

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

**OTÁVIO CARDOSO CARDONA**

**Bacia do Rio Sorocá-Mirim: Compartimentação Morfopedológica  
e a Ocorrência de Turfas**

SÃO PAULO

2012

OTÁVIO CARDOSO CARDONA

**Bacia do Rio Sorocá-Mirim: Compartimentação Morfopedológica  
e a Ocorrência de Turfas**

Dissertação Apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Geografia Física da Faculdade de  
Filosofia, Letras e Ciências  
Humanas da Universidade de  
São Paulo, para a obtenção do  
Título de Mestre em Ciências

Orientadora: Profa. Dra.

Rosely Pacheco Dias Ferreira

SÃO PAULO

2012

Nome: CARDONA, Otávio Cardoso

Título: Bacia do Rio Sorocá-Mirim: Compartimentação Morfopedológica e a Ocorrência de Turfas

Dissertação Apresentada ao  
Programa de Pós-Graduação em  
Geografia Física da Faculdade de  
Filosofia, Letras e Ciências  
Humanas da Universidade de  
São Paulo, para a obtenção do  
Título de Mestre em Ciências

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Dr. \_\_\_\_\_ Instituição: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Dedico esse trabalho aos  
meus pais e irmãos

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, em primeiro lugar, a minha mais do que querida orientadora, Profa. Dra. Rosely Pacheco Dias Ferreira, que em todos esses anos e nas etapas deste trabalho me orientou, incentivou e aturou. Tudo isso com um carinho, dedicação de uma pessoa que é mais do que uma orientadora. Sem ela esse trabalho jamais teria acontecido.

Aos meus pais, por sempre terem me proporcionado realizar desejos e sonhos que eles não tiveram e por terem me educado superando tantas adversidades.

Aos meus irmão que mesmo com tantas brigas e discussões amo muito.

Aos meus professores do Departamento de Geografia da USP, em especial a Sidneide Manfredini, a José Pereira de Queiroz Neto, pelas conversas, ensinamentos, questionamentos. E a Sonia Maria Furian, pelas palavras em um momento difícil.

Ao Marcos Pinheiro e Hubert Bayer, com a ajuda fundamental em superar dificuldades em minha relação com computadores e o geoprocessamento. O Marcos ainda me suportando por tardes sem fim no laboratório e me ajudando com muita paciência.

As minhas amigas Rosana Aranha e Daniela Beato, que mesmo nos meus dias de falta de educação e grosseria, sempre me ajudaram com carinho.

Aos amigos João Carlos Silva, Marcelo Nakashima, André Barreiros, Grace Alves, Marisa Matos, Fernando Vilela, Elis, Tati, Helga por ajudas em campo, com conversas, que foram de suma importância.

A todos meus amigos que me ajudaram, de alguma forma durante esse período, com palavras de incentivo, com momentos de descontração.

Ao finalmente ao CNPQ (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) por me beneficiar com uma bolsa (nº de processo 134269/2010-1) que proporcionou uma dedicação, que sem ela seria difícil.

## RESUMO

A região de Ibiúna, onde se encontra a Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim, vem sofrendo mudanças com relação ao uso e ocupação ao longo dos tempos, de cinturão caipira a área de crescente especulação imobiliária. Essas mudanças aconteceram sem um conhecimento adequado de alguns condicionantes naturais, em especial a existência de turfas (organossolos) e a quais ambientes elas estão associadas.

O presente trabalho teve como objetivos: a) numa primeira etapa elaborar uma carta morfopedológica simplificada da Bacia do Rio Sorocá-Mirim, com objetivo de reconhecer as bases físicas da bacia e identificar os locais dos depósitos orgânicos; b) numa segunda etapa caracterizar as feições fluviais às quais as turfeiras estão relacionadas, elaborando mapeamentos de setores da planície e caracterizando morfologicamente o material orgânico em transectos determinados.

A carta morfopedológica (1:100.000) construída a partir da correlação das variáveis naturais basicamente, relevo x rocha x solos (Castro e Salomão, 2000) individualizou sete compartimentos. Nos compartimentos das planícies, aparecem turfeiras e solos hidromórficos; compartimentos com relevo de colinas, substrato granítico/migmatítico, e cobertura latossólica, fazem a articulação entre os planos aluviais e as Serras que bordejam a bacia; os setores mais elevados correspondem aos altos regionais dos maciços graníticos de São Roque (NNE) e Paranapiacaba (SSE). Ai o relevo é de morros e serras com altas declividades e sobre os quais se desenvolvem solos rasos sobre granito, além de cambissolos háplicos, e argissolos vermelho-amarelos.

O compartimento CMPIa Planícies do Rio Sorocá-Mirim e do Ribeirão Vargem Grande, onde estão alojados os materiais orgânicos, foi objeto de análise mais detalhada com mapeamento morfológico (1:25.000) das feições fluviais e caracterização do material orgânico da planície. Transectos foram levantados com tradagens, no intuito de verificar a profundidade e distribuição areolar dos depósitos, bem como caracterizar morfologicamente os diferentes volumes.

Análises e ensaios laboratoriais foram feitos em amostras selecionadas, a fim de caracterizá-las no tocante aos atributos físicos e químicos. Os resultados mostraram que há uma relação entre os aspectos morfológicos observados com auxílio do microscópio óptico e alguns resultados laboratoriais. As amostras que apresentaram grande quantidade de matéria orgânica e de carbono orgânico apresentam também características morfológicas particulares, como untuosidade e coloração preta intensa. As amostras com menores valores de matéria orgânica e carbono orgânico, apresentam uma cor cinza e sem untuosidade, com a fração mineral mais aparente. Esses aspectos possibilitaram propor uma classificação mais precisa e com base em maior número de parâmetros.

As zonas de acumulação de material orgânico foram encontradas relacionadas a ambientes fluviais particulares e que pelas interpretações mais recentes da evolução geológica da área, estariam relacionadas a um controle estrutural. O Planalto de Ibiúna, faz parte de um conjunto de blocos falhados formando grábens, alguns deles reconhecidos por Silva (2012) como os meio grábens de Ibiúna, Vargem Grande e do Grilo. Esse sistema de bloqueio estrutural aprisiona a água em sub superfície, criando um ambiente úmido e confinado, gerando as condições ideais para a formação das turfeiras, sobretudo nos climas frios pleistocênicos .

Palavras-chave: Planalto de Ibiúna; Rio Sorocá-Mirim; compartimentação do relevo; matéria orgânica; turfas; carta morfopedológica.

## ABSTRACT

Throughout time, the region of Ibiúna, in which the Sorocá-Mirim river basin is located, has been suffering changes regarding the use and occupation of land, going from a green belt zone to an area of strong real estate speculation. Such shifts took place without a previous knowledge of the natural aspects, especially concerning the existence of peat bogs (organic soils) and its associated environments.

The present work has as its main goals: a) in a first approach, build a simplified morphopedological map of the Sorocá-Mirim river basin, which will allow the recognition of the location of the organic deposits and; b) in a second step, characterize the fluvial features to which the peat bogs are related, building maps of specific sectors of the flood plain and reaching a morphological characterization of the organic matter in determined transects.

The morphopedological map (1:100,000) built through the correlation of the natural variables landform x lithology x soils (Castro & Salomão, 2000) individualized seven compartments. The floodplains compartment present peat bogs and hydromorphic soils; the compartment of the hills, with a granite/migmatite substratum and latossolic coverage, plays the role of an articulator between the first one and the ridge that borders the basin; and finally, the most elevated compartments correspond to the regional height limits of the granitic massifs of São Roque (NNE) and Paranapiacaba (SSE). The landform in this last sector is dominated by hills and ridges with steep granite slopes, over which shallow and rocky soils, and also red-yellow podzolic soils develop.

The compartment CMP-Ia, Sorocá-Mirim river and Vargem Grande creek floodplains, contain the organic matter and was object of detailed mapping (1:25,000) of the morphological fluvial features and characterization of the surface organic matter. In order to infer the depth and areal distribution of such deposits, some transects were plotted, with the aid of probing techniques, which also allowed the morphological characterization of the different volumes.

The selected samples were analyzed with laboratory techniques in order to characterize them according to their physical and chemical attributes. The

results show a relationship between aspects observed through the optical microscope and lab results. The samples that present an elevated amount of organic matter also show particular morphological features, such as greasiness and an intense black coloration. The samples with lower amounts of organic matter present a grayish coloring and no greasiness, as well as an evident mineral fraction. These aspects allowed the proposition of a more precise classification, based on a larger amount of parameters.

The zones of accumulation of organic matter found in the area are related to particular fluvial environments, which according to the most recent interpretations of geological evolution of the area are under structural control. The Ibiúna Plateau is part of a set of faulted blocks which form grabens, some of them previously acknowledged by Silva (2012), like the half-grabens of Ibiúna, Vargem Grande and Grilo. This system of structural blockage traps water in the subsurface, creating a saturated and confined environment, which are ideal for the formation of peat bogs, especially under the cold pleistocenic climates.

Key-words: Ibiúna Plateau; Sorocá-Mirim river; landform compartmentation; organic matter; peat; morphopedological map.

## ÍNDICE

<b><u>1 – INTRODUÇÃO</u></b> .....	1
<b><u>2 – ÁREA DE ESTUDO</u></b> .....	7
2.1 - ASPECTOS GERAIS DA OCUPAÇÃO .....	7
2.2 – GEOMORFOLOGIA .....	9
2.3 – GEOLOGIA .....	12
2.4 – CLIMA .....	16
2.5 – SOLOS .....	18
<b><u>3 – PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICAS UTILIZADAS</u></b> .....	23
3.1 – ETAPAS DO TRABALHO .....	23
3.2 – A TURFA: UMA BREVE REVISÃO .....	24
3.2.1 – Características das turfas .....	26
3.2.2 – Classificação das turfas .....	29
3.2.3 – Sistemas de formação das turfas .....	33
3.3 – MATERIAIS UTILIZADOS NA TRABALHO .....	36
3.4 – CARTOGRAFIA MORFOPEDEOLÓGICA .....	36
3.5 – FOTOINTERPRETAÇÃO .....	41
3.5.1 – Fotointerpretação Pedológica .....	42
3.5.2 – Amostras Circulares .....	48
3.6 – PERFIS TOPOGRÁFICOS E CARTA HIPSOMÉTRICA (MAPA 2) .....	49
3.7 – CARTA CLINOGRÁFICA (MAPA 3) .....	50
3.8 – TRABALHOS DE CAMPO .....	51
3.9 – ANÁLISES E ENSAIOS LABORATORIAIS .....	52
<b><u>4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES</u></b> .....	53

<b>4.1 – A CARTA MORFOPEDOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SOROCÁ-MIRIM</b> .....	53
4.1.1 – Macro Compartimentos .....	54
4.1.2 – Análise da Bacia Hidrográfica (MAPA 1) .....	56
4.1.3 – Carta Hipsométrica (MAPA 2) e Carta Clinográfica (MAPA 3) .....	60
4.1.4 – Mapa Geológico (Mapa 4) e Mapa Pedológico (Mapa 5) .....	64
4.1.5 – Amostras Circulares .....	67
4.1.6 – Compartimentos Morfopedológicos .....	68
<b>4.2 – A PLANÍCIE E AS TURFEIRAS</b> .....	85
<b><u>5 – SÍNTESE CONSIDERAÇÕES FINAIS</u></b> .....	122
<b><u>6 – BIBLIOGRAFIA</u></b> .....	125

## **ANEXO 1: MARCHA ANALÍTICA**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Alto Sorocaba .....	3
Figura 2: Principais depósitos de turfas em ambientes fluviais do Estado de São Paulo .....	4
Figura 3: Divisão Geomorfológica do Estado de São Paulo .....	10
Figura 4: “Corte” do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo (IPT, 1981) .....	11
Figura 5: Perfil Geológico de compartimentos regionais .....	12
Figura 6: Compartimentação Geológica da Folha de São Roque .....	13
Figura 7: Grábens da Bacia do Sorocá-Mirim .....	16
Figura 8: Mapa das zonas climáticas do Estado de São Paulo .....	17
Figura 9: Mapa Pedológico da Bacia do Alto Sorocaba .....	19
Figura 10: Descrição de Solos da Reserva Florestal do Morro Grande .....	22
Figura 11: Fluxograma com etapas do trabalho .....	23
Figura 12: Seções vertical e horizontal de uma turfa .....	28
Figura 13: Mapa da distribuição das turfeiras no Mundo .....	29
Figura 14: Turfeiras oligotróficas/ombrotólicas e minerotróficas .....	32
Figura 15: Processo de preenchimento de lagoas na formação das turfeiras.....	34
Figura 16: Formação da turfeira em planícies inundáveis ou pântanos .....	34
Figura 17: Bloco diagrama ilustrando a distribuição dos diversos depósitos desenvolvidos na planície fluvial e ilustração típica de planície fluvial mostrando os ambientes de sedimentação .....	35
Figura 18: Formas de vertente .....	45

Figura 19: Classificação da densidade de drenagem .....	47
Figura 20: Relação topografia/infiltração/deflúvio .....	47
Figura 21: Amostras circulares .....	49
Figura 22: etapas da compartimentação morfopedológica .....	54
Figura 23: Perfil Topográfico-Geológico A- B,C- D e perfil topográfico E-F ....	55
Figura 24: Ponto de localização das amostras circulares .....	67
Figura 25: Foto da planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim .....	71
Figura 26: Foto de perfil de turfa .....	72
Figura 27: Foto mostrando meandro existente no sistema fluvial do compartimento CMPIb .....	73
Figura 28: Foto mostrando o aspecto morfológico do compartimento CMP II e afloramento de granito .....	74
Figura 29: perfil tipo do compartimento CMPII .....	75
Figura 30: colinas do compartimento CMPIII .....	76
Figura 31: perfil tipo do compartimento CMPIII .....	76
Figura 32: Colinas e amplos interflúvios do compartimento CMPIV .....	77
Figura 33: perfil tipo do compartimento CMPIV .....	78
Figura 34: Morros do compartimento CMPVa .....	78
Figura 35: perfil tipo do compartimento CMPVa .....	79
Figura 36: Morros e níveis elevados do compartimento CMPVb .....	80
Figura 37: Perfil tipo do compartimento CMPVb .....	80
Figura 38: Perfil topográfico/pedológico E-F .....	81
Figura 39: Perfil 1-P1 .....	82
Figura 40: Perfil 2-P2 .....	82

Figura 41: perfil topográfico /pedológico G-H .....	83
Figura 42: Perfil topográfico/pedológico I – J .....	83
Figura 43: Perfil 3 -P3 .....	84
Figura 44: Localização dos transectos e pontos de descrição e coleta .....	85
Figura 45: Compartimento CMP Ia .....	86
Figura 46: Overlay 1 – Planície do Ribeirão da Fazenda Velha (transecto – 1:Pula Pula) .....	88
Figura 47: Visão panorâmica Zona de coleta da amostra 3 .....	89
Figura 48: Vista aérea do local do transecto Y-Z .....	89
Figura 49: Transecto Y-Z .....	90
Figura 50: Perfil na extremidade jusante(Z) e detalhe do volume 3 .....	91
Figura 51: Detalhe em microscópio da amostra 3 aumento de 200 X .....	92
Figura 52: Detalhe da amostra 3 no ensaio do fotocolorímetro .....	92
Figura 53: OVERLAY 2 :Planície do Ribeirão do Morro Grande (transectos W- X, U-V) e Planície do Sorocá-Mirim (transectos S-T e S-R) .....	94
Figura 54: Visão panorâmica da área de coleta da amostra 4 .....	95
Figura 55: Vista aérea dos transectos X-W e U-V .....	95
Figura 56: Transecto X-W .....	95
Figura 57: Transeco U-V .....	96
Figura 58: Detalhe da amostra 4 no microscópio óptico :aumento de 200 X .	97
Figura 59: Amostra 4 agitada e coada .....	98
Figura 60: visão panorâmica da área de coleta da amostra 8 .....	98
Figura 61: Visão aérea e localização dos transectos S-T e S-R .....	99
Figura 62: Transecto S-T .....	100
Figura 63: Perfil na extremidade T do transecto e volume 5 em detalhe .....	100
Figura 64: Transecto R-S .....	101
Figura 65: Detalhe da amostra 8 no microscópio óptico. Aumento de 200X .	101
Figura 66: Amostra 8 agitada e coada .....	102

FIGURA 67: Overlay 3 : Planície do Sorocá-Mirim - Amostra 7 .....	103
Figura 68: Visão aérea da zona de coleta da amostra 7 .....	104
Figura 69: Área de coleta da amostra 7 .....	104
Figura 70: Detalhe da Amostra 7 no microscópio óptico . Aumento de 200X . .....	105
Figura 71: Amostra 7 agitada e coada .....	106
Figura 72: Overlay 4 - Planície do Córrego Vargem Grande ( amostras 9-10-11) .....	107
Figura 73: Vista aérea da zona de coleta das amostras 9, 10 e 11 .....	108
Figura 74: vista panorâmica da área de coleta das amostra 9, 10 e 11 .....	108
Figura 75: Detalhe da amostra 9 no microscópio óptico. Aumento de 200X .	109
Figura 76: Amostra 9 agitada e coada .....	110
Figura 77: Detalhe da amostra 10 no microscópio óptico. Aumento de 200X.....	110
Figura 78: Amostra 10 agitada e coada .....	111
Figura 79: Detalhe da amostra 10 no microscópio óptico, aumento de 200X .....	112
Figura 80: Amostra 11 agitada e coada .....	112
Figura 81: Gráfico de percentual de Matéria Orgânica .....	114
Figura 82: Gráfico do percentual de Carbono Orgânico .....	115
Figura 83: Gráfico de umidade total/ M.O .....	115
Figura 84: Gráfico de umidade higroscópica/umidade total .....	116
Figura 85: Gráfico de Ácidos Húmicos e Ácidos Fúlvicos (AH e AF) .....	117
Figura 86: Gráfico de concentração de Zn .....	117
Figura 87: Gráfico de concentração de Fósforo nas Amostras .....	118
Figura 88: Gráfico de regressão linear M.O/ dados do fotolorímetro .....	119
Figura 89: Gráfico de regressão linear AF/ dados do fotolorímetro .....	119

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: uso e ocupação do solo da Bacia do Alto Sorocaba .....	2
Tabela 2: Dados de temperatura e pluviosidade da região de Ibiúna (2011) ..	18
Tabela 3: Área de abrangência das classe de solos na Bacia do Alto Sorocaba .....	18
Tabela 4: Classificação das turfas pelo grau de humificação – escala de Von Post .....	31
Tabela 5: Nomenclatura dos tipos de relevo em função da declividade .....	45
Tabela 6 : Resultados das amostras circulares .....	68
Tabela 7: Legenda do Morfopedológico .....	70
Tabela 8: resultados laboratoriais amostra 3 .....	91
Tabela 9: Resultados laboratoriais da amostra 4 .....	97
Tabela 10: Resultados laboratoriais da amostra 8 .....	101
Tabela 11: Resultados laboratoriais da amostra 7 .....	105
Tabela 12: Resultados laboratoriais da amostra 9 .....	108
Tabela 13: Resultados laboratoriais da amostra 10 .....	110
Tabela 14: Resultados laboratoriais da amostra 11 .....	111
Tabela 15. Resultados Laboratoriais .....	113

## **1 - INTRODUÇÃO**

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim está localizada no compartimento denominado por Almeida (1974) de **Planalto de Ibiúna**, uma zona destacada no “interior” do Planalto Atlântico. É um compartimento elevado, com relevo de morros e colinas, circundado por serras, orientadas e condicionadas por grandes falhamentos, que individualizaram esse planalto, como importante unidade morfoestrutural. Também se caracteriza por apresentar bordas erosivas em todo seu entorno, apresentando escarpas festonadas, entalhas pelas drenagens de cabeceira, de bacias hidrográficas que drenam, para sul Bacia do Ribeira de Iguape, a leste, sudeste e norte, em direção ao Planalto Paulistano, Bacia do Cotia do sistema Tietê, e para norte noroeste em direção a Depressão Periférica Paulista, a Bacia do Sorocaba, também do sistema Tietê.

Administrativamente envolve parte dos municípios de *Ibiúna, Cotia, Vargem Grande Paulista e São Roque*; para o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba e Médio Tietê, constitui um setor da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI-10), *Sub-Bacia do Alto Sorocaba*. Corresponde a área drenada pelos formadores do Rio Sorocaba, Rios Sorocá-Mirim, Sorocá-Buçú. Apresenta importante represamento construído em 1914, pela Ligth, que aproveitou uma garganta natural, o salto de Itupararanga, que deu o nome ao lago artificial, nos últimos anos objeto de trabalhos envolvendo aspectos ligados a poluição de mananciais e gestão ambiental. (FAVERO,2007; SALLES,M.H.D. et al. 2008).

A Bacia do Sorocaba foi inventariada nos aspectos do meio físico e sócio-ambiental pelo IPT (2008) que elaborou um Mapa Diagnóstico para o Plano de Bacias. O setor correspondente à **Bacia do Alto Sorocaba** se destaca como uma zona que ainda apresenta remanescentes naturais da floresta ombrofila densa. Abriga a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo, uma Área Natural Tombada em Caucaia do Alto, além da área de Proteção Ambiental de Itupararanga, que abrange toda a bacia.

Nos últimos anos a área vem sendo intensamente desmatada devido a intensificação das atividades agropecuárias, mineração e a pressão

exercida pelos loteamentos para chácaras e residências secundárias. A vegetação original de mata cobre apenas 25,4% da área da bacia e aproximadamente 15% corresponde às porções de campo, campo sujo e capoeiras, que representam áreas desmatadas e sem uso agrícola. Nestas existe a pecuária extensiva que se desenvolve em áreas de pastagens pobres com muitas plantas invasoras. As atividades de mineração estão vinculadas a extração de areia e argila, associada a depósitos fluviais, principalmente nas cabeceiras dos rios (IPT,2000; SARDINHA,D.S.,2008).

Estudos realizados por Bransntrom (2001) e Garcia et al. (2002) (apud SARDINHA, 2008) destacam a intensa atividade agrícola da Bacia do Alto Sorocaba; mostram o domínio dessa atividade (45%) baseada na irrigação com aplicação sistemática de agrotóxicos; destacam também que a área cultivada por olerícolas é responsável por 15 dos 26 tipos de agrotóxicos utilizados em plantações, seguidos da batata e do tomate (IPT, 2005).

Cerca de 88% das propriedades de Ibiúna e 82% das propriedades de Vargem Grande usam a irrigação na grande maioria dos estabelecimentos rurais, com menos de 10 hectares que aliado ao uso de agrotóxicos afetam toda a área de drenagem do Alto Sorocaba indo diretamente para o Reservatório de Itupararanga, ocasionando impactos ambientais (SALLES.M.H.D. et al, 2008,pg 11)

<b>Tipo de Uso</b>	<b>Área (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Área relativa (%)</b>
<b>Campo</b>	26	2,8
<b>Campo Sujo / Capoeira</b>	121	13,0
<b>Chácara</b>	35	3,8
<b>Cultura</b>	393	42,3
<b>Mata</b>	236	25,4
<b>Várzea</b>	20	2,2
<b>Área Fracamente Urbanizada</b>	55	5,9
<b>Área Fortemente Urbanizada</b>	16	1,7
<b>Represa</b>	27	2,9
<b>Total</b>	<b>929</b>	<b>100,00</b>

Tabela 1: uso e ocupação do solo da Bacia do Alto Sorocaba. Fonte: Sardinha, 2008.

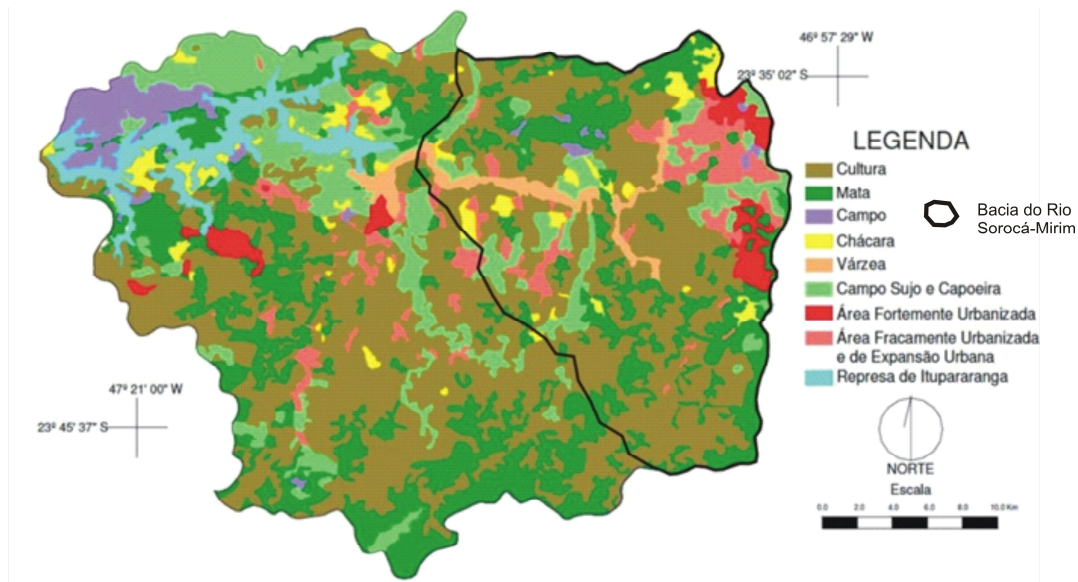


Figura 1: Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Alto Sorocaba, adaptado de Sardinha, 2008.

A área urbanizada, considerando os centros urbanos de Ibiúna, Vargem Grande e o distrito de Caucaia do Alto, bem como aglomerados representados por vilas e vilarejos distribuídos na área rural, ocupa aproximadamente 7% do total. Tais aglomerações, carentes em infra-estrutura urbana, ocasionam problemas ambientais causados pelo esgotamento sanitário precário, com lançamento *in natura*, do esgoto nos corpos d'água, situação cada vez mais grave devido ao crescimento das periferias dos centros urbanos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim foi e é importante para a região metropolitana de São Paulo como área fornecedora de produtos hortifrutigranjeiros. Grande parte dessa produção, foi feita sobre materiais turfosos, relacionados à ambientes fluviais, com amplos vales que alojam planícies de inundação com sistemas meândricos funcionais e abandonados, testemunhados por inúmeras lagoas ribeirinhas.

No Brasil os trabalhos de prospecção das turfas foram realizados nos anos 70 pelo DNPM/CPRM, órgão de âmbito nacional. Na mesma época foram realizados trabalhos em São Paulo pelo IPT.

As turfeiras brasileiras foram classificadas por Franchi et al (2006) em **litorâneas**, associadas a ambiente marinho marginal, predominantemente estuarino alto, assentadas sobre seqüências clásticas de origem lagunar, e

**interiores**, associados predominantemente ao ambiente fluvial, desenvolvidos ao longo de extensas planícies de inundação e de rios meandrantos.

Segundo Franchi et al. (2006), diversos depósitos interiores são encontrados ao longo dos principais rios do país, com ocorrência condicionada por alguma soleira local que estabelece extensas áreas aplainadas à montante, onde o rio flui meandrante. Os exemplos mais conhecidos do estado de São Paulo encontram-se nos rios Paraíba do Sul, Ribeira de Iguape, Jacaré Pepira e Mogi-Guaçu.

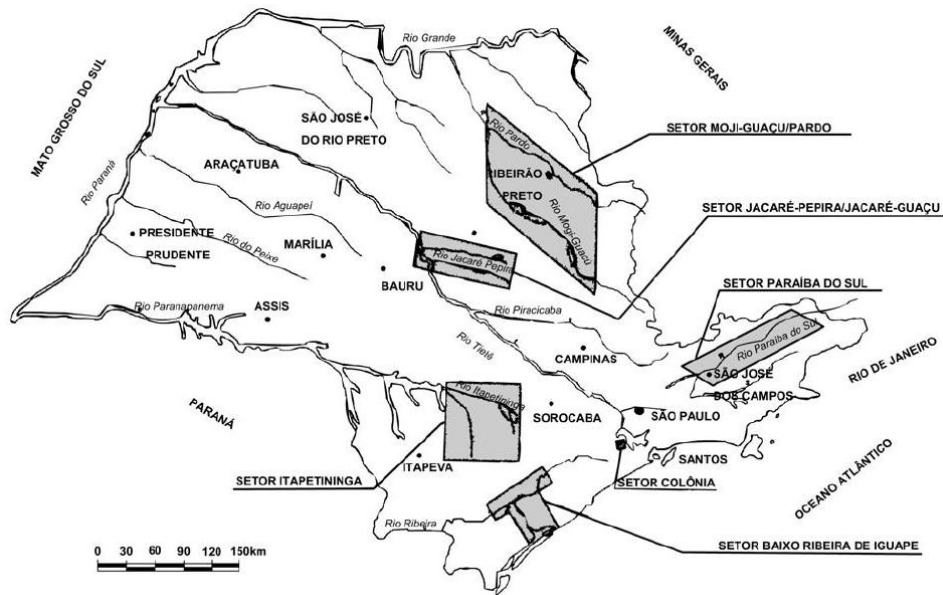


Figura 2 - Principais depósitos de turfas em ambientes fluviais do estado de São Paulo. Fonte: Franchi et al., 2006

As turfeiras encontradas ao longo do rio Sorocá-Mirim, não mencionadas no trabalho de Franchi et al.(2006), seriam classificadas como interiores, por estarem relacionadas a ambientes fluviais.

“As turfeiras são organossolos que resultam de condições ecológicas ideais de acúmulo de material orgânico, controladas pelos sistemas geomorfológicos e processos geológicos e climáticos globais” (SILVA et al, 2009, R. Bras.Ci. Solo 33 p. 1399)

Em ambientes similares ao da pesquisa, Planalto de Ibiúna, em zonas de planalto, vinculadas a *ambientes fluviais confinados, depressões,anfiteatros*

e cabeceiras de drenagem, no Planalto de Campos do Jordão, Modenesi (1984), mostrou a importância das turfeiras como depósitos que testemunham oscilações paleoclimáticas e paleoecológicas vinculadas a ambientes quaternários em zonas alçadas do Planalto Atlântico. Da mesma forma Horak (2009) estudando turfeiras na Serra do Espinhaço (MG), mostrou que as mudanças da vegetação registram as oscilações climáticas quaternárias, em zona tropical de altitude do Espinhaço Meridional. Silva et. al (2009) também na Serra do Espinhaço, estudando depressões em topo de superfície de aplainamento, destacam a importância da altitude e das condições de drenagem fechada, confinada, no estabelecimento de graus diferentes de decomposição da matéria orgânica bem como na espessura métrica dos depósitos.

Não existe registro na bibliografia, da ocorrência de turfeiras no vale do Sorocá-Mirim, a não ser citações esparsas em trabalhos que falam do uso agrícola das várzeas e menções pontuais nos trabalhos de geologia e geomorfologia, como materiais orgânicos associados aos depósitos arenosos e argilosos das planícies aluviais.

Manfredini (Projeto de Pesquisa vinculado ao Departamento de Geografia FFLCH, USP) trabalhando no Planalto de Ibiúna, na bacia do Ribeirão Vargem Grande, iniciou mapeamento das ocorrências de turfeiras, condicionadas a ambientes de terraços e fundos de vale em sistemas fluviais meandrantés.

A possibilidade de serem encontradas turfeiras em outras posições dos sistemas fluviais que drenam o Planalto de Ibiúna foi uma das hipóteses que nortearam este trabalho, pressupondo que o condicionamento estrutural que caracteriza o planalto, poderia isolar em posições altimétricas diferenciadas, planícies alveolares e cabeceiras que armazenariam material orgânico, correlativo ou contemporâneo daqueles encontrados nas calhas fluviais principais.

Silva (2012), em trabalho ainda em desenvolvimento, enfoca as particularidades da tectônica desse planalto. Destaca que no Cenozóico, um novo padrão tectônico gera estruturas do tipo grábens, meio grábens e blocos

adernados com reposicionamento topográfico dos maciços. As calhas fluviais atuais desenham blocos e sugerem ter ocorrido bloqueio estrutural, que aprisiona a água e umidade em subsuperfície, criando condições ideais para a formação de turfeiras.

Além desse questionamento de caráter morfotectônico, envolvendo a distribuição das turfas, também foi motivador dessa pesquisa o fato dessa área ser historicamente produtora de hortifrutigranjeiros cultivados sobre o substrato turfoso nas várzeas e terraços. É sabido que substâncias, como fosforados e clorados, hoje proibidas, foram e são utilizadas nessas lavouras. A turfa em função do seu poder adsorvente representa um testemunho dos agrotóxicos que foram e vêm sendo usados nessa área. Ela serviria como elemento de detecção de poluentes, um registro de todos os elementos químicos que podem vir a prejudicar o abastecimento de água da região.

Diante das questões que se colocam com relação às turfeiras do Sorocá-Mirim, **o presente trabalho teve como objetivos: a) numa primeira etapa elaborar uma carta morfopedológica simplificada da Bacia do Rio Sorocá-Mirim, com objetivo de reconhecer as bases físicas da bacia e identificar os locais dos depósitos orgânicos; b) numa segunda etapa caracterizar os feições fluviais às quais as turfeiras estão relacionadas, elaborando mapeamentos de setores da planície e caracterizando morfologicamente o material orgânico em transectos determinados.**

A cartografia morfopedológica foi usada como uma ferramenta expedita para estabelecer as correlações entre formas, materiais e solos. O detalhamento das feições da morfologia fluvial foi feito a partir da fotointerpretação de aerofotos na escala 1:25.000 ; para “um olhar mais de perto”, dos locais onde as turfeiras aparecem, recorreu-se às imagens Google. Esse instrumental analítico subsidiou a escolha dos locais onde foram efetuados os transectos.

Foram feitas tradagens e descrições de perfis para caracterizar morfologicamente o material orgânico, bem com estabelecer os parâmetros de espessura e abrangência dos depósitos.

Alguns horizontes foram amostrados para as análises laboratoriais. Com o objetivo de viabilizar a separação de forma mais expedita, dos diferentes horizontes orgânicos no campo e em laboratório, uma proposta de *marcha analítica* foi desenvolvida, tomando com referencial inicial o protocolo de Lennart Von Post (1926, apud CLYMO, 1983). Ela esta sendo apresentada na forma de anexo.

## **2- A ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1 – ASPECTOS GERAIS DA OCUPAÇÃO**

Godoy Teixeira (2005) estudando a região de Caucaia do Alto, observa que no período de 1962 a 1981 dominaram dois processos: i) uma alta rotatividade agrícola, relacionada a altas taxas de abandono de áreas de agricultura e de desmatamento e ii) uma intensa regeneração florestal, relacionada tanto ao abandono agrícola quanto à regeneração de vegetação inicial, a qual resulta em um aumento da cobertura florestal.

O pousio era comum entre os agricultores da região, daí a rotação agrícola no uso da terra, bem como a presença de capoeiras e de campos, refletindo o sistema de roça e de agricultura itinerante.

Petrone (1964) chamou essa área que se relacionava timidamente com a capital, de cinturão caipira. Segundo este autor a paisagem cultural dos arredores de São Paulo, foi marcada durante um século, por caipiras que tinham contato com a metrópole à custa de uma atividade comercial modesta.

O aparecimento de atividades agrícolas fundamentalmente comerciais ocorre a partir da segunda metade do século XX com a penetração do imigrante japonês. Foram os imigrantes japoneses que introduziram atividades mais evoluídas tecnicamente do que o sistema de cultivo tradicional usado no cinturão caipira.

Segundo Seabra (1971), já existia atividade de caráter comercial nos arredores de São Paulo desde o começo do século XX, sob a direção de imigrantes europeus - italianos, portugueses e espanhóis - dando início ao

desaparecer na região as atividades ditas caipiras, isto é, de subsistência. Surge uma cultura de caráter comercial, mas foram os japoneses, a partir da década de 30, que definiram claramente o caráter comercial e especulativo, tendo a Cooperativa Agrícola de Cotia (CAC) como suporte das atividades de distribuição e fomento da produção agrícola voltada para os produtos hortifrutigranjeiros, como tomate, batata, ovos, frango e alcachofra, entre outros, para o abastecimento dos centros urbanos principalmente São Paulo.

As atividades agrícolas desenvolvidas pelos japoneses, com uma estrutura altamente tecnicizada e de caráter altamente comercial dominou a paisagem promovendo uma intensa diversificação e expansão da produtividade aproveitando a expansão do mercado urbano de São Paulo.

O segundo intervalo temporal analisado por Godoy Teixeira, op.cit (1981-2000), para a região de Caucaia, foi marcado pelo aumento das áreas desmatadas; a razão dos desmatamentos estaria na substituição de vegetação natural por agricultura, uma vez que as áreas agrícolas deram lugar às instalações rurais e urbanas fruto da especulação imobiliária. O motor do desmatamento foi então a explosão das áreas de loteamentos na zona rural destinados à instalação de chácaras de fim de semana e condomínios, estes também nas áreas urbanas.

Seabra (1971) assinala que, já nos anos sessenta, outro elemento mostra a ação de São Paulo, sobre a região, desta vez causando efeito mais direto e mais dinâmico: são as chácaras e clubes de final de semana de moradores da capital. Era a especulação imobiliária, terras destinadas a esse fim. Toda essa penetração de atividades não produtivas levou Seabra a crer que já existia um “cinturão de especulação” na área.

Cenários projetados por Godoy Teixeira (op.cit.) mostram que o **cenário real** seguiria as tendências dos últimos 20 anos (1981-2000, sem qualquer alteração; ii) o **cenário otimista** procurou simular uma condição de ausência de desmatamento, mantendo-se o mesmo ritmo de regeneração observado entre 1981 e 2000; iii) o **cenário pessimista** manteve a taxa de desmatamento passada e aumentou a estabilidade agrícola, impedindo a regeneração florestal; iv) o **cenário aleatório**, utilizado como cenário controle, seguiu as

tendências passadas, de forma similar ao cenário real, porém(...) com avanço dos desmatamentos, aumento da urbanização e dos loteamentos.

Sardinha (2008) analisando a bacia do alto Sorocaba sob o ponto de vista do intemperismo químico e as influências antropogênicas na geoquímica das águas mostrou que a atividade agrícola pode ser a responsável por modificações nas características do solo como mudanças na estrutura, compactação, além de apresentar elevados níveis de poluição por fertilizantes e pesticidas. Recomenda como alternativa, a prática de sistemas agroflorestais, e alerta para que sejam adotadas práticas conservacionistas para o uso do solo, como a rotação de culturas e adubação verde, evitando o uso de praguicidas e fertilizantes. O uso mais sistemático dessas práticas, além de preservar os solos e o meio ambiente em geral, também diminuiria os custos de produção, pois é sabido que boa parte dos adubos é lixiviada para os rios da bacia, onde vão atuar como contaminantes.

## **2.2 – GEOMORFOLOGIA**

Segundo Ross & Moroz (1997), a Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim está localizada na unidade morfológica denominada por ele de Planalto de Ibiúna/São Roque, que por sua vez encontra-se na Unidade Morfoescultura denominada Planalto Atlântico. Essa unidade localiza-se na porção Sudeste do Estado de São Paulo, entre a Serra do Mar (ao sul) e o Planalto de Jundiá (ao norte), estando a sudoeste da Grande São Paulo.

