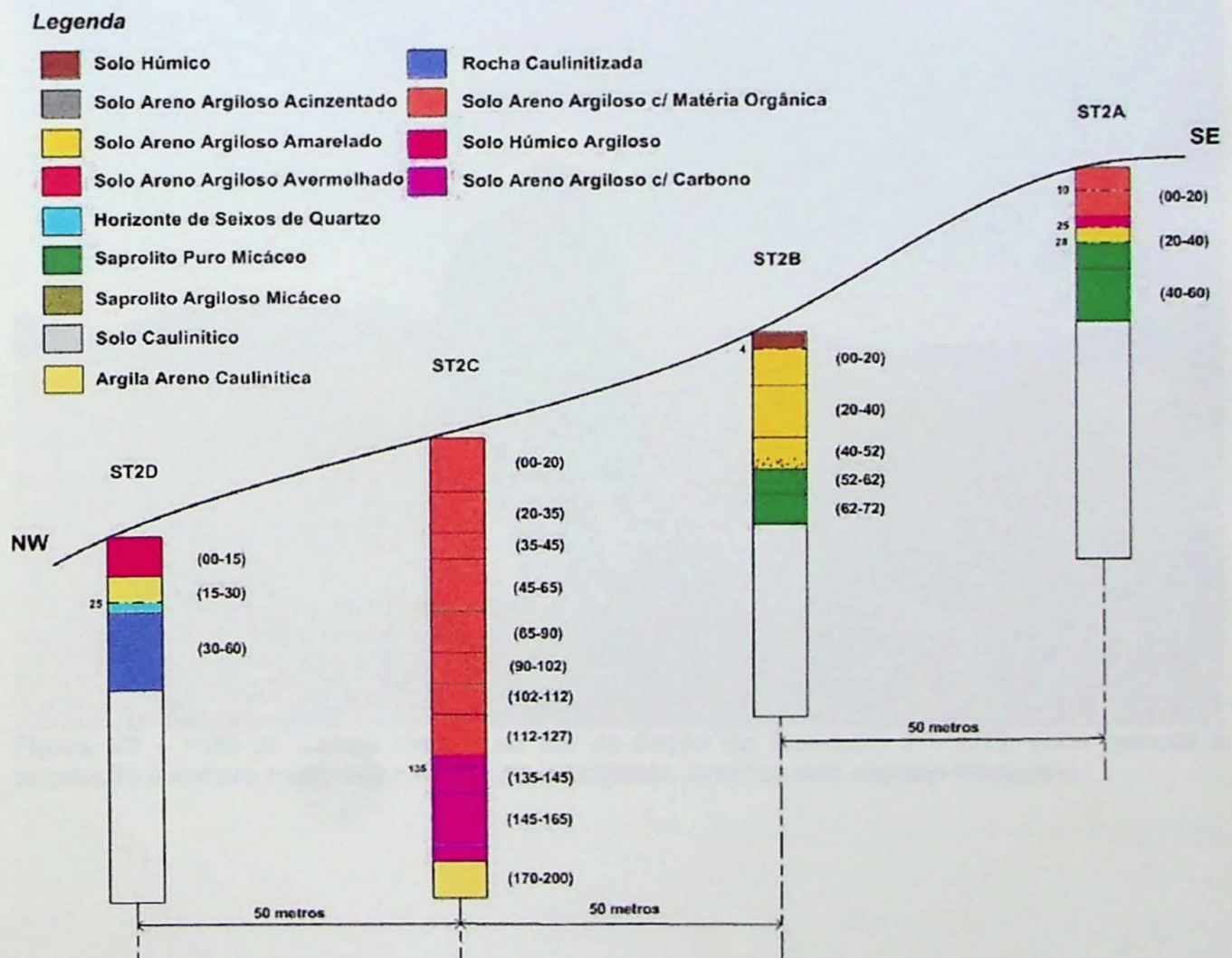
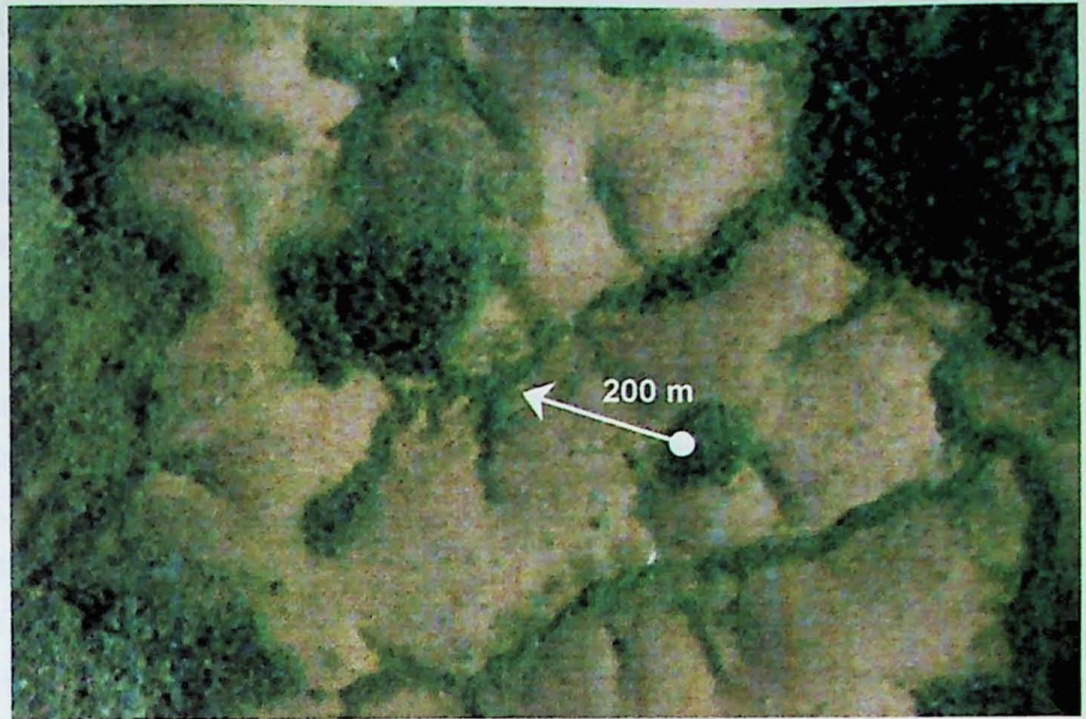
Em ST1 (Figura 19), o ponto ST1A foi realizado no interior da Mata Nebular estando esta ocupando o topo da vertente, os pontos ST1B e ST1C foram realizados na área dos Campos Naturais à medida que ia se descendo a vertente do morro (Figura 20). O ponto ST1D foi elaborado na parte mais baixa do perfil, tendo sido executado ao lado da drenagem. Neste ponto obteve-se uma argila caulínica por quase 2 metros de tradagem sem que se tenha atingido o saprolito (rocha parcialmente alterada). Observa-se, na Figura 19, que do lado esquerdo de cada tradagem foi demarcado pontos onde o solo de mesma característica litológica sofre algumas variações como observado no ponto ST1C (Variação no teor húmico do solo que é maior na base em observação macroscópica de campo) e no ponto ST1B (Observa-se um horizonte de quartzo mais acentuado na profundidade de 20-28 cm).



**Figura 20** – Vista geral do local da Seção de Tradagem ST1. (Topo Mata Nebular/Encosta Campo Natural).



**Figura 21** – Detalhe da localização e direção do Perfil de Tradagem 2 – ST2 (Figura 22), as seções de tradagem estão localizadas nos extremos e a cada 50 metros entre si ao longo do caminhamento na ortofoto.



**Figura 22** – Perfil de Tradagem 2 – ST2.



No ST2 (Figura 22), o ponto ST2A também foi realizado no interior da Mata Nebular a qual o ocupa o topo da vertente, os pontos ST2B e ST2C foram realizados na área dos Campos Naturais (Figura 23) à medida que ia descendo a encosta da vertente. A amostragem realizada no ponto ST2D encontra-se na base da vertente, nas proximidades da drenagem. Neste local foram obtidos dados um pouco diferenciados do obtido no ponto ST1D. No ponto ST2D observou-se solo húmico argiloso, seguido de argila areno-caulinítica com um pequeno horizonte de seixos de quartzo e encerrando-se rocha caulinizada, não passando de 30 cm de solo propriamente dito. Esta diferença provavelmente está vinculada a desnível de aproximadamente dois metros entre o ponto ST2C e ST2D. Observa-se, na Figura 22, que do lado esquerdo de cada tradagem foi demarcado pontos de passagem de solo de mesma característica litológica para solos com algumas variações como se observa no ponto ST2A, que através de descrição macroscópica de campo, observou-se variação no teor húmico do solo que é maior no topo seguido dos 10 cm posteriores por uma camada mais argilosa com muita matéria orgânica e pequenos seixos de quartzo.



**Figura 23** – Foto do Campo Natural ao fim da Seção de Tradagem 2 – ST2. (Nos campos a vegetação é sempre muito rala e em pouca quantidade, exibindo solo arenoso freqüente).



### 5.1.3. Preparação de Amostras

Os trabalhos de laboratório implicaram na separação e colocação das amostras em recipientes para que secagem natural. Porém devido à necessidade de urgência na secagem de algumas amostras, as duas primeiras tradagens amostradas de cada ponto foram encaminhadas para estufa a 40° Celsius visando com isto secagem mais rápida sem que fossem destruídas por queima das eventuais matérias orgânicas presentes. Estas amostras secas foram quarteadas manualmente através de processo denominado de “Quarteamento por Trincheira”. Através deste quarteamento foram separadas 4 amostras representativas de cada tradagem e estas foram encaminhadas ao Instituto Agrônomo de Campinas, a fim de serem feitas as seguintes análises:

- Granulométrica;
- Fertilidade do solo (apenas nos primeiros 20 cm tradados de cada ponto);
- Teor de metais pesados;

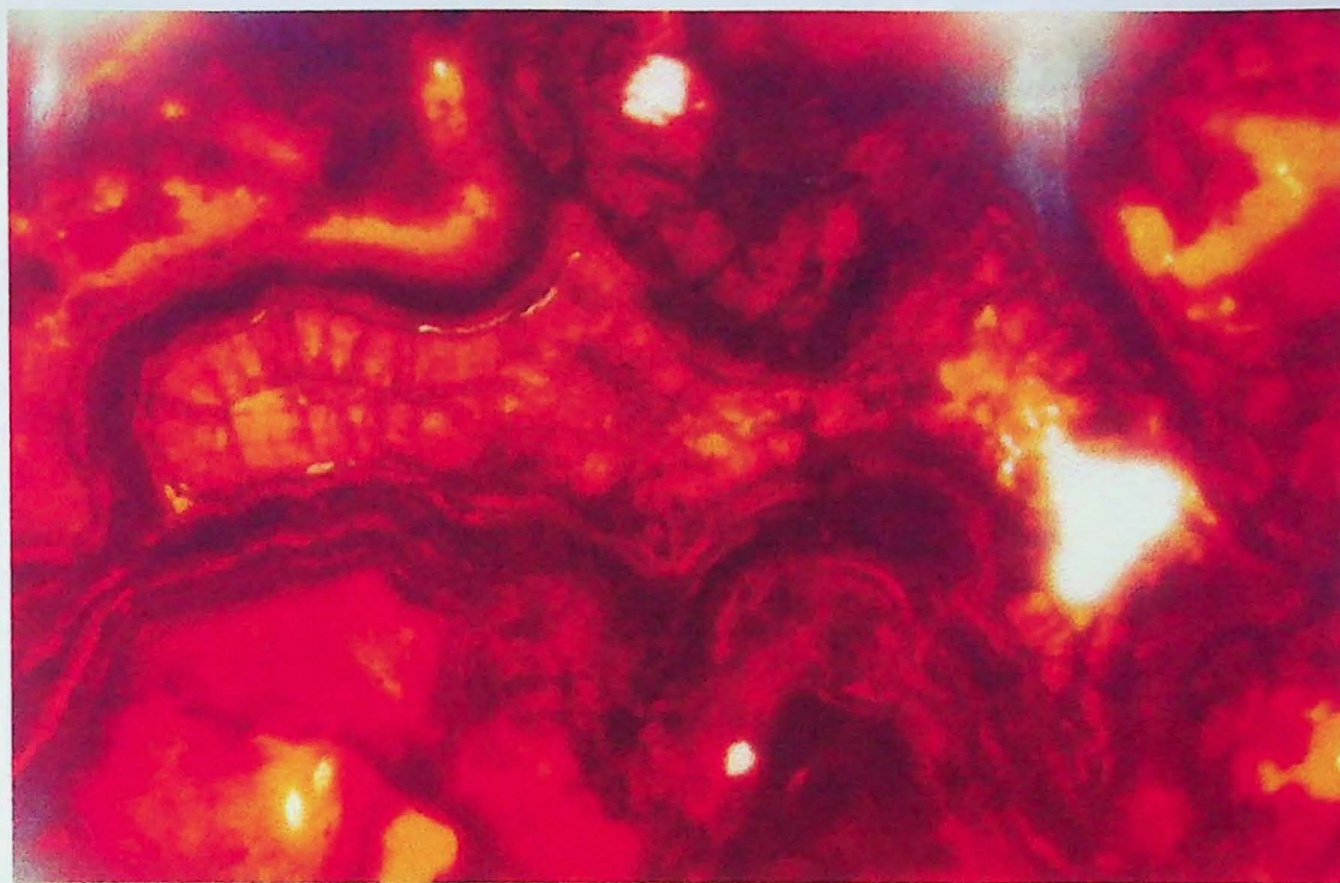
### 5.1.4. Descrição e Análises das Lâminas Delgadas da Laterita

Foram descritas 3 lâminas delgadas (NC-01(a), NC-01(b) e NC-02), feitas a partir de duas amostras da camada ferruginosa (laterita) encontrada em campo. Segue as descrições e suas respectivas fotos.