Nesta unidade predominam formas de relevo denudacionais cujo modelado constituem-se basicamente por morros altos com topos aguçados e topos convexos... No Planalto de Ibiúna/São Roque predominam altimetrias entre 800 e 1.000 m e as vertentes apresentam declividades predominantes acima de 20%, mas alcançando com frequência mais de 40%. A drenagem, no geral, apresenta um padrão dendrítico, com trechos subordinado à estrutura. (ROSS & MOROZ, p. 34, 1997)

Para Almeida (1974) o Planalto de Ibiúna, uma pequena unidade do relevo paulista, não tendo mais de 1200 km<sup>2</sup>. Essa unidade é perfeitamente individualizada no interior do Planalto Atlântico, como mostra a figura 3.



com Relevo de Morros, onde predominam declividades médias a altas, acima de 15% e amplitudes locais de 100 a 300 metros.

Ao sul, o limite é dado por uma zona denominada de *Serras Alongadas*, onde se encontra a Serra de Paranapiacaba, que apresentam como características topos angulosos, vertentes ravinadas com perfis retilíneos, por vezes abruptos e a drenagem é de alta densidade com padrão paralelo pinulado e vales fechados.

A oeste, o relevo característico é denominado de *Morrotos Alongados e Espigões*, predominando interflúvios sem orientação preferencial, topos angulosos e achatados, vertentes ravinadas, com perfis retilíneos.

Segundo o IPT (1981) é nessa região que se desenvolve a superfície de erosão do Alto Sorocaba.

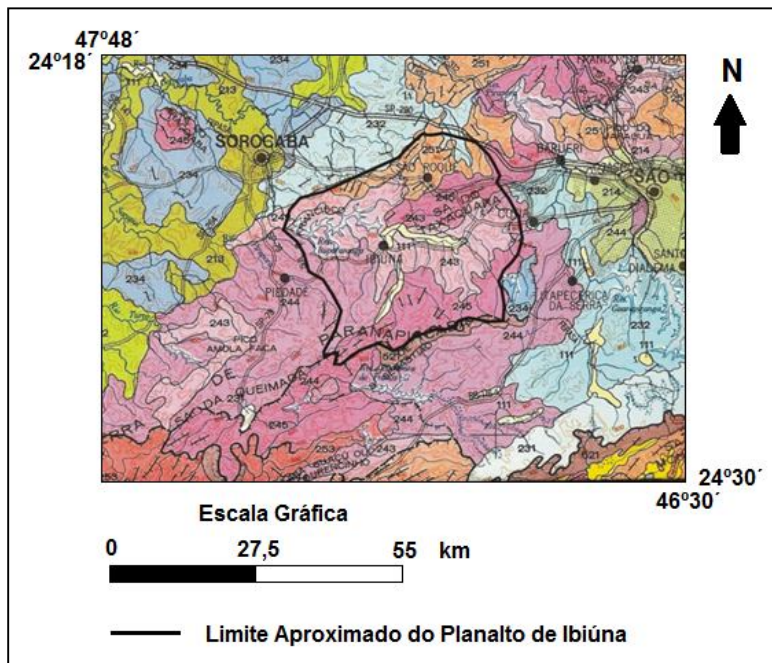


Figura 4: Recorte do Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo. Fonte: IPT,1981.

Luz (2007) trabalhando em uma área contígua a Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim, na Reserva Florestal do Morro Grande, apresenta um perfil geológico (Figura 5) onde os compartimentos topográficos regionais que representam o Planalto de Ibiúna e o Planalto Paulistano são visualizados.

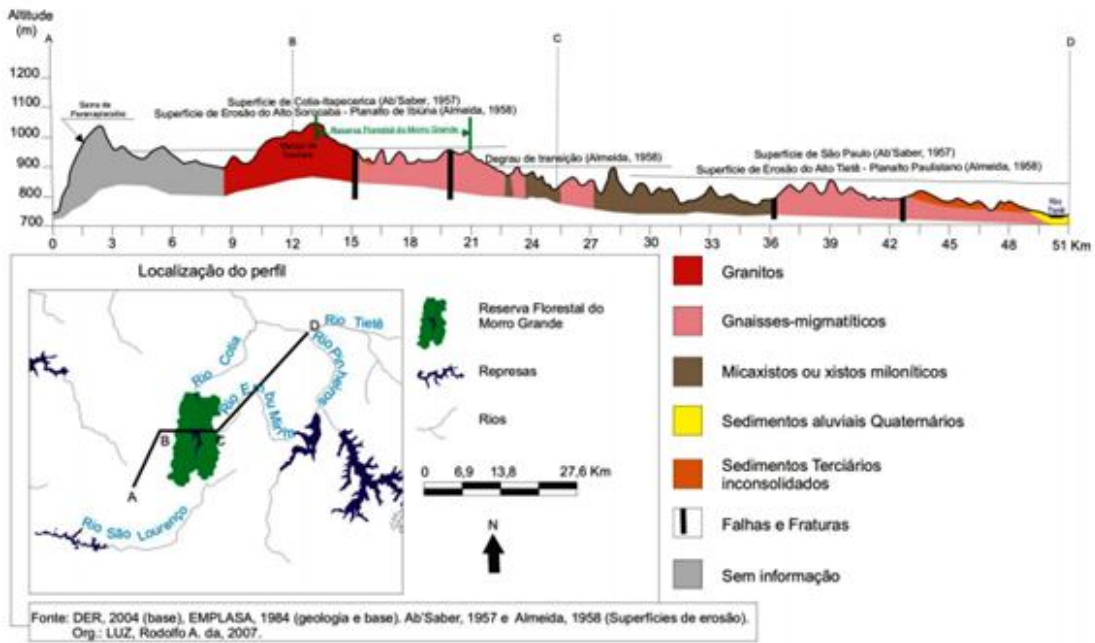


Figura 5: Perfil geológico de compartimentos regionais. Fonte: Luz, 2007 .

## 2.3 – Geologia

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim está inserida, segundo Hasui (1975) no Pré Cambriano Paulista e a Evolução Geológica foi polifásica e vinculável ao Ciclo Brasileiro. Segundo Almeida (1974) a área do Planalto de Ibiúna, onde o trabalho será desenvolvido, apresenta sobretudo rochas graníticas e ortognáisses, mas com penetração de micaxistos em uma ampla faixa. Os granitos da borda Norte pertencem ao Batólito de Pirituba (serra da Cantareira) e os granitos da borda Sul, assim como os micaxistos, têm sido atribuídos ao Complexo Cristalino. Na área mais baixa do relevo, às margens do Rio Sorocá-Mirim, Hasui (1975) identificou sedimentos do mesmo caráter litológico que as camadas de São Paulo.

Importantes falhamentos, como as Falhas de Taxaquara e de Caucaia, compartimentariam a área em blocos: ao Norte do Falhamento de Taxaquara, o bloco São Roque e ao Sul, o Conjunto Paranapiacaba subdividido em Blocos Cotia e Juquitiba. (Figura, 6)

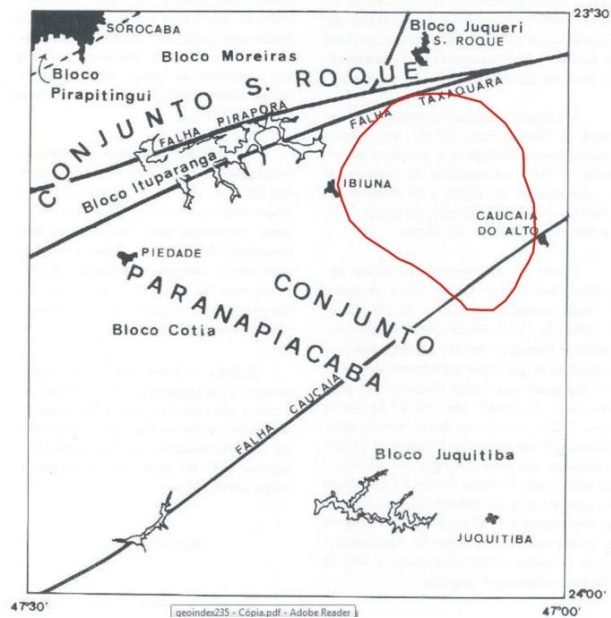


Figura 6: Compartimentação Geológica da Folha de São Roque (Hasui, 1975) mostra Conjunto São Roque e Conjunto Paranapiacaba e os falhamentos regionais.

As rochas correspondem ao Grupo São Roque e ao Complexo Cristalino ou Migmático aparecem tanto no Conjunto São Roque, quanto no Conjunto Paranapiacaba.

Litologicamente a área da bacia esta quase integralmente no bloco Cotia e apenas pequena parte do setor SE no bloco Jucitiba.

O Bloco Cotia correspondente ao Batólito de Ibiúna, que apresenta massas de migmatitos, muito heterogêneos com frações gnáissicas ou xistosas e outras frações granitóides. Um pequeno maciço adamalítico e uma intrusão alcalina aparecem na parte ocidental. (HASUI, 1975, p. 166).

O Batólito de Ibiúna é constituído pelo Granito Pirituba que inclui rochas granitóides de 3 tipos texturalmente diversos: as porfiroblásticas, as inequigranulares e as finas. O Bloco Jucitiba é constituído por migmatitos, registrados como gnaisses e xistos, além de corpos granitóides como os maciços de Jurupará e Caucaia, truncados pelo Falhamento de Caucaia.

Os sedimentos neo-cenozóicos, registrados por Hasui (1975) ocorrem de forma descontínua, são pouco espessos e constituídos por materiais argilosos variegados, com nível de cascalho basal. Sedimentos aluvionares recentes foram registrados nas várzeas e alagadiços, associados aos vales atuais, constituídos de areia, silte, argila, cascalho e turfa. São essencialmente areno-argilosos, associam-se à rede atual de drenagem.

Para Silva (2012) a bacia hidrográfica do Soroca-Mirim está situada no setor central de uma área alongada na direção NE-SW e é aproximadamente limitada a NW e SE pelo traço das estruturas de Taxaquara e Caucaia do Alto (HASUI, 1976; SADOWISK e CAMPANHA, 2004). Somadas à Cubatão (SADOWISK, 1991) essas grandes falhas compõem uma entidade geotectônica maior denominada de Cinturão Ribeira (CAMPANHA, 2002; HASUI, 2010), o qual percorre uma ampla faixa de Santa Catarina ao Espírito Santo a bordejar o litoral do sudeste do Brasil. O Cinturão Ribeira (HASUI, 2010) representaria o registro geológico da crosta continental profunda submetida a esforços compressoriais resultantes de uma grande colisão continental ocorrida entre 630 e 540 ma.

O conjunto litológico do Cinturão Ribeira apesar de complexo não apresenta grande diversidade e pode ser descrito simplificadamente como um estreito e longo pacote fortemente foliado composto por granitóides e metamórficas de baixo a médio grau (HASUI, 1993). Os tipos mais comuns são gradações de gnaisses blastomiloníticos, milonito gnaisses, milonitos, xistos quartzo-feldspáticos, quartzo mica xistos, sericita xistos com ou sem hidrotermalismo ou migmatização.

Ao sul da falha da Taxaquara e a norte da Cubatão, essas faixas rochosas foram agrupadas e denominadas de “Complexo Metamórfico Embu” da Província Mantiqueira Central (HASUI e OLIVEIRA, 1984), ou “Embasamento Cristalino Pré-cambriano” e na região corresponde a um alto estrutural a separar as bacias sedimentares do Paraná e de Santos.

Também Silva (2012) assinala que no Cenozóico instala-se um novo regime tectônico afeta a região, desta feita extensional. A recorrência tectônica (HASUI, 1993) provoca a reativação de parte das estruturas antigas, sobretudo

como falhas gravitacionais leste-oeste. A movimentação gerou um reposicionamento topográfico dos maciços e uma formação de horsts, grábens, meio grábens e blocos adernados sempre através da articulação de pares de escarpa/reverso escalonados e descendentes do interior para o litoral conforme descrito por Silva (1999) para o setor guanabarino da serra do Mar.

Na área de estudo encontram-se inúmeros desses grábens, alguns deles reconhecidos por Silva (2012) como os meio grábens do Sorocá-Mirim, Vargem Grande e do Grilo (Figura 7). Esse autor descreve também o Gráben de Juquitiba, o mais expressivo deles, bem como relaciona algumas outras feições características de tectonismo rúptil cenozóico na região, como as fendas tectônicas (“valfendas”) de Verava e de Sorocá-Mirim.

Em consequência, para Silva (2012), o Planalto de Ibiúna almeidiano, isto é, aquele definido por limites puramente erosivos das frentes de dissecação e, portanto resíduo de uma suposta superfície Japi (ALMEIDA, 1974) passa a integrar o sistema de rifts do sudeste do Brasil, somando-se aos elementos regionais já reconhecidos por Melo et al. (1983), Riccomini et al (2004) e de Zalán e Oliveira (2005) no vale do Paraíba e no Rio de Janeiro respectivamente.

O regime tectônico atual ou sub-atual, referido como “neotectônica” e explicado por movimento de torque transcorrente dextral leste-oeste tem, segundo Hasui (2010) expressão máxima bem ao sul da bacia do Sorocaba e, segundo Silva (2012) produzem estruturas gravitacionais transversas. O autor sugere que esses movimentos embora localizados sejam frequentes, explicando facilmente a formação dos depósitos aluviais tipo alveolares, que ora deposita, ou são drenados. Mais do que sedimentos, esse sistema de bloqueio estrutural aprisiona a água, e umidade em sub superfície, aumentando a saturação.

Esse arcabouço estrutural, desenhado por Silva (2012) explicaria porque o Planalto de Ibiúna teria tido as condições ideais para a formação de turfeiras, sobretudo nos climas frios pleistocênicos. Na progressão neotectônica é possível que essas turfeiras tenham sido desconectadas na lateral ou que apareçam em níveis topográficos diferentes.

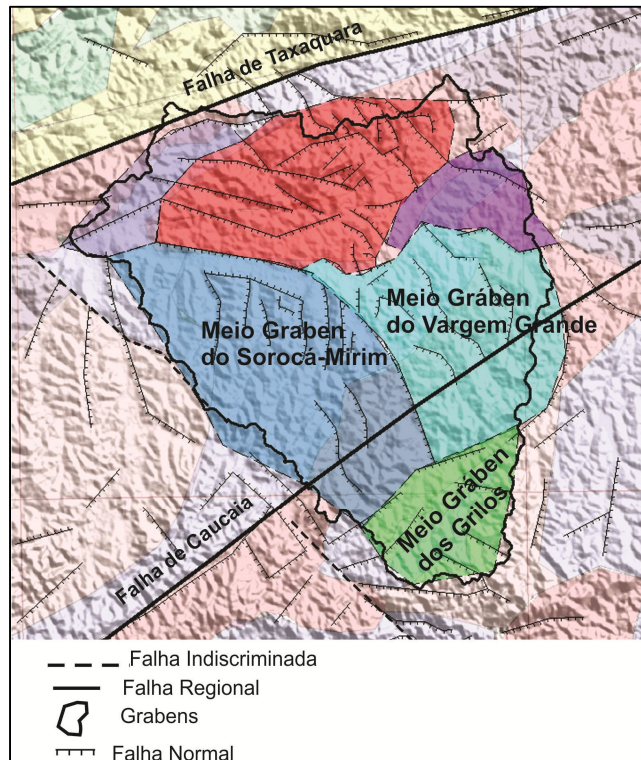


Figura 7: Meio Grabens da Bacia do Sorocá-Mirim. Adaptado de Silva, 2012.

## 2.4 - CLIMA

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim está inserida segundo a classificação de Köppen (Setzer, 1966) em um compartimento de clima úmido, sem estação seca, com precipitação acima de 30 mm no mês mais seco, temperatura média do mês mais quente abaixo de 22° C e temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C.

Monteiro (1973) colocou o Planalto de Ibiúna (Figura 8), no ponto de vista climático, como sendo uma área de transição entre duas zonas climáticas individualizadas dentro de um grupo regional controlado por massas tropicais e polares (climas úmidos da face oriental e sub-tropical dos continentes dominados por massas). De um lado o clima da bacia paulistana, de outro, o da bacia do Paranapanema.

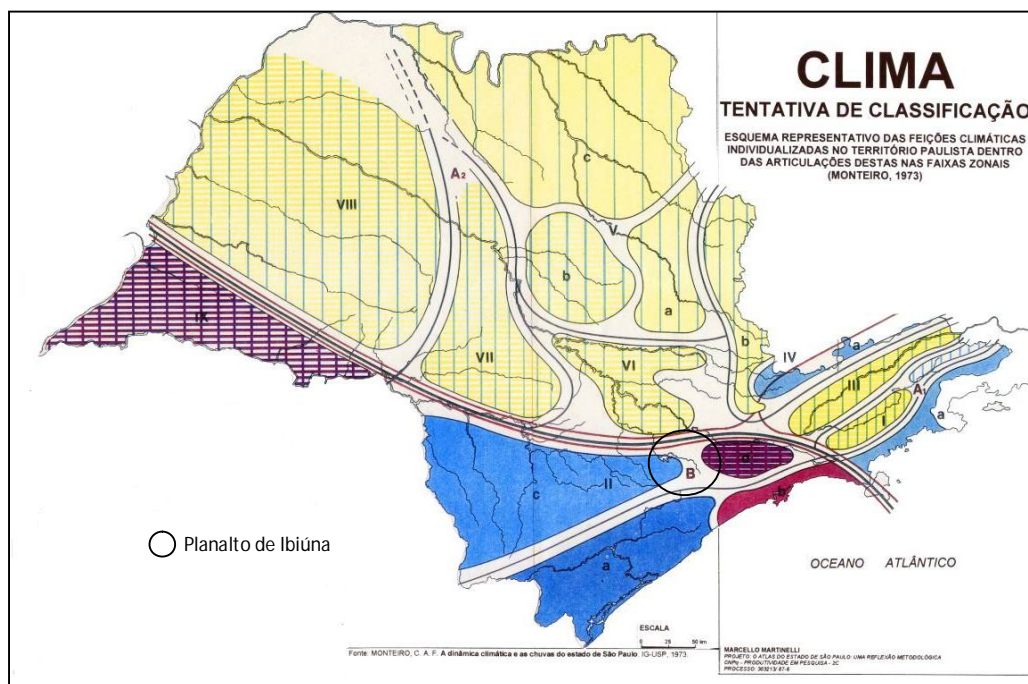


Figura 8: Zonas climáticas do Estado de São Paulo. Fonte: Monteiro, 1973.

Considera-se a existência de um período seco nessa área, entretanto Monteiro diz que a análise do ritmo de distribuição diária das chuvas mostra que o outono-inverno é menos seco do que certas áreas serranas do interior. No período chuvoso nota-se que o ritmo de ocorrência de chuvas é superior ao que ocorre na bacia de Paranapanema.

A tabela 2 apresenta dados relativos à temperatura e pluviosidade ao longo do ano de 2011 para a região do planalto de Ibiúna. Pode-se observar que as temperaturas mínimas, abaixo de 10°C, encontram-se nos meses de junho a agosto; e que as temperaturas mais elevadas, por volta dos 27,6°C, encontram-se nos meses de Janeiro e Fevereiro. Entretanto cabe destacar que as temperaturas médias da região, durante o ano não atingem 20 °C.

É também nos mês de Janeiro onde encontram-se os maiores índices pluviométricos (214,9mm) e os menores índices pluviométricos no mês de agosto (40,0mm). É interessante ver que a média anual de pluviosidade é de 1308,8 mm, o que garante uma considerável umidade ao longo do ano.

MÊS	TEMPERATURA DO AR ©			CHUVA (mm)
	Mínima média	Máxima média	Média	
JAN	16.7	27.6	22.2	214.9
FEV	17.0	27.6	22.3	179.8
MAR	16.1	27.1	21.6	141.2
ABR	13.5	25.1	19.3	65.2
MAI	10.7	23.2	16.9	70.7
JUN	9.1	22.0	15.5	57.8
JUL	8.5	22.1	15.3	44.7
AGO	9.7	23.8	16.7	40.0
SET	11.6	24.9	18.2	78.5
OUT	13.4	25.5	19.5	125.3
NOV	14.5	26.3	20.4	115.1
DEZ	15.9	26.6	21.2	175.6
Ano	13.1	25.2	19.1	1308.8
Min	8.5	22.0	15.3	40.0
Max	17.0	27.6	22.3	214.9

Tabela 2: Dados de temperatura e pluviosidade da região de Ibiúna (2011). Fonte: CEPAGRI/UNICAMP

## 2.5 - SOLOS

A região do Planalto de Ibiúna não apresenta mapeamento de solo em escala de detalhe. As menções sobre os solos sempre remetem à Carta Pedológica do Estado de São Paulo (EMBRAPA/IAC,1999) e a relatórios internos do IPT (2005) feitos para a Bacia do Sorocaba.

Classe de Solo	Área (km <sup>2</sup> )	Área Relativa (%)
Argissolo vermelho-amarelo distrófico	387	41,7
Latossolo vermelho-Amarelo distrófico	308	33,1
Latossolo vermelho-amarelo distrófico pouco profundo	171	18,4
Cambissolo háplico Tb distrófico	36	3,8
<b>TOTAL</b>	<b>902</b>	<b>97</b>

Tabela 3: Área de abrangência das classes de solos na Bacia do Alto Sorocaba. Fonte: Sardinha, 2008.

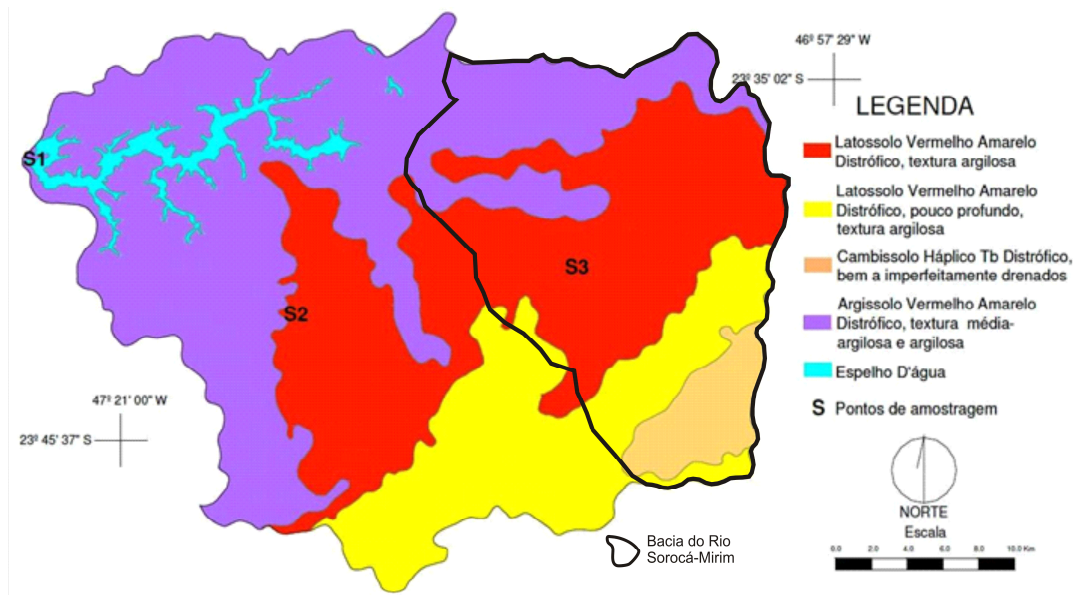


Figura 9: Mapa pedológico da Bacia do Alto Sorocaba. Fonte: Sardinha, 2008.

As três principais classes de solos (EMBRAPA/IAC,1999 ; IPT, 2005); para a região da Alta Bacia do Sorocaba são os *Argilossolos vermelho amarelos distróficos de textura média* que compreendem a solos minerais não hidromórficos, com teores de  $Fe_2O_3 < 11\%$ , apresentando sucessão clara e distinta de horizontes com individualização de um horizonte de perda (E) e outro de ganho de argila (Bt). “O *acréscimo de argila em profundidade e a capacidade de troca de cátions inferior a 27 cmol/kg de solo, são os principais atributos diagnósticos válidos para todos os argilossolos.*” (OLIVEIRA, 1999). Em regiões serranas, é comum a presença de argilossolos pouco profundos com uma fase pedregosa associada a afloramentos rochosos e relevo forte ondulado a montanhoso.

Os *Latossolos vermelho-amarelos distróficos* possuem textura argilosa, a moderada. Mostram perfis profundos e material homogêneo com pouca diferenciação dos horizontes; os mais argilosos e também geralmente menos profundos, apresentam estrutura em blocos, fraca ou moderada com matizes variam entre 5 YR os mais vermelhos e 2,5 YR os mais amarelos.

Os *Cambissolos hápticos Tb distrófico* apresentam-se com argila de atividade baixa e baixa saturação por bases ( $V < 50\%$ ) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (inclusive BA). São solos constituídos por material mineral com horizonte B incipiente. Podem ocorrer em áreas de relevo

colinoso, suave ondulado a plano, mas no Planalto Atlântico esta sempre associado a terrenos com relevo bastante acidentado variando de forte ondulado a escarpado (OLIVEIRA, 1999). São geralmente pobres em nutrientes e muito ácidos, e apresentam grande quantidade de minerais primários.

Nas partes baixas do relevo, ao longo dos vales e nas planícies fluviais, ocorrem os solos Hidromórficos e Orgânicos descritos como *Gleissolos* e *Organossolos*. Nas cartas de solos em função das escalas pequenas dos levantamentos não aparecem registrados. No entanto, nas publicações de caráter geológico, são mencionados os solos orgânicos (turfeiras) associadas aos depósitos quaternários das planícies aluviais.

Os *gleissolos* são constituídos por material mineral com horizonte glei imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou de horizonte hístico, desde que este não tenha a espessura que o inclua na classe dos Organossolos. Não apresentam horizonte vértico, ou horizonte B textural. A aeração inadequada, devido a saturação e nível de lençol muito superficial, reduz o desenvolvimento radicular e inibe a fotossíntese. A maior parte dos gleissolos é muito ácida.

Os *Organossolos* são solos pouco evoluídos, constituídos por material orgânico de coloração preta, cinzenta muito escura, ou brunada, resultantes de acumulação de restos vegetais, em graus variáveis de decomposição, em condições de drenagem restrita (ambientes mal a muito mal drenados), ou em ambientes úmidos de altitudes elevadas, saturados com água por apenas poucos dias durante o período chuvoso. (EMBRAPA, 2006. p 201).

O teor de carbono orgânico deve ser maior ou igual a 80g/kg de TFSA; o horizonte hístico, com no mínimo 60 cm de espessura, deve ter 75% do seu volume constituído material orgânico com tecido vegetal (restos de ramos finos, raízes finas, cascas de árvores); deverão estar saturados com água no máximo 30 dias consecutivos por anos, durante o período mais chuvoso.

A região do Morro Grande (RFMG) área contígua, a leste da bacia do Soroca-Mirim, foi estudada por Luz. (2007) que descreveu e analisou os solos do setor nordeste da Reserva Florestal (Figura 10), relacionando-os com os compartimentos topográficos. Observou que os solos são no geral pouco

evoluídos, refletem as características do substrato rochoso, porém nem sempre são litodependentes, já que observou uma generalizada ocorrência de horizontes superficiais enterrados, linhas de pedra frequentes nos materiais das planícies e terraços fluviais além de diferenças texturais importantes entre os horizontes dos solos pouco evoluídos.

Sardinha (2008) em trabalho sobre o intemperismo químico, na Bacia do Alto Sorocaba, utilizando o sódio, potássio, cálcio e magnésio como traçadores naturais, e o urânio como elemento traço, conclui que a utilização do urânio como traçador natural, deu uma boa resposta para quantificar a taxa de intemperismo químico *“chegando a um valor de 72.000 anos aproximadamente para a alteração de 1 m de rocha na bacia estudada”*.

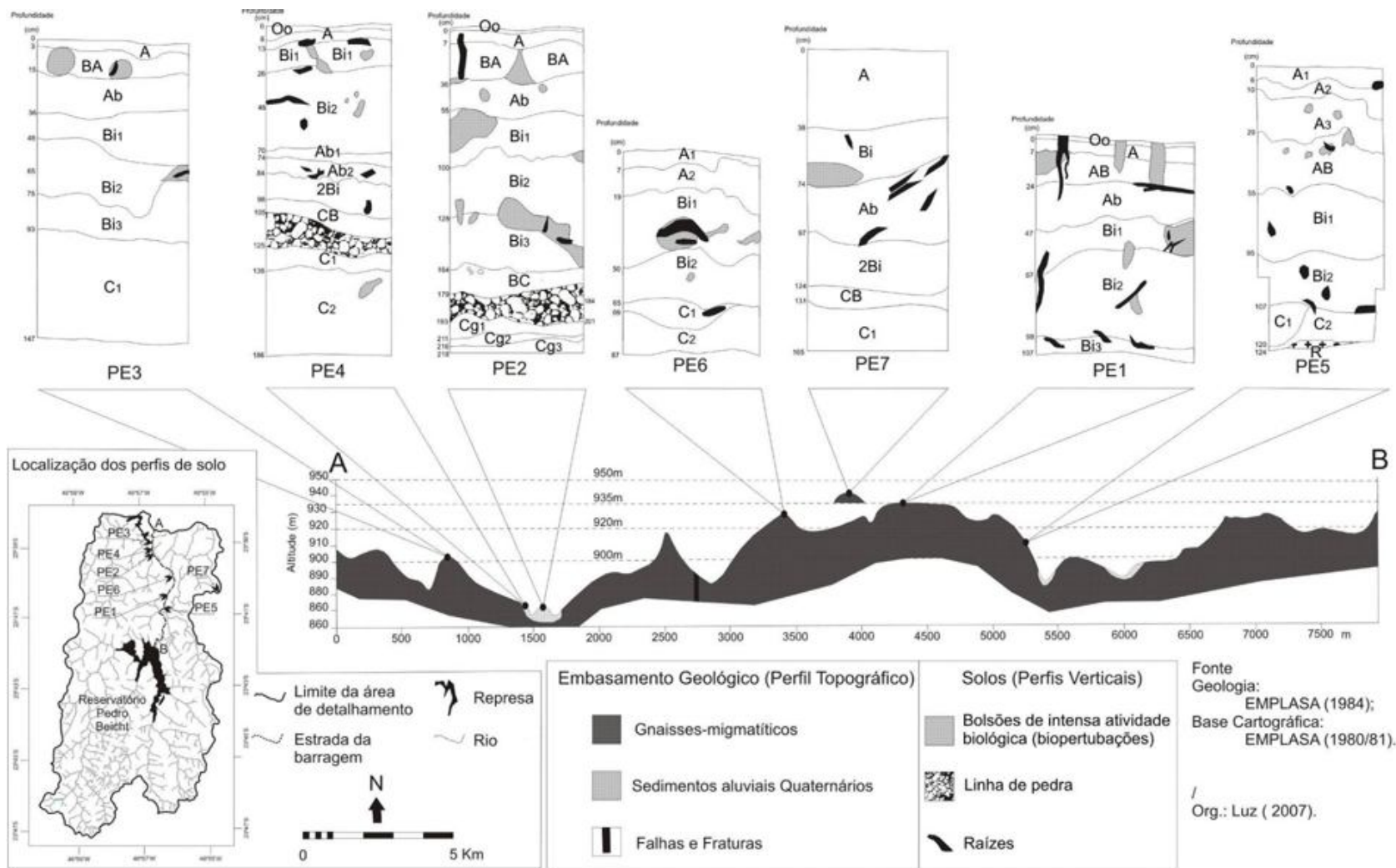


Figura 10: Solos da região Reserva Florestal do Morro Grande. Fonte: Luz, 2007.

### 3 –PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E TÉCNICAS UTILIZADAS

#### 3.1 – ETAPAS DO TRABALHO (FLUXOGRAMA)

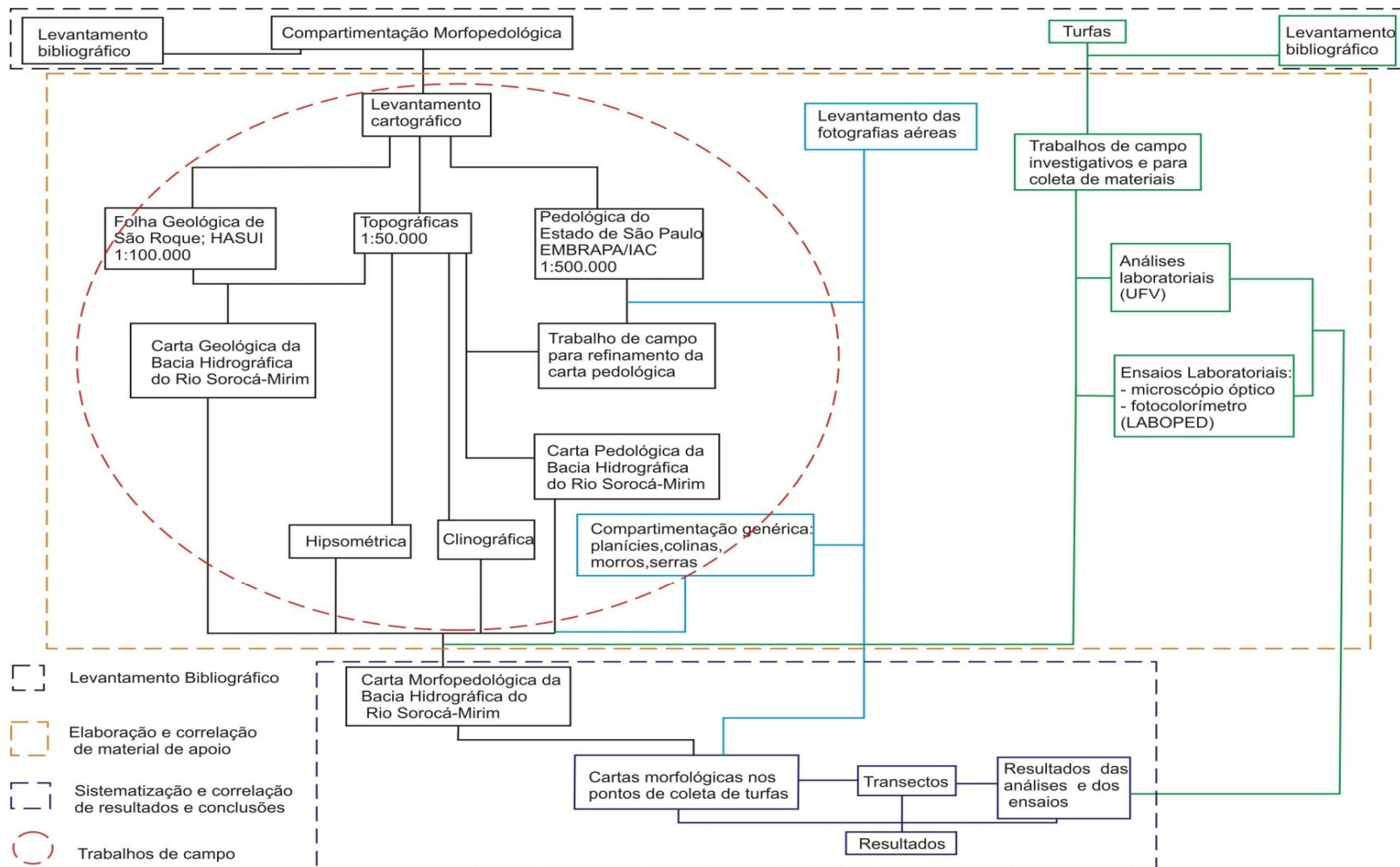


Figura 11: Fluxograma com etapas do trabalho

### **3.2 A TURFA: UMA BREVE REVISÃO**

A turfa é usada há muitos anos nos países do Hemisfério Norte, segundo Lüttig (1986), há registros de ferramentas utilizadas na extração da turfa que datam da Idade do Bronze; habitantes do Mar do Norte já a usavam há mais de dois mil anos; o uso sistemático na horticultura teve início do século XIX; banhos terapêuticos com turfas são usados há mais de dois séculos em países do centro europeu.

A turfa tem utilização mais modernas no Hemisfério Norte hoje em dia, como insumo energético em indústrias e pequenas termoelétricas e como adsorvente em tratamentos de águas contaminadas. No Hemisfério Sul seu uso é bem mais recente.

No caso do Brasil o uso da turfa tem que ser entendido em função de uma mudança na matriz energética por volta dos anos 40, no período da Segunda Guerra Mundial, onde o carvão e o petróleo tiveram seu fornecimento mundial, prejudicado. Com esse problema na distribuição a Estrada de Ferro Central do Brasil passa a ter a autorização para alimentar suas locomotivas com o minério extraído das turfeiras existentes no Vale do Paraíba. Algumas indústrias dessa região, já a usavam em substituição a lenha.

Segundo Franchi (2004) esses foram os primeiros registros de um uso efêmero da turfa no Brasil, entretanto com o final da Segunda Grande Guerra e com a volta do fornecimento do carvão e do petróleo sendo restabelecido a turfa é abandonada como alternativa energética.

Só na década de 70 com a crise energética, causada pela alta no preço do petróleo, é que a turfa passa a ser uma alternativa interessante para os países industrializados, em função do seu baixo custo produtivo e disponibilidade. No Brasil ainda continua difícil o uso da turfa em função da qualidade da mesma e da difícil localização das zonas de extração do minério. Nessa época o DNPM através de CPRM realiza uma série de estudos que culminam com o descobrimento de várias turfeiras nas zonas litorâneas.

A estabilização do preço mundial do petróleo trouxe uma série de fatores impeditivos para que a turfa continuasse a ser utilizada como combustível no

Brasil, destacando-se, segundo Franchi (2004), a baixa competitividade da turfa frente ao petróleo e outras fontes energéticas. Em função desses fatores as minas encontradas passaram a produzir voltadas apenas para a agricultura e os grandes programas prospectivos foram encerrados no início dos anos 80.

A crise no abastecimento mundial do petróleo representou um marco para a utilização das turfas para fins não energéticos na década de 70, associados a preocupação com os efeitos causados pelos metais pesados à saúde dos seres humanos em ambientes aquáticos.

As turfas despertam interesse de várias áreas da ciência como agricultura, horticultura, química, geração de energia, engenharia civil, medicina e ecologia. Esse interesse acontece porque as turfas podem produzir, segundo dependendo da sua natureza e de alguns tratamentos, gás combustível, coque, alcatrão, ceras, açúcares, carvão ativado, asfalto, álcool, parafinas, óleos, gasolina, querosene, lubrificantes, fertilizantes, etc.

Segundo Anjos et al (2008) o processo pedogenético que resulta na formação dos Organossolos se inicia somente com a drenagem parcial das zonas de acumulação de matéria orgânica bruta. Esse processo é chamado Paludização.

A fase inicial desse processo envolve a perda de água resultante da drenagem e da atividade de raízes e outros organismos no solo. Com a perda de água ocorre uma intensa subsidência do material, com uma conseqüente perda de massa de solo, fendas são abertas no solo e isso gera um ambiente físico favorável a drenagem e ao desenvolvimento vegetal.

A próxima fase, que é a da transformação da matéria orgânica bruta, é ativada pela entrada de oxigênio no sistema, acelerando a atividade de microorganismos aeróbicos que tem a matéria orgânico como sua principal fonte de energia.

### 3.2.1 - Características das turfas

A turfa é uma substância fóssil, organo-mineral, originada da decomposição de restos vegetais, encontrada em áreas alagadiças como várzeas de rios, planícies costeiras e regiões lacustres. Trata-se de um biólito, isto é, um depósito sedimentar desenvolvido a partir de processos biológicos; uma vez que passível de utilização como combustível, posiciona-se na categoria dos caustobiólitos. A conversão da matéria vegetal em turfa é um processo cuja continuação, por alterações diagenéticas ou metamórficas, conduz à formação de linhito, carvão, andracito e grafite (FRANCHI, 2004. p. 4).