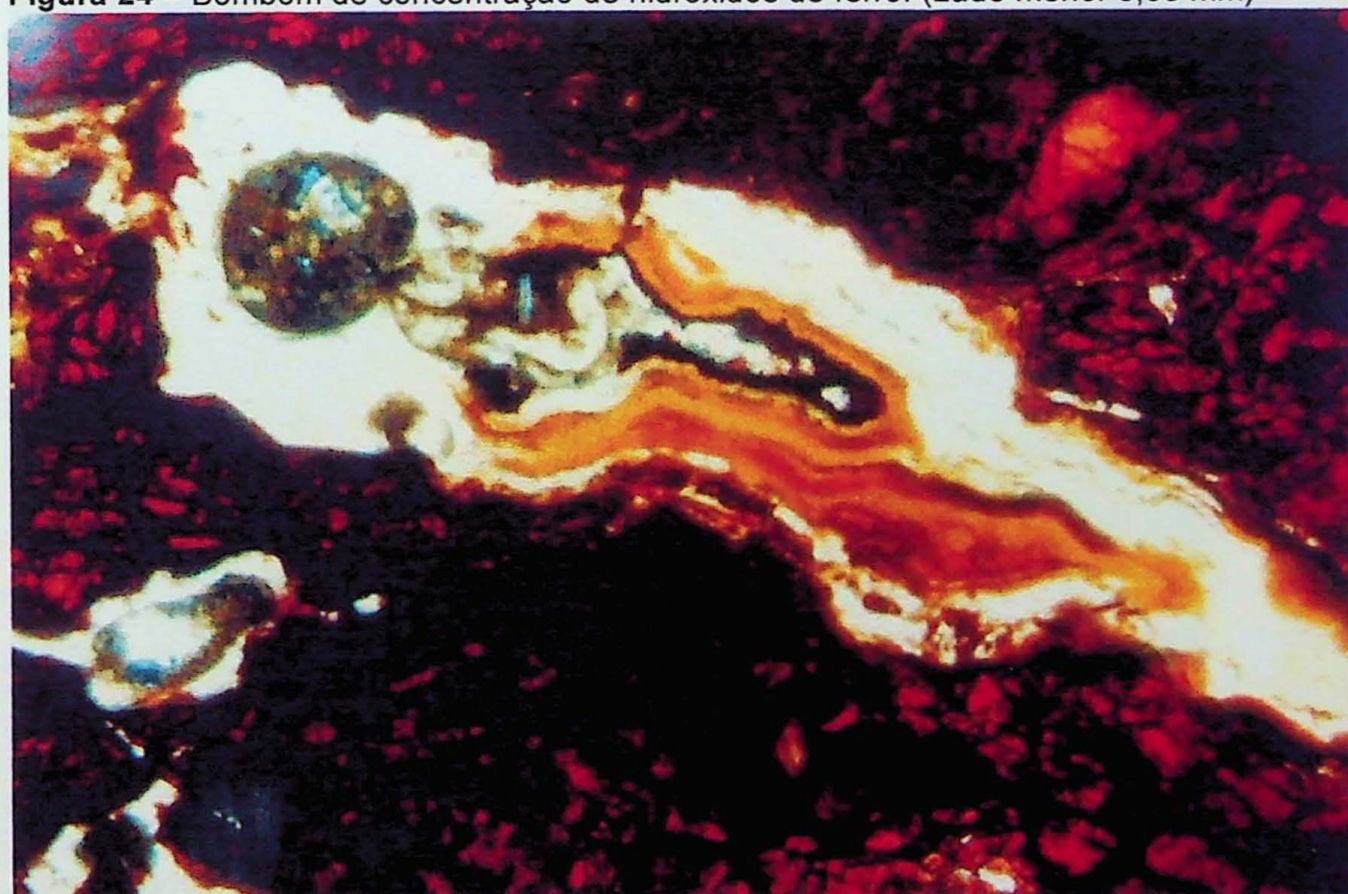
- **NC-01(a) e NC-01(b)** – A lâmina possui uma quantidade muito grande de mineral de coloração ferruginosa avermelhada, que são os hidróxidos de ferro dissolvidos e recristalizados nos interstícios que separam os outros minerais que ainda aparecem preservados na lâmina (Figura 24), muitas vezes esses “plasmas” de hidróxido de ferro formam “bombons” com concentrações de goethita e algumas vezes gibsitita nas bordas (Figuras 25, 26 e 27). Existe ainda uma percolação por toda lâmina devido à resina de impregnação da amostra pra ser laminada. Observa-se um mineral mais preservado que tem uma cor branca com relevo mais alto observado com nicois paralelos; com nicois cruzados ele possui extinção reta e um conjunto de fraturas entre (110-120°) (Figura 28). Estes minerais se tratam de quartzos que ficaram fraturados devido aos esforços de cisalhamento que toda a região da serra do mar era submetida, durante a separação do continente Americano e Africano (Figura 29). Em algumas partes tanto da lâmina NC-01(a) e NC-01(b) existem minerais, todos muito alterados, com coloração variando de marrom a avermelhado/alaranjado, que se tratam do “plasma” formado pelos hidróxidos de ferro da decomposição dos minerais que possuem ferro, que são as micas



(Figura 30), que agora aparecem como relíquias no formato de caulinitas com o aspecto foliado e “birds eye” preservados e estas estão rodeadas pelo “plasma” de hidróxido de ferro (Figura 31).