Para que a turfeira se forme é necessário um retardo, ou uma paralisação da ação microbiana, onde a taxa de material vegetal que “morre” seja em maior quantidade do que a que é decomposta. Assim, segundo Moore (1989), há um acúmulo de turfa em ambientes onde existem características físicas que reduzem a taxa de ação desses decompositores.

Muitos são os aspectos que podem reduzir essa atividade respiratória dos micróbios aeróbicos, como a baixa concentração de oxigênio em virtude do baixo acesso ao alimento, Ph baixo, baixa temperatura e a abundância de água. Moore (op.cit) ainda diz que é a água que está frequentemente associada a baixa disponibilidade de oxigênio nos ambientes formadores das turfas e por isso as mesmas estão relacionadas a fatores hidrológicos.

Este material apresenta coloração variando entre marrom e negro e em seu estado natural é composto por 90% de água e 10% de matéria sólida.

A definição de turfa varia muito conforme o país e o órgão que está definindo a mesma, mas segundo Clymo (1983) há um consenso em aceitar sendo como turfa um material contendo 20% ou menos de material inorgânico (teor de cinzas). Clymo (op.cit) ainda diz que muitos pesquisadores de solos elevam esse limite até 35% e padrões comerciais consideram até 55%. A turfa contém entre 80% e 90% de água e sua composição química vai depender da vegetação de origem. Segundo Moore (1989) fração inorgânica é pequena se comparada à encontrada em outros solos.

Outro fator que não é fixo para determinar se o material é, ou não turfa é a profundidade do depósito. Clymo (op.cit) afirma que os pesquisadores arbitrariamente adotam a espessura mínima de 30 cm

Segundo Flaig (1986) os musgos e as gramíneas são os mais importantes contribuintes na formação das turfas. Apesar da maioria dos componentes das turfas não serem hidrofílicos, a humificação produz mudanças físicas e químicas que fazem a turfa ser altamente retentora de água. A composição química e a estrutura física das substâncias húmicas são responsáveis pelo caráter de retenção de água da turfa. O desenvolvimento de uma estrutura parecida a de uma esponja que é responsável pela retenção de água

Essas substâncias são coloidais, usualmente encontradas como agregados esferoidais, com estrutura interna de poros finos. Dessa forma Flaig (op.cit) conclui que a água existente nas turfas depende de dois processos que envolvem a humificação: macro poros que são o resultado da estrutura das plantas e que são comparados a uma esponja e sua capacidade de reter água; e micro poros que são formados através de transformações bioquímicas das plantas. A turfa é estruturada em um sistema de macroporos e microporos. A água é retida em ambos os poros, mas com diferentes níveis de energia. (EDIL et all, 1986).

Novos tipos de componentes são formados, que pertencem às substâncias húmicas. Os microporos que são formados possuem dimensão moleculares e retém água por forças intermoleculares.

Segundo Loxham e Burghardt (1986), as teorias de circulação de água nos solos minerais não se aplicam totalmente às turfas, assim como os mecanismos de circulação na turfa saturada e não saturada também diferem entre si. Microscopicamente a turfa revela alto grau de organização estrutural caracterizada por macro e microporos, alguns descontínuos, como demonstra a figura 12.

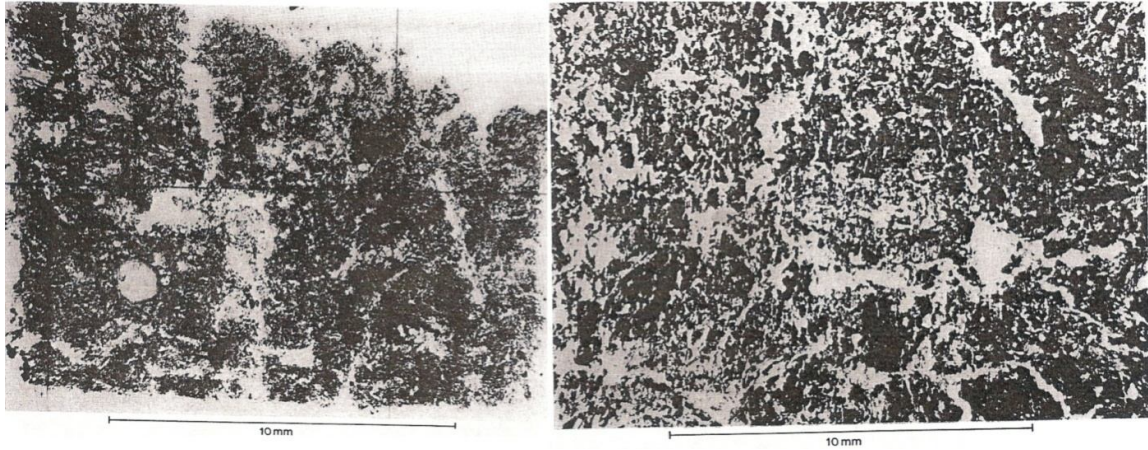


Figura 12: Seções vertical e horizontal, respectivamente, ilustrando a porosidade das turfas. Fonte: Loxham & Burghardt, 1986.

A descontinuidade, o comprimento efetivo e a tortuosidade dos poros devem-se às fibras contidas nas turfas. Em qualquer grau de saturação o fluxo de água é maior nos macro poros.

As turfas ocorrem em diversos climas, exceto em climas áridos e semi áridos, por apresentarem uma extensa época seca (SJORS, 1980). Segundo a International Peat Society (2011), a turfa ocupa uma área estimada de 400 milhões de hectares, o que equivale a 3% da superfície terrestre. A maioria (350 milhões de hectares) encontra-se no Hemisfério Norte, cobrindo vastas áreas na América do Norte, Rússia e Europa.

As turfeiras tropicais ocorrem principalmente no Leste da Ásia, Sudoeste da Ásia, Caribe e América Central, América do Sul e Sul da África a estimativa da extensão das turfeiras é de 30-45 milhões de hectares, ou 10-12% do total de turfas existentes no mundo. Estimativas dizem que 250 milhões de hectares da superfície terrestre sejam cobertos por turfas, onde 85% dessas terras ficariam em territórios da Rússia, Canadá e EUA. Cameron (1989) diz, no seu trabalho, que 500 milhões de hectares da superfície do planeta estão cobertas por turfeiras. Shotyk (apud Franchi, 2004) fala que as turfas cobrem 422 milhões de hectares da superfície do planeta e que 30% do território da Finlândia, 17% da Irlanda, 17% da Suécia, 15% do Canadá e 10% da Escócia seriam constituídos por turfeiras. A figura 13 ilustra a distribuição da turfa sobre a superfície terrestre.

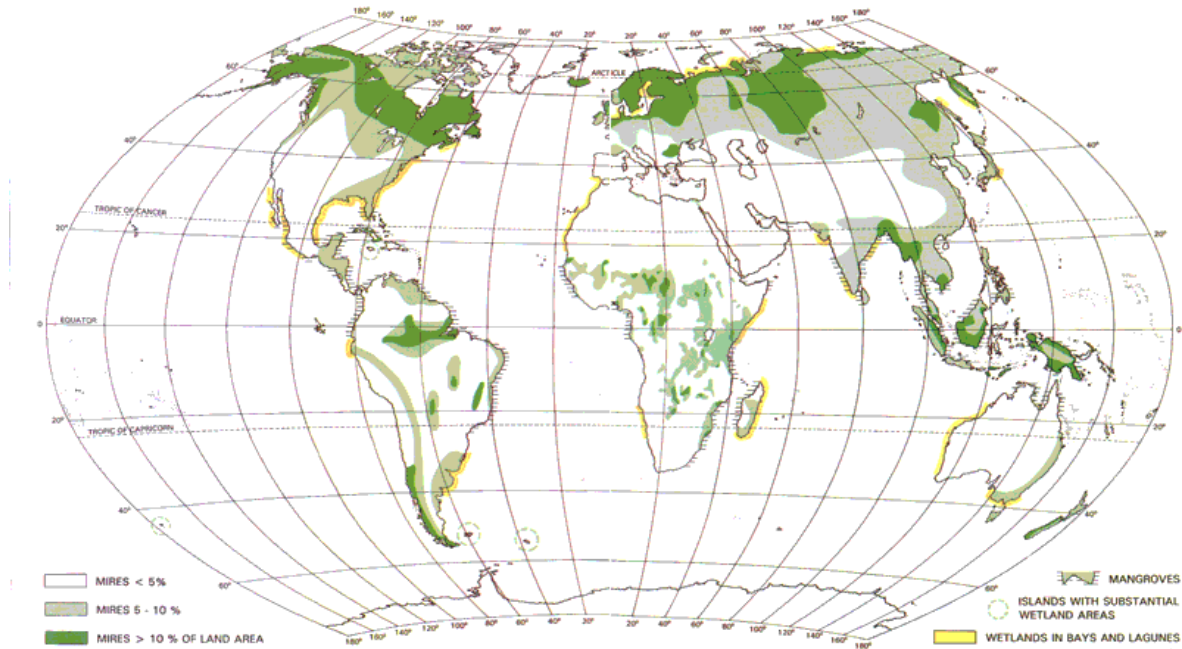


Figura 13: Distribuição das turfeiras no mundo. Fonte: Northern Irelan Environment Agency in: [http://www.doeni.gov.uk/niea/biodiversity/habitats-2/peatlands/about\\_peatlands/global\\_peatland.htm](http://www.doeni.gov.uk/niea/biodiversity/habitats-2/peatlands/about_peatlands/global_peatland.htm)

Segundo o IPT (1979), a distribuição geográfica das turfeiras está condicionada à formação, à existência de depressões topográficas e lagos rasos originados na última glaciação, associada com chuvas abundantes e bem distribuídas e onde as baixas temperaturas retardam a decomposição de plantas rasteiras e arbustos.

### 3.2.2 - Classificação das turfás

Franchi (2004) relata que várias classificações foram propostas para as turfeiras, a maioria dessas classificações para os depósitos do Hemisfério Norte baseadas em diversos critérios: botânicos, onde as turfeiras seriam de vegetação lenhosa, herbácea, ou mista; geográficos, onde as turfás seriam paráticas, ou límnicas; grau de decomposição da turfa, geológico, etc. Essa diversidade de classificações estaria relacionada ao centro de interesse dos autores, uma vez que existem estudiosos de turfás com diversas formações acadêmicas.

Apesar dessa variedade de critérios Franchi (2004) acredita que dois critérios sejam os principais: o ecológico e o geológico. A partir do critério

geológico as turfas seriam classificadas em depósitos deltaico, estuarino e fluvial. E os critérios característicos do ambiente de formação como clima, hidrografia, topografia e química das águas seriam denominados de critérios ecológicos, classificariam as turfas em ombrotróficas e minerotróficas.

Segundo Moore (1989) a maior eficiência na acumulação de turfa encontra-se hoje nas altas latitudes em locais com alta precipitação e baixa temperatura, entretanto ele afirma que existem exceções em áreas tropicais em função dos altos índices de precipitação o que gera umidade constante na região.

O processo de decomposição do material vegetal em condições ambientais redutoras (sob lâmina d'água ou soterrada), que é na verdade o responsável não somente pela evolução da turfa, como também pela evolução energética fóssil da matéria orgânica vegetal, conduzindo ao progressivo desaparecimento da estrutura dos vegetais originais, perda de oxigênio e nitrogênio e conseqüente enriquecimento relativo de carbono (CESP 1985; IPT 1979). O ambiente saturado em água inibe a decomposição biológica ativa dos tecidos da planta e promove a retenção do carbono, que normalmente seria liberado na forma de produtos gasosos provenientes de atividades biológicas.

Segundo Clymo (1989) deve-se a um geólogo sueco Lennard Von Post e a E. Granlund (1926) a mais funcional das classificações das turfas, que consiste em um procedimento expedito de campo, espremer uma amostra de turfa em seu estado natural e observar o aspecto do material que escorre pelos dedos e o aspecto daquele que é retido na mão. Com isso cria-se uma escala de observação ( de humificação – H) e classifica a turfa de acordo com o grau de humificação crescente de H1 a H10 (Tabela 4) .

Outro critério de classificação das turfas é em relação ao conteúdo de fibras existentes na amostra, que as classifica em: fibrosa, hêmica e sáprica (LYNN et all, 1974. Apud EDIL et all, 1986). A tabela 4, abaixo exemplifica essas classificações.

Graus de humosidade	Característica	Cor da água que flui entre os dedos	Fração da turfa que flui entre os dedos	Permanece na mão		CLASSE
				Forma	Estrutura vegetal	
H1	Sem decomposição	Incolor	Não passam sólidos entre os dedos	Não tem aspecto gelatinoso	Estrutura vegetal nitidamente reconhecível	FIBROSA
H2	Muito pouco decomposta	Ligeiramente castanha				
H3	Muito fracamente decomposta	Castanha fraca				
H4	Fracamente decomposta	Muito castanha				
H5	Decomposta	Líquido escuro	Passa pouco	Apresenta aspecto gelatinoso	Ainda pouco reconhecíveis os vegetais	HÊMICA
H6	Bem decomposta		Passa 1/3 do volume			
H7	Fortemente decomposta		Passa a metade			
H8	Muito fortemente decomposta		Passam 3/5 do volume	Ficam na mão resíduos de fibras e raízes	SÁPRICA	
H9	Quase totalmente decomposta	Passa quase tudo				
H10	Completamente decomposta	O material flui integralmente entre os dedos	Sobra muito pouco na mão			

Tabela 4: Classificação das turfas pelo grau de humificação – escala de Von Post. Fonte: FRANCHI, 2004.

De acordo com o quadro os litotipos fibrosos correspondem aos pouco decompostos, normalmente com coloração marrom-avermelhada, com porção orgânica contendo mais de 2/3 de fibras vegetais reconhecíveis. Os litotipos hêmicos constituem um grau intermediário entre os fibrosos e os sápricos relativamente ao estágio de decomposição, com coloração variando entre marrom e preto, apresentando entre 1/3 e 2/3 de fibras vegetais reconhecíveis. As turfas sápricas, são as mais decompostas, mais escuras, apresentando menos de 1/3 de fibras vegetais reconhecíveis, podendo apresentar forma gelatinosa, indício de que grande parte dos seus constituintes encontra-se na fração coloidal (FRANCHI, 2004, p. 7).

De acordo com o critério ecológico fatores físicos característicos do ambiente de formação da turfa devem ser levados em conta e para Moore

(1989) os fatores hidrológicos são os relevantes, sendo eles os principais responsáveis pelos dois tipos de ambientes resultantes: ambientes reotróficos, que são abastecidos através de um fluxo de água corrente; e ambientes ombrotróficos, que são abastecidos exclusivamente por águas pluviais.

Da mesma forma Shotyk (1988) (apud Franchi, 2004) destaca a importância dos fatores hidrológicos ao considerar dois tipos resultantes de turfeira: a turfeira ombrotrófica (figura 14), onde sua vegetação foi alimentada exclusivamente com água de precipitação (chuva, ou neve); e as turfeiras minerotróficas (figura 14) (reotróficas de Moore), onde sua vegetação foi alimentada por águas provenientes do exterior da área de acumulação da turfeira, por exemplo águas subterrâneas.

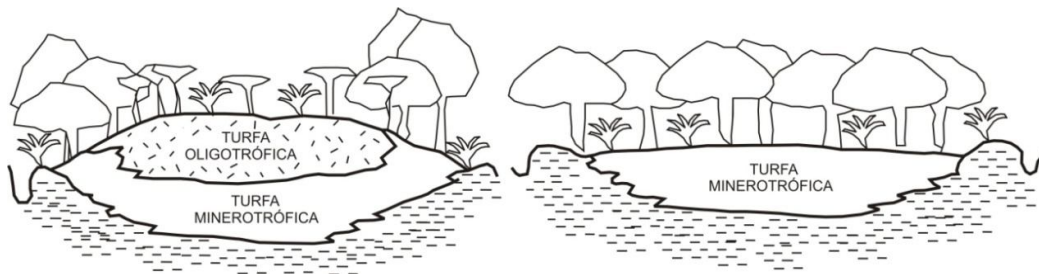


Figura 14: Exemplos de turfeiras oligotrófica/ombrotrófica e minerotróficas (adaptado de Cameron et al, 1989).

Essa diferença na fonte de água que abastece as turfeiras vai gerar diferenças na concentração de bases e ácidos que existirão nos ambientes, e conseqüentemente uma diferenciação no tipo de vegetação.

No critério geológico de classificação das turfeiras o ambiente de sedimentação é o fator considerado mais relevante. Os ambiente definidos por Cameron et al (1989) como os mais propícios para a formação e acúmulo das turfás são feição geomorfológicas deprimidas como depressões em depósitos de morenas glaciais, depressões criadas pro processos fluviais e costeiros e depressões cársticas.

Segundo McCabe (1984), o lençol freático seria um dos fatores mais importantes no processo de acumulação das turfeiras, uma vez que ele condicionaria todo o processo de crescimento vertical da turfa, já que o

ambiente de formação das turfas tem que estar constantemente saturado de água, logo em contato com o lençol freático.

### **3.2.3 - Sistemas de formação das turfas**

Os ambientes de formação das turfas são geralmente depressões que são lentamente preenchidas, onde o aporte mineral é nulo. A existência de água deve ser permanente, ou seja, o lençol freático deve estar em constante contato com a área onde o material está sendo depositado, ou os níveis de precipitação pluviométricos sejam elevados. As maiores turfeiras ocorrem em zonas planas da costa, frequentemente protegidas por cordões arenosos, em lagunas e áreas deltaicas. Estas turfeiras são chamadas de parálicas e são diferenciadas das turfeiras límnicas que são depositadas no interior dos continentes ao longo de rios, ao redor de lagos, ou em outras depressões.

O ciclo de acumulação, responsável pelo surgimento de zonas turfosas, tem início numa porção rebaixada e mal drenada do terreno. Ai as algas e outras plantas aquáticas são os primeiros vegetais a se depositarem no fundo de depressões, que tornando-as cada vez mais rasas, permitindo a invasão de vegetação marginal, constituída por gramíneas, ciperáceas, juncos, e finalmente árvores até formar um pântano. Formado o pântano, os restos vegetais cobertos pela água se acumulam gradativamente formando a turfa. Se houver aumento do nível da água repentinamente, por circunstâncias locais, o crescimento de árvores pode cessar e plantas inferiores mais adaptadas ao ambiente aquático poderão reaparecer, iniciando-se então um novo período de acumulação de turfa.

Os depósitos de turfa basicamente se formam de dois modos: primeiro pelo preenchimento de pequenos lagos, ou lagoas e segundo pela inundação constante e formação de lagoas ribeirinhas em terras baixas de vales, ou estuários de rios, com o conseqüente acúmulo de plantas mortas, folhas, galhos, frutos silvestres, flores e outros. (IPT 1979).

O primeiro processo é o tipo clássico de formação da turfa, mais comum no hemisfério norte, ilustrado na figura 15.

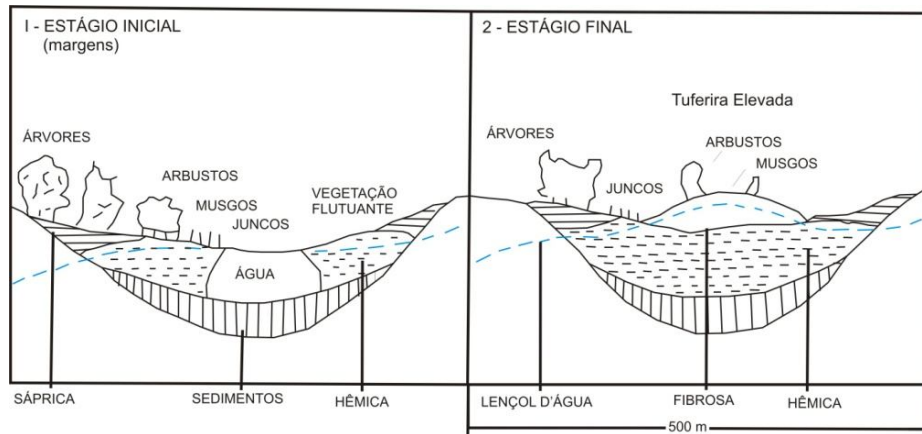


Figura 15: Processo de preenchimento de lagoas na formação de turfeiras. Adaptado de IPT, 1979.

No segundo processo, a turfa se forma nas áreas baixas dos vales estuários dos rios, ou em seus meandros abandonados, sujeitos as inundações constantes e com más condições de drenagem. Nestas áreas, as águas estagnadas favorecem o aparecimento e crescimento vigoroso de musgos, assim como o acúmulo e evolução fóssil dos vegetais mortos, esquematizado na Figura 16. A quase totalidade das turfeiras brasileiras foram formadas neste tipo de ambiente. (CESP 1985).

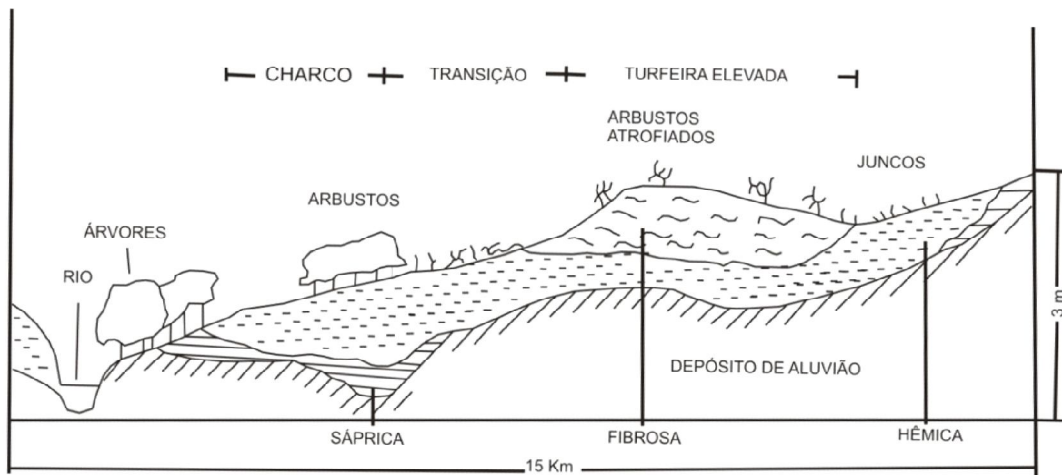


Figura 16: Formação de turfeiras em planícies inundáveis ou pântanos. Adaptado de IPT, 1979.

Segundo Motta (1985) as ocorrências de turfas no estado de São Paulo estão associadas a três ambientes sedimentares: planície de inundação dos rios, planície costeira e lagoas continentais.

Nas planícies de inundação (figura17) formam-se as maiores turfeiras, preferencialmente em rios de médio a grande porte, de padrão meandrante. As turfás estão associadas às fácies de várzea onde a planície é melhor desenvolvida, ou seja, nas faixas marginais, pois são locais isolados da influência direta do rio, o que dificulta o aporte de sedimentos minerais. (MOTTA, 1985)

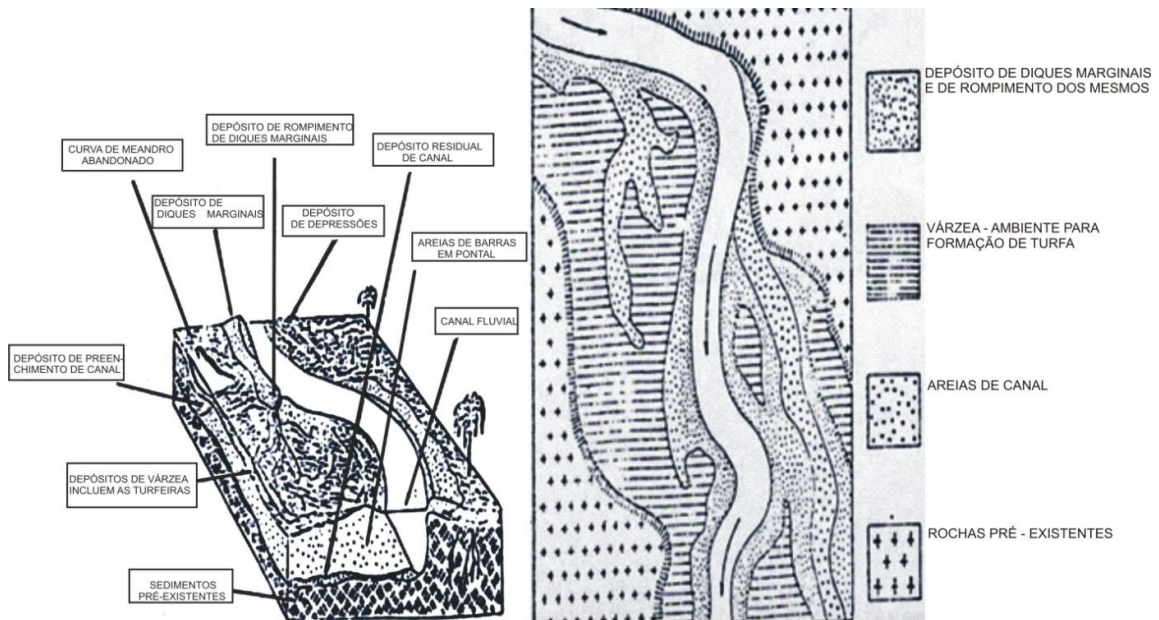


Figura 17: Bloco-diagrama ilustrando a distribuição dos diversos depósitos desenvolvidos na planície fluvial e Ilustração típica de planície fluvial mostrando a distribuição dos ambientes sedimentares. Fonte: CESP, 1985.

Subordinadamente, as turfeiras ocorrem em rios de pequeno porte e afogados, os quais possibilitam o espalhamento da zona saturada em água sobre amplas áreas planas. Ocasionalmente as turfás podem estar associadas a rios anastomosados.

Na planície costeira, que é uma região plana, a formação das turfeiras está associada às transgressões marinhas (Cananéia e Santos), uma vez que geram ambientes propícios a formação das turfás, como lagunas protegidas por cordões litorâneas. (MOTTA, 1985)

Nos ambientes lacustres o preenchimento dos lagos geralmente culmina coma deposição de turfa a partir do crescimento da vegetação para o centro da

depressão, constituindo uma camada de plantas aquáticas. A expansão da esteira vegetal sobre as águas permite que outras plantas migrem para as porções mais estáveis nas bordas dos lagos. Este processo contínuo forma a camada de turfa. (MOTTA, 1985)

### **3.3 - MATERIAIS UTILIZADOS NA PESQUISA**

#### **Cartas topográficas**

- Cartas Topográficas do IBGE 1:50.000, folhas: São Roque, Itapecerica da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu, 1984
- Base cartográfica digital a partir da compilação das folhas Cartas Topográficas do IBGE 1:50.000, folhas: São Roque, Itapecerica da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu, 1984

#### **Mapas temáticos**

- Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – 1:1.000.000 - IPT (1981)
- Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo – 1:500.000 - ROSS & MOROZ (1997).
- Mapa Pedológico do Estado de São Paulo - 1:500.000 - IAC (1999).
- Folha Geológica de São Roque – 1:100.000 HASUI (1975)

#### **Aerofotolevamentos**

- Fotografias-Aéreas 1:25.000- IAC (1962) Região 7.

#### **Imagens de Satélite**

- SRTM (2000)
- Imagem de satélite – Google Earth

### **3.4. CARTOGRAFIA MORFOPEDOLÓGICA**

Existe uma série de conceitos de solo e eles são tantos quantos os interesses e atividades humanas desenvolvidas sobre eles.

“Solo é a coleção de corpos naturais dinâmicos, que contém matéria viva e é resultante da ação do clima e da biosfera sobre a rocha, cuja transformação em solo se realiza durante certo tempo e é influenciada pelo tipo de relevo” (LEPSCH, 2002, p.9).

Os solos e o relevo estão intimamente relacionados. O relevo é um fator de formação do solo, assim como o material de origem (rocha), o clima, os

organismos, o tempo e o próprio homem, existindo uma dinâmica entre eles. Os processos de morfogênese e pedogênese são, segundo Tricart e Kilian (1979), da mesma família, apresentando uma analogia entre eles. Áreas de relevo muito dissecado, onde a infiltração da água é menor e a ação mecânica da mesma é maior, os processos de morfogênese são mais intensos dando origem a solos menos espessos. Áreas planas, com menor dissecção, onde a água infiltra mais na superfície e a mesma não tem tanta capacidade de mover materiais, proporcionam que os processos pedogenéticos sejam mais atuantes gerando o desenvolvimento de solos com tendência a serem mais espessos.

Para entendermos e representarmos adequadamente essa dinâmica solo/relevo é necessário uma abordagem onde esses elementos sejam estudados e representados conjuntamente. Segundo Castro e Salomão (2000), um entendimento interdisciplinar faz-se necessário frente a problemas que já são antigos, ou que surgem atualmente em função da apropriação da natureza, muitas vezes feita, em desacordo com as funcionalidades dos componentes naturais da paisagem.

A cartografia morfopedológica “caminha” nesse sentido, da interdisciplinaridade, relacionando esses componentes naturais (solo e relevo) em escalas mais adequadas (médias e grandes) e pode ser útil tanto no que se refere a direcionamentos para usos mais adequados da natureza, como para enfrentar problemas já existentes provenientes de usos inadequados.

Segundo Castro e Salomão (2000), deve existir um esforço de estudos em escala de detalhe e semi-detalhe, onde os documentos mais generalizados serviriam para uma contextualização geral, passando pela incorporação de conhecimentos de geologia, geomorfologia e pedologia. Isso deixa evidente o caráter interdisciplinar e de aplicabilidade prática desse tipo de cartografia.

Na busca por essa melhor aproximação, pelo entendimento dessa dinâmica entre solo e relevo e de resultados mais aplicáveis, Castro e Salomão, inspirados pelos três níveis de abordagem geomorfológicos de Ab'Saber (1969) e pela compartimentação morfopedológica de Tricart e Kilian (1978), propuseram uma adaptação e ampliação desses conceitos, voltada a cartografia morfopedológica.

Os níveis propostos por Ab' Saber são:

a) **compartimentação topográfica:** separação de compartimentos topográficos que revelam a distribuição e configuração das formas do relevo que se individualizam por apresentarem características específicas, ou semelhantes (forma e altimetria). As formas podem constituir uma referência de grande importância, pois representam testemunhos de episódios morfoclimáticos pretéritos e refletem o embate entre as forças endógenas e exógenas.

b) **estrutura superficial:** esse nível de abordagem refere-se ao estudo específico dos materiais (depósitos) que testemunham os processos nos quais as formas foram elaboradas;

c) **fisiologia da paisagem:** diz respeito ao momento atual do quadro evolutivo do relevo e procura avaliar os processos morfodinâmicos atuais. Segundo Castro e Salomão (2000), estudos do meio físico podem ser feitos em níveis sucessivos e diferenciados de aproximação da realidade, posto que são intrinsecamente consecutivos e podem conduzir à uma visão distributiva, anatômico-processual (estrutural) e fisiológica (comportamental).

A compartimentação morfopedológica de Tricart & Kilian (1978), preconiza que é possível cartografar unidades relativamente homogêneas, produtos da inter-relação entre substrato geológico, relevo e solos, que constituem unidades temporo-espaciais e particulares do meio físico, reconhecíveis em médias e grandes escalas.

A seguir os cinco níveis propostos por Castro e Salomão (2000) serão descritos resumidamente.

**O primeiro nível** propõe a compartimentação morfopedológica, que deve ser elaborada para toda a área de interesse, através de estudos analíticos dos atributos do meio físico em escalas de 1:100.000 ou maiores, com a sobreposição dos mapas geológicos, geomorfológicos/morfológicos e de solos. Esses procedimentos possibilitarão a delimitação de unidades morfopedológicas homogêneas, gerando uma compartimentação da área e selecionando questões para estudos mais detalhados sejam feitos.

Pode-se compreender e caracterizar os compartimentos morfopedológicos ou unidades morfopedológicas como fisionomias (externalidades) do meio físico biótico e abiótico que revelam um tipo reconhecível e delimitável de modelado do relevo suportado por organizações/estruturas litológicas e pedológicas (internalidades), cujos atributos e funcionamentos revelem consonância histórico-

evolutiva, no tempo e no espaço (...) nas quais o uso e ocupação são capazes de induzir mudanças de formas, materiais e processos, de modo continuado ou rápido e intenso, induzindo mudanças no seu funcionamento e conseqüentemente na sua fisionomia (CASTRO & SALOMÃO, 2000. p. 32).

**O segundo nível** sugere a caracterização dos sistemas pedológicos, através do levantamento, da descrição bidimensional dos solos em topossequências (escala de 1:2.000, ou maiores) e coleta de material para análises laboratoriais em cada um dos compartimentos individualizados no nível anterior. Essa etapa permite através de sondagens a trado, identificar a disposição real do solo (dos perfis) em relação à topografia, ou seja, identificar a disposição vertical e lateral dos horizontes. Esse procedimento, chamado de análise estrutural da cobertura pedológica, foi desenvolvido por R. Boulet, no início da década de oitenta.

**O terceiro nível** estabelece estudo do comportamento hídrico que deve ser elaborado em cada um dos sistemas pedológicos através de experimentos de campo e laboratório, correlacionando os resultados, sobretudo com a topografia, a morfologia dos sistemas pedológicos, o tipo de uso da terra e problemas encontrados nos sistemas.

**O quarto nível** propõe a generalização de resultados, por meio da identificação dos processos e problemas existentes em cada um dos sistemas pedológicos reconhecidos nos compartimentos. São produzidos mapas de sistemas pedológicos e cartas de uso e ocupação na escala de 1:50.000.

**O quinto nível** denominado de planejamento será proposto para toda a área e para cada compartimento morfopedológico, através da elaboração de plano diretor de uso e ocupação dos solos.

Os mesmos autores destacam também as seguintes finalidades e aplicações da cartografia morfopedológica: a) delimitar e mapear as unidades geoambientais (zoneamentos diversos); b) identificar condicionantes de processos geoambientais naturais e/ou induzidos pelo uso e ocupação; c) identificar as inter-relações entre eles e os tipos de usos e manejos (urbanos, rurais, regionais, municipais etc.); d) elaborar sínteses prognósticas funcionais como cenários possíveis para a tomada de decisão sobre forma de intervenção (unidades de planejamento; e) elaborar planos de controle preventivo e/ou corretivo de impactos potenciais ou constatados.

Pelas orientações contidas nos trabalhos de Tricart e Kilian (1979) aplicadas em trabalhos como o de Barbalho (2002), e Ribeiro & Salomão (2003) pode-se resumir, no seguinte “passo a passo”, a identificação dos compartimentos morfopedológicos:

1º. passo – compilar os mapas temáticos de serviço: base topográfica , geologia, geomorfologia, pedologia preferencialmente na mesma escala ou escalas próximas ajustadas sem distorção;

2º. passo – delimitar as áreas homogêneas ou compartimentos, pelo cruzamento de layers geologia x geomorfologia (hipsometria, clinografia, morfologia) x pedologia;

3º.passo – identificar /construir perfis topográficos; selecionar aqueles mais representativos de cada compartimento e relacioná-los com o tema objeto da pesquisa.

Também deve-se destacar que as técnicas e materiais mais utilizados para a compartimentação acima descrita são: a) base cartográfica e mapas temáticos disponíveis, de preferência em formato digital e em escala  $\geq 1:100.000$  (ideal); b) escolha e aplicação de um SIG (arc-gis, arc-view, arc info, ou outro) considerando cada tema um *layer* e delimitar os compartimentos; c) aplicar parâmetros de modelos morfológicos existentes ou adaptados (forma, topografia, dissecação) para legendar os tipos de compartimentos (ex: compartimento I – colinas médias; compartimento II – relevo aguçado); d) validar em campo e selecionar o(s) compartimento(s) desejado (s) para prosseguir os estudos de detalhe.

O caminho percorrido nesta pesquisa foi parcial em relação a todas as etapas para construção de uma carta morfopedológica. A razão está no objetivo que era conhecer e mapear as bases físicas da bacia estudada. Sabe-se, no entanto do valor que tal documento possui para pesquisa de solos, geomorfologia, dinâmica das águas superficiais e das vertentes, além de sua vasta aplicação no planejamento sócio-ambiental.

Espera-se poder completar as análises de detalhe, com topossequências de solo, para cada compartimento. Neste trabalho, atenção

especial foi dada as planícies aluviais, pois é nelas que estão os depósitos orgânicos, foco do nosso interesse primeiro.

### **3.5 - FOTOINTERPRETAÇÃO**

A fotointerpretação é uma ferramenta essencial nas pesquisas cartográficas e correlativas, como solos e formas de relevo. A visão tridimensional estereoscópica permite detalhamento das formas de relevo valorizando a caracterização /individualização /correlação das unidades de solo com as feições morfológicas, facilitando as classificações de unidades e a proposição de tipologias para as paisagens.

O processo de fotointerpretação pode ser subdividido em 3 etapas segundo Vink(1963), Verstappen (1977), Avery (1977) e Cruz (1981). A primeira etapa (foto-leitura) consiste em detectar, reconhecer-identificar os objetos, padrões-feições, delinear os tipos e suas características; a segunda etapa (fotoanálise) consiste em classificar, ordenar e associar as imagens “lidas”, em categorias de acordo com o interesse do pesquisador. Essas duas primeiras etapas de observação, segundo Cruz (1981), permitem que uma série de questões e hipóteses sejam criadas na mente do observador. A terceira etapa (fotointerpretação), feita através de processos correlativos, busca entender a importância, as funções e as relações de cada atributo-objeto observado nas fotografias.

A fotointerpretação recorre à três classes de feições para identificar e observar os objetos: 1) forma e tamanho; 2) cor (tonalidade) e textura; e 3) feições que lhe são associados, como sombra, padrão, sítio, associação e resolução. (CRUZ,1981)

A forma e o tamanho, possibilitam que “objetos” como fábricas e casas sejam identificados e distinguidos, através de comparações. A cor, na maioria das vezes, expressa em tonalidades do preto ao branco, é afetada pela luz refletida ou absorvida pela textura. A textura, que é criada pela repetição tonal em grupos de objetos, identifica objetos, extensões, grupos, padrões que definem uma paisagem.

A fotointerpretação pode ser feita de forma monoscópica, observando-se uma única foto isolada, ou feita de maneira estereoscópica observando um par de fotos. No trabalho aqui apresentado a fotointerpretação foi feita de forma estereoscópica.

As fotografias aéreas foram utilizadas em todas as fases da pesquisa, enquanto documento de apoio e controle dos mapeamentos, mas de forma mais sistemática, em dois momentos da pesquisa: a) na subdivisão de unidades de solo e no controle da compartimentação morfológica e, b) na definição dos limites dos setores aluviais propícios à acumulação das turfas; nessa fase também as morfologias do sistema fluvial meândrico, além dos terraços foram cartografados, fazendo uso das aerofotos 1:25:000 e das imagens Google para as observações de detalhe.

### **3.5.1 - Fotointerpretação Pedológica**

Em levantamentos de solos, as fotografias aéreas são essenciais como instrumento de reconhecimento das morfologias do terreno. Como em todo trabalho de fotointerpretação, ela é utilizada num primeiro momento para a definição de manchas homogêneas, onde a densidade de drenagem e as formas denunciadas por texturas diversas, são as chaves de interpretação principais. A distribuição espacial, para se chegar a uma classificação em unidades de mapeamento, é o momento final dos mapeamentos e acontecem após os trabalhos de campo com descrição morfológica dos perfis de solo, coletas e análises laboratoriais, que darão os parâmetros das classes e tipos de solos.

Vink (1963) afirma que as diferenças entre os tipos de solos estão intimamente relacionados com fenômenos observáveis na fotografia aérea e que associações correlativas de elementos fisiográficos são os aspectos mais importantes no uso das fotografias aéreas em pesquisas de solos. Os limites dos elementos fisiográficos, traçados com precisão nas fotografias aéreas, são baseados nas correlações feitas na etapa da fotointerpretação.

Duas metodologias são apresentadas por Vink (op.cit.) para o uso de fotografias aéreas em pesquisas de solo. A primeira onde uma série de

elementos (formas do relevo, inclinação, condições de drenagem, material de origem, vegetação e uso solo), é observada em separado - mapas são criados para cada um desses elementos. Posteriormente, esses mapas são correlacionados uns com os outros para que sejam traçados os limites dos tipos de solos.

Na segunda proposição, que Vink (op.cit) chama de “análise fisiográfica o mais longe possível”, a forma de olhar as fotos é a mesma, entretanto os elementos não são observados individualmente. Nessa abordagem, deve predominar a observação do sistema fisiográfico global/integrado destacando, o que foi/é predominante na área. Estes sistemas podem ser de natureza estrutural ou, relacionados predominantemente a processos erosivos ou deposicionais.

Dematte (2008) lembra que: *“o exame de fotografias aéreas, com o objetivo de estudar as unidades fisiográficas que representam um solo, é também denominada de Fotopedologia, que pode ser definida como um exame cuidadoso de todos os elementos dos padrões fotográficos, quantitativos e qualitativos, e que através da convergência de evidências permitem diagnosticar sobre as prováveis unidades de solos existentes na área.”* Essa abordagem correlativa será tanto melhor quanto maior for o conhecimento do fotointérprete em solos e sua experiência em fotointepretação.

Segundo Dematte (2008) os seguintes procedimentos devem ser utilizados no levantamento de solos através de utilização de fotografias aéreas:

- a) Análise de padrões: são observados padrões, como o de drenagem (por exemplo) e esse padrão é extrapolado para áreas desconhecidas. A identificação de grandes padrões regionais, serve para dividir a área em grandes unidades de paisagem. A partir dessas condições regionais o intérprete divide essas unidades regionais em unidades menores e examina os padrões locais através do estereoscópio.
- b) Análise de elementos: os elementos, ou parâmetros fotográficos, como relevo, rede de drenagem, tonalidade da fotografia e vegetação, são analisados de forma separada na fotografia aérea.

c) Análise fisiográfica: diferentes formas de relevo delimitam setores que podem ser correlacionados com outros semelhantes, mesmo que em posições diversas na paisagem; as unidades são definidas pelo padrão das formas. Este procedimento pressupõe conhecimento geomorfológico para que a individualização de unidades seja feita com o detalhe necessário que reflita também as associações de solos esperadas.

O foto intérprete não diagnostica solos, mas sim feições de paisagem (relevo), que estão refletindo as condições de solo e ambiente.

Como descrito nas metodologias, os principais elementos a serem observados na análise de fotografias aéreas para fins pedológicos são: relevo, rede de drenagem, aspectos de erosão, vegetação, uso da terra e tonalidades.

- **Relevo:** é um dos principais elementos utilizados em fotopedologia, por ser um dos fatores de formação do solo e ser diretamente observado na fotografia aérea quando se faz uso da estereoscopia. Quando há uma mudança de relevo, provavelmente, há uma mudança de solo.

O relevo pode ser caracterizado em diversos aspectos, sendo a inclinação das vertentes / declividade um dos parâmetros mais explorado nos mapeamentos fotopedológicos.

A Tabela 5 ilustra a nomenclatura dada para os tipos de relevo em função da declividade, usadas nos mapeamentos de solo, não só na individualização de unidades, mas também nas descrições da distribuição dos solos na paisagem.



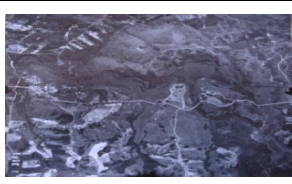



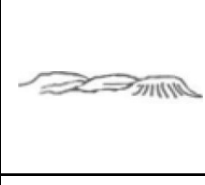


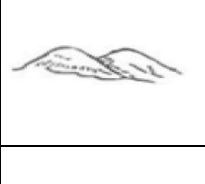




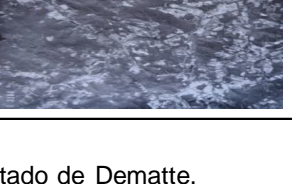
Classe	Declividade (%)	Ilustração	Foto "Horizontal"	Foto "Vertical"
Plano	0 a 3			
Suave-ondulado	3 a 8			
ondulado	8 a 20			
forte-ondulado	20 a 45			
montanhoso	>45			

Tabela 5: nomenclatura dos tipos de relevo em função da declividade. Adaptado de Dematte, 2008

Outro aspecto a ser observado é a forma da vertente (figura 18), pois em função do tipo de forma ocorrerá um tipo de escoamento superficial e haverá modificação da dinâmica hídrica conforme o tipo de forma. Elas definem zonas ou faixas de dispersão e/ou concentração de fluxo. Com isso espera-se que os processos morfogenéticos sejam diferenciados e junto com ele a pedogênese.

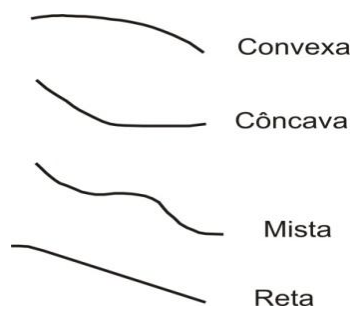


Figura 18: Formas de vertente.

Outro elemento morfológico que deve ser observado é o comprimento e o gradiente da vertente classificados em: em muito longa, longa, média e curta com relação ao comprimento.(DEMATTE, 2008)

Com relação ao gradiente, o mesmo autor, separa em: suave (0 – 8%), moderado (8 – 14%), forte (14 – 20%) e muito forte (20 – 55%) e íngreme com valores acima de 55%, com relação ao gradiente.

- **Uso do solo:** elemento analisado para fazer correlações entre o uso da terra e o tipo de solo existente. Por exemplo, num longo interflúvio, a mudança no tipo de uso pode indicar mudança de solo.
- **Tonalidade:** os principais fatores que influenciam na tonalidade das fotografias aéreas são: **a umidade** (quanto maior a umidade do solo, mais escura a tonalidade); **a textura** (solos arenosos refletem mais, argilosos menos).
- **Rede de drenagem:** é, depois do relevo, o mais consistente e confiável elemento das condições do terreno observável na fotografia aérea. Os sistemas de drenagem são facilmente observáveis nas imagens e isso favorece o estabelecimento de padrões e consequentemente sua relevância no uso de levantamentos de solos. A rede de drenagem tem uma série de aspectos descritivos, devem ser valorizados nos levantamentos pedológicos; nesse sentido a estereoscopia também é fundamental pois só com a visão tridimensional pode-se separar aspectos da drenagem como canais perenes e intermitentes, angularidade, anomalias entre outros.
- Outro aspecto, muito importante, da análise da **rede de drenagem**, é a densidade de drenagem. Esse aspecto refere-se ao número de canais por unidade de área. Quanto maior o numero de canais por unidade de área, maior a densidade.

A figura 19 exemplifica as diferenças de densidade que podem e devem ser observadas e registradas. *É conveniente lembrar que em fotopedologia como em fotogeologia os conjuntos que agrupam densidades semelhantes devem ser analisados em área e não obedecendo aos limites de bacias hidrográficas uma vez que*

substrato e solos não têm seus limites definidos pelos divisores de água.

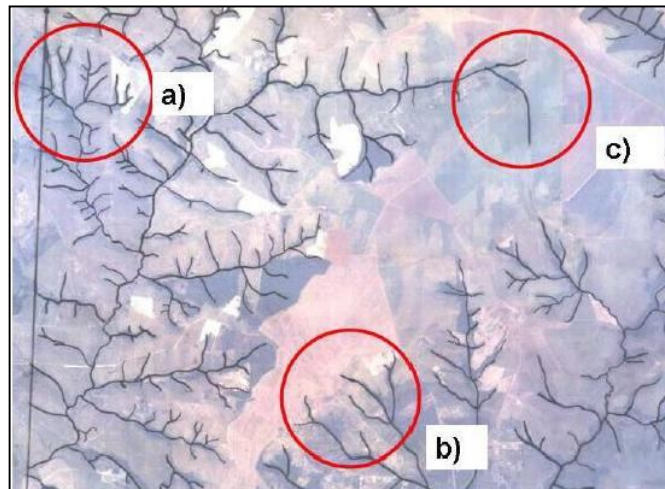


Figura 19: Densidade que pode ser classificada em: c) baixa, b) média e a) alta. Fonte Demattê, 2008.

A relação entre **deflúvio e infiltração** também é um aspecto da rede de drenagem que indica ao fotointérprete características do solo, pois um padrão de drenagem de alta densidade pode estar indicando solos mais impermeáveis, mais argilosos, com baixa permeabilidade e conseqüentemente baixa infiltração. O oposto, baixa densidade indicaria, solos permeáveis e da classe dos arenosos. A razão fornecida sobre a relação deflúvio/infiltração indica a permeabilidade e textura dos materiais da área.

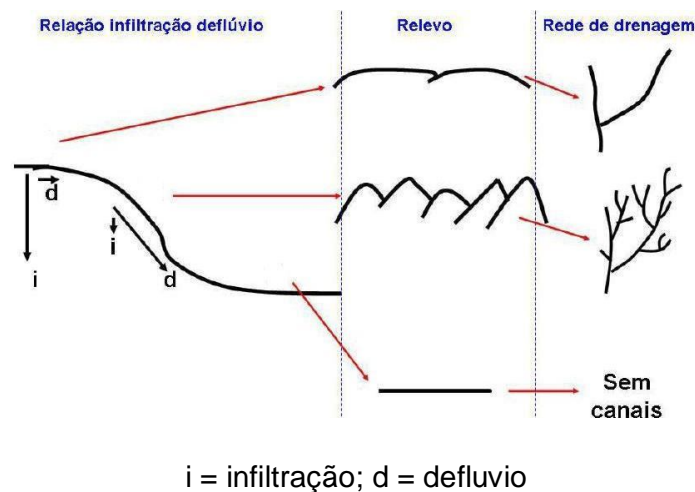


Figura 20: relação topografia/infiltração/deflúvio. Fonte Dematte, 2008.

### 3.5.2 - Amostras Circulares

As amostras circulares foram utilizadas como subsidio para o detalhamento das manchas de solo uma vez que a única carta pedológica existente da área era em uma escala muito pequena, necessitando portanto de um refinamento.

O uso de amostras circulares para diferenciação de solos é tradicional em fotopedologia e foi largamente utilizada em trabalhos de levantamento, dissertações e teses. França (1990; 1993) afirma que o papel da rede de drenagem na fotopedologia é fundamental por refletir características intrínsecas do solo ou do substrato rochoso.

Os estudos de amostras circulares consistem em fixar uma área de observação, de parâmetros relacionados à rede de drenagem, sempre constante, independente do solo analisado e dessa forma os dados podem ser comparados com dados de outras áreas.

Além disso, existe a facilidade de serem utilizadas em qualquer zona da área estudada para a obtenção de dados.

Espindola (1978) ressalta que a rede de drenagem assume papel de destaque dentre os principais padrões interpretativos através da fotografia aérea. Isto porque solo e rede de drenagem tem suas gêneses vinculadas a certas condicionantes comuns.

A partir da escolha do local onde vão ser feitas as amostras circulares e da área da amostra, índices quantitativos com base nos estudos de Horton (1945 apud; ESPINDOLA 1978; ROSSI, 1999) são determinados.

- a) Densidade de drenagem (Dd): relação entre o comprimento total dos canais encontrados dentro da amostra circular (Km), dividido pela área da amostra (Km<sup>2</sup>);
- b) Frequência de rios (F): relação entre o número de canais, dividido pela área da amostra circular (Km<sup>2</sup>);
- c) Comprimento médio dos rios (Lm): relação entre o comprimento total dos rios (km) dividido pelo número de rios;
- d) Razão de textura (T): relação entre o número de rios, dividido pelo perímetro da amostra circular (Km);
- e) Classe de textura topográfica: relação entre a razão de textura, dividida pelo perímetro da amostra circular (Km).

Rossi (1999) afirma que através de estudos utilizando a técnica das amostras circulares, obtêm-se uma descrição e uma classificação de padrões de drenagem relacionáveis com a natureza dos solos e substratos rochosos.

Cada classe de solo apresentaria valores característicos dos parâmetros quantitativos descritos acima como mostra a figura 21.

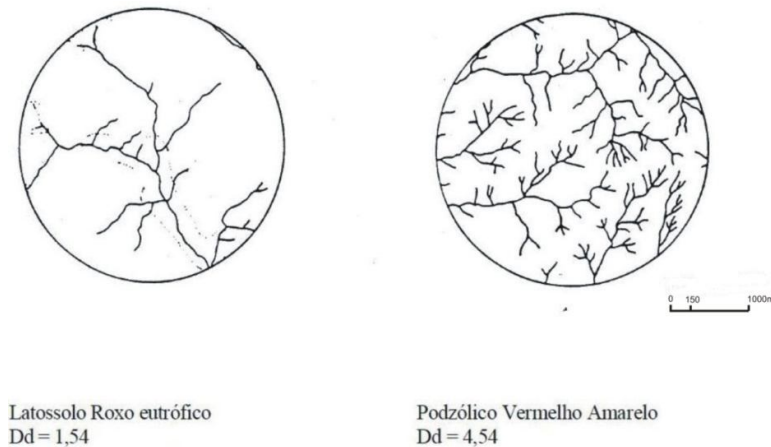


Figura 21. Amostras circulares. Fonte: Dematte, 2008.

### 3.6 - PERFIS TOPOGRÁFICOS E A CARTA HIPSOMÉTRICA (MAPA 2)

O perfil topográfico é uma representação gráfica de um corte vertical do terreno, elaborado a partir de uma base topográfica, segundo uma direção previamente escolhida. Ele permite que o relevo seja representado em duas dimensões, proporcionando uma visão lateral das formas do relevo, uma vez que o que é observado nesse produto são as distâncias entre as curvas de nível e o valor das mesmas. Ao “transportarmos” esses dados, distância das curvas em um eixo horizontal e o valor das curvas em um eixo vertical temos uma visão bidimensional do relevo.

No presente trabalho escolheu-se elaborar os perfis topográficos com o auxílio do Software Global Mapper, a partir de uma imagem SRTM. Com a imagem SRTM, basta apenas definir a posição e a orientação dos transectos, traçar o perfil sobre a tela e ele já é representado. Esse procedimento possibilita que sejam feitos inúmeros perfis com muita rapidez.

Os perfis topográficos foram elaborados para auxiliar na escolha das classes altimétricas da carta hipsométrica e também para auxiliar na compartimentação morfopedológica da área de estudo.

A carta hipsométrica consiste em um mapa temático que representa diferentes compartimentos altimétricos de uma área. O limite entre as classes são as próprias curvas de nível, entretanto varias curvas podem estar dentro de uma mesma classe. Na área de estudo, os intervalos altimétricos selecionados para melhor representar os compartimentos topográficos foram:

- < 840
- 840 - 860 m
- 860 - 880 m
- 880 - 940 m
- 940 - 980 m
- 980 - 1020 m
- > 1020

Optou-se pela elaboração digital da carta hipsométrica a partir de uma base digital vetorizada e de um SIG (ARCGIS). Os intervalos altimétricos são representados no produto final por cores. As cores utilizadas para os intervalos estão de acordo com Libault (1975) onde as cores frias (verde claro e amarelo) para as áreas mais baixas e cores quentes (vermelho e marrom) para as mais elevadas, que tem a intenção de passar uma “sensação” de aumento das altimetrias. Houve uma inversão proposital nos tons de verde, mais claro para altitudes maiores, nas planícies aluviais para melhorar o contraste no momento da impressão.

### **3.7 - CARTA CLINOGRÁFICA (MAPA 3)**

A carta clinográfica consiste em um produto gráfico que representa espacialmente as declividades existentes no espaço a ser estudado. É uma representação de variáveis que dependem das cotas altimétricas, sendo feito “sobre” uma carta de base onde o relevo é representado por curvas de nível. A

declividade é calculada a partir da relação da distância horizontal entre duas curvas de nível ou ponto cotado e a diferença entre elas.

Neste trabalho elaborou-se uma carta clinográfica digital, através de um Sistema de Informação Geográfica (SIG/ ARCGIS). Para essa elaboração foi utilizada uma base topográfica vetorizada, onde o SIG faz uma série de interpolações entre as curvas de nível e os pontos cotados, estabelecendo as declividades de cada área.

A forma digital de elaborar essa carta foi escolhida em função da praticidade, da velocidade que o SIG oferece, proporcionando a possibilidade de fazer testes sobre quais as classes de declividade são mais adequadas.

As declividades são agrupadas em classes escolhidas em função dos objetivos do trabalho. Para diferenciar as declividades optou-se em utilizar cores claras (amarelo e laranja) para os menores valores e cores escuras (vermelho e marrom) para os maiores. As classes escolhidas foram:

- $< 3^\circ$
- 3 -  $6^\circ$
- 6 -  $12^\circ$
- 12 -  $30^\circ$
- 30 -  $45^\circ$
- $> 45^\circ$

### **3.8 – TRABALHOS DE CAMPO**

Os trabalhos de campo, realizados ao longo da pesquisa, tiveram diversos objetivos de acordo com as necessidades de cada momento e podem ser divididos em:

- Reconhecimento das características físicas como geologia, geomorfologia e de uso da terra, através de observações gerais da paisagem, com vários percursos até os limites da bacia.

- Investigação de locais de ocorrência de turfas, percorrendo as áreas de planícies dos principais rios da bacia, através de sondagens a trado e descrição de perfis.
- Coleta de material para análises e ensaios laboratoriais.
- Refinamento da carta de solos da EMBRAPA/IAC através de descrição sistemática de perfis, ao longo de compartimentos morfológicos que foram individualizados através de foto interpretação. As descrições de campo foram realizadas adotando-se os parâmetros descritos por Lemos e Souza (1982): espessura de horizonte, transição entre horizontes e as características morfológicas dos horizontes (cor, textura, estrutura, porosidade, etc.).
- Controle da carta morfopedológica
- Elaboração de transectos e descrição dos materiais turfosos das planícies aluviais.

### **3.9 - ANÁLISES E ENSAIOS LABORATORIAIS**

Análises laboratoriais foram feitas com a finalidade de caracterizar melhor as diferenças existentes entre os materiais turfosos encontrados no compartimento “Planícies do Sorocá-Mirim e Vargem Grande”

Sete amostras foram enviadas ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa onde foram feitas análises de Zinco, Potássio, Matéria Orgânica Total, Carbono Orgânico, Umidade Total, Ácidos Húmicos, Ácidos Fúlvicos, N e H. Essas amostras foram coletadas em perfis selecionados em função de sua localização na bacia; as características morfológicas observadas em campo, orientou a coleta selecionando o horizonte que aparentava ter maior teor da matéria orgânica, que não sofria interferência do manejo agrícola, nem do lençol freático.

Os parâmetros selecionados para serem analisados em laboratório demonstraram as diferenças no grau de decomposição da matéria orgânica de cada horizonte coletado, capacidade de absorção de água e quantidade de componentes possivelmente provenientes do manejo agrícola presente.

O resultado analítico das amostras indicou os sítios mais propícios para que fosse feito o levantamento de detalhe. Selecionamos cinco áreas, dentro da bacia do Sorocá-Mirim, onde foi feito o trabalho de detalhe envolvendo o mapeamento das feições fluviais da zona de ocorrência do material orgânico, e elaboração de transectos bidimensionais em três zonas para avaliar, profundidade do depósito, espessura dos horizontes orgânicos e suas características morfológicas.

Uma marcha analítica (ANEXO 1) consistindo em dois ensaios laboratoriais com o objetivo de uma melhor caracterização das amostras coletadas também foi realizada.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

##### **4.1 A CARTA MORFOPEDOLÓGICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO SOROCA-MIRIM**

Tomando como referência a proposta da cartografia morfopedológica (TRICART; KILLIAN, 1979; CASTRO; SALOMÃO, 2000), a Bacia do Soroca-Mirim foi dividida em 7 áreas com características semelhantes, que constituem áreas homogêneas, representadas pelos compartimentos morfopedológicos.

Foram definidas a partir das características litológicas, da morfologia lida através da hipsometria, da clinografia, analisado o arranjo dos tipos de formas do relevo e também do padrão e densidade da rede de drenagem.

Para a leitura dessas variáveis uma série de pranchas foram construídas (Figura 22) o que possibilitou a delimitação dos compartimentos, estabelecendo-se um paralelo/correlação, entre a distribuição espacial de cada variável pelos setores da bacia.

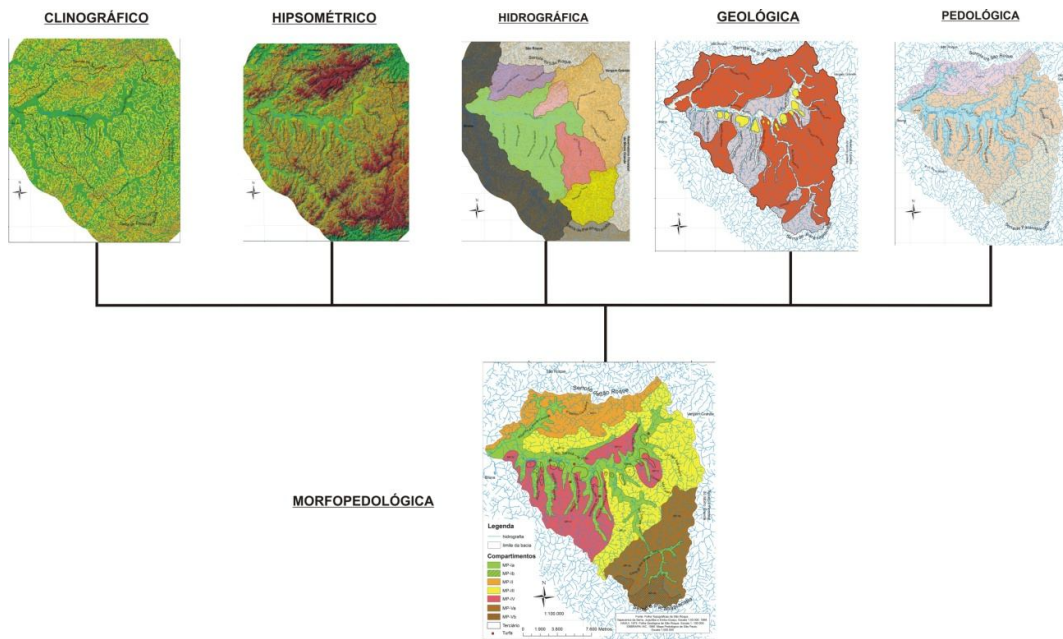


Figura 22: Etapas da Cartografia Morfopedológica

Os resultados da análise da Bacia do Sorocá-Mirim a partir da cartografia morfopedológica estão organizados da seguinte forma: a) apresentação geral da macro compartimentação da bacia; b) descrição dos elementos da base hidrográfica, a hipsometria e as declividades, a geologia e os solos; c) Descrição dos principais elementos da paisagem que caracterizam as unidades morfopedológicas individualizadas.

#### 4.1.1 - Macro compartimentação

Quatro grandes compartimentos morfológicos podem ser observados na Bacia do Sorocá-Mirim, com base na sua topografia, lida através das cartas hipsométrica (Mapa 2) e clinográfica (Mapa 3) além das informações da base hidrográfica (Mapa 1). São eles: (1) Serrote de São Roque, ao norte da bacia (980 a 1020 m), que corresponde a um setor da Serra de Taxaquara ; (2) em oposição, à Sudoeste estão os altos da Serra de Paranapiacaba com o desdobramento do maciço representado pela Serra de Caucaia (980-1020m); (3) os Morros e Colinas (880 a 980 m) que corresponde a zona de articulação entre os altos maciços que bordejam a bacia e os principais eixos de drenagem e (4) Planícies Fluviais (840 a 860 m). Tais macro-compartimentos podem ser também visualizados na imagem SRTM e nos perfis topográficos como mostra a figura 23, abaixo.

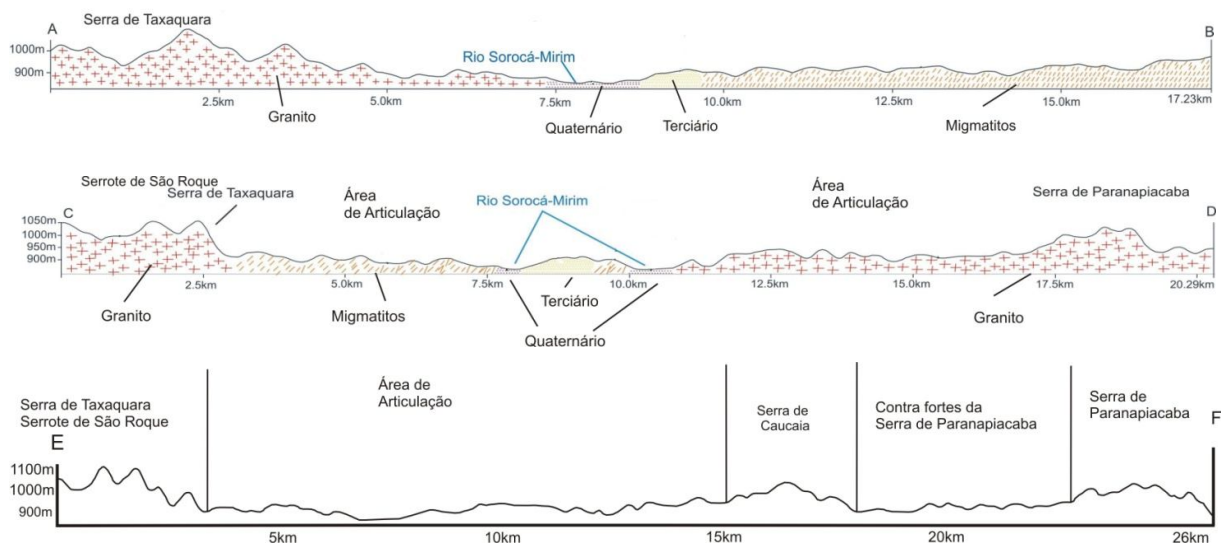
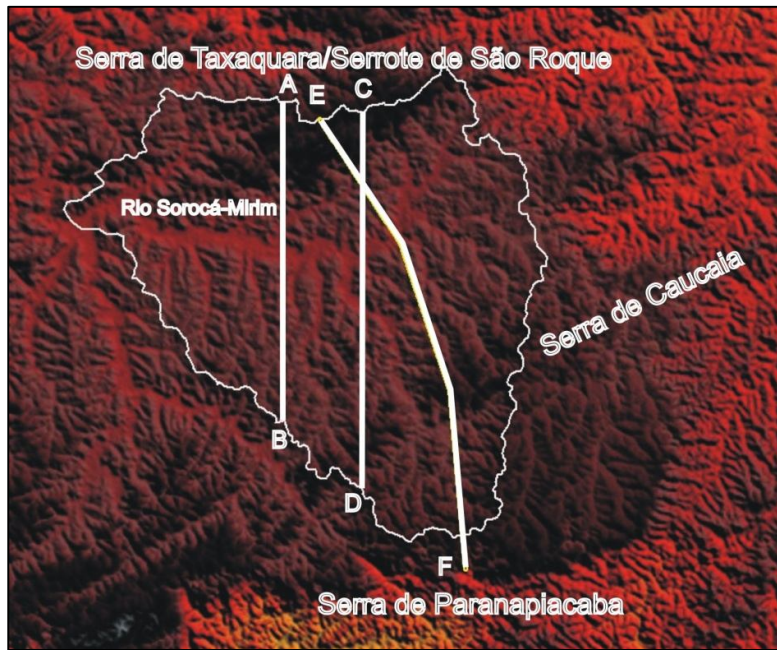


Figura 23: Perfis Topográfico-Geológicos A-B,C-D e perfil topográfico E-F.

O perfil A-B (figura 23) mostra uma zona com altitudes acima de 1000 metros, na margem direita do Rio Sorocá-Mirim onde se encontra o complexo granítico da Serra de Taxaquara, com a denominação local de Serrote de São Roque. As altitudes decrescem por 5 quilômetros até alcançarem um nível intermediário, também granítico, a 900 metros para chegar a 850 metros na planície fluvial quaternária do rio Sorocá-Mirim.

O perfil C-D (figura 23) assinala com destaque a zona com altitudes que ultrapassam os 1050 metros, na margem direita do Rio Sorocá-Mirim, também no maciço granítico do Serrote de São Roque, que passa em 2,5 km de extensão para uma zona de morros baixos a 950 metros de altitude onde dominam migmatitos. Na margem esquerda a partir da calha do Rio Sorocá-Mirim, a 850 metros, as altitudes crescem por uns 7,5 quilômetros até atingirem um a zona com mais de 1000 metros de altitude, onde se encontra a Serra de Paranapiacaba, também granítica.

O perfil E-F (figura 23) evidencia as altitudes mais elevadas, próximas dos 1100 metros na margem direita da bacia, na região da Serra de Taxaquara/Serrote de São Roque. Em 3 km aproximadamente as altitudes decrescem abruptamente para um nível de 900 metros, atingindo o intermediário, das colinas, com 10km de extensão. Após esses 15 km uma zona de altitudes próximas a 1000 metros na Serra de Caucaia. Há um nível com altitudes pouco a cima de 900 metros, separando a Serra de Caucaia da Serra de Paranapiacaba, que também tem altitudes entorno dos 1000 metros.

Esse três perfis e a imagem SRTM, assinalam também a forte assimetria da bacia, que pode ser notada nas formas de relevo com declividades mais acentuadas, interflúvios mais curtos e estreitos na margem direita em oposição aos da margem esquerda, mais longos e suaves. Todo esse arcabouço morfológico esta também, nitidamente marcado, pelo arranjo da drenagem da bacia.

#### **4.1.2 Análise da Bacia Hidrográfica (Mapa 1)**

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim com uma área de 370,85 Km<sup>2</sup> apresenta densidade de drenagem de 2,39. Os interflúvios principais, praticamente retilíneos, confere a bacia uma forma geométrica, com arestas. Esse forma da bacia, com interflúvios retilíneos se deve à *drenagem regional, ser fortemente condicionada pelas estruturas.*

A Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim foi dividida em sub-bacias para melhor caracterização das unidades.

Ao sul, as nascentes, no contraforte da face Norte da Serra de Paranapiacaba, marcam o alto curso do Sorocá-Mirim; ai observa-se que a Sub

Bacia do Córrego dos Grilos, mostra canais com padrão dendrítico, e alta densidade. O desenho da drenagem chama atenção, pois dois canais de com nascentes em posições opostas, definem uma nítida orientação nordeste/sudoeste, onde a drenagem se encaixou. Morfologicamente, a parte jusante dessa sub-bacia, está limitada pelas terras altas da Serra de Caucaia, que se individualiza como um pequeno maciço, separado da Serra de Paranapiacaba, exatamente por esse corredor linear onde esta alojado o Córrego dos Grilos.

Para jusante no centro-oeste da Bacia principal, observa-se a Sub Bacia Médio Sorocá-Mirim, na qual os canais basicamente apresentam o padrão de drenagem dendrítico de média densidade. O canal principal, médio Sorocá-Mirim, apresenta orientação sudeste/noroeste se estendendo até próximo a confluência com o Ribeirão da Vargem Grande.

A leste, a Sub Bacia do Ribeirão da Vargem Grande, principal formador do Soroca-Mirim, apresenta basicamente padrão dendrítico de média densidade. Exceção com relação à densidade é a área do canal principal, com orientação nordeste/sudoeste onde a densidade é baixa.

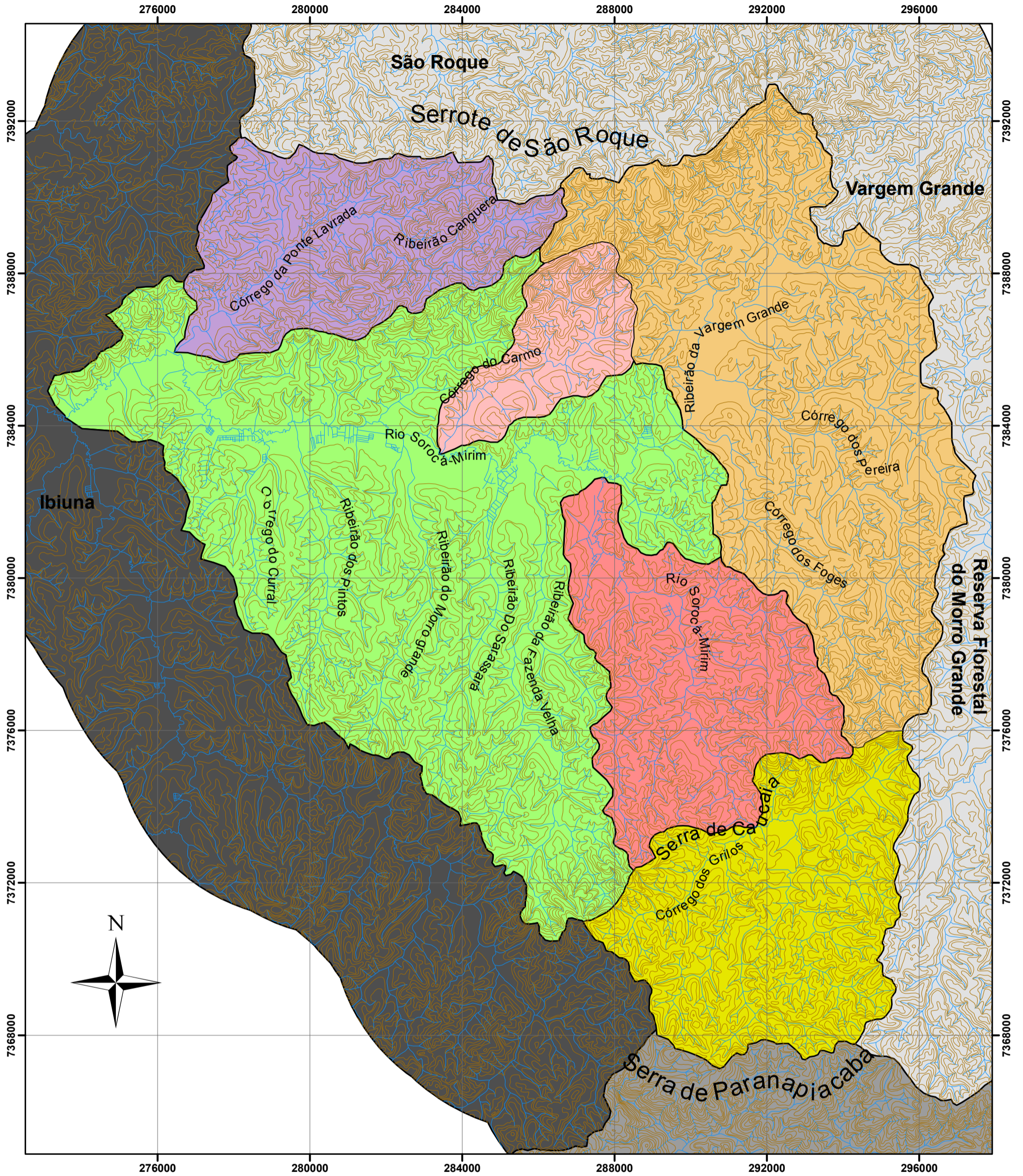
No Centro-Norte da bacia, encontra-se a pequena sub-bacia do Córrego do Carmo, que também mostra canais de padrão dendrítico de alta densidade. O canal principal também apresenta orientação nordeste/sudoeste, comum na margem direita do vale.

A noroeste, a sub-bacia do Córrego da Ponte Lavrada, cujas nascentes estão nos contrafortes da Serra de São Roque, repete o mesmo padrão e a mesma densidade das demais sub-bacias da margem direita.

Na área centro/leste o baixo Sorocá-Mirim, também foi individualizado como uma sub-bacia. O canal principal tem orientação leste/oeste e padrão meandrante. Cotovelo e formas em arco aparecem ao longo do Soroca-Mirim no limite com a Sub-Bacia do Ribeirão Vargem Grande, este com nítida orientação norte/sul. Na margem esquerda do Sorocá-Mirim, após a confluência com o Vargem Grande, o padrão de drenagem é principalmente dendrítico, mas percebe-se uma subordinação importante do padrão paralelo com orientação preferencial norte-sul. É também o único setor da bacia que apresenta densidade de drenagem mais baixa, local onde esta instalada a planície aluvial e os terraços.

Uma clara assimetria é observada em relação às margens esquerda e direita. Os rios da margem direita têm menor extensão e apresentam orientação nordeste/sudoeste. Enquanto os rios da margem esquerda são mais extensos e com orientação sul/norte. Os rios da bacia apresentam basicamente o padrão dendrítico, com trechos retangulares, localmente em estilo baioneta e formas em arco.

Mapa 1: Carta Hidrográfica



**Legenda**

- Curvas de Nível
- Rede de Drenagem

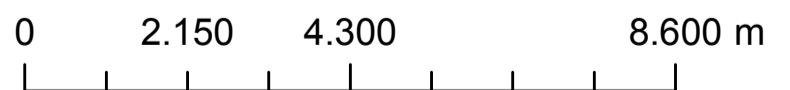
**Bacias Hidrográficas**

- Bacia Hidrográfica Cotia/Tiete
- Bacia Hidrográfica do Ribeira de Iguape
- Bacia Hidrográfica do Sorocaba

**Sub Bacias**

- Córrego do Carmo
- Córrego dos Grilos
- Médio Sorocá-Mirim
- Ribeirão da Ponte Lavrada
- Ribeirão da Vargem Grande
- Baixo Sorocá-Mirim

1:100.000



Fonte: Folhas topográficas de São Roque, Itapeperica da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu. Escala 1: 50.000. 1984.  
 Elaboração: Cardona, 2011  
 Projeção UTM; Datum Horizontal SAD69; Meridiano Central 45°. Fuso Central 23

#### **4.1.3 – Carta Hipsométrica (Mapa 2) e Carta Clinográfica (Mapa 3)**

A carta hipsométrica, Mapa 2, foi elaborada a partir da análise de vários perfis topográficos, construídos com o objetivo de se estabelecer os níveis topográficos mais representativos. Foram destacadas 6 classes altimétricas, gerando uma compartimentação da área de estudo.