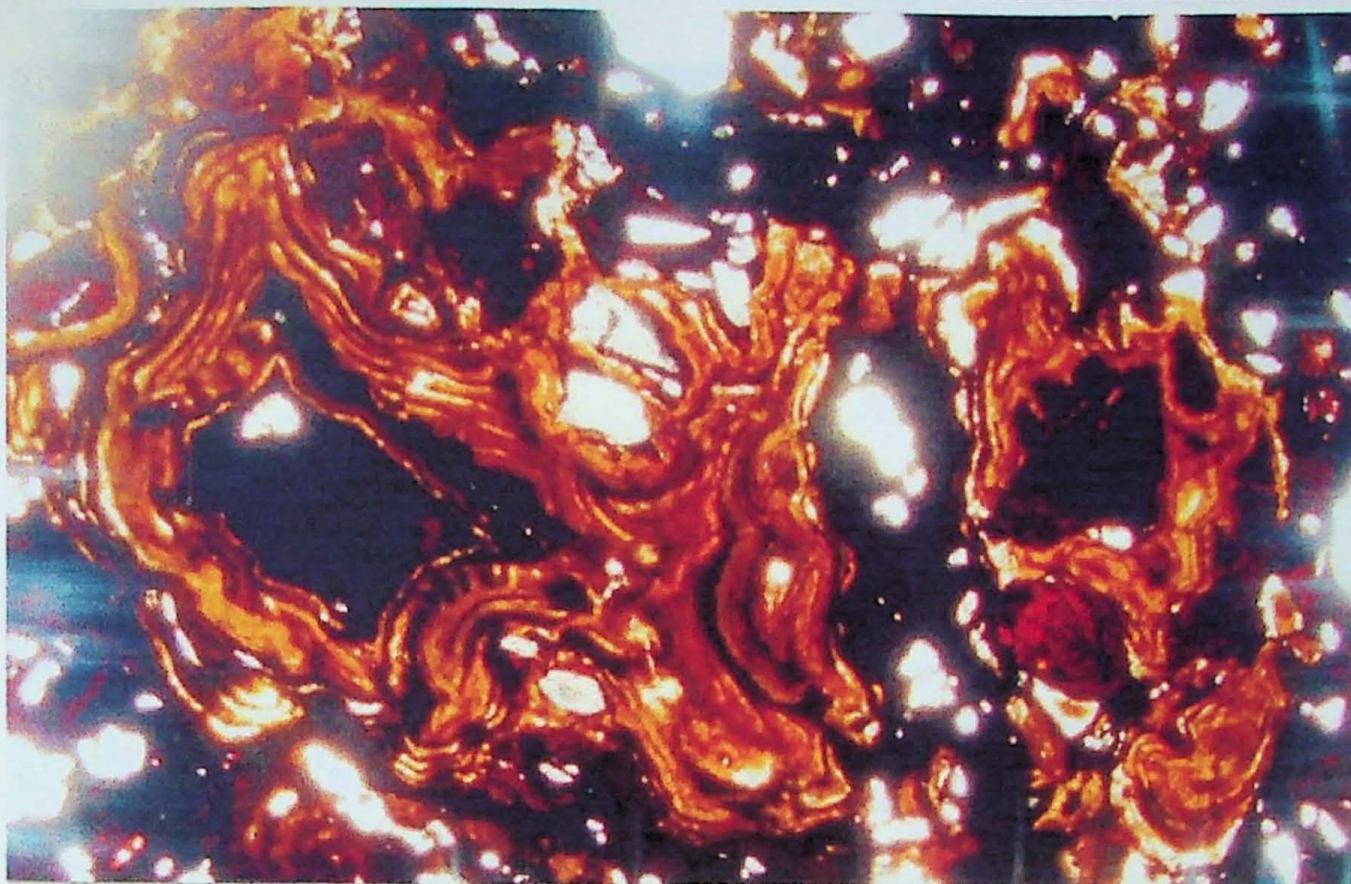


**Figura 24** – Bombom de concentração de hidróxidos de ferro. (Lado menor 0,33 mm)

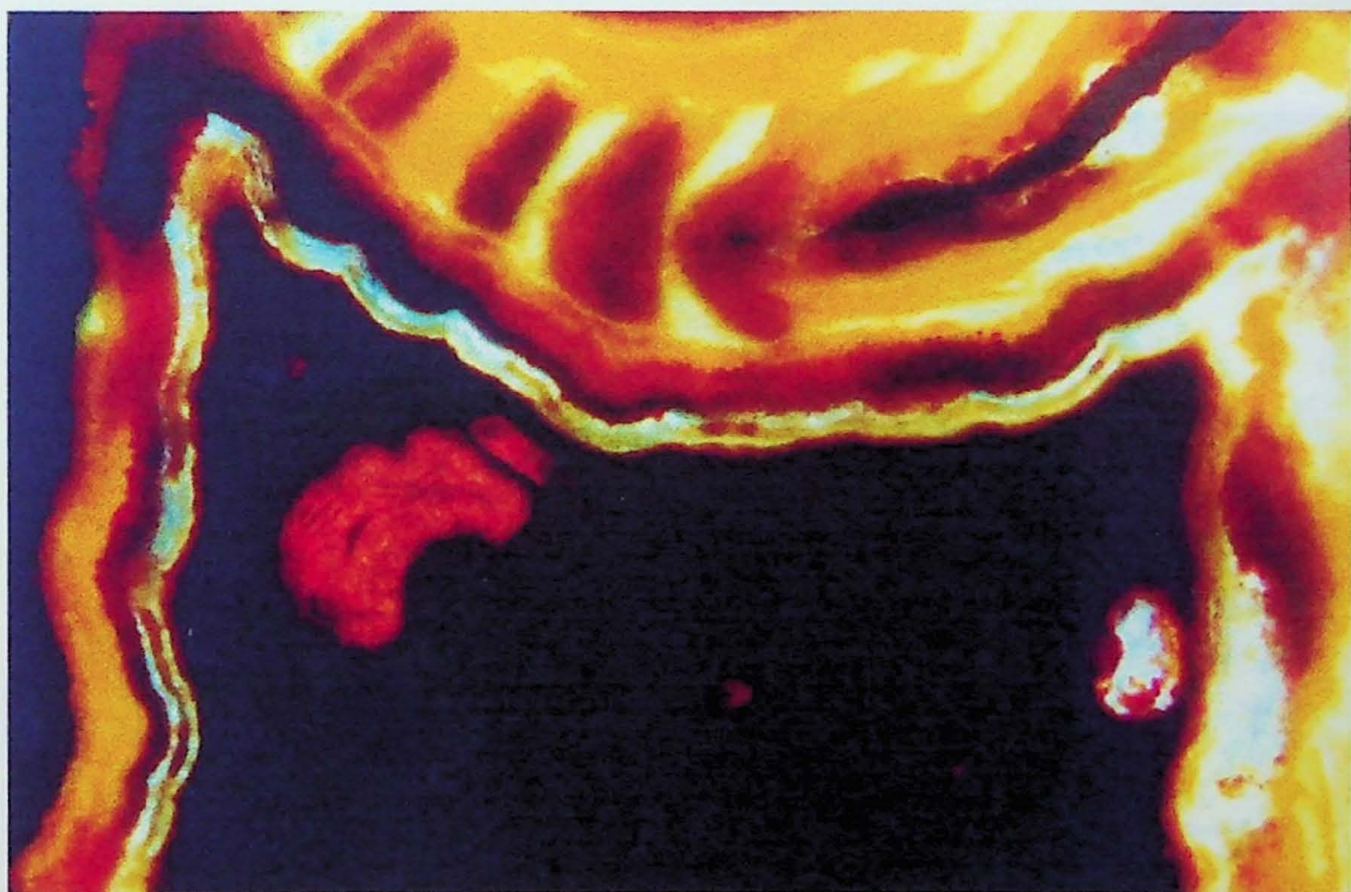


**Figura 25** – “Bombom” formado a partir dos hidróxidos de ferro e alumínio. (Lado menor 0,83 mm)



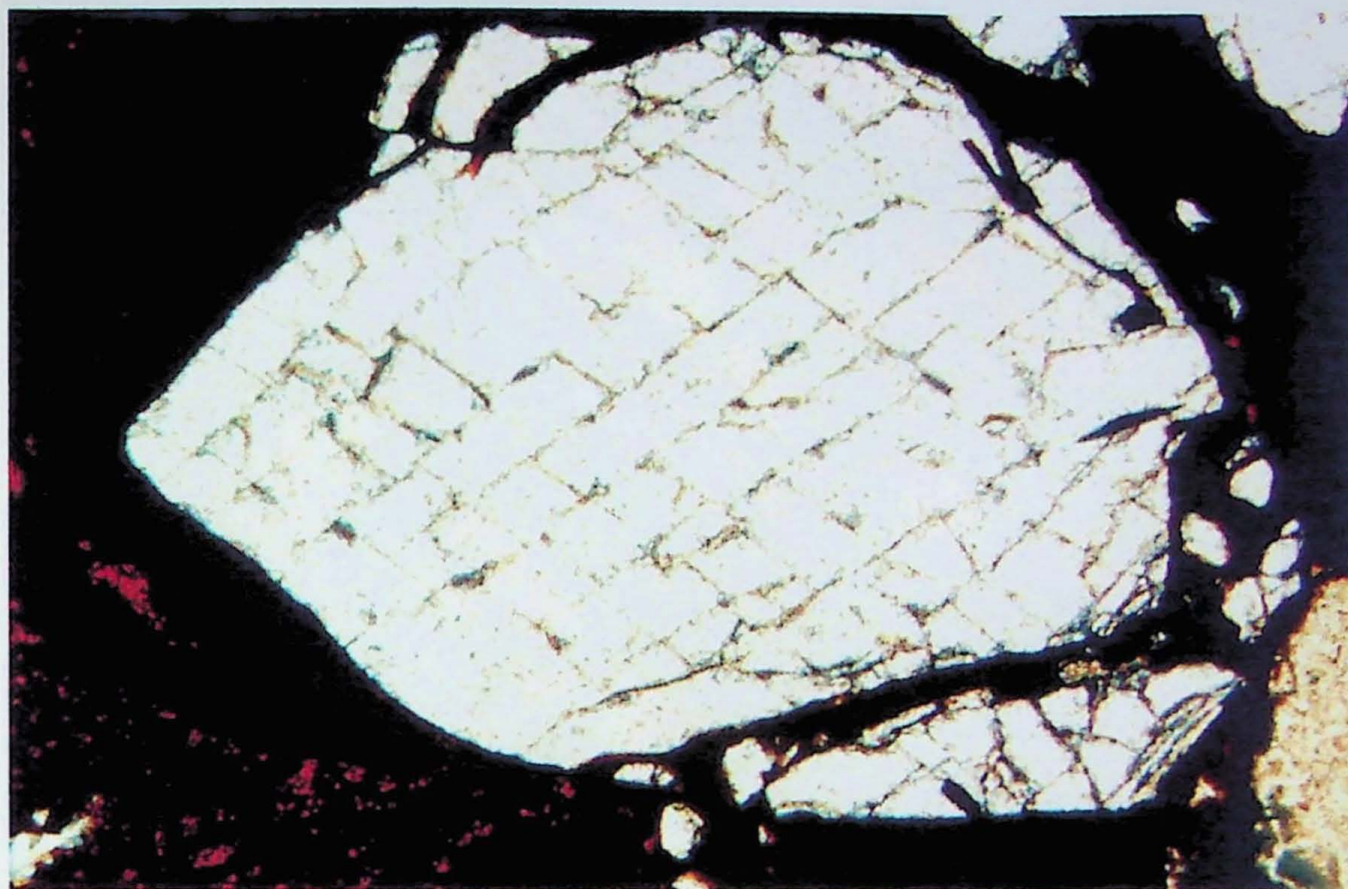


**Figura 26** – Detalhe dos “bombons” agora num aumento um pouco menor para que sejam observadas todas as suas estruturas. (Lado menor 2,5 mm)

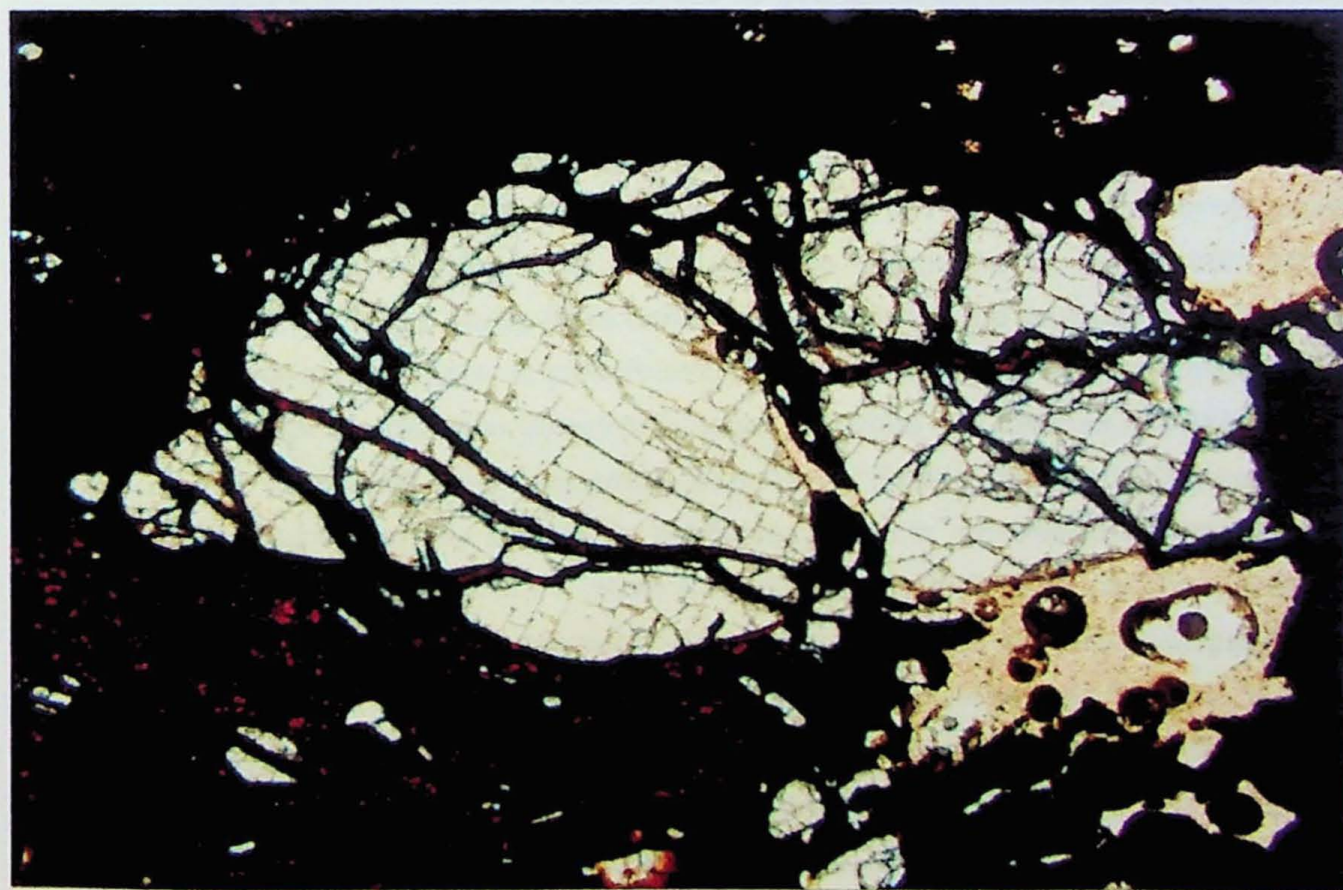


**Figura 27** – Detalhe ampliado das bordas do “bombom” (Figura 26) impregnadas com goethita e gipsita. (Lado menor 0,33 mm)