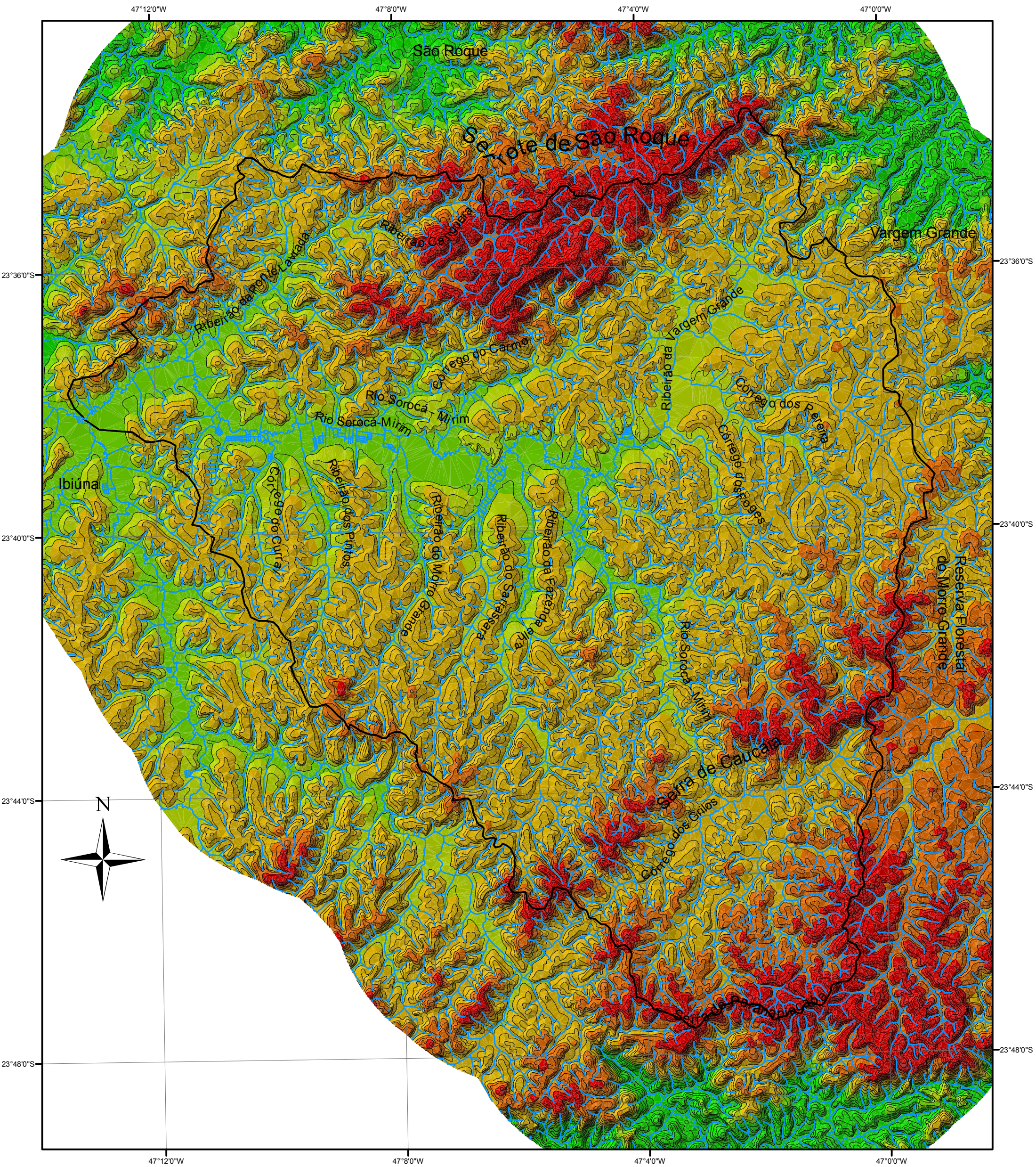
O nível altimétrico mais baixo da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim, esta entre 840 e 860 metros. Neste nível estão alojadas as planícies de inundação do Rio Sorocá-Mirim e do Córrego da Vargem Grande, assim como as de seus principais afluentes. Essas áreas são planas estando entre 0° e 3°. Pequenos desníveis e rampas situadas na articulação entre planície-terraços-baixa vertente, não puderam ser representadas tendo em vista a escala e equidistância das curvas de nível, da carta topográfica, que gerou esses produtos. Mesmo assim, foi possível relacionar o nível de 860-880 metros e que aparece com maior expressão no alto Vargem Grande, aos terraços mais contínuos e preservados e o início das baixas colinas.

O nível altimétrico entre 880 e 940 metros com declividades entre 3° e 12 °, ocupa a maior área da bacia. Assinala muito bem a assimetria da drenagem e conseqüentemente a direção e expressão areolar interfluvial. Corresponde ao conjunto de colinas e morros da zona de articulação entre os morros e serras das bordas norte e sudeste da bacia e as planícies fluviais. Constitui também, os divisores da bacia, na face sudoeste (bacia do Soroca-Buçú) e no extremo nordeste (sistema Cotia/Tiete). No topo desses interflúvios, pequenos níveis residuais descontínuos, pontilham setores mais elevados 940-980 metros e com declividades mais acentuadas. Pode-se observar com clareza, o vale dos Grilos, rebaixado nesse nível altimétrico, encravado entre a Serra de Paranapiacaba e a Serra de Caucaia. As declividades mais acentuadas (30°) nas serras, em contraposição com as mais baixas dos fundos dos vales do Córrego dos Grilos e afluentes (3°) tornam esse conjunto morfologicamente diferenciado.

O conjunto representado pelos níveis de 940 e 1020 metros, esta relacionado às Serras de Taxaquara / Serrote de São Roque e aos divisores e contrafortes da Serra de Paranapiacaba, onde se encontram as nascentes do

Rio Sorocá-Mirim. Aí também aparecem as maiores declividades, entre 30° e 45°. Nos flancos desses sistemas serranos, uma zona transicional aparece com declividades na classe dos 12° a 30° e altitudes entre 940 e 980 metros. Esses interflúvios rebaixados são mais extensos e orientados na zona da Serra de Paranapiacaba e bem mais restritos nas porções da Serra de São Roque.



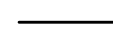

Mapa 2: Carta Hipsométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim



Hipsometria (m)

1:100.000

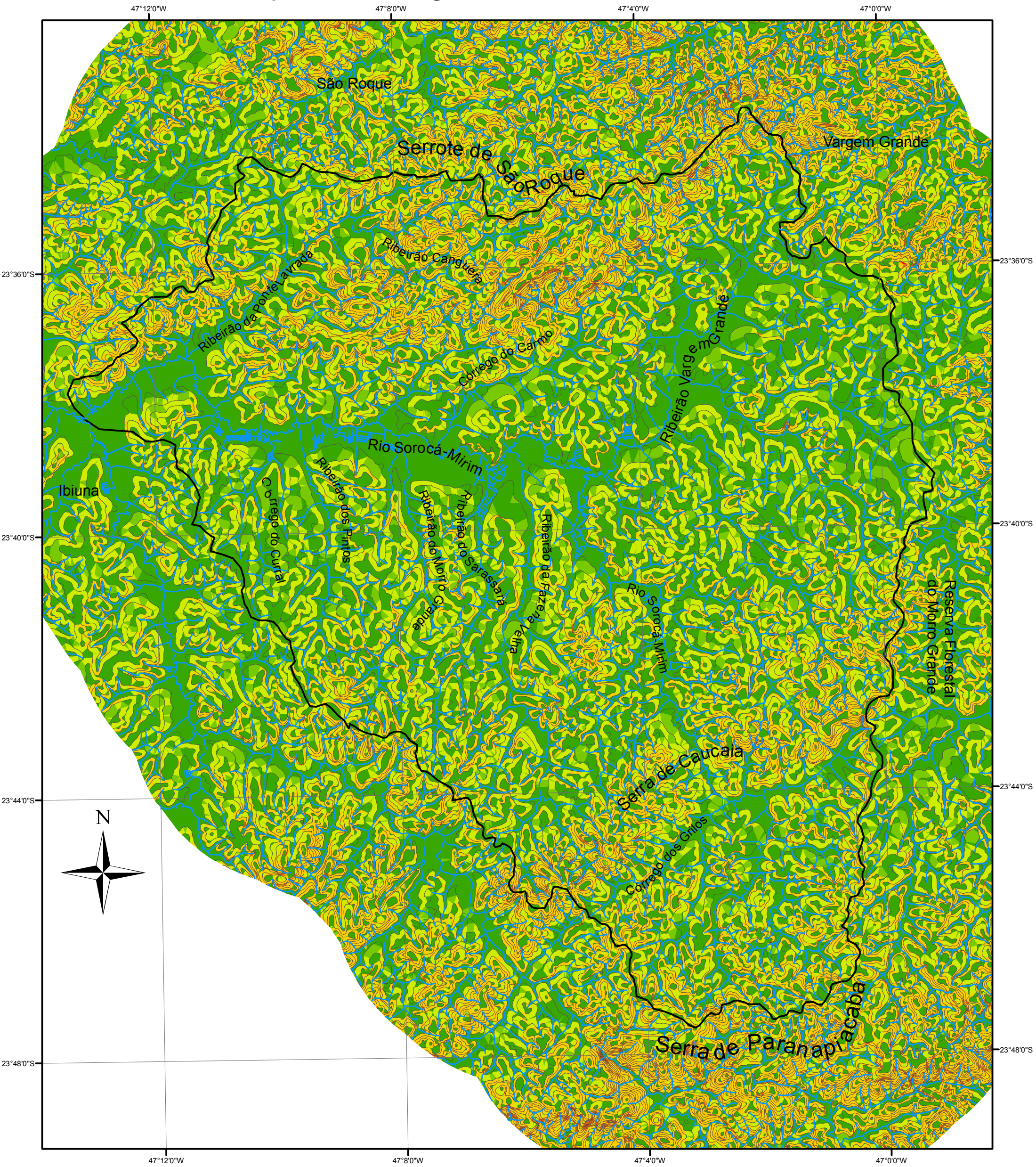
**Legenda**

-  Rede de Drenagem
  -  Limite da Bacia
  -  Curva de Nível
- |   |        |
|---|--------|
|  | > 1020 |
|  | 980    |
|  | 940    |
|  | 880    |
|  | 860    |
|  | 840    |
|  | < 720  |

0 1.800 3.600 7.200 metros

Fonte: Folhas topográficas de São Roque, Itapeceira da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu. Escala 1: 50.000. 1984.  
 Elaboração: Cardona, 2011  
 Projeção UTM; Datum Horizontal SAD69; Meridiano Central 45°.  
 Fuso Central 23










# Mapa 3: Carta Clinográfica da Bacia do Rio Sorocá-Mirim



## Classes de Declividade (°)

1:100.000

### Legenda

-  Rede de Drenagem
-  Limite da Bacia
-  Curvas de Nível
-  < 3
-  3 - 6
-  6 - 12
-  12 - 30
-  30 - 45
-  > 45

0 1.750 3.500 7.000 metros

Fonte: Folhas topográficas de São Roque, Itapeçerica da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu. Escala 1: 50.000. 1984  
 Elaboração: Cardona, 2011  
 Datum Horizontal SAD69; Meridiano Central 45°  
 Fuso Central 23

#### **4.1.4 – Mapa Geológico (Mapa 4) e Mapa Pedológico (Mapa 5)**

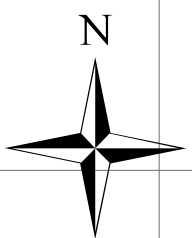
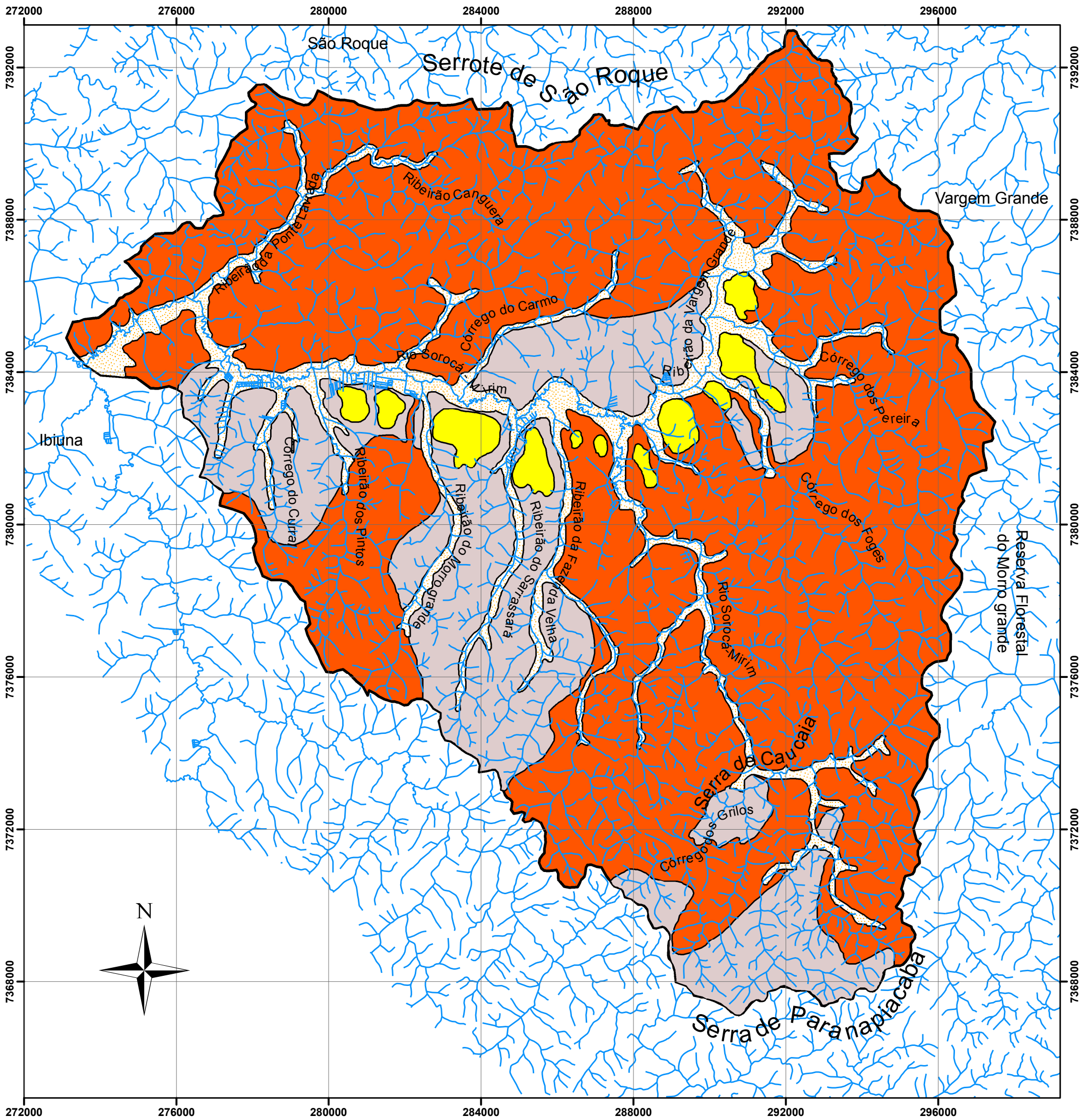
Diferentemente das cartas anteriores, os Mapas Geológico e Pedológico, são produtos primários extraídos de compilações de documentos temáticos produzidos em escalas média e pequena respectivamente. Para o Mapa Pedológico, houve uma complementação feita a partir dos trabalhos de campo, que, no entanto, não mudou os limites das unidades; apenas foram assinaladas algumas associações de solos.

De maneira geral, existe uma correlação grande entre a distribuição dos solos e as unidades litológicas. Assim às grandes manchas do Maciço Granítico - Serrote de São Roque - se relacionam os Argissolos Vermelho-Amarelo e Cambissolos Háplicos, sendo que nos contrafortes rebaixados dessa serra, sobre granitos e migmatitos vão aparecer coberturas latossólicas e Cambissolos.

No conjunto da Serra de Caucaia e Paranapiacaba, dominam granitóides, com intercalações de migmatitos. Sobre essas rochas estão relacionados os Cambissolos e Litossolos que pelas características texturais mostram clara litodependência. Desse conjunto para norte, em direção à calha do Soroca-Mirim, indiferentemente se sobre granitos e ou migmatitos os solos dominantes são os Latossolos Vermelho-Amarelos com associação de Cambissolos Háplicos.

Os sedimentos terciários, assinalados no mapeamento geológico (Hasui,1975) que aparece de forma descontínua, em pequenas manchas, apenas na margem esquerda do Vargem Grande e do Soroca-Mirim, não foram encontrados. Nas suas posições, encontram-se perfis latossólicos espessos e vermelhos, que em alguns locais apresentam-se assentados sobre material siltoso de alteração dos micaxistos.

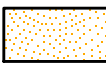



Mapa 4: Mapa Geológico da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim



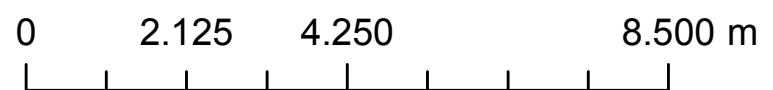
**Legenda**

— Rede de Drenagem

**Litologia**

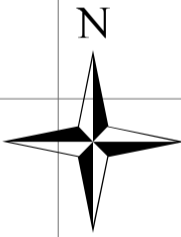
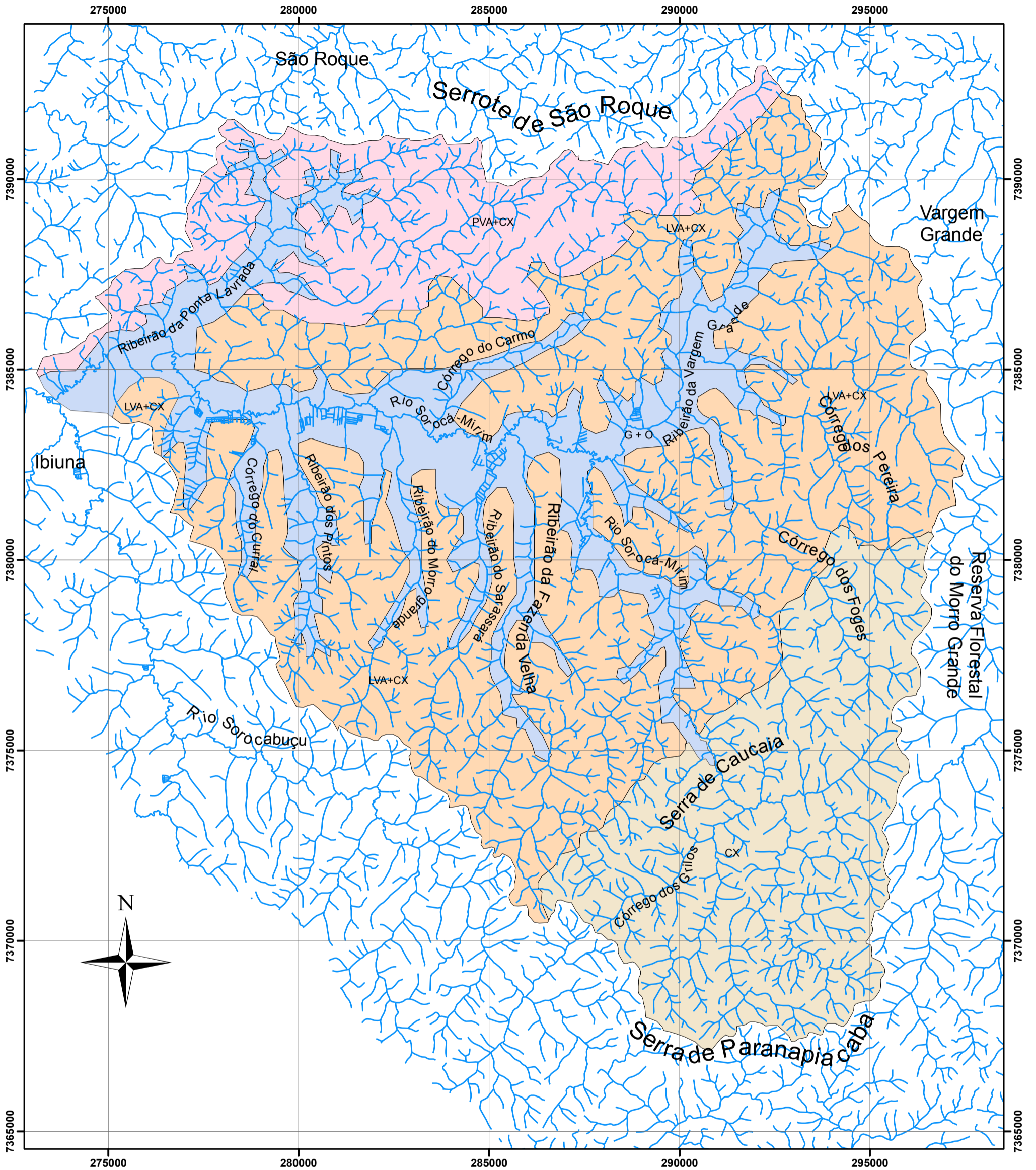
-  Sedimentos inconsolidados aluvionares (areia, argila, silte, turfa e cascalho) - Quaternário
-  Sedimentos inconsolidados flúvio-lacustrinos, em encosta (argila, silte, areia e cascalho) - Terciário
-  Migmatitos - Pré-Cambriano-Superior
-  Granitos - Pré-Cambriano-Superior

1:100.000



Fonte: Folha Topográficas de São Roque, Itapeperica da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu. Escala 1:50.000. 1984. HASUI, 1975. Folha Geológica de São Roque. Escala 1: 100.000. Elaboração: Cardona, 2012. Projeção UTM; Datum Horizontal SAD 69; Meridiano Central 45° Fuso Central 23 Adaptação: CARDONA, 2012

Mapa 5: Mapa Pedológico da Bacia do Rio Sorocá-Mirim

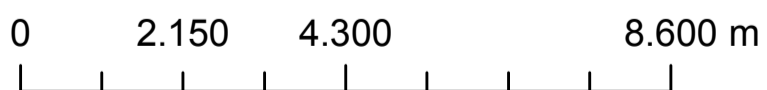


**Legenda**

— Rede de Drenagem

- Tipos de Solo**
- CX Cambissolos Háplicos
  - G + O Gleissolos + Organossolos
  - LVA + CX Latossolos Vermelho-Amarelo+Cambissolos Háplicos
  - PVA + CX Argissolos Vermelho-Amarelos + Cambissolos Háplicos

1:100.000



Fonte: Folha Topográficas de São Roque, Itapeerica da Serra, Juquitiba e Embu-Guaçu. Escala 1:50.000. 1984. EMBRAPA/ IAC, 1999. Mapa Pedológico de São Paulo. Escala 1:500.000. Elaboração : Cardona, 2012. Projeção UTM; Datum Horizontal SAD69; Meridiano Central 45°. Fuso Central: 23

#### 4.1.5- Amostras Circulares

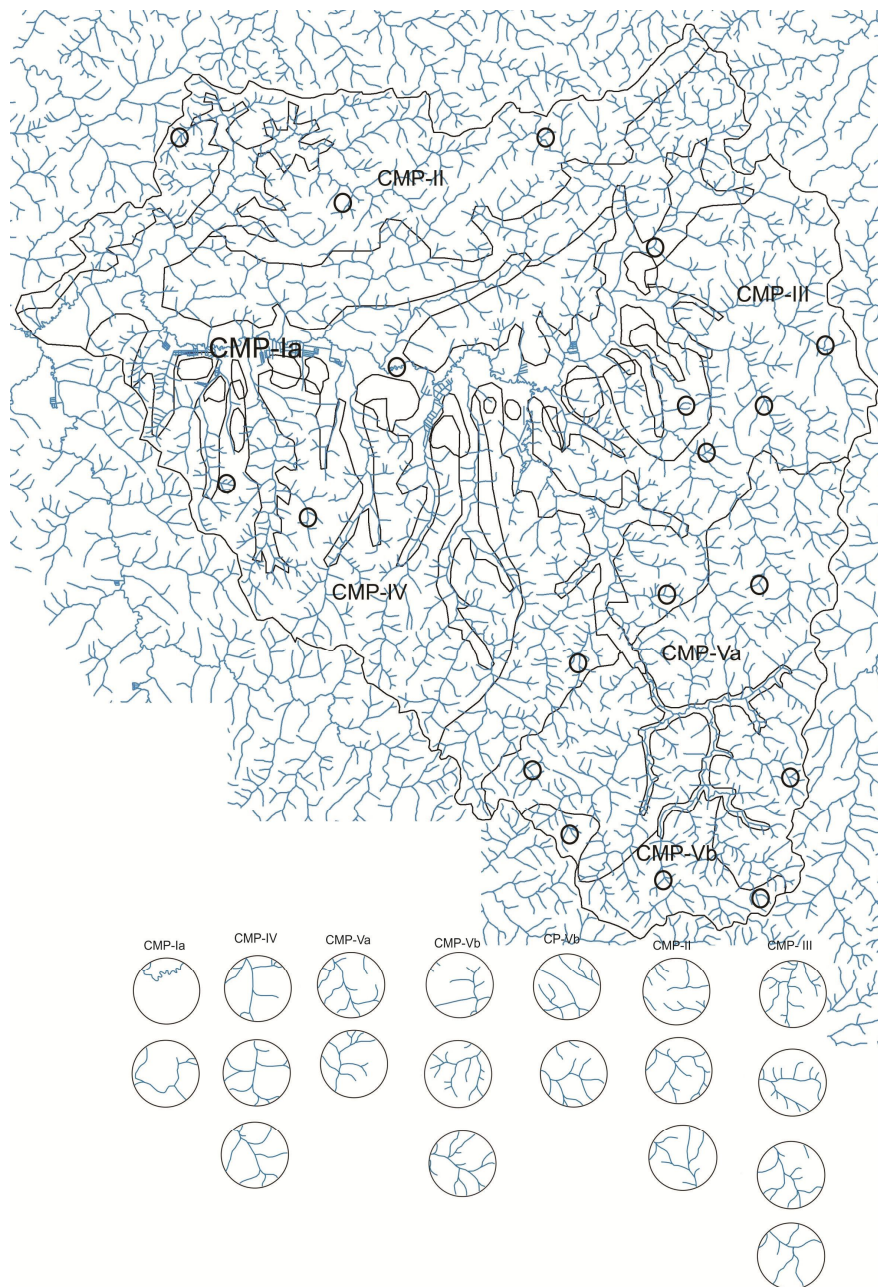


Figura 24: Ponto de localização das amostras circulares

Os exemplo das amostras circulares feitas com objetivo de detalhar a carta pedológica e aplicada aos compartimentos apresentaram os seguintes resultados:

COMPARTIMENTO MORFOPEDEOLÓGICO	GEOLOGIA	Dd	F	Lm	T	CT
<b>CMP - Ia "Planícies do Sorocá-Mirim e Vargem Grande"</b>	cascalho, areia, silte e argila (quaternário)	1,63	2,84	0,57	0,89	0,23
<b>CMP-II "Serrote de São Roque"</b>	granitos Maciço de Ibiuna (Pré Cambriano Superior)	3,33	8,13	0,41	2,55	0,65
<b>CMP-III "Bairro do Carmo"</b>	granitos Maciço de Ibiuna (Pré Cambriano Superior)	4,27	8,33	0,51	2,61	0,66
<b>CMP-IV "Bairro Votorantim"</b>	migmatitos (Pré Cambriano Superior)	3,25	7,52	0,4	2,36	0,6
<b>CMP-Va "Bairro Cachoeira"</b>	granitos Maciço de Caucaia (Pré Cambriano Superior)	3,78	7,72	0,49	2,42	0,62
		4,06	7,72	0,53	2,42	0,62
<b>CMP-Vb "Serra de Paranapiacaba"</b>	migmatitos (Pré Cambriano Superior)	3,82	9,51	0,4	2,98	0,76

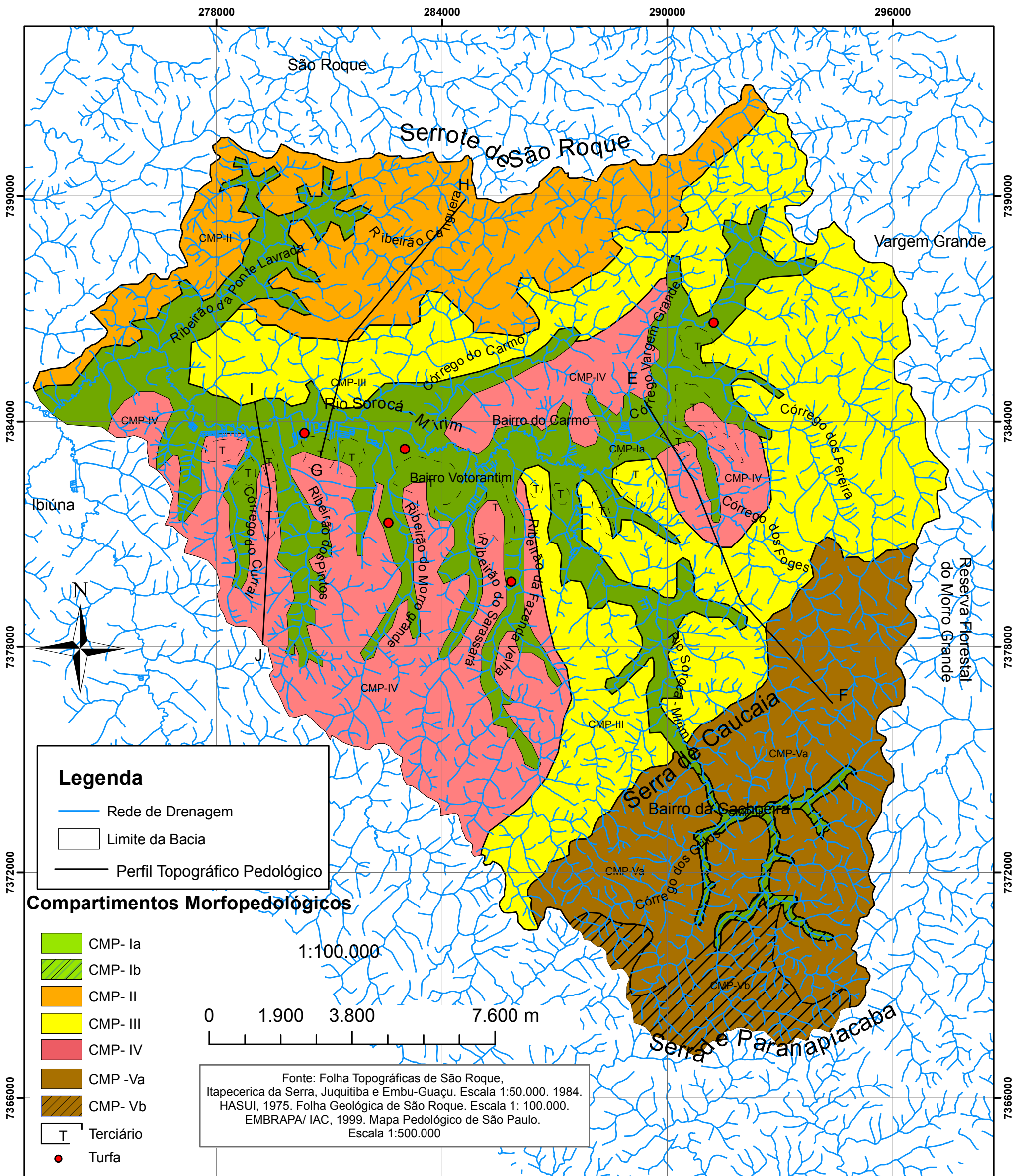
Tabela 6 : resultados das amostras circulares : densidade de drenagem (Dd); frequência de rios (F); comprimento médios dos rios (Lm); razão de textura (T) ; classe de textura topográfica (CT)

A análise das amostras circulares (tabela 6) não foi conclusiva no que se refere a um refinamento da carta pedológica já existente. Com exceção do compartimento V os demais compartimentos apresentam valores muito próximos, não proporcionando uma diferenciação dos solos no seu interior. Certamente, esse problema ocorreu porque no geral o padrão e a densidade de drenagem são efetivamente muito semelhantes em cada CMP. Ela poderia ter sido mais efetiva se tivesse sido utilizada para diferenciar os compartimentos entre si e não na busca de estabelecer sub-unidades. Uma análise mais refinada, relacionando com aspectos morfológico particulares certamente levariam a melhores resultados.

#### 4.1.6 - Compartimentos Morfopedológicos (Mapa 6)

A seguir serão expostos os compartimentos morfopedológicos individualizados no mapa (mapa 6) e apresentadas as características de cada unidade.

Mapa 6: Mapa Morfopedológico da Bacia do Rio Sorocá-Mirim



COMPARTIMENTO MORFOPEDEOLÓGICO	GEOLOGIA	RELEVO				COBERTURA PEDOLÓGICA	USO DA TERRA	ÁREA (Km²)
		HIPSOMETRIA (m)	DECLIVIDADES (°)	MORFOLOGIA	REDE DE DRENAGEM			
CMP- Ia "Planícies do Rio Sorocá-Mirim e do Ribeirão Vargem Grande"	cascalho, areia, silte e argila (quaternário)	840 - 880	0 - 3	Planícies de inundação, terraços e vales de fundos planos	padrão meandrante, densidade baixa	gleissolos	olericultura	76,24
CMP- Ib "Planícies do Córrego dos Grilos"	cascalho, areia, silte e argila (quaternário)	880 - 940	0 - 3	Planícies de inundação, terraços e vales de fundos planos	padrão dendrítico, densidade baixa	gleissolos	olericultura e mata	3,95
CMP-II "Serrote de São Roque"	granitos Maciço de Ibiúna (Pré Cambriano Superior)	980 - 1020	30 - 45	Escarpa/ Serrote de São Roque	padrão dendrítico, densidade de média a alta	argissolo + cambissolo	olericultura e mata	47,32
CMP-III "Bairro do Carmo"	granitos Maciço de Ibiúna (Pré Cambriano Superior)	880 - 940	3 - 12	Colinas	padrão dendrítico, densidade de média a alta	latossolo + cambissolo	olericultura, campos sujos e zona fracamente urbanizada e de expansão urbana	103,49
CMP-IV "Bairro Votorantim"	migmatitos (Pré Cambriano Superior)	880 - 940	3 - 12	Colinas	padrão dendrítico, densidade de média a alta	latossolo + cambissolo	olericultura, campos sujos e zona fracamente urbanizada, chácaras de expansão urbana	69,7
CMP-Va "Bairro Cachoeira"	granitos Maciço de Caucaia (Pré Cambriano Superior)	940 - 1020	12 - 30	Morros	padrão dendrítico, densidade alta	cambissolo	olericultura e mata	57,42
CMP-Vb "Serra de Paranapiacaba"	migmatitos (Pré Cambriano Superior)	940 - 1020	12 - 30	Contra-Fortes da Serra de Paranapiacaba	padrão dendrítico, densidade alta	cambissolo	olericultura e mata	12,72

COMPARTIMENTO MORFOPEDELÓGICO	GEOLOGIA	RELEVO				COBERTURA PEDOLÓGICA	USO DA TERRA	ÁREA (Km <sup>2</sup> )
		HIPSOMETRIA (m)	DECLIVIDADES (°)	MORFOLOGIA	REDE DE DRENAGEM	CLASSE DE SOLOS		
<b>CMP - Ia "Planícies do Rio Sorocá-Mirim e do Ribeirão Vargem Grande"</b>	cascalho, areia, silte e argila (quaternário)	840 - 880	0 - 3	Planícies de inundação, terraços e vales de fundos planos	padrão meandrante, densidade baixa	gleissolos	olericultura	76,24
<b>CMP - Ib "Planícies do Córrego dos Grilos"</b>	cascalho, areia, silte e argila (quaternário)	880 - 940	0 - 3	Planícies de inundação, terraços e vales de fundos planos	padrão dendritico, densidade baixa	gleissolos	olericultura e mata	3,95
<b>CMP-II "Serrote de São Roque"</b>	granitos Maciço de Ibiuna (Pré Cambriano Superior)	980 - 1020	30 - 45	Escarpa/ Serrote de São Roque	padrão dendritico, densidade de média a alta	argissolo + cambissolo	olericultura e mata	47,32
<b>CMP-III "Bairro do Carmo"</b>	granitos Maciço de Ibiuna (Pré Cambriano Superior)	880 - 940	3 - 12	Colinas	padrão dendritico, densidade de média a alta	latossolo + cambissolo	olericultura, campos sujos e zona fracamente urbanizada e de expansão urbana	103,49
<b>CMP-IV "Bairro Votorantim"</b>	migmatitos (Pré Cambriano Superior)	880 - 940	3 - 12	Colinas	padrão dendritico, densidade de média a alta	latossolo + cambissolo	olericultura, campos sujos e zona fracamente urbanizada, chácaras de expansão urbana	69,7
<b>CMP-Va "Bairro Cachoeira"</b>	granitos Maciço de Caucaia (Pré Cambriano Superior)	940 - 1020	12 - 30	Morros	padrão dendritico, densidade alta	cambissolo	olericultura e mata	57,42
<b>CMP-Vb "Serra de Paranapiacaba"</b>	migmatitos (Pré Cambriano Superior)	940 - 1020	12 - 30	Contra -Fortes da Serra de Paranapiacaba	padrão dendritico, densidade alta	cambissolo	olericultura e mata	12,72

Tabela 7: Legenda do Mapa Morfopedológico

O compartimento **CMP1a – Planícies do Rio Sorocá-Mirim e do Ribeirão da Vargem Grande** apresenta uma área de 76,23Km. Está relacionado com as planícies de inundação do Rio Sorocá-Mirim e do Ribeirão da Vargem Grande, bem como dos principais afluentes da margem esquerda da bacia do Soroca-Mirim. (figura 25)



Figura 25: Foto da planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim.

As cotas altimétricas dominantes estão entre 840 e 860 metros. O setor montante dos ribeirões principais que compõem a bacia, os vales de fundo chato com planícies aluvionares, estão em altitudes que variam entre 840 a 860 metros.

No compartimento predominam inclinações entre 0° e 3°, sendo este, praticamente plano. Apenas em pequenas áreas, limítrofes, com outros compartimentos, a declividade aumenta ligeiramente, não saindo, entretanto da classe predominante do compartimento.

Apresenta feições morfológicas características de ambientes fluviais com extensas planícies de inundação, baixa densidade de drenagem, canais com padrão meandrante, meandros abandonados e vales de fundo plano.

O material litológico desse compartimento é predominantemente do quaternário, sendo composto de material inconsolidado (areia, silte, argila, cascalho). Pequenas áreas apresentam o que foi mapeado por Hasui (1976) como material do terciário, mas que na realidade correspondem a pequenas colinas recobertas com material latossólico.

Nos planos aluviais e nos fundos de vale, locais onde o nível do lençol freático normalmente é mais elevado, dominam os gleissolos. Associados a eles, nas planícies aluviais mais amplas, e a níveis de terraço do Rio Soroca-Mirim, e afluentes e também no Córrego Vargem Grande aparecem de forma descontínuas, importantes depósitos de turfas, que serão objeto da apresentação mais detalhada no capítulo seguinte deste trabalho. (figura 26)



Figura 26: Foto de perfil de turfeira.

O compartimento **CMPIb - Planícies do Córrego dos Grilos** corresponde a zona do alto Sorocá-Mirim. Apresenta com uma área de 3,95Km<sup>2</sup>, encontra-se em um nível altimétrico elevado, verdadeiro patamar, suspenso entre 880 e 940 metros.

As feições morfológicas presentes no compartimento são planícies de inundação, com canais apresentando padrão meandrante (figura 27) baixa densidade de drenagem e vales de fundo chato.



Figura 27: Foto mostrando meandro existente no sistema fluvial do compartimento CMPIb

O material litológico desse compartimento é predominantemente do quaternário, sendo composto de material inconsolidado (cascalho, areia, silte e argila).