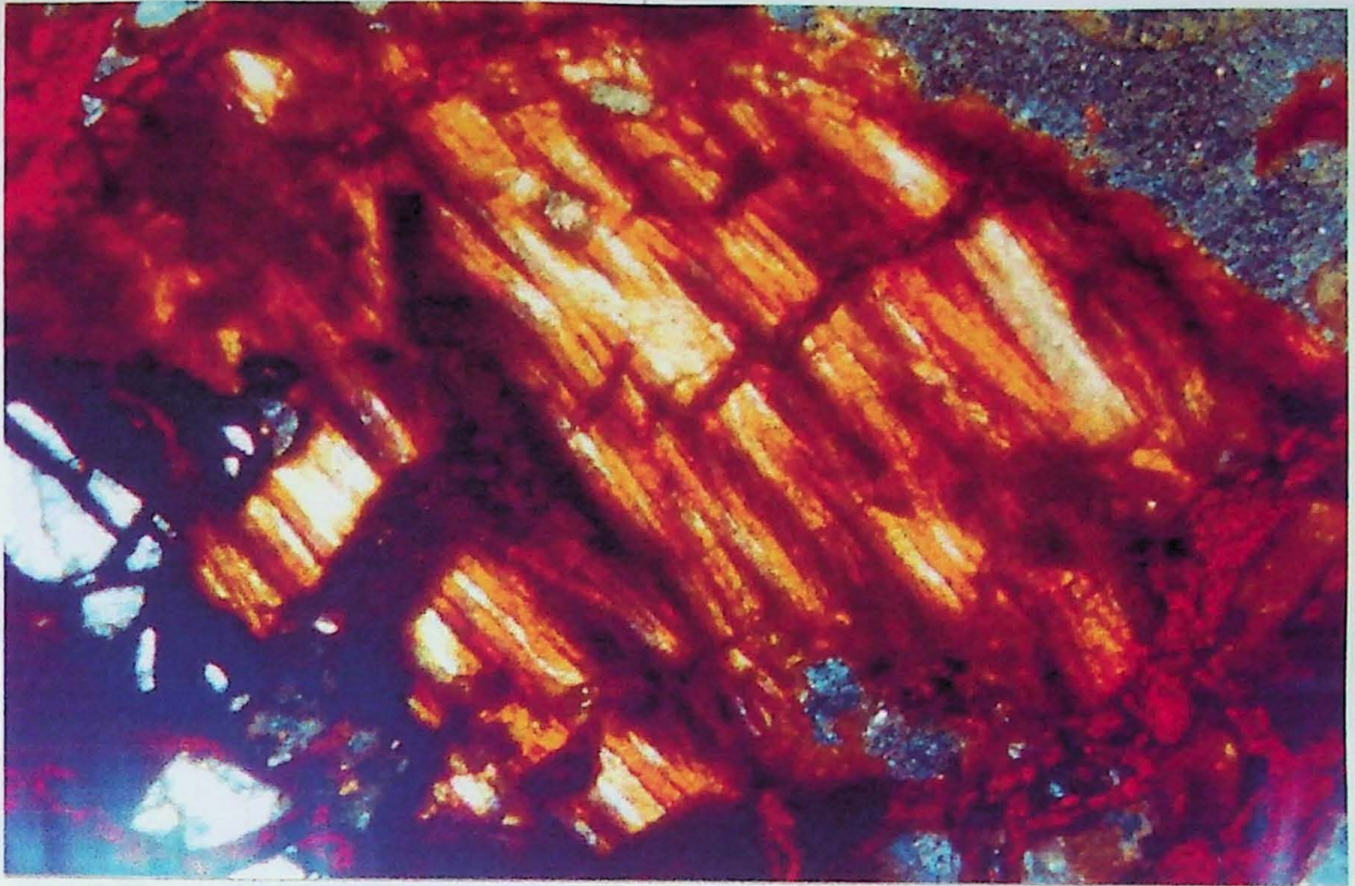


**Figura 28** – Possível “quartzo” que está todo fraturado devido a possíveis esforços provocados pela zona de cisalhamento que passa por toda a região de estudo. (Lado menor 0,83 mm)



**Figura 29** - Quartzo fraturado, por esforços cisalhantes. (Lado menor 1,66 mm)



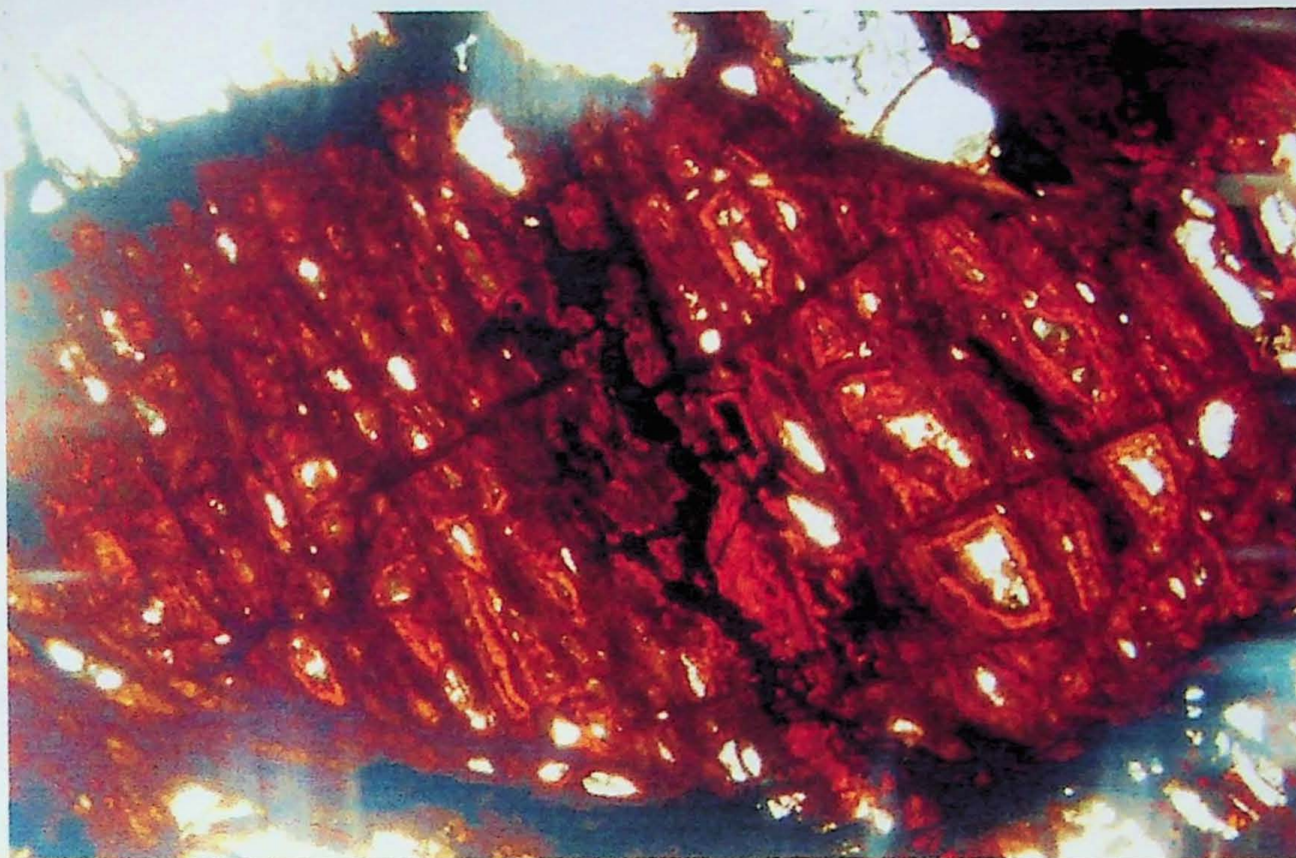


**Figura 30** – Pseudocristal de mica (caulinita) “consumida” pelos hidróxidos de ferro. (Lado menor 0,83 mm)

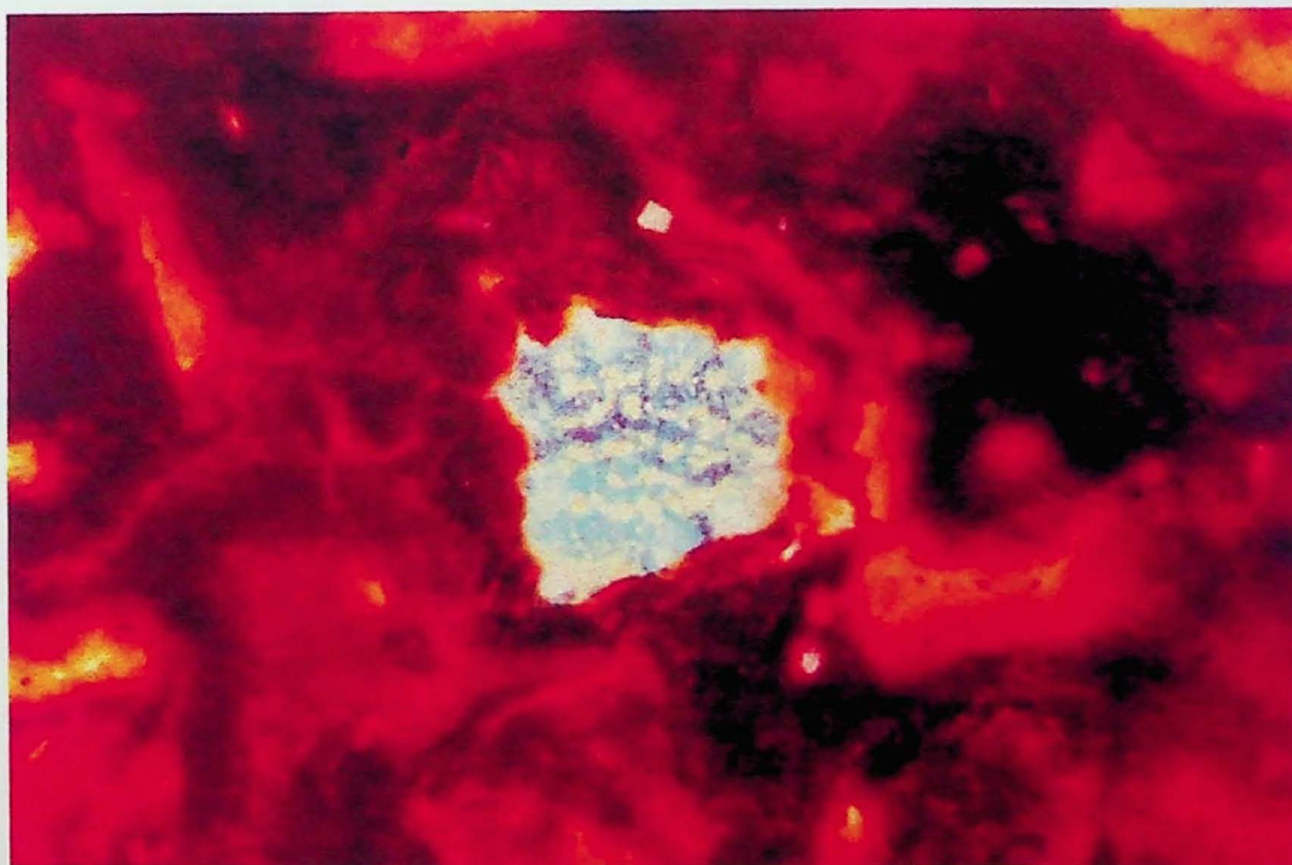
- **NC-02** – Esta lâmina se trata de uma litologia muito parecida com a da lâmina (NC-01(a) e (b)), porém em sua maioria tem-se um mineral preto/marrom escuro, diferenciando-se um pouco do avermelhado/ marrom das lâminas NC-01(a) e (b). Os minerais mais preservados têm o mesmo aspecto dos vistos nas lâminas NC-01(a) e (b), porém nessa lâmina esses quartzos aparecem com extinção zonada desuniforme quando os nicois foram cruzados, existe ainda uma quantidade muito grande de um mineral, que com nicois descruzados, aparenta-se com o descrito anteriormente, porém com nicois cruzados, raras vezes tinha extinção e quando tinha é muito desuniforme, na maioria das vezes o pleocroismo é um cinza escuro não oscilante. Este mineral se trata dos mesmos quartzos descritos nas lâminas NC-01(a) e (b). Foi observado um pseudocristal de quartzo (“Fantasma” - Figura 31) com uma impregnação pelo plasma de hidróxidos de ferro, mostrando claramente que este mineral silicático é o ultimo a ser consumido, visto que a lâmina apresenta poucos minerais preservados. Em alguns casos ainda aparecem pequenos cristais de quartzo mostrando suas bordas consumidas pelo “plasma” (Figura 32). Existe ainda um terceiro mineral que tem, com nicois cruzados, um aspecto foliado e quando os nicois estão cruzados ele tem um pleocroismo alto com cores de rosa forte a azul forte (Figura 33). Parte desta lâmina está com uma quantidade maior de minerais deformados pelo processo de lixiviação que



provocou a acumulação dos hidróxidos de ferro, fato este comprovado pela presença de “bombons” que ora mostram ser preenchimentos de vazios e ora recobrimentos de minerais mais resistentes (Figura 34 e 35).

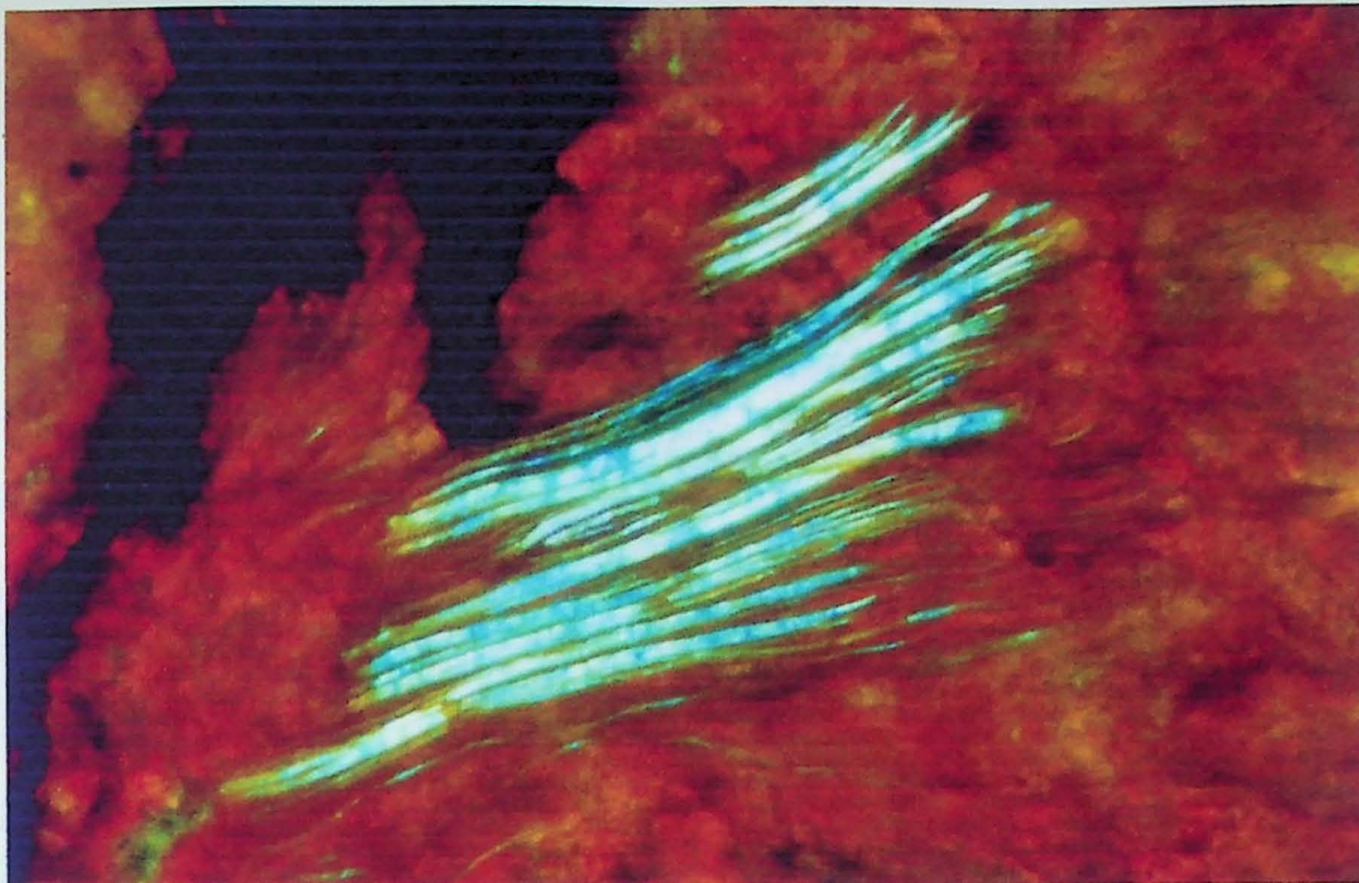


**Figura 31** – “Fantasma” de um cristal de quartzo todo fraturado e consumido pelos hidróxidos de ferro. (Lado menor 1,328 mm)

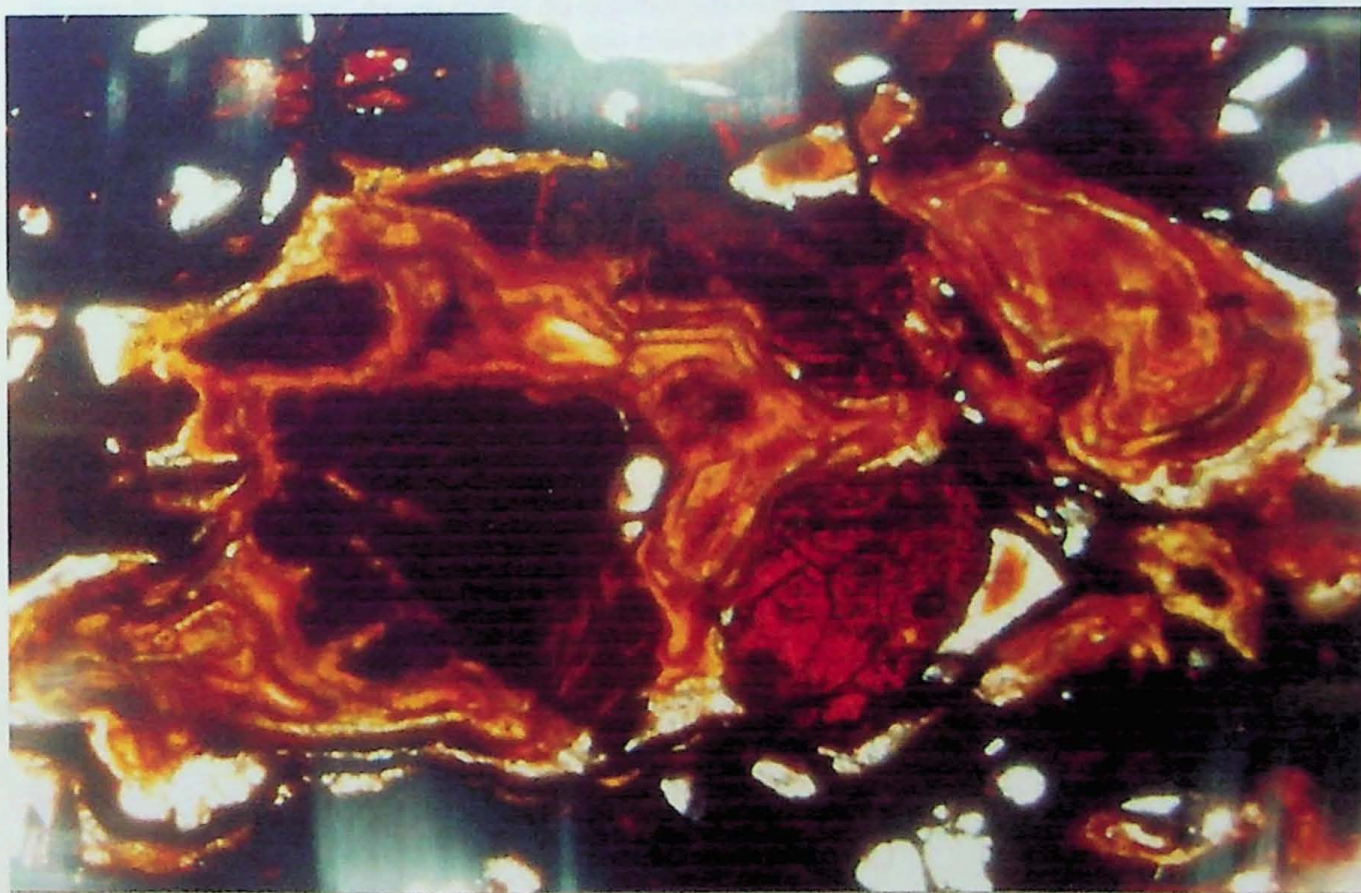


**Figura 32** – Detalhe de um quartzo com as bordas consumidas pelo “plasma” de hidróxidos de ferro. (Lado menor 0,33 mm)



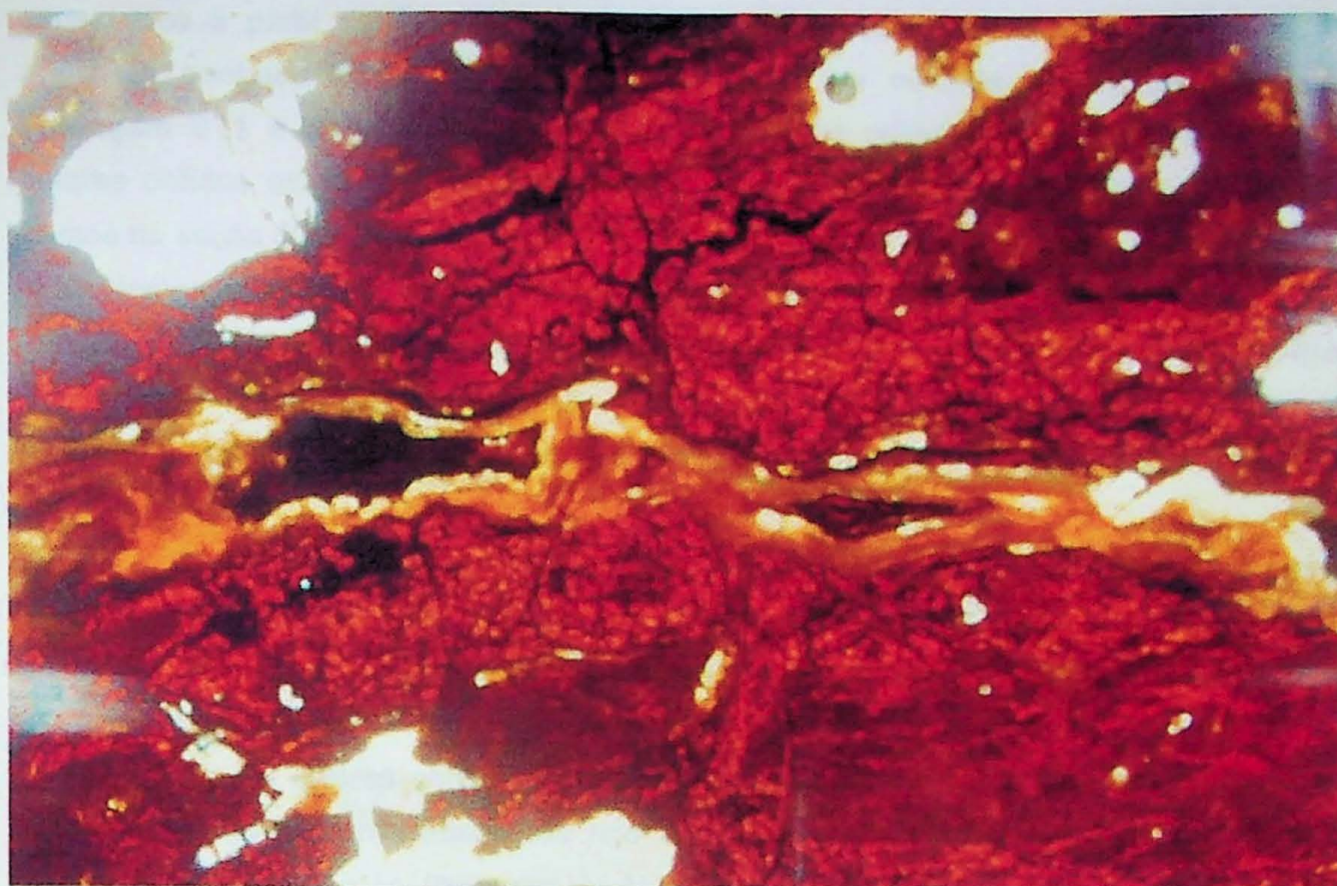


**Figura 33** – Detalhe de restos preservados de mica. (Lado menor 0,33 mm)



**Figura 34** – Detalhe dos “bombons”. (lado menor 1,328 mm)





**Figura 35** – Detalhe dos “bombons”, ora preenchendo, ora recobrando possíveis “vazios” e “grãos” respectivamente. (Lado menor 1,66 mm)

#### 5.1.5. Avaliação Pedológica e Correlação com a Ocupação Vegetal

Os resultados das análises pedológicas e químicas das amostras encaminhadas ao Instituto Agrônomo de Campinas, encontram-se na Tabela 1, com seus respectivos dados.