Apresenta características bem similares às do compartimento CMPIa. O que os difere, e foi critério para divisão entre eles, é o CMPIb está em nível altimétrico, muito mais elevado (880-940m) pois constitui os setores de nascentes do Soroca-Mirim, nas porções serranas de Caucaia e contrafortes da Serra de Paranapiacaba. O alinhamento estrutural onde o vale do Córrego dos Grilos esta alojado, aliado a incisão importante no momento que o Córrego dos Grilos secciona os interflúvios lineares da Serra de Caucaia (CMPVa) definem um sistema suspenso nessa zona de cabeceiras, daí sua individualização.

O compartimento **MPII - Serrote de São Roque**, com uma área de 47,32Km<sup>2</sup>, esta a Norte/Noroeste da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim em uma zona onde as altitudes variam entre 980 e 1020m.

A maior parte da área apresenta inclinação entre 30° e 45°, porém em algumas zonas, como a Sudeste e a Nordeste, as declividades chegam a ser superiores a 45°. Essas áreas, de maiores inclinações, são limítrofes entre este compartimento e o compartimento CMPIII. É a área da bacia que apresenta as maiores altitudes e as declividades mais acentuadas.

Este compartimento está relacionado às “escarpas” do Serrote de São Roque, zona das nascentes dos afluentes da margem direita do Rio Sorocá-Mirim, que formam um “degrau” com desnível de 200 metros.

O material litológico é o granito (Maciço de Ibiúna), que pode apresentar perfis de alteração profunda ao mesmo tempo que em pontos do compartimento é possível observar a rocha aflorando nas vertentes constituindo campos de matacões. (figura 28)



Figura 28: Foto mostrando o aspecto morfológico do compartimento CPMII e afloramento de granito

Os solos desse compartimento, segundo a Carta Pedológica do Estado de São Paulo (EMBRAPA/IAC, 1999) são os Argissolos Vermelho – Amarelo. Um “refinamento” dessa carta foi feito através de trabalhos de campo, onde observou-se, que na área a classe de solo predominante é a dos Cambissolos Háplicos (figura 29) ;ocorrem Argissolos em pequenos setores e não de forma generalizada. Dessa forma, optou-se por fazer uma associação entre a carta disponível e o refinamento elaborado durante o trabalho, onde o solo do compartimento resultou em Argissolo Vermelho-Amarelo + Cambissolo Háplico.

## PERFIL TIPO DO COMPARTIMENTO

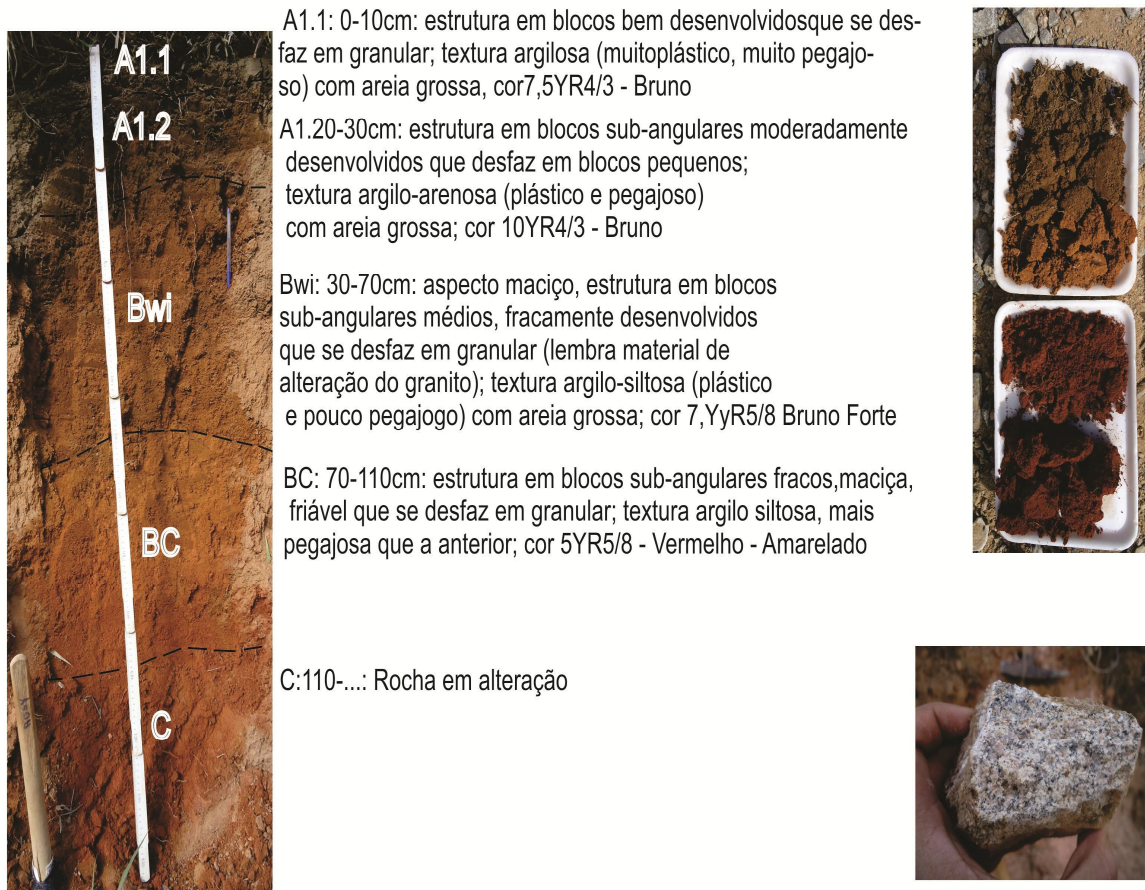


Figura 29: perfil tipo do compartimento CMPII, detalhe dos horizontes e rocha

O compartimento **MPIII - Bairro do Carmo** apresenta uma área de 103,49Km<sup>2</sup>, o mais extenso dos compartimentos. Encontra-se em uma zona com altitudes que variam entre 880 e 940 metros com poucos pontos mais elevados, em topos de interflúvios. A maior parte do compartimento está a Leste e Sudeste da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim.

As declividades variam entre 3° e 6° e apenas uma pequena área do interflúvio entre o Ribeirão da Fazenda Velha e do Rio Sorocá-Mirim, apresenta desníveis mais acentuados, entre 6° e 12° graus.

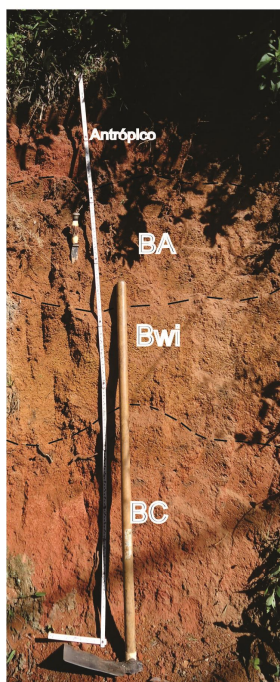
As feições morfológicas características são amplas colinas (figura 30) que foram entalhadas pelos afluentes principais do Ribeirão Vargem Grande e pelo médio curso do Rio Sorocá-Mirim.



Figura 30: colinas do compartimento CMPIII

O material litológico é o granito (Maciço de Ibiúna). Os solos, segundo a Carta Pedológica do Estado de São Paulo, são os Latossolos Vermelho-Amarelos. Nos trabalhos de campo para detalhamento dos solos, verificou-se que nesse compartimento a classe de solo predominante, é a dos Cambissolos Háplicos (figura 31). Assim após o refinamento a classe dos solos ficou sendo a associação Latossolo Vermelho Amarelo + Cambissolo Háplico.

### PERFIL TIPO DO COMPARTIMENTO



Antrópico: 0-30cm: material antrópico

BA: 30-60cm: textura argilosa (plástico/pegajoso), presença de muita areia grossa; cor: 5YR6/8 - Amarelo - avermelhado

Bwi: 60-110cm: material extremamente fino, argiloso(plástico/pegajoso), apesar de continuar aparecendo areia grossa; cor: 10YR6/8 - Amarelo - Brunado

BC: 110-180cm: idem anterior com menor presença de areia grossa; textura argilo-arenosa (plástica/pegajosa); cor: 2,5YR5/8 - Vermelho



O perfil apresenta cor variando do bruno-amarelado ao vermelho.

Apresenta dominância de areia composta por quartzo.

O perfil, por inteiro, apresenta um aspecto grosseiro.

Figura 31: perfil tipo do compartimento CMPIII.

O compartimento **CMPIV - Bairro Votorantim**, apresenta uma área de 69,70Km<sup>2</sup> e encontra-se em uma zona altimétrica entre 880 e 940 metros. Algumas zonas ultrapassam esse intervalo, no interflúvio que limita a bacia a Sudoeste, nas cabeceiras dos afluentes principais da margem esquerda do Rio Sorocá-Mirim. As declividades predominantes estão entre 3° e 6°, apenas na área do interflúvio a Sudoeste, que ultrapassam um pouco esses valores.

A característica morfológica predominante é de amplas colinas (figura 32) que foram entalhadas pelo Córrego do Curral, Ribeirões dos Pintos, do Morro Grande, do Sarassará, da Fazenda Velha, todos na margem esquerda do Rio Sorocá-Mirim.



Figura 32: Colinas e amplos interflúvios do compartimento CMPIV

O material litológico são os migmatitos, que entremeiam os granitos existentes na bacia hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim. Os solos foram classificados como Latossolos-Vermelho-Amarelos + Cambissolos Háplicos. (Figura 33).

O CMPIV- Bairro Votorantim, apresenta características muito semelhantes aquelas do CMPIII. Está no mesmo nível altimétrico, apresenta mesmo grau de inclinação e as mesmas características morfológicas. O que os diferencia é a litologia, uma vez que esse compartimento CMPIV, tem como substrato migmatitos e o CMPIII granitos.

## PERFIL TIPO DO COMPARTIMENTO

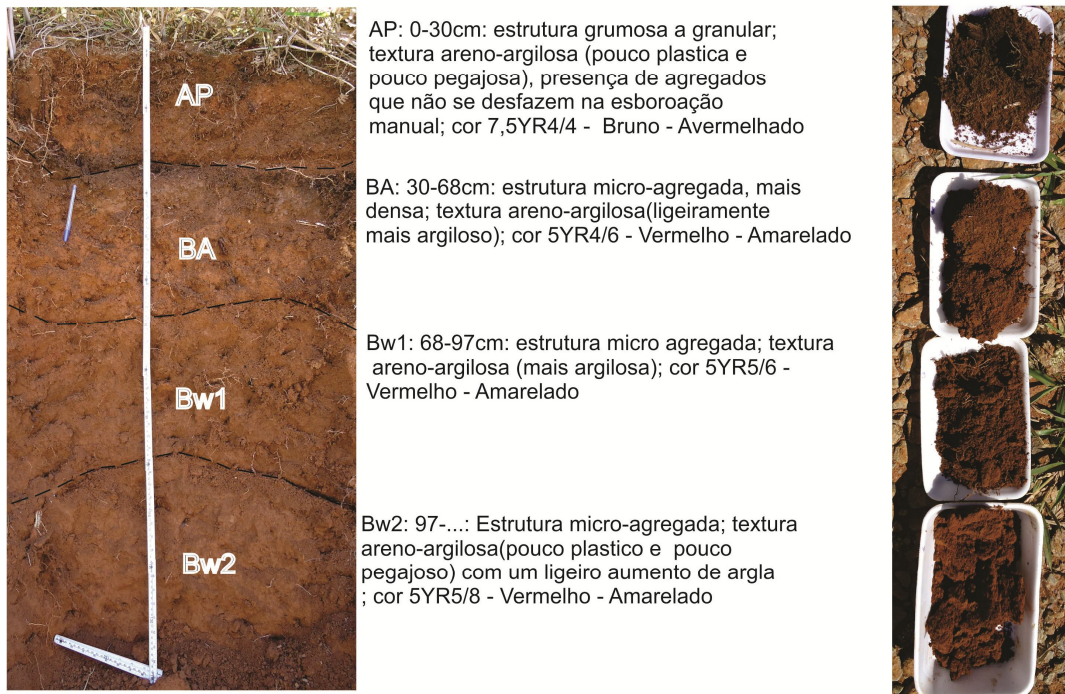


Figura 33.perfil tipo do compartimento CMPIV

O compartimento **CMPVa - Bairro da Cachoeira**, apresenta área de 58Km<sup>2</sup> e encontra-se em um intervalo altimétrico entre 940 e 1020 metros. É um compartimento “cortado” pelo compartimento CMPIb e está relacionado às cabeceiras do Rio Sorocá-Mirim. Dominam desníveis entre 12° e 30° e alguns pontos a Sudoeste do compartimento, no limite da Bacia Hidrográfica Do Rio Sorocá-Mirim, ultrapassam um pouco os 30°.

Apresenta feições morfológicas de morros (figura 34), relacionadas a Serra de Caucaia e aos contra fortes da Serra de Paranapiacaba.



Figura 34 Morros do compartimento CMPVa

As rochas são os granitos do maciço de Caucaia, responsáveis pelo relevo mais saliente e dissecado que os compartimentos do entorno. A classe de solos que dominam francamente esse compartimento são os Cambissolos (Figura 35).

### PERFIL TIPO DO COMPARTIMENTO



Figura 35: Perfil tipo do compartimento CMPVa

O compartimento **CMPVb - Serra de Paranapiacaba**, apresenta uma área de 12,72 Km<sup>2</sup> e encontra-se em um intervalo altimétrico de 940 e 1020 metros. É o compartimento mais ao Sul da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim, relacionado às cabeceiras do rio que dá nome a bacia e aos morros dos contra fortes da Serra de Paranapiacaba. (figura 36)



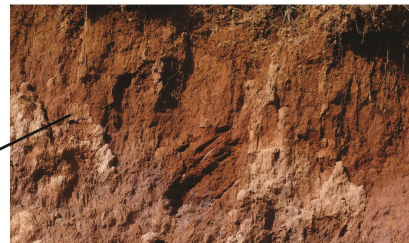
Figura 36: Morros e níveis elevados do compartimento CMPVb

Predominam declividades entre 12° e 30°, com alguns poucos pontos superando esses valores, próximos ao interflúvio que separa a Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim, ao Sul. Os solos presentes nesse compartimento, como no compartimento CMPVa, são os Cambissolos Háplicos (figura 37)

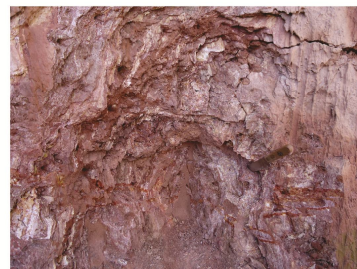
Os compartimentos CMPVa e CMPVb possuem características muito similares, o que os diferencia é o material litológico, respectivamente granitos e migmatitos.



Observa-se 1,20m aproximadamente de solo vermelho/amarelo sobre profundo material de alteração domigmatito, 5 metros aproximadamente.



No contato entre material pedogenizado e material de alteração foi coletada uma amostra, que apresentou textura silto-argilosa, plástica e pouco pegajosa com pouca presença de areia. cor desse "horizonte" 2,5yR4/8 - Vermelho



Aspecto do migmatito alterado

Figura 37: Perfil tipo do compartimento CMPV

Perfis topográficos esquemáticos foram elaborados para ilustrar a relação observada entre os solos e as unidades topográficas principais.

O perfil topográfico/pedológico E-F (figura 38), na margem esquerda do Rio Sorocá-Mirim, tem orientação N/S e representa os compartimentos morfopedológicos CMPIa, CMPIV, CMPIII e CMPVa, suas topografias dominantes e os tipos de solos e rocha relacionados.

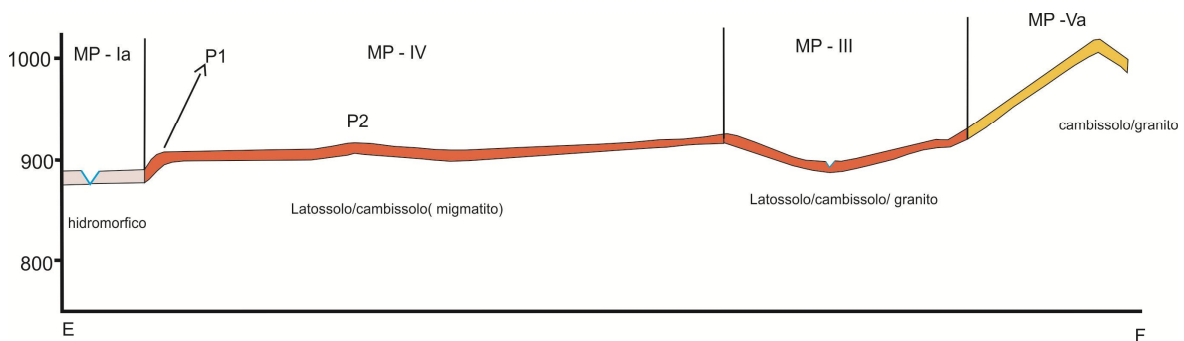
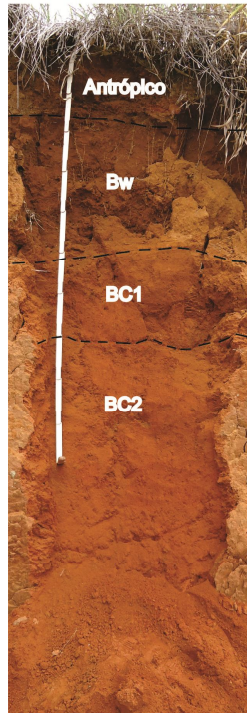


Figura38: Perfil topográfico/pedológico E-F

A planície principal do Rio Sorocá-Mirim (CMPIa), nas áreas mais planas e com menores altitudes, tem como tipo de solo os gleissolos associados a zonas com turfas em posições confinadas ou em terraços. A jusante das colinas observamos Latossolos mais espessos (Figura 39. Perfil 1-P1) e em direção a parte mais elevada dos interflúvios, esses Latossolos passam a solos menos espessos e menos desenvolvidos como os Cambissolos (Figura 40. Perfil 2-P2) que passam a dominar quando o relevo fica mais recortado nas zonas serranas do CMPVa.

## P1



Antrópico 0-40cm: material remanejado

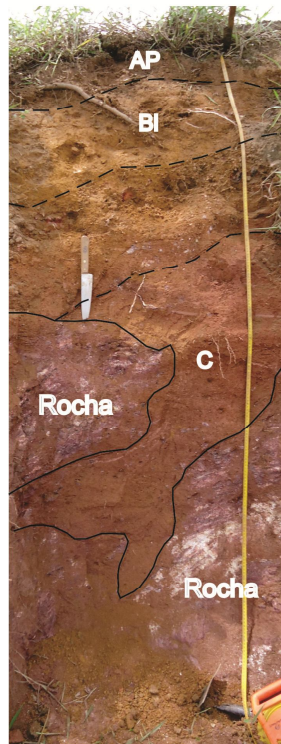
Bw: 40- 100cm: estrutura micro-agregada (típica de latossolo);textura areno-argilosa; cor5YR5/8- Vermelho - Amarelado

Bc1: 100-140 cm:estrutura micro-agregada; textura areno-argilosa, ligeiramente mais argilosa,um pouco maisplástica e pegajosa que a anterior; presença de areia;cor:2,5YR4/8 Vermelho

Bc2: 140 - 250 cm: estrutura lembra material de alteração, mais maciça, embora muito friável;apresenta **manchas/volumes**(cm), **de cores vermelha** e ocre, mais endurecidos que se destacam da parede do perfil ao passar a faca;cor:2,5YR4/8 - Vermelho

Figura 39: Perfil 1 P1

## P2



AP: 0-10cm: estrutura em blocos sub-angulares de pequena a média; textura areno-argilosa (pouco plástico e pegajoso); cor7,5YR4/4 - Bruno - Forte

Bi: 10-53cm: estrutura em blocos sub-angulares de pequena a média; textura areno-argilosa com presença de areia grossa (plástico e pegajoso); cor: 7,5YR5/6 - Bruno - Forte

53 - 80 cm Camada de concreções de quartzo,

C: 70 - 200cm :Faixa de material alterado com largurade 40 a 50 cm;com estrutura maciça; textura areno argilosa pouco plástica e não pegajosa.Cor: 10R5/8- Vermelho

80 a 250 cm: zona com estrutura da rocha preservada

Figura 40: perfil 2. P2

O perfil G – H (figura 41) ilustra a organização topopedológica na margem direita do Rio Sorocá-Mirim; com orientação S/N representa a “passagem” dos compartimentos CMPIa, CMPIII e CMPII. Esse perfil tem início na planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim, com suas áreas planas com gleissolos solos, passando para a área das colinas (MPIII), com Latossolos e Cambissolos e atinge o CMPII onde estão as maiores declividades com presença de Litossolos, Argissolos e Cambissolos.

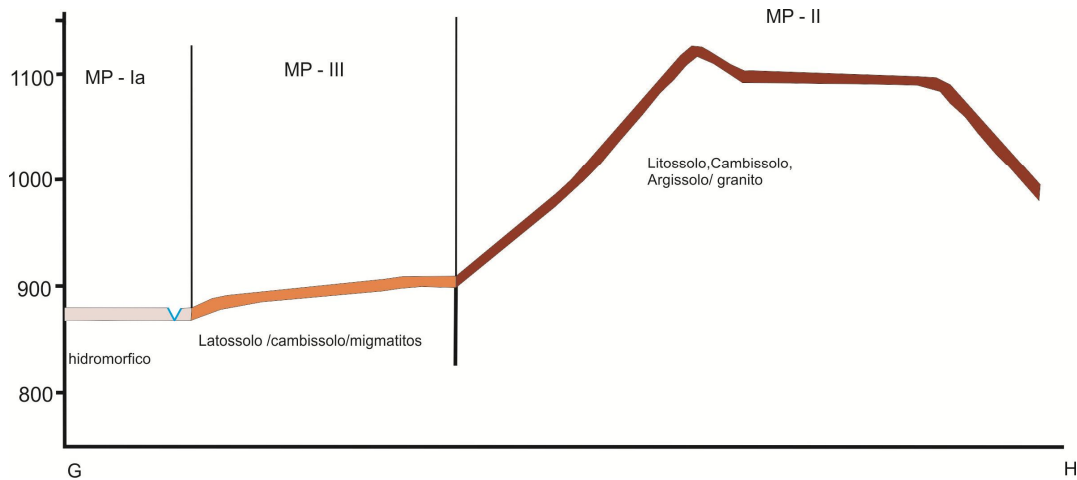


Figura 41: perfil topográfico /pedológico G-H

O perfil topográfico/pedológico I-J (Figura 42), encontra-se na margem esquerda do Rio Sorocá-Mirim com orientação N/S. Ilustra uma situação onde encontrou-se, em posição de topo de interflúvio, solos mais rasos, Litólicos (Figura 43) que passam a solos muito evoluídos, Latossolos, nas partes mais baixas do interflúvio. Os latossolos aparecem registrados no mapa de solo ao longo de toda a colina do compartimento CMPIV, como pode ser visto na sequencia abaixo.

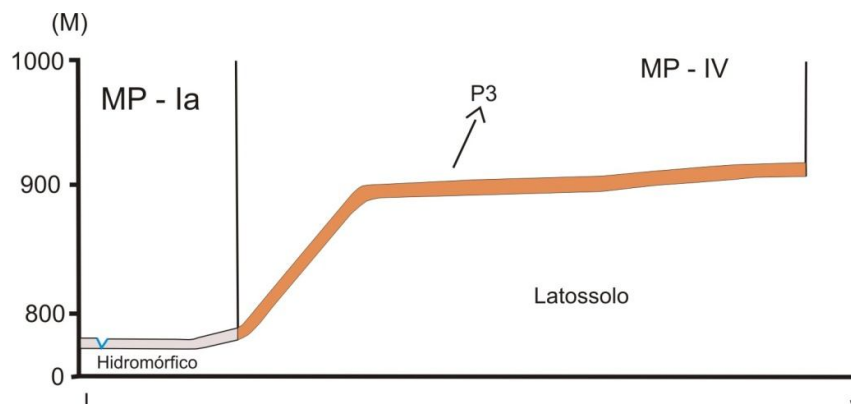


Figura 42: Perfil topográfico/pedológico I – J.

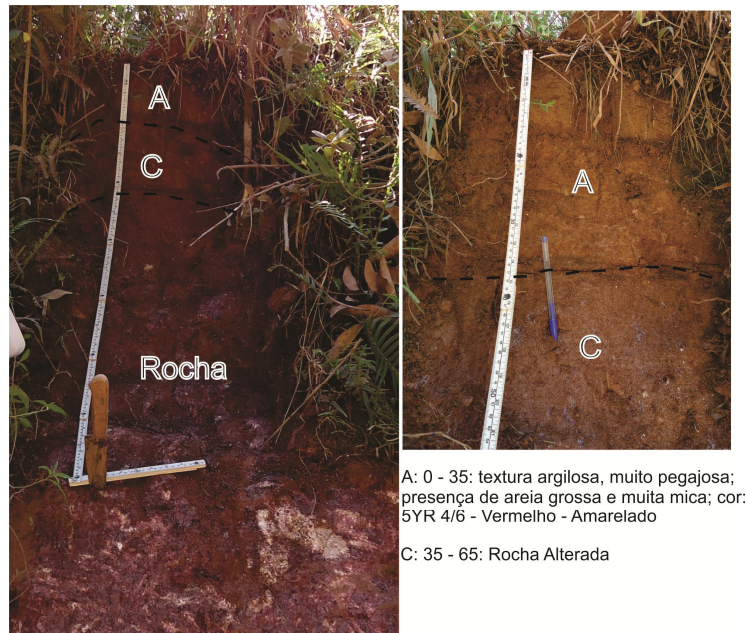


Figura 43. Perfil 3 -P3

Essa sequência registra que nas baixas colinas, próximo a planície do Rio Sorocá-Mirim, sobre o que seriam sedimentos do Terciários (Hasui,1975), encontramos os Latossolos que passam a solos menos espessos nos topos dos interflúvios, inclusive, litólicos com afloramento de rocha, mas de maneira mais generalizada para Cambissolos.

De maneira a sintetizar as informações deste mapeamento morfopedológico, pode-se dizer que existe uma relação muito estreita entre os compartimentos topográficos e as litologias dominantes. Os solos no geral são pouco desenvolvidos, mas as alterações podem ser muito profundas. Nos setores das vertentes onde a declividade é mais acentuada são frequentes as faixas de solos litólicos, litodependentes, mas que só seriam passíveis de mapeamento em outra escala. Algumas “anomalias” foram observadas e que mereceriam trabalhos de detalhe. Por exemplo, a sequência litólico/latossolo/glei, que aparece no sentido longitudinal dos interflúvios da margem esquerda no Soroca-Mirim. A presença de solos rasos nos topos, algumas vezes com afloramento de rocha, e o aparecimento de solos profundos com B latossólicos em posição mais rebaixada mereceriam o recorte cartográfico com o estudo de topossequências que registrassem os sistemas pedológicos em cada CMP.

## 4.2 - A PLANÍCIE E AS TURFEIRAS

Após a compartimentação morfopedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim, na escala de 1:100.000, observou-se que as turfas estão relacionadas ao compartimento CMP – Ia, Planícies do Rio Sorocá-Mirim e Córrego Vargem Grande. Neste compartimento, cinco pontos amostrais foram selecionados em função da posição topográfica, ou da feição a qual estão relacionadas (figura 44).

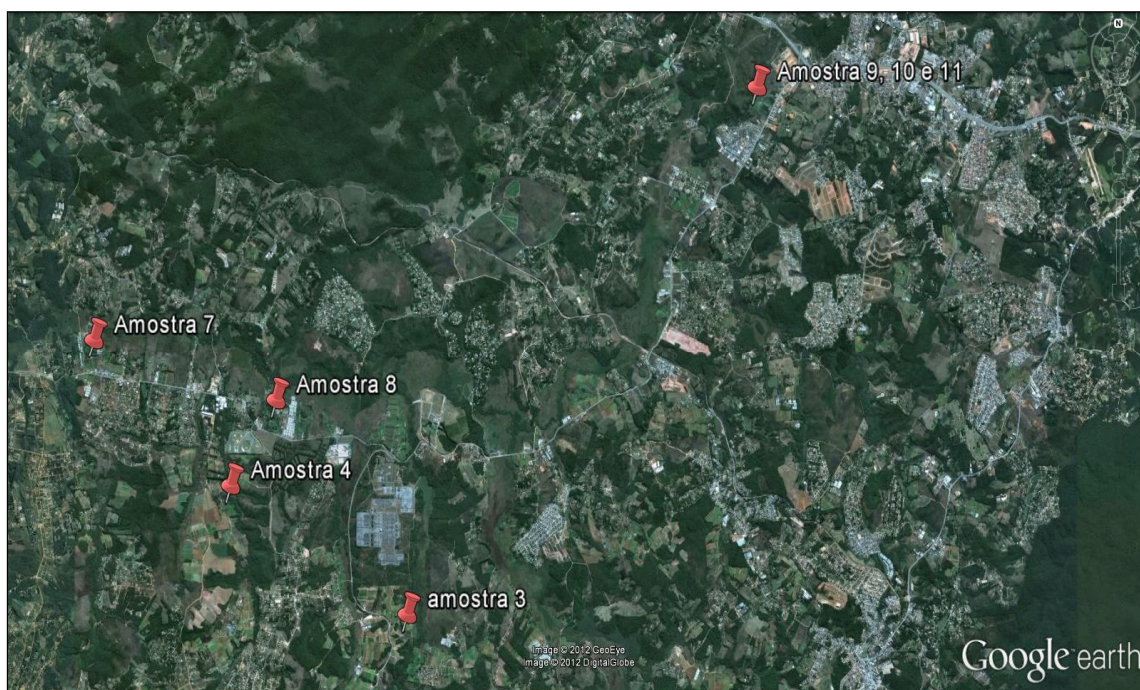


Figura 44. Localização dos transectos e pontos de descrição e coleta

Partindo do pressuposto de que estas diferentes feições, criariam condições de regimes hídricos diferenciados que seriam determinantes nas condições de decomposição da matéria orgânica, procurou-se caracterizar estes materiais.

Nos cinco pontos definidos a partir da análise morfológica do sistema das planícies, sete amostras distintas de turfas foram selecionadas e enviadas para análises laboratoriais na Universidade Federal de Viçosa, com o intuito de melhor caracterizar esses materiais. Além dessas análises laboratoriais foram feitos dois ensaios visando a caracterização morfológica dos materiais orgânicos, no Laboratório de Pedologia do Departamento de Geografia da USP



elaborados overlays, a partir de fotografias aéreas na escala de 1:25.000, dando ênfase para feições fluviais.

Em setores selecionados, foram feitos perfis bidimensionais (transectos) para observar a profundidade das turfas e de que maneira elas estão dispostas nas feições às quais estão relacionadas.

No trecho mapeado (Figura 46 - overlay 1) é possível observar um pequeno trecho do Rio Sorocá Mirim, ao Norte, e dois de seus afluentes da margem esquerda, o Ribeirão do Sarassará e o Ribeirão da Fazenda Velha e suas respectivas planícies de inundação. Ambos apresentam orientação Sul/Norte, extensas planícies de inundação e vertentes, muitas vezes, assimétricas.

A Sudeste da carta, na planície de inundação do Ribeirão da Fazenda Velha, destacam-se duas áreas de terraços (T1), na margem direita do ribeirão. É também nessa margem direita que os canais de drenagem são mais extensos, evidenciando a assimetria

Os interflúvios presentes na carta são longos e bastante dissecados, apresentando drenagens, principalmente de primeira ordem e algumas de segunda ordem. Os canais não apresentam grande extensão.

O ponto de coleta de amostra de turfa (amostra 3), encontra-se a Nordeste da carta (destacado em vermelho) na margem esquerda da planície de inundação do Ribeirão da Fazenda Velha e ao Sul de um extenso nível de terraço do Rio Sorocá-Mirim.

Esse ponto de coleta é uma reentrância da planície do Ribeirão da Fazenda Velha, uma zona côncava com fundo plano (figura 46), formando uma área de concentração de algumas drenagens intermitentes, uma cabeceira.

**Figura 46: OVERLAY 1 – Planície do Ribeirão da Fazenda Velha (transecto Y - Z: Pula-Pula).**

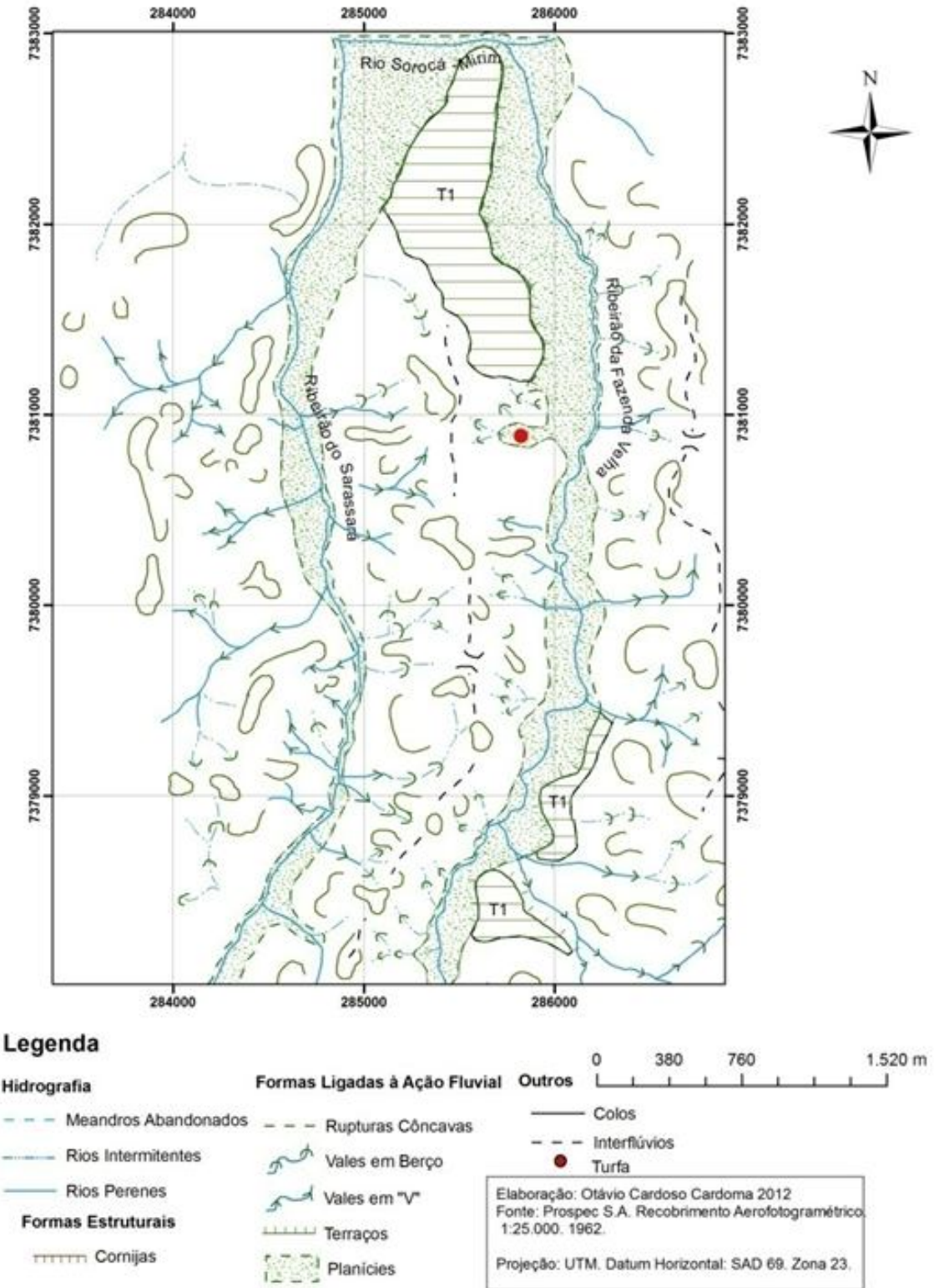




Figura 47. Visão panorâmica da cabeceira onde foi feita a coleta da amostra 3.

O transecto Y- Z (figura 48), foi elaborado, no sentido montante a jusante, para determinar a profundidade e espessura do material turfoso e verificar como o mesmo está disposto na feição onde foi coletado.



Figura 48: Vista aérea do local do transecto Y-Z

As figuras 48 e 49 mostram a orientação, no eixo da planície, do transecto que possui, 150 m de extensão. Em perfil, observa-se espessamento e mergulho desse material de montante (Y) para jusante (Z), caracterizando uma concavidade.

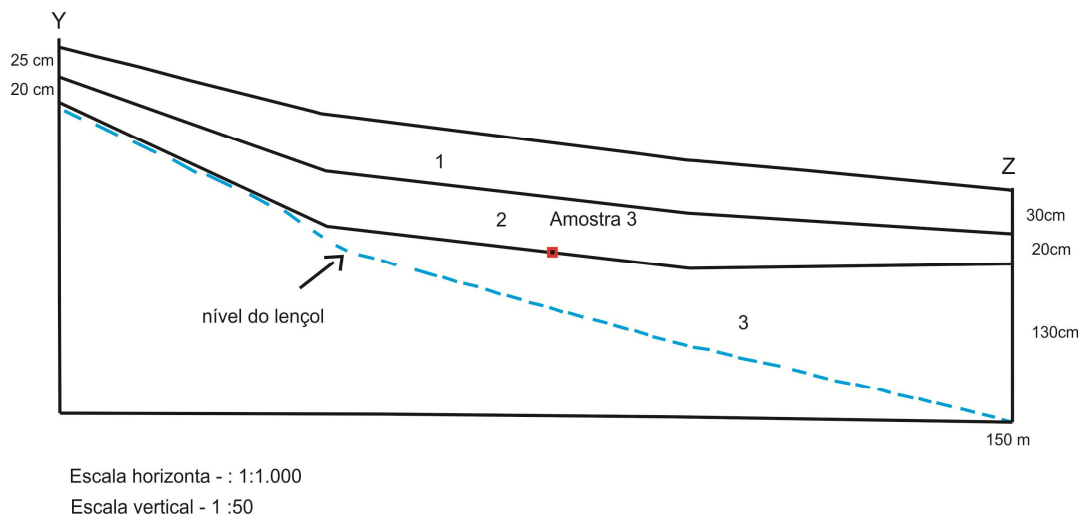


Figura 49. Transecto Y-Z

Ao longo da secção transversal foram observados três volumes (1, 2 e 3) e sua distribuição geométrica. O **volume 1** apresenta cor cinza escuro, quase preto, é um material plástico, pouco pegajoso e a textura é típica de matéria orgânica (sedosidade/maciez). A fração mineral, é observada em baixa quantidade, além de poucas raízes. O **volume 2** apresenta material na cor preta, com pouco plasticidade e não pegajoso; a textura de matéria orgânica (sedosidade/maciez) é marcante, maior do que no volume 1 e não é observável a presença da fração mineral. O **volume 3** apresenta cor preta; material pouco plástico, pouco pegajoso e a textura típica de matéria orgânica é mais evidente do que nos dois volumes anteriores. A fração mineral não é visível e “linhas” vermelhas observadas entremendo o material correspondem provavelmente a poros biológicos (raízes).

De acordo com a classificação de Von Post, todos os volumes são sápricos, apresentando alto grau de decomposição.