Resultado da Análise de Solo	Determinações			Amostras de Solo					
	Sigla	Descrição	Unidade	ST1A	ST1B	ST1C	ST2A	ST2B	ST2C
	M.O.	Mat. Orgânica	g/dm <sup>3</sup>	53	21	22	45	20	28
	pH	Solução CaCl <sub>2</sub>		3,2	3,9	3,9	3,2	3,8	3,7
	P	Fósforo Resina	mg/dm <sup>3</sup>	10	3	3	9	2	6
	K	Potássio	mmol/dm <sup>3</sup>	0,9	0,4	0,5	0,9	0,3	0,6
	Ca	Cálcio	mmol/dm <sup>3</sup>	2	1	1	1	1	1
	Mg	Magnésio	mmol/dm <sup>3</sup>	2	1	1	1	<1	1
	Na	Sódio	mmol/dm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
	Al	Alumínio	mmol/dm <sup>3</sup>	10	10	17	19	10	13
	H+Al	Ac. Potencial	mmol/dm <sup>3</sup>	72	42	72	150	42	64
	S.B.	Soma Bases	mmol/dm <sup>3</sup>	4,9	2,4	2,5	2,9	1,3	2,6
	CTC	Cap. Troca Cat.	mmol/dm <sup>3</sup>	76,5	44,7	74,1	152,5	43,6	67,0
	V	Sat. Bases	%	6	5	3	2	3	4
	S	Enxofre	mg/dm <sup>3</sup>	-	-	-	-	-	-
	B	Boro	mg/dm <sup>3</sup>	0,14	0,09	0,07	0,10	0,12	0,11
	Cu	Cobre	mg/dm <sup>3</sup>	0,4	0,3	0,4	0,4	0,3	0,3
	Fe	Ferro	mg/dm <sup>3</sup>	70	110	139	74	124	123
	Mn	Manganês	mg/dm <sup>3</sup>	4,0	0,3	0,1	0,4	0,2	0,5
	Zn	Zinco	mg/dm <sup>3</sup>	3,3	0,4	0,6	2,3	0,5	0,8

**Tabela 1** – Resultados das análises geoquímicas das amostras enviadas ao Instituto Agrônomo de Campinas.

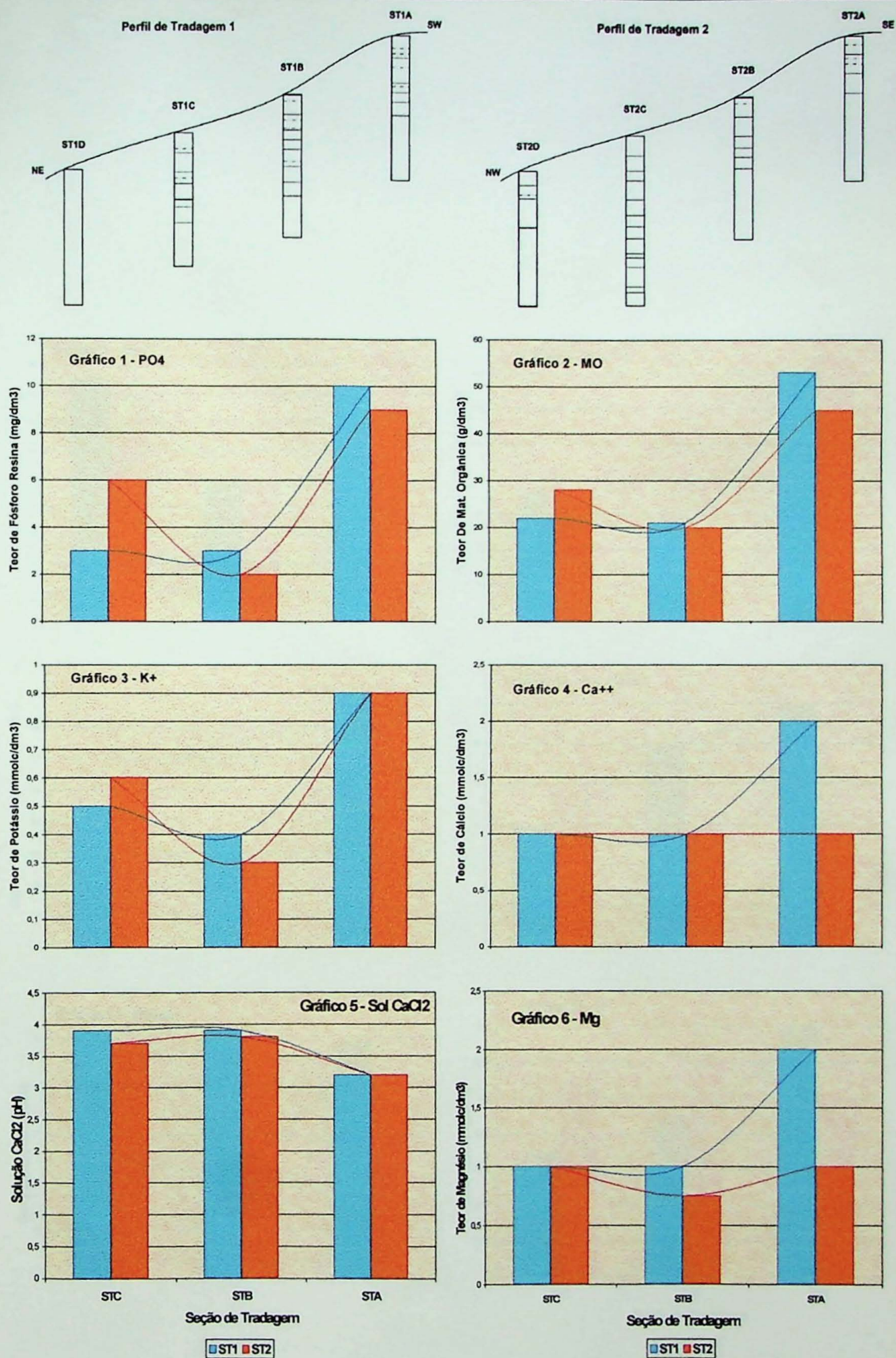


Os gráficos compreendidos pelos números 1 a 14, correspondem aos diagramas construídos a partir da Tabela 1. Nestes diagramas encontram-se plotados os valores analíticos contrapostos à configuração morfológica da vertente amostrada (Perfis de Tradagem ST1 e ST2). Nos diagramas as curvas de coloração **Preta** representam os valores obtidos para ST1 nos pontos amostrados e as de coloração **Rosa** os mesmos pontos na seção ST2.

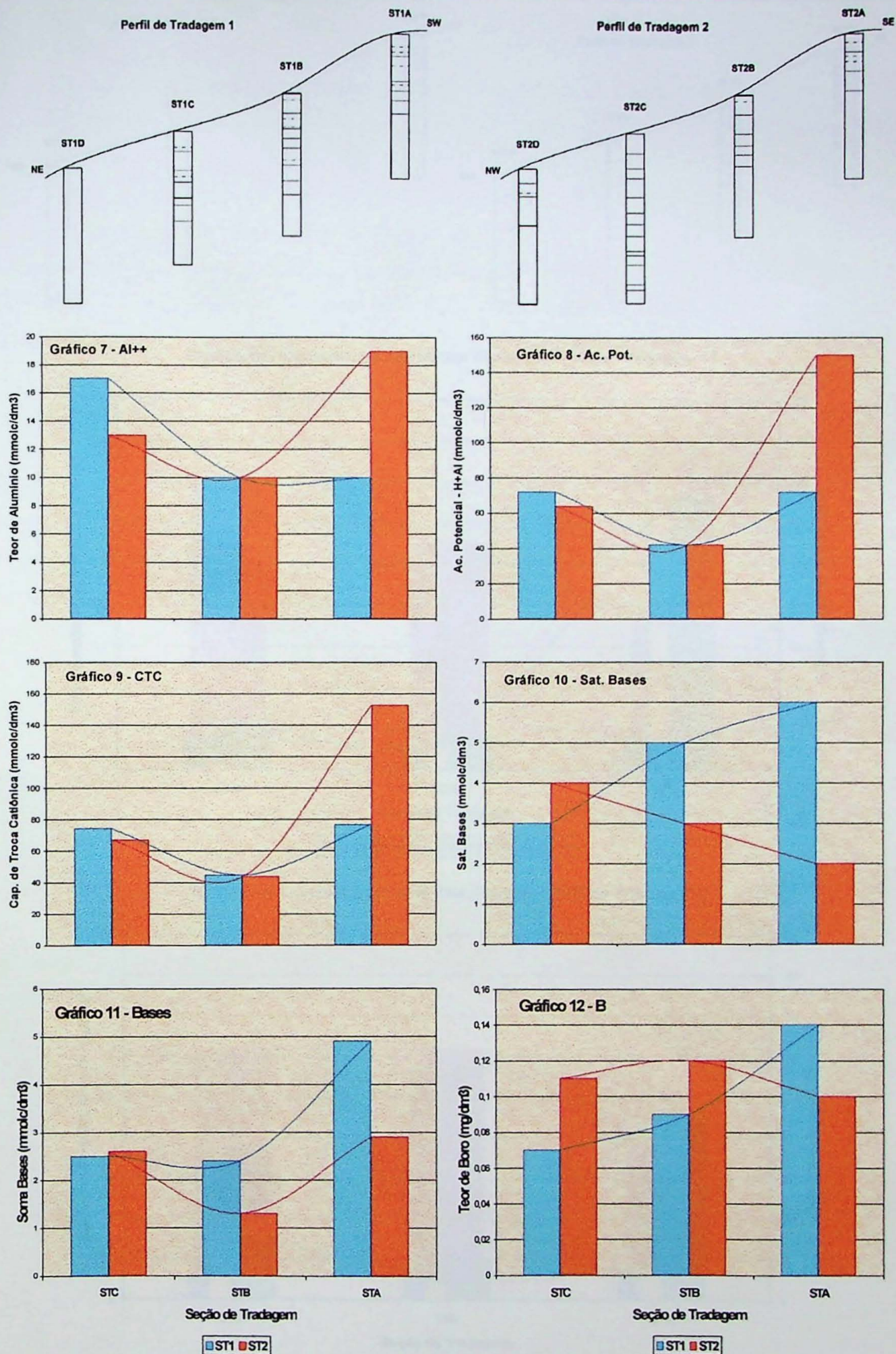
Nestes gráficos pode ser destacado que:

1. Os valores obtidos para as concentrações de Fósforo (P) (Gráfico 1) são maiores nos topos das duas seções, decaem fortemente nas encostas e exibem ligeiro incremento de valor quando atingem a base da vertente (próximo a drenagem local).
2. Esta similaridade de comportamento das concentrações de elementos repete-se no Gráfico 2 (valores obtidos de Matéria Orgânica - MO), nos teores de potássio (K) (Gráfico 3), cálcio (Ca) (Gráfico 4), magnésio (Mg) (Gráfico 6) e na soma das bases (Gráfico 11).
3. Alguns valores correspondentes a fertilidade de solo também exibem o mesmo comportamento observado nos itens 1 e 2, Capacidade de Troca Catiônica (Gráfico 9) e Ac. Potencial H<sup>+</sup> Al (Gráfico 8).
4. Os metais: Cobre (Cu), Manganês (Mn) e Zinco (Zn), considerados micronutrientes importantes reflete, para o caso do Mn e Zn o mesmo comportamento em ST1, ou seja, concentração no topo da vertente e perda acentuada na encosta até atingir a base da vertente (Gráfico 13). Em ST2, este mesmo comportamento de concentração de elementos é bastante visível apenas para o Zn (Gráfico 14). Nas duas seções, o Cu mantém-se com valores constantes, ou seja abaixo de 0,5 mg/dm<sup>3</sup>. O mesmo ocorre para o Mn em ST2.
5. Comparando-se o comportamento de P, K e Bases nas duas seções amostradas, desta-se para estes três casos serem os valores obtidos destes elementos sempre menores no topo da vertente de ST2 comparado a ST1. No entanto, na base da vertente de ambos os casos, os valores encontrados para estes elementos são sempre muito superiores na seção ST2 comparada a ST1.
6. Alguns dos elementos de análise de fertilidade de solo aqui obtidos divergem deste comportamento geral, ou seja, a Saturação em bases (Gráfico 10), o teor de Boro (B) (Gráfico 12) e o teor de alumínio (Al) (Gráfico 7) não exibem este comportamento, no entanto, todos, quando observado os valores obtidos na base das vertentes amostradas, passam a exibir valores próximos tanto em uma como em outra seção amostrada. Por exemplo, a saturação em bases que no topo da vertente em ST1 é de 6 e em ST2 é de 2 (diferença de três vezes), acaba na base da vertente com 3 para ST1 e com 4 para ST2 (diferença menor que um).