A figura 50, mostra uma foto que ilustra o perfil na extremidade jusante (Z) do transecto bem como o aspecto do volume 3.



Figura 50: Perfil na extremidade jusante(Z) e detalhe do volume 3 .

A amostra 3 foi coletada a uma profundidade de 50 cm de profundidade, próximo ao limite entre o volume 2 e 3.

Os resultados laboratoriais da amostra 3 são apresentados na tabela 8:

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotocolorímetro (mg/l)
40	1,18	60,91	2,97	63,88	25,17	1,17	0,6	12,6	1,55	0,6	2	1,83	20	0,65

Tabela 8: Resultados laboratoriais amostra 3.

A observação dessa amostra com microscópio óptico (figura 51) mostrou que a mesma apresenta uma coloração cinza escura com morfologia mais característica de um solo mineral com quantidades expressivas de fragmentos de rochas (pontos brancos e amarelados), em que a matéria orgânica parece estar concentrar em porosidades fissurais e biológicas.

Pontos “brilhantes” (quartzo) e manchas vermelhas (provavelmente de ferro), ambos sub-milimétricos são observados de forma esparsa na amostra. Não foi possível observar a existência de fibras vegetais.

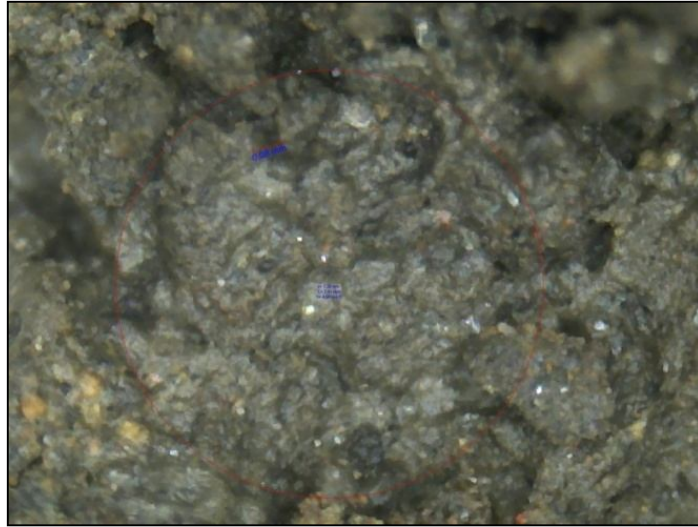


Figura 51: Detalhe em microscópio da amostra 3 aumento de 200 X.

Esse aspecto geral da amostra não sugere uma pedogênese desenvolvida. O material parece ter sido remanejado e talvez este processo tenha sido responsável pela segregação da M.O.

A relação ácido húmico e ácido fúlvico é de 1,83 indicando que a matéria orgânica está bem decomposta (humificada), juntamente com os valores de M.O de 25,17% e de C.org de 12,58% não correspondem a morfologia observada na figura 52, indicando que talvez tenha ocorrido alguma troca de amostras.

Com o ensaio do fotocolorímetro observa-se na amostra 3 (figura 52), após ser agitada em 100 ml de água, uma coloração cinza a cinza escura/preta, com turbidez, partindo do mais claro no “topo” da amostra, para o mais escuro, no fundo. Denotando que o material está decantando.



Figura 52: Detalhe da amostra 3 no ensaio do fotocolorímetro.

Após a amostra ser filtrada, o líquido resultante apresenta uma cor amarelo clara, quase transparente, com um pouco de turbidez e a concentração do elemento pigmentante (M.O), segundo o fotocolorímetro, de 0,65 mg/L.

O cartograma (figura 53) mostra, na parte central, uma porção da planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim, onde o canal principal apresenta padrão meandrante e orientação Leste/Oeste e alguns meandros abandonados na planície aluvial.

É uma planície assimétrica, onde a margem esquerda é mais extensa do que a margem direita, estando o canal, praticamente “colado” a margem direita. Essa margem de escavação é também marcada por pequenas cornijas, que representam barrancas fluviais abruptas, falésias fluviais, mais um traço evidenciando a assimetria entre as margens.

Na margem direita o afluente de maior destaque, é o Córrego do Carmo, com orientação Nordeste/Sudoeste, onde observa-se um nível de terraço (T1), bastante amplo.

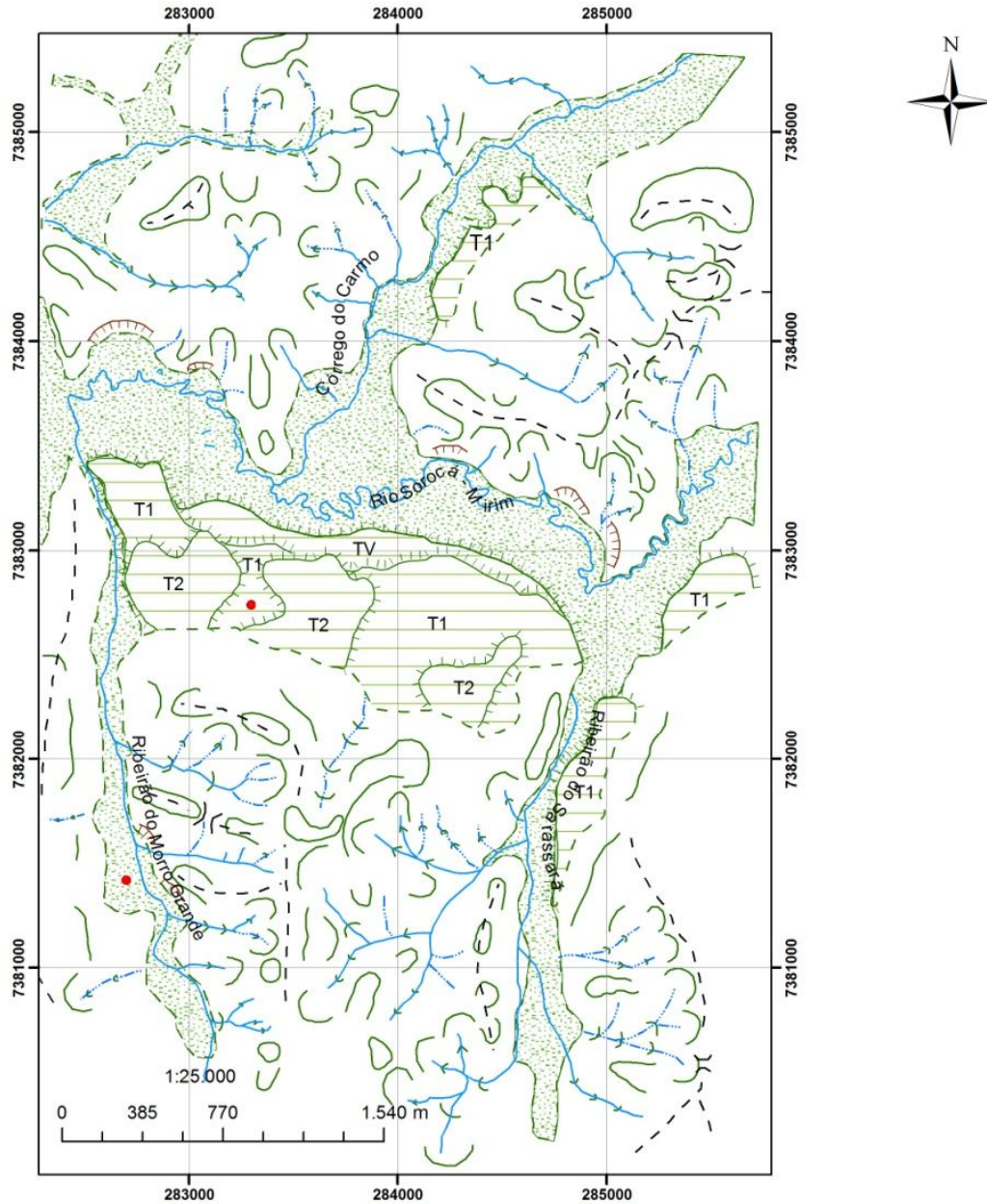
Na margem esquerda, níveis sucessivos de terraços são observados. O primeiro nível, terraço de várzea (TV), o segundo nível (T1) e o terceiro nível (T2), novamente evidenciando essa assimetria entre as margens.

Dois são os afluentes da margem esquerda, em destaque, ambos com orientação Sul/Norte, o Ribeirão do Sarassará e o Ribeirão do Morro Grande, respectivamente a leste e a oeste do overlay. As planícies desses dois afluentes também são assimétricas, com características alveolares, marcada pelo estreitamento do vale a jusante (Rib.Morro Grande); o Ribeirão do Sarassará, apresenta planície estreita e nível de terraço (T1) quase em continuidade com os terraços do Soroca-Mirim.

Duas áreas amostrais destacadas com um ponto vermelho (figura 53) estão localizados na margem esquerda do Rio Sorocá-Mirim.

A amostra 4, foi coletada na planície de inundação do Ribeirão do Morro Grande a Sudoeste de carta. A área é uma planície assimétrica, onde a margem direita apresenta barrancas abruptas com o canal fluvial bem entalhado e a margem esquerda apresenta a maior parte do plano aluvial (figura 53). Observa-se que para montante a planície é mais larga, estreitando e encurtando a jusante, o que caracteriza uma planície alveolar.

**Figura 53: OVERLAY 2 - Planície do Ribeirão do Morro Grande (transectos W-X, U-V) e Planície do Soroca-Mirim (transectos S-T e S-R).**



**Legenda**

**Hidrografia**

- Meandros Abandonados
- Rios Intermitentes
- Rios Perenes

**Formas Estruturais**

- Cornijas

**Formas Ligadas à Ação Fluvial**

- Rupturas Côncavas
- Vales em Berço
- Vales em "V"
- Terraços
- Planícies

**Outros**

- Colos
- Interflúvios
- Turfa

Elaboração: Otávio Cardoso Cardoma 2012  
 Fonte: Prospec S.A. Recobrimento Aerofotogramétrico.  
 1:25.000. 1962.  
 Projeção: UTM. Datum Horizontal: SAD 69. Zona 23.



Figura 54: Visão panorâmica da área de coleta da amostra 4

Nesse ponto foram feitos dois transectos ortogonais: um (X-W) transversal à várzea e outro (U-V) longitudinal ao vale, no eixo do escoamento. (Figura 55).



Figura 55: Vista aérea dos transectos X-W e U-V

O transecto W-X, apresenta 160 m de extensão, onde a espessura do material turfoso é de 120 cm na extremidade montante (W) e de 60 cm a jusante (X), (Figura 56).

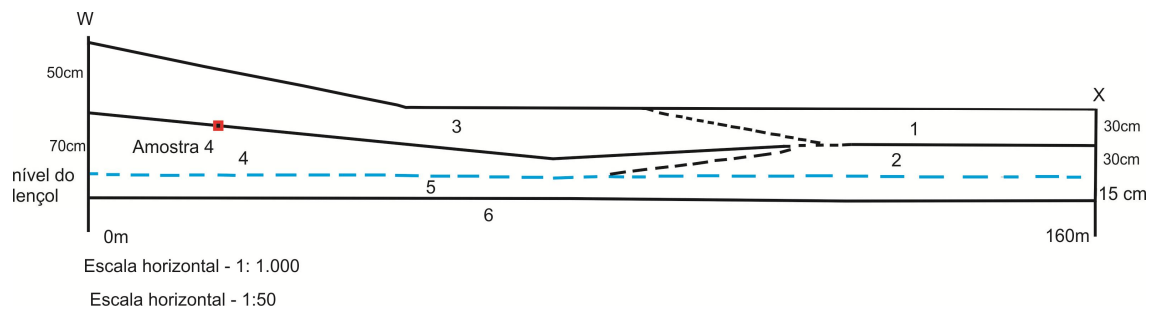


Figura 56: Transecto X-W

**O volume 1** apresenta cor cinza escuro, muita plasticidade, não apresenta pegajosidade e a textura típica de matéria orgânica (sedosidade/maciez) é marcante; pontos brilhantes (fração mineral) são observáveis.

**O volume 2** apresenta cor cinza muito intensa, é plástico, não é pegajoso e a textura típica de matéria orgânica é mais evidente do que no volume 2; também são observáveis pontos brilhantes (fração mineral).

**O volume 3** apresenta cor preta, é um material plástico e não pegajoso e a textura típica de matéria orgânica é muito evidente. Não são observáveis pontos brilhantes (fração mineral) e são observáveis raízes com manchas vermelhas ao redor das mesmas.

**O volume 4** apresenta cor preta, é um material plástico, não pegajoso, a textura típica de matéria orgânica muito mais evidente do que no volume 3, além de ser mais úmido. Não são observáveis pontos brilhantes (fração mineral). **O volume 5** é um material inconsolidado, muito úmido, praticamente líquido da cor cinza.

**O volume 6** é um volume mineral com coloração cinza clara, muito plástico, não pegajoso, hidromórfico.

No transecto U-V a profundidade em que o depósito orgânico aparece (100cm) é praticamente constante, ao longo de toda a sua extensão de 150m. (Figura 57).

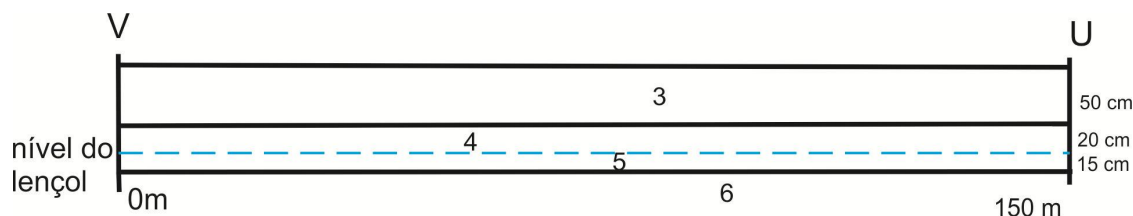


Figura 57: Transecto U-V

**O Volume 3** apresenta cor preta, é um material plástico, não pegajoso e a textura típica de matéria orgânica é muito evidente. Fração mineral não é visível, apenas raízes com manchas vermelhas ao redor das mesmas.

**O volume 4** apresenta cor preta, é um material plástico, não pegajoso, a textura típica de matéria orgânica muito mais evidente do que no volume 3, além de ser mais úmido. Não são observáveis pontos brilhantes (fração mineral).

O **volume 5** é um material inconsolidado, muito úmido, praticamente líquido e o **volume 6** é um volume mineral, hidromórfico, com coloração cinza clara, muito plástico, não pegajoso.

Segundo a classificação de Von Post, os volumes 1, 2, 3, 4 foram classificados como sápricos, o volume 5, por ser mais líquido, não foi passível de classificação e o volume 6, como volume mineral.

A amostra 4, coletada a uma profundidade de 60 cm, na zona limítrofe entre os volumes 3 e 4, apresenta como resultados laboratoriais os valores descritos na tabela 9.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotocolorímetro (mg/l)
16,6	0,48	64	14,04	78,72	39,69	1,59	0,88	17,53	2,37	0,77	2,3	1,8	22,7	8,7

Tabela 9. Resultados laboratoriais da amostra 4

Com o microscópio óptico observa-se que a amostra apresenta cor preta, com um aspecto untuoso, muito brilhante e uma estrutura grumosa completamente recoberta por esse material. Percebe-se ainda porosidade fissural expressiva isolando blocos sub angulares. Essa estrutura propõe uma porosidade elevada (Figura 58).

Não é possível observar a presença de grãos minerais e nem de fibras vegetais, o que demonstra que a fase mineral está completamente envolvida por esse material orgânico, preto, untuoso.

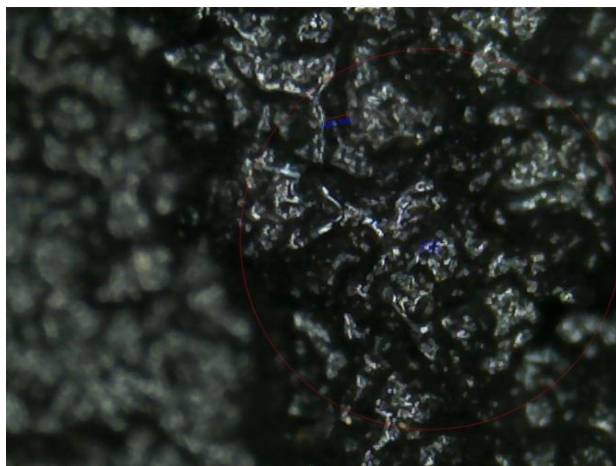


Figura 58. Detalhe da amostra 4 no microscópio óptico :aumento de 200 X

O teor total de matéria orgânica é elevado correspondendo a cerca de 40% da fase sólida. A relação entre ácido húmico (AH) e ácido fulvico (AF) é de 1,80 denotando alto grau de decomposição da matéria orgânica (humificação), o que está em concordância com a morfologia. (Figura 58)

Através do ensaio do fotocolorímetro foi possível observar na amostra 4 após ser agitada em 100 ml de água destilada uma coloração preta de cima a baixo no recipiente, sem fases e sem turbidez. Após ser filtrada, o líquido resultante apresenta coloração bem preta e sem turbidez. Segundo o fotocolorímetro a concentração do elemento pigmentante é 8,7 mg/L (figura 59).



Figura 59: Amostra 4 agitada e coada

Na mesma área mapeada, mas dentro do sistema de planície e terraços do Rio Soroca-Mirim (Fig. 53 OVERLAY - 2) foi coletada a amostra 8, e levantados dois transectos S-T e S-R. A amostra 8 foi coletada no nível de terraço T1, que está “confinado” entre dois níveis mais elevados T2. Esse confinamento gera uma zona côncava, com um fundo plano que vai concentrar a umidade que flui das áreas mais elevadas que a circundam (T2).



Figura 60: Visão panorâmica da área de coleta da amostra 8

A foto da figura 61 assinala a posição dos dois transectos S-T e S-R, e mostra a orientação dos transectos feitos de maneira a observar a disposição do material transversal ao depósito (R-S) e longitudinal (S-T).



Figura 61. Visão aérea e localização dos transectos S-T e S-R

No transecto S-T (figura 62), mostra que a espessura do material é de 200 cm na zona mais alta, à montante do nível de terraço em relação à calha do Soroca-Mirim, sendo que nessa ponta oposta (S) do transecto o material orgânico não passa de 70 cm. Nesse conjunto que tem a geometria interna dos volumes, bastante diferenciada, observou-se 5 volumes distintos.

**O volume 1** apresenta cor preta, um material muito friável, com textura típica de matéria orgânica (sedosidade/maciez), presença de muitas raízes e fração mineral é observável.

**O volume 2** apresenta uma cor preta, muito intensa, com textura típica de matéria orgânica maior do que do volume anterior, presença de poucas raízes e a fração mineral não é observável.

**O volume 3** apresenta cor preta com a textura típica da matéria orgânica mais marcante do que no volume anterior, sem presença de raízes e da fração mineral.

**O volume 4** caracteriza-se por ser um material inconsolidado, quase líquido, com uma coloração cinza escura (hidromórfico).

**O volume 5** é um volume totalmente mineral, hidromórfico, com a cor cinza clara, muito plástico.

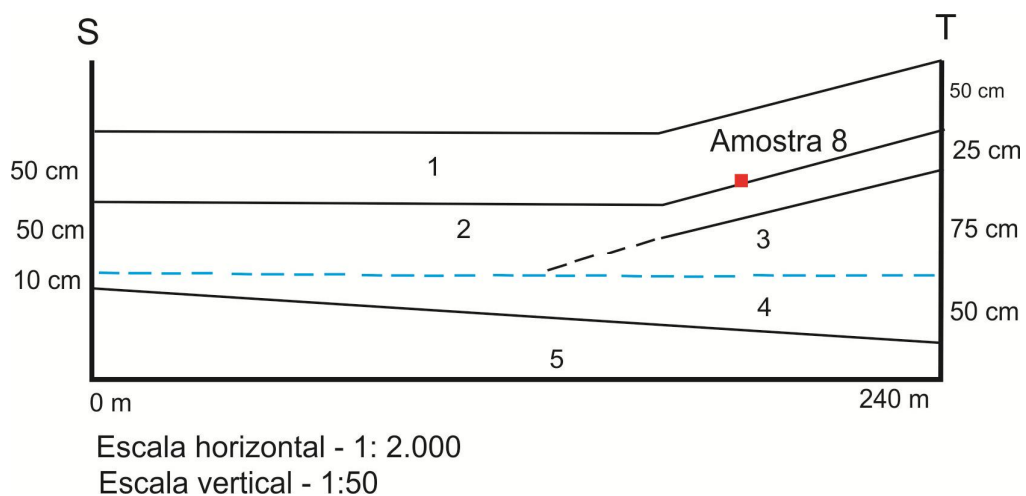


Figura 62: Transecto S-T

A figura 63 mostra um perfil na extremidade T do transecto e o volume 5 em detalhe no trado.



Figura 63: Perfil na extremidade T do transecto e volume 5 em detalhe.

No transecto S-R (figura 64) observa-se 4 volumes distintos distribuídos ao longo de 200 metros em.

O **volume 1** apresenta cor preta, um material muito friável, com textura típica de matéria orgânica (sedosidade/maciez), presença de muitas raízes e fração mineral é observável. O **volume 2** apresenta uma cor preta, muito intensa, com textura típica de matéria orgânica mais expressiva do que do volume anterior, presença de poucas raízes e a fração mineral não é

observável. O **volume 4** é caracterizado por ser pastoso com coloração cinza escuro. E o **volume 5** é totalmente mineral com a cor cinza clara e muito plástico.

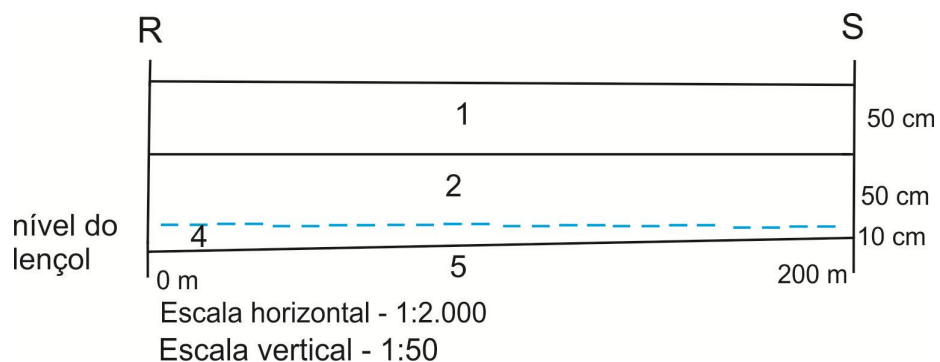


Figura 64. Transecto R-S

A amostra 8, coletada a uma profundidade de 50 cm, no limite entre os volumes 1 e 2, apresenta como resultados laboratoriais os valores descritos na tabela 10.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotocolorímetro (mg/l)
389,6	9,92	46,52	4,36	50,88	35,5	0,79	0,44	17,11	2,34	0,85	2	1,8	20,1	7,2

Tabela 10: Resultados laboratoriais da amostra 8

Com o microscópio óptico foi possível observar que a amostra apresenta uma coloração preta, muito brilho e untuosidade (figura 65).



Figura 65: Detalhe da amostra 8 no microscópio óptico. Aumento de 200X

É um material que apresenta uma estrutura constituída por pequenos grumos, agregados por esse material untuoso, formando pequenos blocos separados por fissuras. O teor de matéria orgânica total e a morfologia observável está mais próxima do observado na amostra 4 e apresenta praticamente mesma relação entre os ácidos húmicos e os ácidos fúlvicos (AH/AF) que é de 1,80 o que demonstra que a matéria orgânica está bem polimerizada.

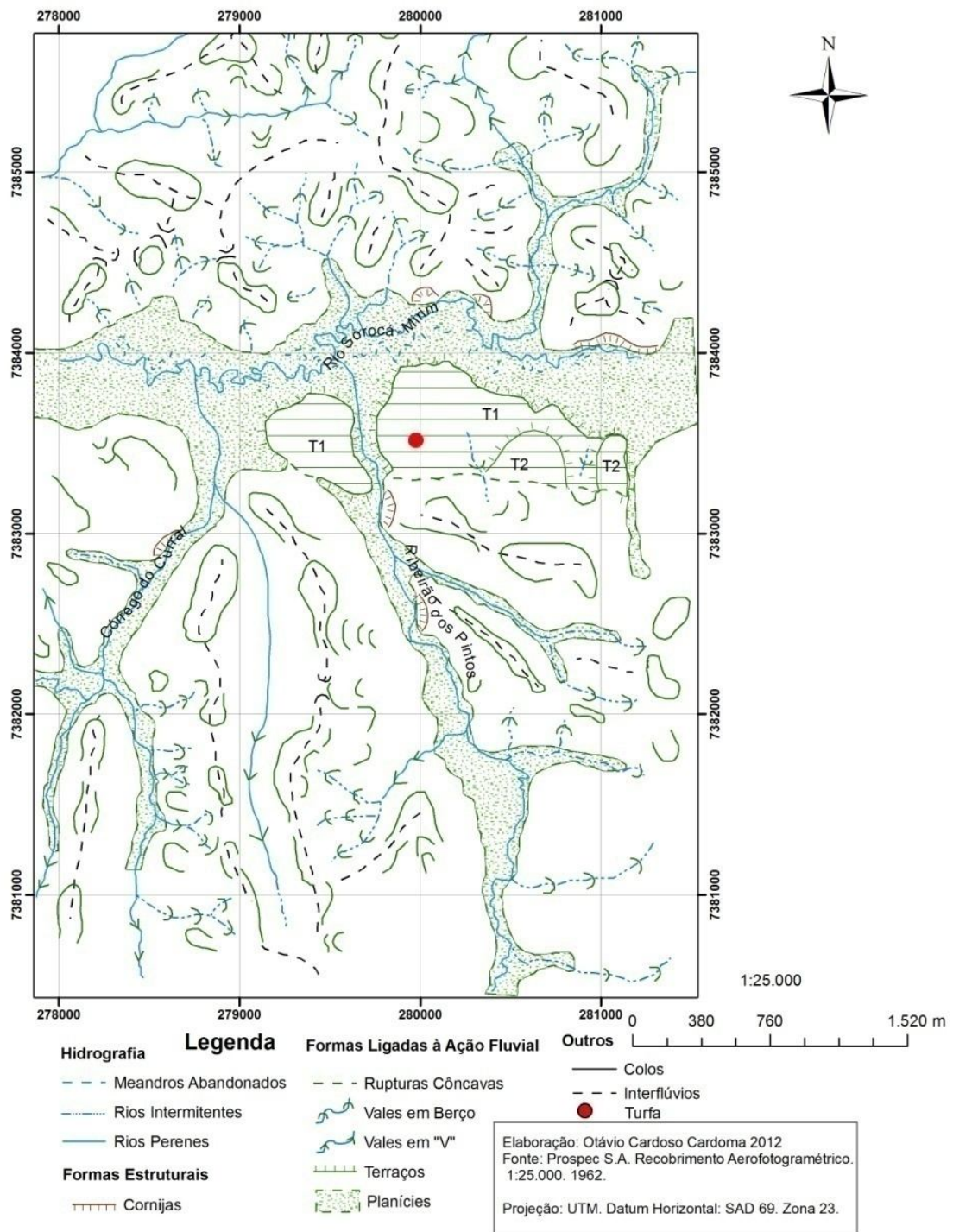
A fase mineral não é observável, estando esta completamente recoberta por esse material orgânico, preto, untuoso. Entretanto é observável material vegetal, uma raiz, em tom avermelhado, que apresenta diâmetro de 0,18mm, ao longo da área amostrada.

Com o ensaio laboratorial do fotocolorímetro foi possível observar na amostra 8 após ser agitada em 100 ml de água destilada, apresenta coloração preta, de cima a baixo, com pouca turbidez. Após ser filtrada, o líquido remanescente é bem escuro, praticamente preto, apresentando pouca turbidez e a concentração do elemento pigmentante, segundo o fotocolorímetro é de 7,2 mg/l (figura 66).



Figura 66: Amostra 8 agitada e coada

**FIGURA 67: OVERLAY 3 - Planície do Sorocá - Mirim Amostra 7**



Na figura 67 (overlay 3), observa-se que a planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim mostra numerosos meandro abandonados, canal principal também com padrão meandrante, em trecho do vale de orientação

Leste/Oeste. Também nesse trecho, a planície é assimétrica, sendo a margem esquerda mais extensa do que a margem direita, além das bordas com cornijas, assinalando a face de erosão.

Na margem esquerda são observados dois afluentes principais, o Córrego do Curral e o Ribeirão dos Pintos que também apresentam planícies assimétricas, alveolares. O Ribeirão dos Pintos mostra, na sua planície, pontos de cornijas nas margens direitas.

Os níveis sucessivos de terraços, estão localizados na margem esquerda da planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim, a exemplo do que foi visto em outros trechos do vale. Num dos níveis de terraços (T1), foi coletada a amostras 7, destacada com um ponto vermelho na figura 68.



Figura 68: Visão aérea da zona de coleta da amostra 7



Figura 69: Área de coleta da amostra 7

A amostra 7, coletada a uma profundidade de 70 cm, apresenta como resultados laboratoriais os valores descritos na Tabela 11.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotocolorímetro (mg/l)
38,3	2,13	57,62	3,58	61,2	31,41	0,84	0,46	16,41	1,74	0,78	1,9	1,83	21	7,3

Tabela 11. Resultados laboratoriais da amostra 7

Segundo a Classificação de Von Post essa amostra seria classificada como sáprica. Com o microscópio óptico foi possível observar que a amostra apresenta cor preta, sem brilho e presença de grumos menores e menor quantidade de fissuras, provavelmente relacionadas ao sistema radicular, do que os observados na amostra 4. São observáveis fragmentos de rochas e raízes que não estão recobertos pelo material orgânico, mais escuro (figura 70).

Estes fragmentos minerais, não recobertos pelo material orgânico, apresentam dimensões inferiores a 0,07 mm, estando distribuídos de forma esparsa. Poucas manchas amareladas são observadas e duas “linhas” são observadas na parte esquerda aparentando ser um local de passagem de raízes.

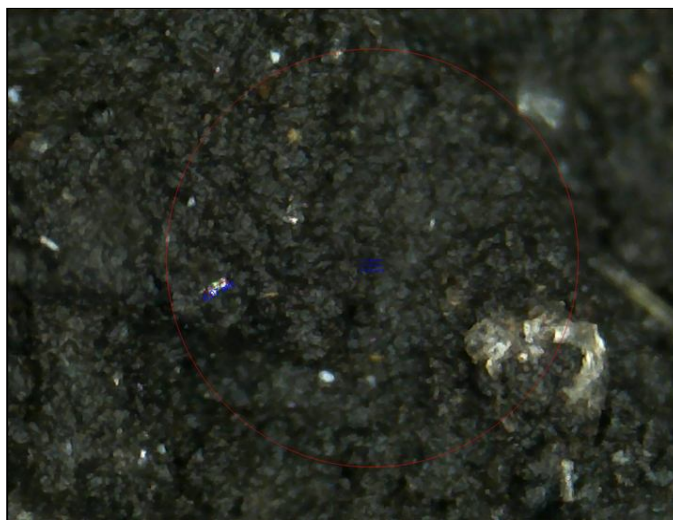


Figura 70: Detalhe da Amostra 7 no microscópio óptico . Aumento de 200X.

Não se observa nessa amostra o revestimento contínuo com material untuoso, verificado nas amostras 4 e 8, caracterizando um aspecto geral de solo mineral, que se contrapõe aos valores de matéria orgânica elevados, verificados com as análises laboratoriais.

A relação entre ácidos húmicos e ácidos fúlvicos (AH/AF) é igual a 1,80, o que denota uma matéria orgânica bem humificada.

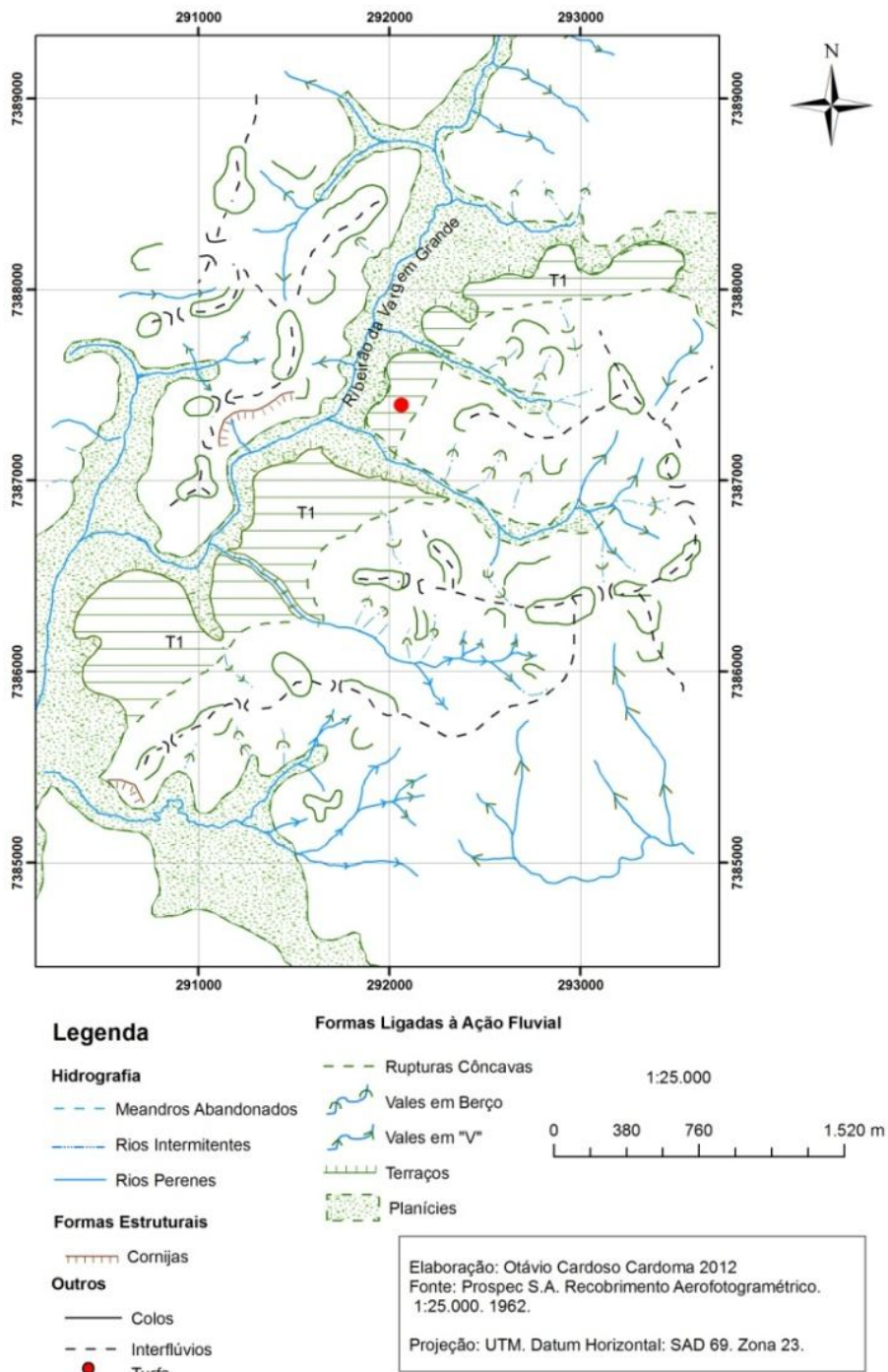
O aspecto morfológico observável é algo intermediário entre o observado na amostra 3 ( figura 51. - Ribeirão Fazenda Velha) a na amostra 4 (figura 58-Ribeirão do Morro Grande).

Com o fotocolorímetro observa-se que a amostra 7, após ser agitada, apresenta uma cor preta, de cima a baixo e pouca turbidez. Após ser filtrada, o líquido remanescente apresenta uma coloração preta, um pouco menos intensa, se comparada com a amostra 4 e pouca turbidez. Segundo o fotocolorímetro a concentração do elemento pigmentante é de 7,3 mg/L (figura 71).



Figura 71: Amostra 7 agitada e coada

**Figura 72: OVERLAY 4 - Planície do Córrego Vargem Grande (amostras 9, 10 e 11)**



Observa-se no cartograma figura 72 (overlay 4) que a planície de inundação do Ribeirão da Vargem Grande apresenta canal meandantes em

plano aluvial assimétrico, em vale também assimétrico com orientação Nordeste/Sudoeste. Como observado mais a jusante deste ponto, já no vale do Sorocá-Mirim, os níveis de terraço se desenvolvem prioritariamente na margem esquerda reforçando a idéia de forte controle tectônico.

Na margem direita há poucas drenagens intermitentes ou pequenos rios de primeira ordem. Na margem esquerda os afluentes são mais longos e drenam bacias mais importantes.

Sobre um nível de terraço (T1) entre dois afluentes do Ribeirão Vargem Grande foram coletadas as amostras 9, 10 e 11 (figura 73).



Figura 73. Vista aérea da zona de coleta das amostras 9, 10 e 11



Figura 74. Vista panorâmica da área de coleta das amostra 9, 10 e 11

A amostra 9 coletada a uma profundidade de 30 cm de profundidade apresenta como resultados laboratoriais os valores descritos na tabela 12.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotolorímetro (mg/l)
392,8	15,07	33,59	2,58	36,17	19,89	2,11	1,16	7,9	1,39	0,31	2,5	1,82	25,5	1,7

Tabela 12: Resultados laboratoriais da amostra 9

Com o microscópio óptico foi possível verificar que a amostra 9 apresenta uma coloração cinza bem opaca. Visivelmente é uma amostra que apresenta grande quantidade da fração mineral e essa fração não está recoberta pelo material orgânico (figura 75).

Na verdade observa-se nos dados analíticos um teor limítrofe entre solo mineral e orgânico (teor de carbono orgânico 7,9). Observa-se pedogenese incipiente, com quantidade de fissuras típica de material não pedogenizado. Aparentemente é uma “mistura” de materiais, que provavelmente, incorporou através instrumentos agrícolas, materiais de camadas diferentes.



Figura 75: Detalhe da amostra 9 no microscópio óptico. Aumento de 200X

Uma grande quantidade de grãos minerais, em diversos tamanhos, maiores e menores do que 0,25mm e manchas avermelhadas também são observáveis. Um aspecto que chama muito a atenção é a presença de uma raiz que cruza toda a área amostrada, com aproximadamente 1,00 mm de comprimento e 0,07mm de largura.

Com o fotocolorímetro observou-se que a amostra 9, após ser agitada em 100 ml de água destilada ,apresenta uma coloração de cinza escura a preta, partindo do cinza na parte superior da coluna do liquido e ficando mais escura, até atingir o preto, na parte inferior da coluna do líquido e apresenta turbidez. Após ser filtrada, o liquido remanescente apresenta uma coloração amarelada e considerável turbidez. A concentração do elemento pigmentante, segundo o fotocolorímetro é de 1,7 mg/L (figura 76).



Figura 76: Amostra 9 agitada e coada

A amostra 10, coletada a uma profundidade de 70 cm apresenta como resultados laboratoriais os valores descritos na tabela 13 abaixo. De acordo com o Protocolo de Von Post esse material seria classificado como sáprico.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotocolorímetro (mg/l)
567,2	42,3	33,25	2,23	35,49	16,57	0,84	0,46	8	0,85	0,27	2	1,83	29,6	1,6

Tabela 13. Resultados laboratoriais da amostra 10

Com o microscópio óptico observou-se que a amostra 10 apresenta uma cor preta, brilhante e untuosidade. São observáveis grumos pequenos agregados em pequenos blocos irregulares delimitados por fissuras e muitos canais biológicos. A fase mineral estaria recoberta pela matéria orgânica, restando poucos fragmentos de rochas e uma raiz, não revestidos pela matéria orgânica (figura 77).