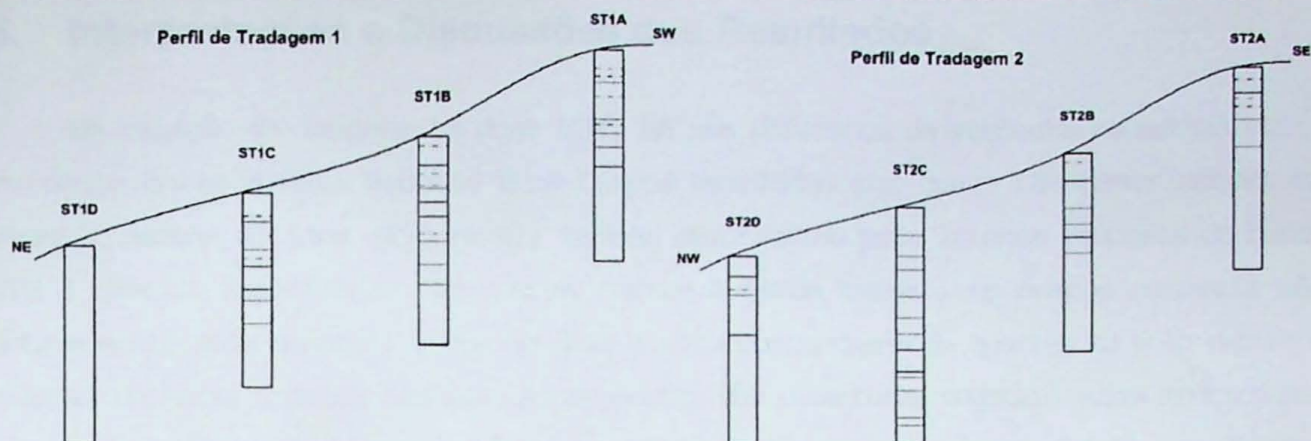


Gráfico 13 - Concentração de Metais Pesados (Perfil de Tradagem 1)

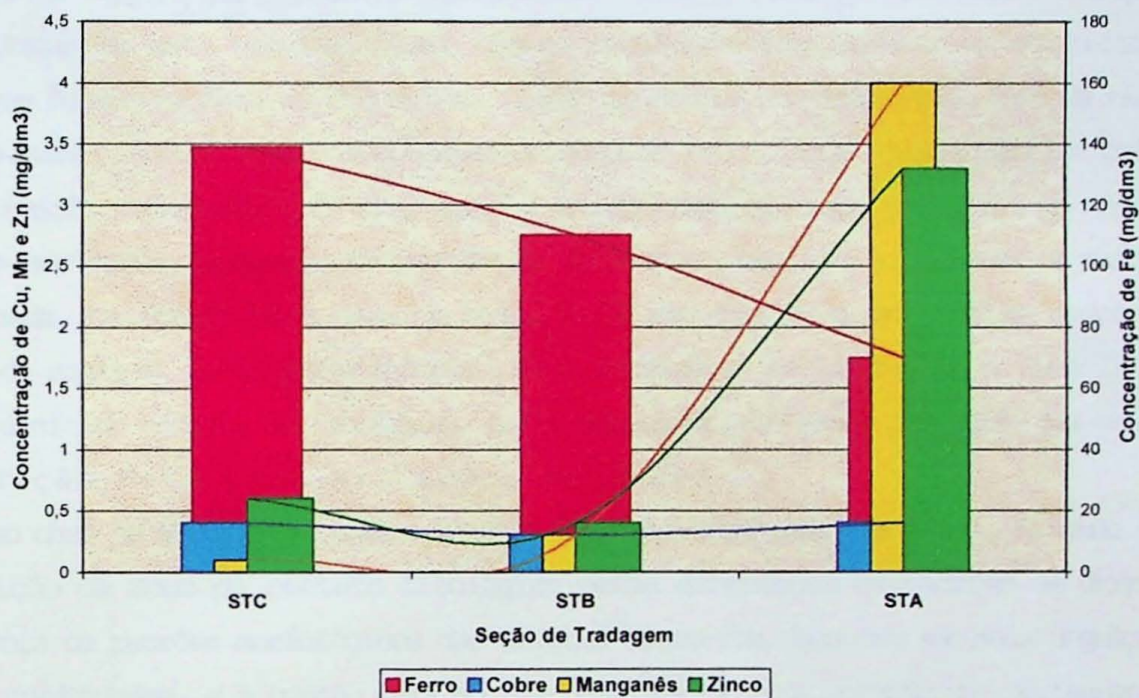
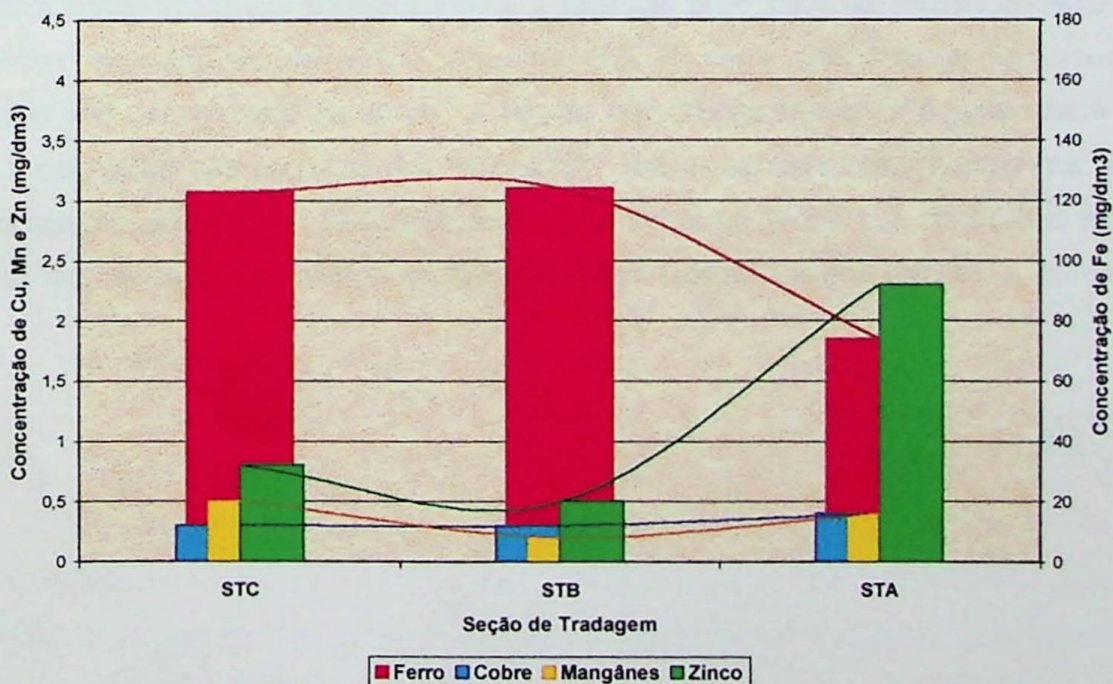


Gráfico 14 - Concentração de Metais Pesados (Perfil de Tradagem 2)





## 6. Interpretações e Discussões dos Resultados

Em relação às imagens Landsat ETM<sup>+</sup>, há uma diferença de resposta espectral muito evidente entre a Mata Nebular e os Campos Naturais, por quase não haver cobertura vegetal nestes últimos (Figura 6), também demonstrado pela intensa resposta da banda ETM 3 (Perfis Espectrais). No que se refere a banda termal, os campos naturais são notavelmente mais quentes, o que se deve a alta porcentagem de quartzo no solo exposto, mineral de baixa inércia térmica. As respostas das coberturas vegetais acima mencionadas são muito diferenciadas em quase todas as imagens geradas, principalmente as imagens sem a inserção da pancromática, indicando a enorme diferença entre elas.

As drenagens também estão evidenciando uma diferença litológica marcante na delimitação da Mata Nebular, visto que na região da Mata Nebular existe muito menos drenagem do que na Mata de Tibuquinas. Esta característica ocorre pelo fato da região de Mata Nebular possuir nível de absorção de água de precipitação pluviométrica pelo solo muito maior, característica essa que foi evidenciada em campo pelo fato do solo desta região ser muito arenoso. Na porção da Mata de Tibuquinas a drenagem é muito mais acentuada, característica essa de solos mais impermeáveis, que contêm concentração maior de argilas. Outro ponto interessante é o mostrado nas Figuras 4, 5, 10 e 12, em que vemos o nítido contato de litologias, estas separadas pelo mesmo princípio que originou a separação Mata Nebular/Campos Naturais.

No caso da Figura 10, porém, a vegetação aparentemente é a mesma, ficando assim a definição da zona de contato litológico pelas diferenças de padrões de drenagem e diferença de padrões morfológicos das cristas de morros, que ora são mais angulosas ora mais arredondadas, e a porção mais ao sul nessa região a orientação das vertentes tem um direcionamento mais N-S coisa que não ocorre na porção mais norte dessa região.

Outra característica interessante é a exibida pelo fato da região da Mata Nebular apresentar espessuras de solos menores que 70 cm e nos Campos Naturais essas espessuras não ultrapassam os 40 cm. A região dos Campos Naturais é muito seca e estão sempre localizados nas encostas dos “morrotes”. Uma característica interessante observada foi a ocupação dos Campos Naturais pela Mata Nebular, pois foi observado em várias encostas evidências de avanço da Mata Nebular nestes Campos Naturais (Figura 36).





Figura 36 – Vista de uma das porções aonde a Mata Nebular estar ocupando o Campo Natural.

Com a avaliação pedogenética e correlação com a ocupação vegetal, constatou-se, com os resultados, que em ambas vertentes permite-se algumas considerações acerca do mecanismo de distribuição de macro e micronutrientes e outros parâmetros de fertilidade do solo. Os dados convergem para a constatação de que está havendo lixiviação do topo das vertentes e da encosta, em direção da base das mesmas quando estes elementos ou fatores passam a se acumular relativamente.

Um dos fatores importantes a serem considerados é o mecanismo de erosão física e química na meia encosta das vertentes devido a esta região possuir taxa pluviométrica alta de  $\pm 2300$  mm/ano com médias em torno de 1400 mm/ano.

Fica evidente que os elementos K,  $PO_4$  e “Bases” estão sendo removidas do topo, com uma taxa maior de remoção nas encostas e um ligeiro acúmulo na base da vertente. Observa-se ainda que para MD, CTC, K e “Bases” há uma característica muito importante, com estes elementos sofrendo um processo de equilíbrio natural, em que os valores finais são “homogeneizados” na base das vertentes nos dois casos. Refletido pelo fato de que em todos os casos as concentrações destes elementos, tanto em ST1 como ST2, tendem a ser parecidos nos pontos de amostragem ST1C e ST2C, fruto da lixiviação do topo e encosta mencionada anteriormente e acumulando-se na base das vertentes.

Fica também claro que Zinco e Manganês estão sendo removidos de forma muito intensa, isto pode estar comprometendo a permanência destes elementos como micronutrientes importantes para o desenvolvimento vegetal, inibindo assim a existência de vegetação de maior porte na meia encosta e sim somente no topo ou na base, onde a concentrações destes elementos é maior.



Um fato interessante a salientar é as diferenças entre ST1 e ST2 em relação aos teores de  $PO_4$ , MO e K na base das vertentes. Uma hipótese para estas diferenças está relacionada à maior quantidade de vegetação na vertente de um perfil do que no outro, porém, esta hipótese pode ser equivocada pelo fato de que a vegetação em ST1 é menos intensa que em ST2.

Outra possibilidade seria a diferença de declividade entre ST1 e ST2. Em ST2 a declividade é maior se comparada a ST1, este fato mostra o equilíbrio maior e a maior lixiviação que estão ocorrendo em ST2, pois em quase todos os casos analisados separadamente, observa-se que os valores iniciais, (ST1A e ST2A) exibidos pelas concentrações de cada elemento serem maiores em ST1A que em ST2A. Ao se comparar estes valores aos valores no final do perfil, (ST1C e ST2C), os valores das concentrações dos elementos são ligeiramente maiores em ST2C e ligeiramente menores em ST1C. Essas evidências podem esclarecer que a maior declividade esta diretamente relacionada ao processo de acúmulo dos elementos em direção as vertentes, indicando ainda que a maior declividade em ST2 permite uma maior lixiviação na meia encosta desta vertente, acarretando no maior valor destes elementos em sua base.

Um outro aspecto muito importante é o acúmulo elevado de argila na base de ST2. Em campo foi encontrado aproximadamente 2m de argila no ponto ST2C. Esta "anomalia" também pode ter sido provocada pela declividade maior em ST2, fazendo a argila se acumular na base da vertente facilitando o acúmulo dos elementos  $PO_4$ , MO e K, já observados e discutidos anteriormente.

Os diagramas para  $Ca^{++}$ ,  $Al^{++}$  e Sat. Bases são ligeiramente discordantes de uma seção para a outra. Estas discordâncias podem ser também explicadas pela declividade diferenciada de ST1 e ST2. Na ST1 a declividade gradacional é menos íngreme que em ST2, fazendo com que o alumínio vá se acumulando na base da vertente (explicado pelo acúmulo de quase dois metros de argila neste local). Já a declividade maior em ST2 aparentemente, acarretou em maior remoção deste alumínio, levando-o mais rapidamente para a água da drenagem situada na base da vertente. Esta mesma explicação justifica o fato das concentrações de Ferro em ST2 serem levemente menores que em ST1. Isto pode ser bem evidenciado na água muito ferruginosa observada em campo, encontrada na base desta vertente, sugerindo que o ferro deve estar sendo transportado pela água. Este processo exige um controle e monitoramento das águas para sua adequada confirmação.

O acúmulo de MO, K,  $PO_4$ , "Bases" e micronutrientes Zn e Mn explicam o porque da vegetação ser intensa nas encostas e um pouco mais intensa nas áreas de drenagem.

As condições observadas até o momento demonstram que há uma capacidade de acumulação no topo da vertente, uma clara e intensa lixiviação de diferentes elementos e parâmetros na meia encosta, com um enriquecimento parcial nas bases (menores valores que os exibidos nos topos) e nos topos (mais enriquecidos que as bases das vertentes)



Assim, a remoção ou inexistência destes elementos e parâmetros indicativos de fertilidade de solo, inibe em primeiro momento, a fixação de vegetação na meia encosta, permitindo assim a fixação de variedades de gramíneas (pouco exigentes quanto a presença de macro e micronutrientes) formando assim os campos. Quando estes elementos de importância para a instalação de vegetação de maior porte se mantêm na encosta, esta passa a ser ocupada por ela.

## 7. Conclusões

Fundamentando-se nas considerações apresentadas no item Interpretações e Discussão dos Resultados, podem-se alinhar as seguintes conclusões:

No SR, utilizando-se do processamento das Imagens Landsat ETM<sup>+</sup> foi permitido separar as diferentes coberturas vegetais assim alinhadas: **Mata Nebular, Mata de Tibuquinas, Campos Naturais e Campos Antrópicos**. Neste contexto foi possível distinguir que existem dois padrões de drenagens na região, promovendo a distinção entre os tipos litológicos encontrados: ora com drenagens menos evidentes e mais espaçadas, fato este verificado em campo, mostrando que estas litologias são muito arenosas, pois o solo é muito pobre em macro e micronutrientes; ora com drenagens mais marcantes, menos espaçadas e com relevo exibindo vertentes mais íngremes com cristas mais angulosas, fato este também observado em campo e mostrando um solo com maiores concentrações de macro e micronutrientes, permitindo maior ocupação da vegetação nesta área.

Conclui-se também que existem estruturas que parecem influir na formação dos padrões dos Campos Naturais em meio a Mata Nebular, visto que, nas Imagens Landsat ETM<sup>+</sup> e ortofotos em cores naturais, observa-se condicionamento pelo padrão estrutural de zona de cisalhamento NNE-SSW de toda a região.

A linha morfológica das vertentes sugere uma evolução pautada no tempo cronológico. Tal evidência é demonstrada pelo avanço da Mata Nebular sobre os Campos Naturais. Há evidências de que a mata inicialmente ocupa as áreas onde há maior disponibilidade de macro e micronutrientes (topo e base da encosta) e posteriormente, galga a meia encosta da vertente promovendo a junção do topo com a base desta.

A configuração e evolução deste aspecto retratam conclusivamente que as encostas evoluem de um padrão de menor declividade (ST1), passando para condição de maior declividade (ST2). Esta evolução indica uma passagem de vertentes de morfologia convexa para um padrão côncavo quando a Mata Nebular passa a ocupar o antigo campo da meia encosta da vertente. Estas feições são corroboradas pela forte indicação de lixiviação e erosão da meia encosta enquanto permeada pelos Campos Naturais, comprovada pela análise das amostras de solos nas seções ST1 e ST2.

Os resultados de fertilidade de solo e de conteúdo químico de macro e micronutrientes foi fundamental para a elaboração e conclusão desses fatos, visto que mostraram claramente processo de lixiviação química e física ocorrendo na área dos



Campos Naturais. Assim a evolução das vertentes, da região da Mata Nebular e dos Campos Naturais, encontra-se condicionada às condições climáticas locais em uma primeira instância, pela existência das diferentes variedades de matas observadas na área em segunda instância e pelas características litológicas e pedológicas locais, permitindo ser identificado para este local, o que foi denominado neste trabalho de controle Climo-bio-lito-pedológico. Com isso podemos concluir que a Mata Nebular assim como os Campos Naturais nela inseridos estão condicionados diretamente à evolução das vertentes, verificando que houve um *controle Climo-lito-pedológico*.

## 8. Referências Bibliográficas

- ALMEIDA, T.I.R., ROSSETTO, R. & SOUZA FILHO, C. R. 2002. Resposta espectral do dossel da cana-de-açúcar e sua relação com a produtividade e maturação da cultura: teste da aplicabilidade de sensores remotos comerciais na indústria canavieira paulista. Relatório de pesquisa apresentado ao instituto agrônomo de Campinas. Campinas -SP. Jan 2002. p. 25.
- ALMEIDA, T.I.R & SOUZA FILHO, C.R. 2000. *Feature-oriented band-ratios coupled with principal components applied to tropical vegetation mapping: results using hyperspectral data in central Brazil*. THEMATIC CONFERENCE ON REMOTE SENSING FOR EXPLORATION GEOLOGY, 15, USA, Summaries.
- ALMEIDA, T.I.R. & FROMARD, F. 2000. *A proposal of digital processing of multispectral images to enhance geobotanical anomalies*. 31<sup>st</sup> International Geological Congress. Summaries.
- ALMEIDA, T.I.R., CRÓSTA, A.P. & SOUZA FILHO, C.R. 2000. *Oriented Band Ratios Applied to Geobotanic and Ecological Studies*. 31<sup>st</sup> International Geological Congress. Summaries.
- ALMEIDA, T.I.R., FROMARD, F. & SOUZA FILHO, C.R. *PCA over oriented ratios applied to vegetation studies: an example in the Kourou coast, French Guyana*. Int. J. Remote Sensing. Submetido.
- CECCATO, P., FLASSE, S., TARANTOLA, S., JACQUEMOUD, S. & GRÉGOIRE, J.M. 2001. *Detecting vegetation leaf water using reflectance in the optical domain*, Remote sensing Environment, Vol. 77. p. 22-33.
- CHRISTOFOLETTI, A. 1974. *Geomorfologia*; 2º ed. Edgar Blücher Ltda.
- CURRAN, P.J. 1989. *Remote Sensing of Foliar Chemistry*, Remote Sen. Environment 30, p. 271-278.
- DATT, B. 1998. *Remote sensing of Chlorophyll a, Chlorophyll b, Chlorophyll a+b and total Carotenoid content in Eucalyptus leaves*. Remote Sen. Environment, Vol.66, p. 111-121.



- FOURTY, T. & BARET, F. 1998. *On spectral estimates of fresh leaf biochemistry*, Int. J. Remote Sensing, Vol. 19, No.7, p. 1283-1297.
- GERRARD, J. 1992. An Integration of Pedology and Geomorphology. In: *Soil Geomorphology*. Chapman and Hall. P. 269.
- GROKE, M.C.T. 1981. *Evolução Geoquímica, Mineralógica e Micromorfológica no Processo de Bauxitização. Estudo Comparativo dos Depósitos de Mogi das Cruzes, Curuçutú e Lavrinhas, SP, Associados a Diferentes Tipos Litológicos*. São Paulo - SP. (Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- GUENEGOU, M.C.; LEVASSEUR, J.E.; ANSEAU, C.; PALMIER, C.; LOISEL, C. and COUREL, M.F. 1994. *Limites de l'utilisation de la haute resolution spectrale et des paramètres spectraux dans le visible et proche infrarouge pour l'étude de la végétation*, 6<sup>ème</sup> Symposium International Mesures Physiques et. signatures en Télédétection. p. 285-290.
- GUYOT, G. 1996. *Proprietes Spectrales et Télédétection des Sols et des Roches*. Ed. Marcel - Jean Pouget.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. - IPT; 1989. *Tectônica do Estado de São Paulo*. p 273.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. - IPT. 1981a. *Mapa Geológico do Estado de São Paulo, escala 1:500.000 e nota explicativa*. p 135.
- INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO S.A. - IPT. 1981b. *Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo*. Pró-Minério/Promocet. vol. 1. p. 94.
- LILLESAND, T. M. & KIEFER, R. W. 1994. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 3<sup>rd</sup> ed. John Willey & Sons, Inc. p. 750.
- NOVO, E. M. L. 1982. *Sensoriamento Remoto – Princípios e Aplicações*. 2<sup>o</sup> ed. Edgar Blücher Ltda.
- PEARSON, R.L., MILLER L.D. 1972. *Remote mapping of standing crop biomass for estimation the productivity of the short-grass prairie, Pawnee National Grasslands, Colorado*, Proc. 8<sup>th</sup> Int. Symp. on Remote Sensing of Environment, Ann Arbor. p. 1357-1381.
- PRADO, H. 2000. *Sopos do Brasil*. Fundação Biblioteca Nacional. São Paulo - SP. p. 181.
- RENCZ, A. N. et al. 1999. *Remote Sensing for Earth Sciences: Manual of Remote Sensing*, 3<sup>rd</sup> ed. John Willey & Sons, Inc. p. 189-247.
- RESENDE, M. CURI, H. E SANTANA, D. P. 1988. *Pedologia e Fertilidade do Solo, Interações e Aplicações*. Min. Ed., Lavras- MG, ESAL, p. 81.



- RODRIGUEZ, S. K. 1998. *Geologia Urbana da Região Metropolitana de São Paulo*, São Paulo – SP. (Tese de doutoramento apresentada no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- TERUIYA, R. K. 1998. *Aplicações de Sensoriamento Remoto Multiespectral na Detecção de Anomalias Geobotânicas Associadas à Alteração Hidrotermal no Grupo Serra do Itaberaba-SP*. São Paulo – SP. (Monografia de Trabalho de Formatura – Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).
- VIEIRA, S. R. S. S. 1989. *Estudo Lito-Estrutural da Região de Embu-Guaçu-Parelheiros-SP*. São Paulo – SP. (Dissertação de Mestrado apresentada no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo).

#### INTERNET:

- Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente – 2000 – (<http://www.svma.org.br/>)
- Considerações Fitogeográficas e Conservacionistas Sobre a Floresta Atlântica – 2001 – ([http://www.conservation.org.br/ma/rp\\_flora.htm](http://www.conservation.org.br/ma/rp_flora.htm))
- Instituto Florestal do Estado de São Paulo – 2001 – (<http://www.iflorestsp.br/>)

## 9. Anexos

Segue em anexo na contra-capá, deste Trabalho de Formatura, um "compact disc" contendo este relatório em formato digital, a fim de melhor visualização das imagens geradas, visto que em formato digital as resoluções são muito melhores.