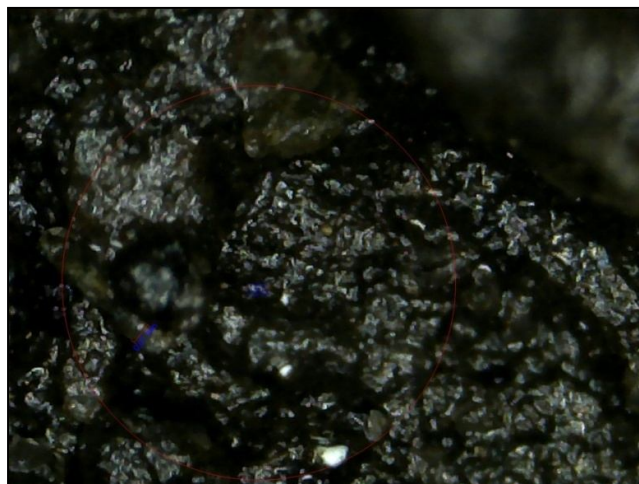


Figura 77: Detalhe da amostra 10 no microscópio óptico. Aumento de 200X.

O teor de matéria orgânica limítrofe apresentado pelos dados analíticos, está em desacordo com o aspecto morfológico, levando a crer que houve um erro de análise laboratorial.

Com o fotocolorímetro observou-se que a amostra 10 após ser agitada em 100 ml de água destilada, apresenta uma coloração preta, de cima a baixo, sem fases diferentes na coluna de líquido e pouca turbidez. Após ser filtrada, o líquido remanescente apresenta uma coloração amarelada, um pouco menos intensa se comparada com a amostra 9, e turbidez. A concentração do elemento pigmentante, segundo o fotocolorímetro é de 1,6 mg/l (Figura 78).



Figura 78: Amostra 10 agitada e coada.

A amostra 11 coletada a uma profundidade de 70 cm, apresenta como resultados laboratoriais os valores descritos na tabela 14 abaixo. De acordo com a classificação de Von Post, esse material seria sáprico.

P (mg/dm <sup>3</sup> )	Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	Umidade 65°C	Umidade 110°C	Umidade Total	MO	AH	AF	C.org (%)	H (%)	N (%)	MO/C	AH/AF	C/N	Fotocolorímetro (mg/l)
401,3	31,25	35,73	2,06	37,79	17,63	1,31	0,72	8,59	1,08	0,2	2	1,82	43	0,8

Tabela 14. Resultados laboratoriais da amostra 11

Com o microscópio óptico observou-se que apresenta uma coloração preta, pouco brilhante e pouco untuosa. Pequenos grumos são observáveis, assim como fissuras, provavelmente, de origem biológica. Essa amostra apresenta aspecto semelhante ao observável na amostra 10, entretanto com fase mineral mais evidente e menor intensidade na cor preta e no brilho (figura 79).

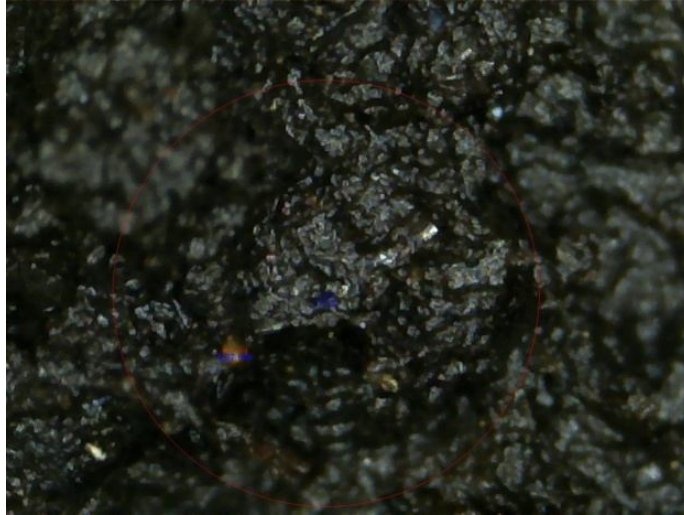


Figura 79: Detalhe da amostra 10 no microscópio óptico, aumento de 200X

O teor de matéria orgânica nessa amostra também é limítrofe segundo os resultados analíticos, o que estaria em desacordo com o aspecto morfológico, levando a crer que algum erro laboratorial foi cometido.

Com o fotocolorímetro observou-se que a amostra 11 após ser agitada em 100 ml de água destilada apresenta uma coloração preta, de cima a baixo, sem fases na coluna do líquido e turbidez. Após ser filtrada a amostra 11 apresenta coloração amarela bem clara e turbidez. A concentração do elemento pigmentante, segundo o fotocolorímetro é de 0,8 mg/l (figura 80).



Figura 80: Amostra 11 agitada e coada

Agrupando todos os resultados analíticos na tabela 15 abaixo, procedeu-se a elaboração de gráficos correlacionando diferentes parâmetros de forma a procurar o entendimento das eventuais interdependências, com os aspectos observados no microscópio e através de fotolorímetro.

Parâmetros	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10	Amostra 11
P (mg/dm <sup>3</sup> )	40	16,6	38,3	389,6	392,8	567,2	401,3
Zn (mg/dm <sup>3</sup> )	1,18	0,48	2,13	9,92	15,07	33,25	31,25
Umidade 65 °C	60,91	64	57,62	46,52	33,59	33,25	35,73
Umidade 100 °C	2,97	14,04	3,58	4,36	2,58	2,23	2,06
MO	25,17	39,69	31,41	35,5	19,89	16,57	17,63
AH	1,17	1,59	0,89	0,79	2,11	0,84	1,31
AF	0,64	0,88	0,46	0,44	1,16	0,46	0,72
C.org (%)	12,58	17,53	16,41	17,11	7,9	8	8,59
H (%)	1,55	2,37	1,74	2,34	1,39	0,85	1,08
N (%)	0,63	0,77	0,78	0,85	0,31	0,27	0,2
MO/C	2	2,3	1,9	2	2,5	2	2
AH/AF	1,83	1,8	1,83	1,8	1,82	1,83	1,82
Fotolorímetro (mg/l)	0,65	8,7	7,3	7,2	1,7	1,6	0,8

Tabela 15: Resultados Laboratoriais

O gráfico de **matéria orgânica** (figura 81) demonstra que as amostras 4, 7 e 8, apresentam os maiores valores de matéria orgânica (MO). A amostra 4 foi coletada a 60cm de profundidade na planície alveolar existente na margem esquerda do Ribeirão do Morro Grande, enquanto que as amostras 7 e 8 foram coletadas, a 70 cm e 50 cm de profundidade, respectivamente no nível de terraço T1, ao longo da planície de inundação do Rio Sorocá-Mirim. Esses resultados analíticos estariam em acordo com as observações morfológicas: o brilho, a untuosidade e o grau de revestimento.

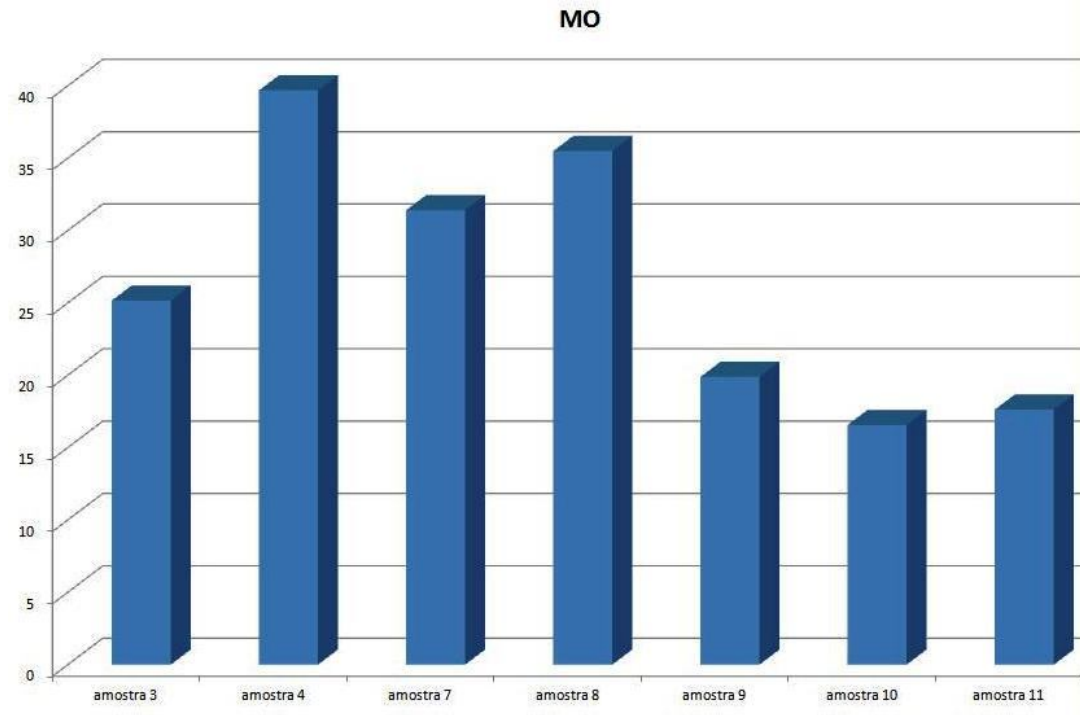


Figura 81: Gráfico de percentual de Matéria Orgânica

A amostra 3 que foi coletada a 60 cm de profundidade em uma reentrância da planície de inundação do Ribeirão da fazenda velha, apresenta valores intermediários de matéria orgânica (MO), que não corresponde com as características morfológicas observadas na amostra. O que faz crer que houve erro laboratorial.

Os menores teores de matéria orgânica (MO), são os das amostras 9, 10 e 11 que foram coletadas ao longo do nível de terraço T1 do Córrego da Vargem Grande, respectivamente a 30 cm, 70 cm e 70 cm respectivamente. Na *amostra 9* esses dados estariam em acordo com as observações morfológicas, entretanto nas *amostras 10 e 11*, estão em desacordo.

O gráfico de **Carbono Orgânico** (figura 82) corrobora as observações feitas anteriormente para o teor de matéria orgânica, indicando que provavelmente, houve troca de amostra no laboratório.

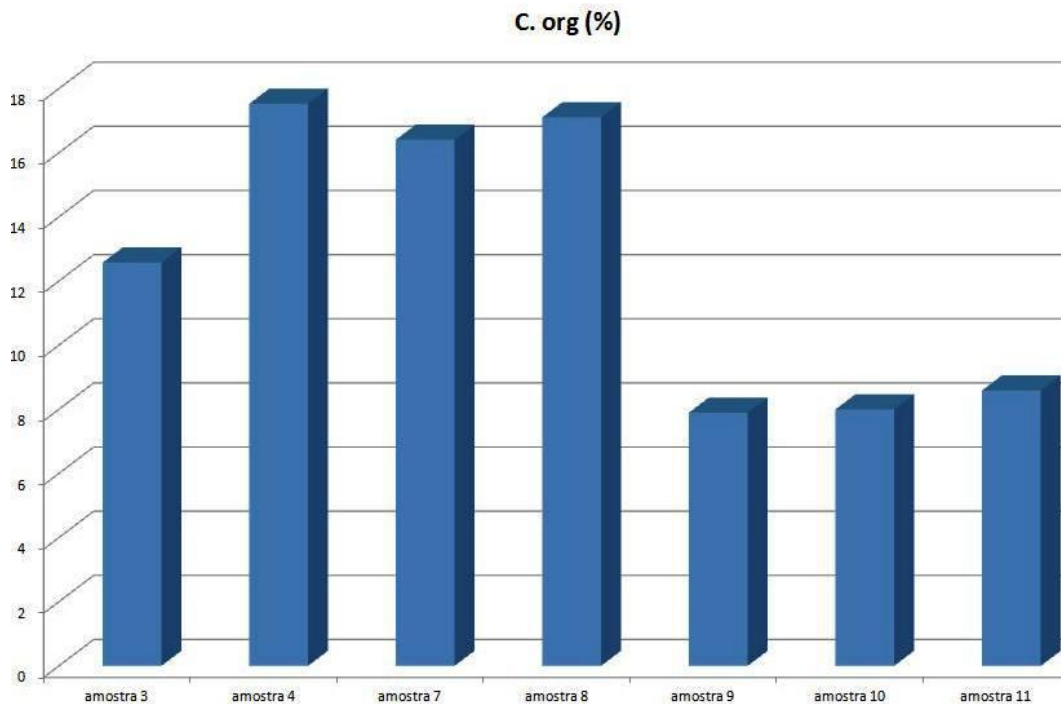


Figura 82: Gráfico do percentual de Carbono Orgânico

A matéria orgânica tem uma capacidade absorção de água muito grande, principalmente da chamada água higroscópica retida entre 65 e 110°C.

Os gráficos de **umidade total/matéria orgânica** (Figura 83) e **umidade higroscópica (umidade total menos a umidade a 65°C)/matéria orgânica** (Figura 84) demonstram uma forte correlação entre os teores de matéria orgânica e a umidade absorvida. Esses resultados indicam que não haveria ocorrido erro analítico, mas talvez uma troca de amostras.

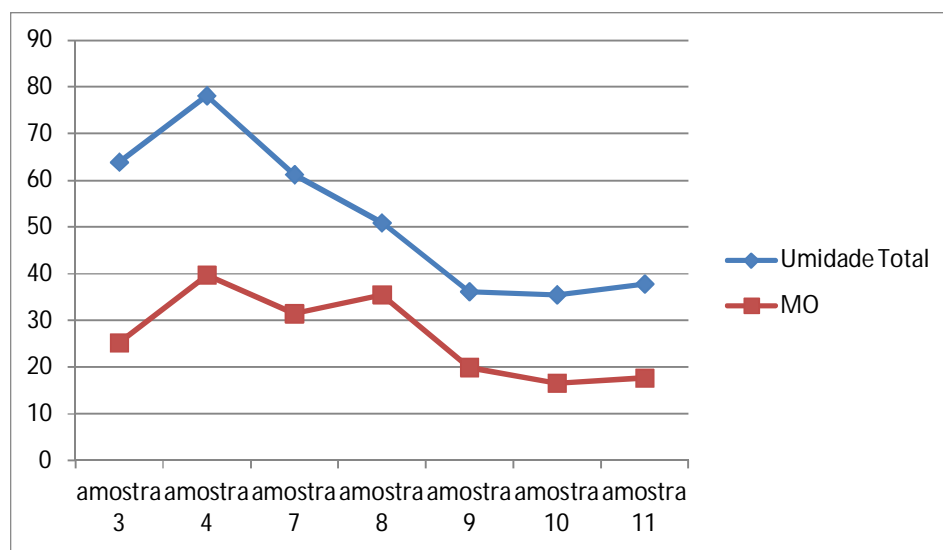


Figura 83: Gráfico de Umidade Total/ M.O.

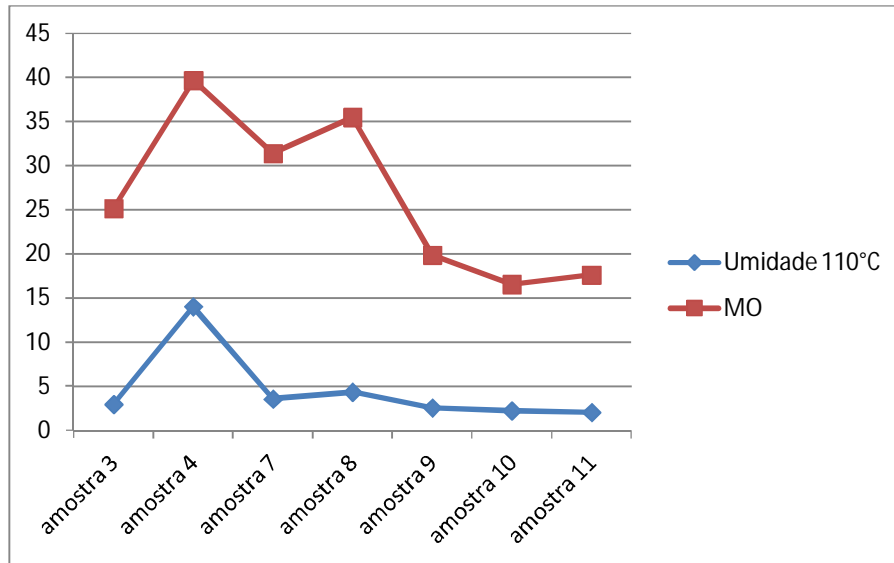


Figura 84: Gráfico de Umidade higroscópica/Umidade Total.

O gráfico de **Ácidos Húmicos e Ácidos Fúlvicos (AH e AF)** (figura 85), demonstra que esses ácidos estão presentes em maiores concentrações na amostra 9 que é a que tem mais aspecto de solo mineral, com fragmentos em grande quantidade sem revestimento.

Nas amostras 3, 4 e 11 a concentração desses ácidos é intermediária. Do ponto de vista da morfologia a amostra 3 seria a mais mineral, a amostra 4 a mais orgânica e a amostra 11 estaria em uma condição intermediária. Quanto aos dados analíticos a amostra 3 apresenta 25% de matéria orgânica, a amostra 4, 40% e a amostra 11, 18%. Embora não se tenha uma relação direta entre teor de m.o e grau de humificação, a morfologia destas amostras não condiz com os resultados analíticos. O valor da relação C/N = 43 na amostra 11 é inconsistente com o valor da relação AH/AF = 1,83. O primeiro indicaria um grau de humificação baixo, enquanto o segundo indicaria um grau de humificação elevado.

Nas amostras 7, 8 e 10 estes ácidos estão em menores concentrações, com teores de matéria orgânica de 31%, 36% e 17% respectivamente. Do ponto de vista morfológico as três amostras são semelhantes, apresentando um aspecto preto, untuoso, com brilho, que reveste a fase mineral, que não corresponde ao grau de humificação indicado pelas relações AH/AF.

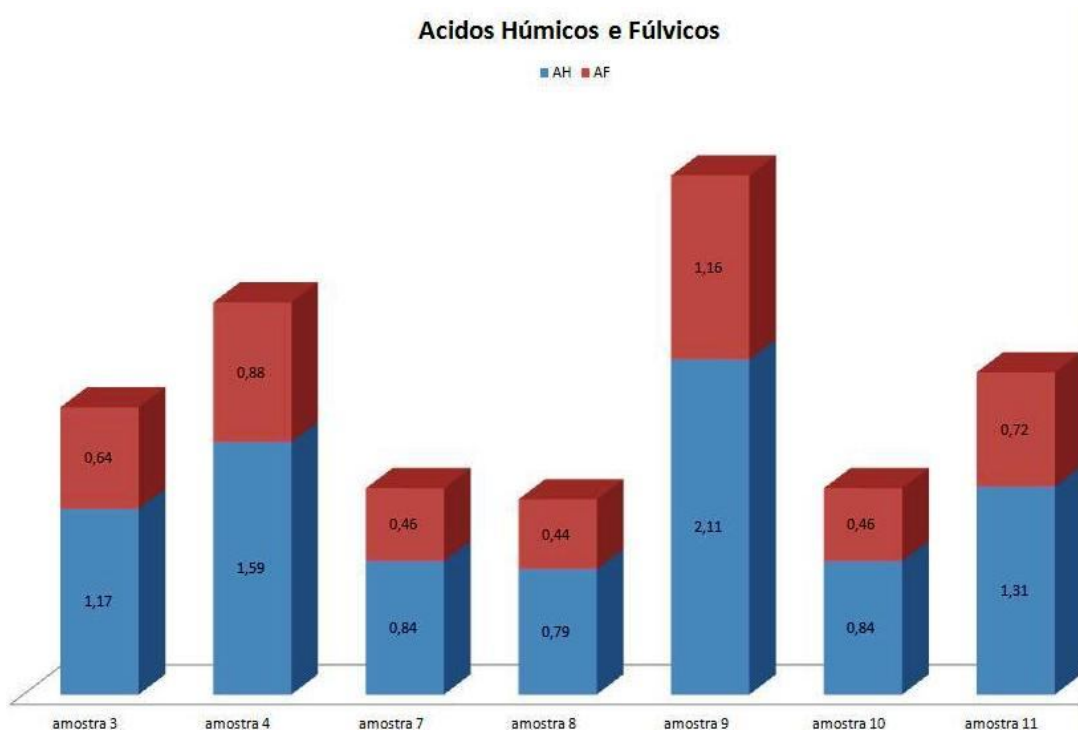


Figura 85: Gráfico de Ácidos Húmicos e Ácidos Fúlvicos (AH e AF)

Os gráficos de **Zinco (Zn)** (figura 86) e **Fósforo (P)** (figura 87) demonstram que as maiores concentrações desses dois elementos encontram-se nas amostras 9, 10 e 11 e com valores intermediários na amostra 8. Todas essas amostras foram coletadas em áreas de olericultura intensiva, muitas vezes feitas com a aplicação de agrotóxicos, que refletiriam no valor de fósforo (P) e com calagem que se refletiria na concentração de Zinco (Zn). Os demais pontos, também são áreas de olericultura, mas feita de forma menos intensa, talvez com menor utilização de produtos químicos, refletindo nos baixos valores dos parâmetros demonstrados nos gráficos.

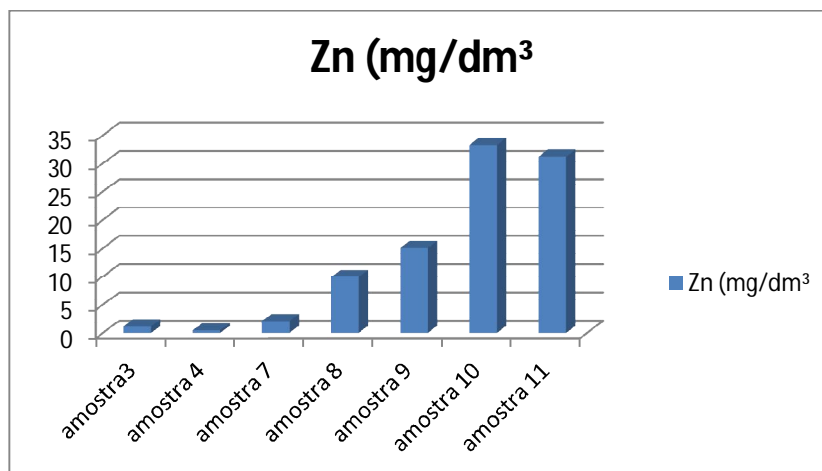


Figura 86: Gráfico de Concentração de Zinco nas Amostras

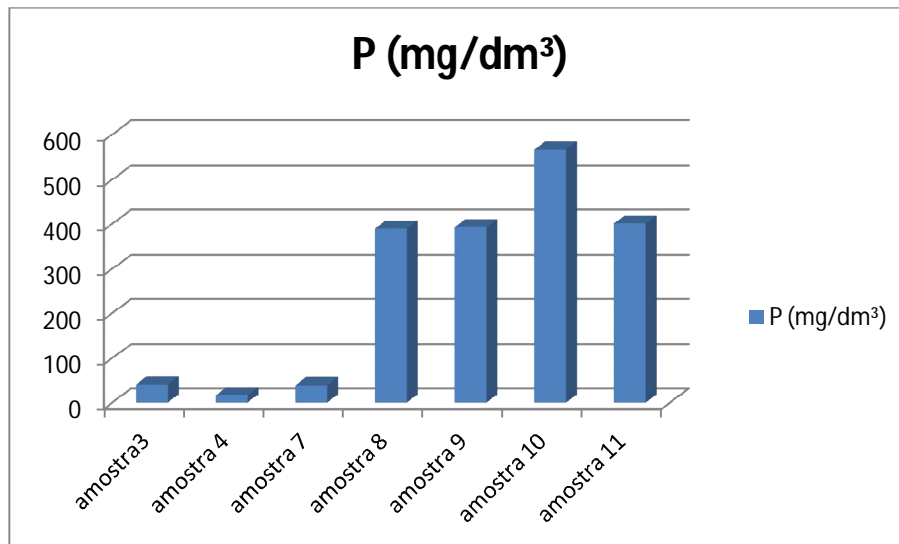


Figura 87: Gráfico da Concentração de Fósforo nas Amostras.

Preliminarmente aos procedimentos da marcha analítica, proposta (anexo 1) procedeu-se a classificação dos materiais turfosos, segundo o protocolo de Von Post.

Na amostra 9 ficou evidente a predominância da fração mineral, não sendo passível de classificação de acordo com o protocolo de Von Post.

A dificuldade em obter um líquido livre de sedimentos após espremer a amostra na mão, o que fluía era uma pasta, limitando a percepção da matéria orgânica solúvel.

Em todas as amostras o que restou, na mão, após a compressão foi um material pastoso sem presença de fibras observáveis, classificando-as como sápricas segundo o protocolo.

Com os procedimentos da marcha analítica, obteve-se em todas as amostras agitadas um líquido com coloração de castanho a preto, o que segundo Von Post, também classificaria as turfás analisadas como sápricas.

Depois de filtradas essas amostras apresentaram coloração variando entre quase transparente a preto que se refletiu nos valores obtidos pelo colorímetro.

A regressão linear (Figura 88) entre os resultados de matéria orgânica e os dados do fotocolorímetro, são concordantes com o protocolo de Von Post, onde o material mais humificado, apresenta maior concentração do elemento que pigmenta a mistura filtrada. Como se pode observar pelas relações entre

AH/AF (> 1,80) e pelas relações C/N (entre 20 e 30, excetuando-se a amostra 11), o material orgânico dessas amostras é bem humificado.

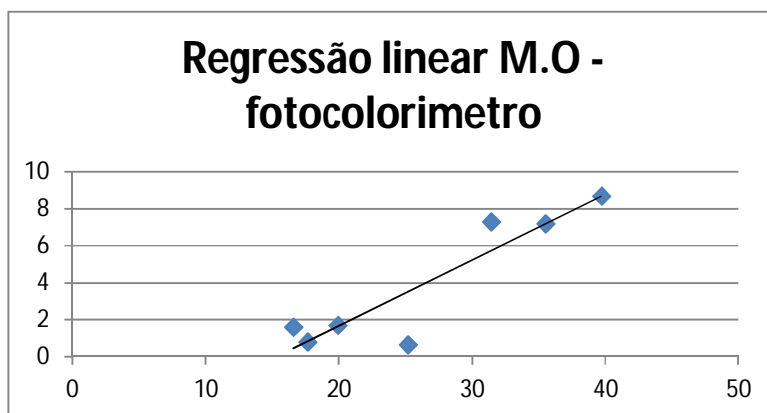


Figura 88: Gráfico de regressão linear M.O/ dados do fotocolorímetro

Esperava-se que a coloração do filtrado estivesse ligada ao AF por este ser solúvel em qualquer pH, entretanto não foi encontrada uma correlação significativa entre os dados de AF e as determinações do fotocolorímetro. (Figura 89).

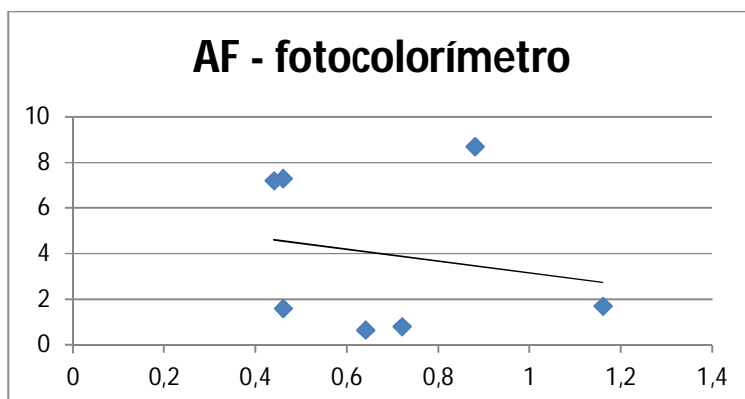


Figura 89: Gráfico de regressão linear AF/ dados do fotocolorímetro

Em síntese, o seguinte quadro pode ser estabelecido:

- Com relação ao ensaio com o microscópio óptico foi possível observar aspectos que denotaram o estado de decomposição da matéria orgânica, que condiz com o dito por Von Post, uma vez que é possível observar a existência, ou não de material vegetal íntegro, além de ser possível quantificá-los.

- Os procedimentos propostos na marcha analítica (ANEXO1) podem ser complementares ao protocolo de Von Post, uma vez que partem dos mesmos conceitos, com a vantagem de serem expressos dados numéricos, facilitando comparações entre amostras
- Com relação ao fotolorímetro, além de resultados de expressão numérica, temos como vantagens a reprodutibilidade, facilidade de manipulação. Com o microscópio a contribuição, além de permitir mensurar e quantificar os aspectos observáveis, como materiais orgânicos vivos ou pouco decompostos, fragmentos minerais, é de podermos analisar em detalhe a morfologia da matriz do solo.
- Os resultados observados sobre o grau de decomposição da matéria orgânica nos materiais turfosos encontrados nas diferentes feições geomorfológicas, indicam ambientes de formação similares em termos de regime hídrico, com predominância de períodos de não saturação em água.
- A espacialização das feições morfológicas (overlays) e a observação dos depósitos em seções transversais (transectos) permitiram mostrar que a espessura e a distribuição areolar dos depósitos estão condicionadas à proximidade do lençol freático e às morfologias fluviais às quais estão associados:
  - No *transecto* Y-Z feito em uma zona côncava, uma cabeceira de drenagem, a área da turfa estava limitada por essa forma. A espessura da turfeira era maior a jusante, aproximadamente 180 cm, e menor que 50 cm a montante, condicionada pelo lençol freático. Tudo leva a crer a concavidade foi preenchida pelo material orgânico.
  - No *transecto* W – X a forma, planície alveolar, foi o fator limitante da distribuição areolar da turfa. As maiores profundidade da turfeira foram observadas na extremidade W, a montante, no contato com a vertente. Na extremidade X, jusante, os volumes 1 e 2, por sofrerem influencia direta do regime de cheias do canal,

apresentaram uma coloração mais clara (cinza) e maior proporção de fração mineral. O rio forneceria material mineral para a zona da turfeira, como retiraria matéria orgânica.

- *No transecto S – T*, feito em no nível de terraço, as maiores espessuras encontram-se a montante, enquanto que as menores, a jusante. As profundidades vão diminuindo a jusante.
- Observou-se, portanto, que a feição morfológica à qual a turfa está associada, pode ser usada como elemento diferenciador, pois ela vai condicionar a profundidade em que se encontra o lençol freático e conseqüentemente na espessura e funcionalidade das zonas de acumulação. Também é função da forma/morfologia da feição fluvial que se estabelecem os limites espaciais das turfeiras.

## **5. SÍNTESE E CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A metodologia adotada para a elaboração da Mapa Morfopedológico da Bacia Hidrográfica do Rio Sorocá-Mirim mostrou-se bastante adequada uma vez que possibilitou identificar e cartografar sete compartimentos através da correlação e interpretação de componentes do meio físico: o substrato geológico, o relevo, o solo.

**As cimeiras** estão representadas pelos compartimentos II-Va-Vb representam respectivamente as Serras de São Roque/Taxaquara (II) e Serra de Paranapiacaba e Caucaia (Va/Vb). O compartimento *CMPII Serrote de São Roque*, apresenta as maiores altitudes, ultrapassando os 1020 metros, e zonas com as maiores declividades (30° a 45°). É o compartimento relacionado às “escarpas” do Serrote de São Roque (degrau de 200m), apresentando como substrato rochoso granito e como solos os Argissolos Vermelho-Amarelos + Cambissolos Háplicos. Os compartimentos *CMPVa “Bairro Cachoeira”* e *CMPVb “Serra de Paranapiacaba”*, com as litologias respectivas de granito e migmatito, estão relacionados aos contrafortes da Serra de Paranapiacaba e Caucaia (940-1020m), e apresentam setores de morros com declividades que podem variar de 12° até 45°. Os solos mais representativos são os Cambissolos Háplicos. O compartimento *CMPIb “Planícies dos Córregos dos Grilos”*, configura uma área “plana” entre as Serras de Paranapiacaba e Serra de Caucaia, com intervalos altimétricos entre 880 e 940m. Nesse fundo de vale com baixas inclinações ocorrem solos Hidromórficos; não foi registrada a ocorrência de turfeiras suspensas nesse compartimento estrutural que Silva (2012) denominou de meio-graben dos Grilos.

**Os níveis intermediários**, mais desenvolvidos na margem esquerda da bacia, contemplam os compartimentos *CMPIII Bairro do Carmo* e *CMPIV Bairro Votorantim*, respectivamente sustentados por granitos e migmatitos. São caracterizados por colinas, com graus de inclinação entre 3° de 12°. Esses compartimentos estão inseridos em um intervalo altimétrico de 880 a 940 metros e os solos são os Latossolos Vermelho-Amarelos + Cambissolos Háplicos.

**As Planícies Fluviais**, do sistema do Soroca-Mirim - Vargem Grande delimitadas pelo Compartimento *CMPla "Planícies do Rio Sorocá-Mirim e do Ribeirão da Vargem Grande"* engloba as planícies destes e dos seus principais afluentes e estão contidas entre as cotas de 840 e 880 metros. Alojamos sedimentos quaternários sobre os quais se desenvolvem gleissolos + solos orgânicos (turfas).

**Os solos orgânicos**, no presente estudo, foram analisados apenas em alguns pontos como depósitos de material orgânico, contidos no CMPla. O mapeamento das feições fluviais e a análise dos depósitos ao longo de transectos, possibilitou mostrar estreita correlação entre as áreas de acumulação de matéria orgânica e compartimentos específicos do vale como os terraços, as planícies alveolares e cabeceiras de drenagem confinadas. Foi possível registrar que as profundidades e distribuição areolar estão condicionadas à forma, pois esta controla o regime hídrico e conseqüentemente a profundidade dos solos orgânicos, assim como limita espacialmente as zonas onde existem condições de acúmulo de material.

Com os ensaios e as análises laboratoriais, foi possível determinar, com valores e imagens, diferenças entre os materiais orgânicos, mostrando características distintas entre materiais mais ou menos humificados. Não foi possível, estabelecer uma relação entre feição e qualidade da matéria orgânica; para se chegar em algo mais conclusivo, outros exemplos deveriam ter sido descritos e analisados.

A marcha analítica proposta, mostrou ser bem interessante, uma vez que partindo dos mesmos princípios do protocolo consagrado na classificação dos solos orgânicos (Von Post) a metodologia dos ensaios realizados mostrou ser possível aumentar a qualidade e objetividade das descrições morfológicas além de gerar valores que podem ser complementares na classificação.

**Finalizando e retomando os objetivos** desse trabalho, pode-se dizer que um painel geral foi possível de ser desenhado e nele se reconhece que:

- o mapeamento das bases físicas da Bacia do Sorocá-Mirim, dentro da *proposta da cartografia morfopedológica*, foi importante

na sistematização das informações de base quadro natural. Assinalou também a necessidade de se trabalhar com escalas diferentes (toposseqüências) para esclarecer problemas que o trabalho suscitou, como a relação entre os diferentes solos em cada compartimento, explicando por exemplo, como se dá a passagem entre litossolos (topo) para latossolos (terço inferior das vertentes) em interflúvios colinosos onde a morfologia não indica essa diferenciação;

- *turfeiras* não foram encontradas em outros compartimentos e/ ou em outros níveis topográficos, entretanto essa hipótese, não foi descartada, e estudos de detalhe deverão ser feitos em trabalhos em andamento e futuros. As hipóteses iniciais que estão sendo perseguida por Silva (2012) indicam que as turfas estão relacionadas a *ambientes fluviais particulares*, condicionados a traços estruturais de grandes magnitudes. A região do Planalto de Ibiúna seria formada por um conjunto de meio grábens, retratados pela trama do sistema fluvial do planalto. Bloqueios estruturais a passagem da água teriam criado ambientes saturados de água e confinados, propícios a formação das turfas.
- *as questões ambientais* ligadas ao uso da terras na bacia do Sorocá-Mirim, apontam para o agravamento dos níveis de poluição das águas e dos solos, mantidas as formas de manejo da horticultura e olericultura, e principalmente, mantido o crescimento do *cinturão de especulação imobiliária*, que há anos vem transformando a paisagem agrária da Bacia.

## **6. BIBLIOGRAFIA**

- AB´SABER, A. N.. Um Conceito de Geomorfologia a Serviço das Pesquisas Sobre o Quaternário. São Paulo, 1969.
- ANDERSON, Paul S.; VERTAPPEN, H. Th. Aspectos Básicos da Fotointerpretação. In: P. S. ANDERSON (coord. E Ed.) Fundamentos para a Fotointerpretação. Sociedade Brasileira de Cartografia, 1982
- ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Matéria Orgânica e Pedogênese. In: Fundamentos da Matéria Orgânica do Solo. Ecossistemas Tropicais e Subtropicais. Metrópole, Porto Alegre, 2008.
- ALMEIDA, F. F. de. Fundamentos Geológicos do Relevo Paulista. IGEOG, Série teses e Monografias Nº 14. Instituto de Geografia, USP. São Paulo, 1974.
- BARBALHO, M. G. da S. Morfopedologia aplicada a diagnóstico e diretrizes para o controle dos processos erosivos lineares na alta bacia do rio Araguaia (GO/MT). Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, 2002.
- BOULET, R.; CHAUVEL.; HUMBEL F.X.; LUCAS, Y. Analyse structurale et cartographie en pédologie. Prise en compte de l'organisation bidimensionnelle de la couverture pédologique: les études de toposéquences et leurs principaux apports a la connaissance des sols. Paris: Organisation de Recherche Scientifique et Technologique d'Outre Mer, Cahiers de l'ORSTOM, série Pédologie, v. XIX, n. 4, p. 309-321, 1982.
- CAMERON, C.C; ESTERLE J.S. & PALMER C.A. The Geology, Botany and Chemistry of Selected Peat- Forming Environments From Temperate and Tropical Latitudes. International Journal of Coal Geology, 12. 1989. In: Peat and Coal: Origin, Facies. And Depositional Models.
- CAMPANHA, G. A. C. ; SADOWSKI, G. R. . Determinações da deformação finita em metassedimentos da Faixa Ribeira. Revista Brasileira de Geociências, v. 32, n.1, p. 107-118, 2002.
- CASSHYAP, S.M. & TEWARI R.C. Fluvial Models of The Lower Permian Coal Measures of Son-Mahanadi and Koel-Damodar Valley Basins, Índia. In: RAHMANI, R. A. & FLORES, R.M. (ed.) Sedimentology of Coal and Coal-Bearing

Sequences. Blackwell Science. Public. Oxford. Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment, v.7, 1984.

- CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. Geosp, São Paulo, v. 7, p. 27-36, 2000.GEO USP № 7.

- CESP, Centrais Elétricas de São Paulo.1985.Minerais Energéticos: Carvão, Turfa e Rochas Oleaginas.Seminarios. São Paulo.

- CHARMAN, D.J. Peatlands and environmental change. Chichester, West Sussex, England : J. Wiley, 2002 New York.

- CLYMO, R.S. Peat. In: GORE, A.J.P. (ed.) Mires: swamp, bog, fen ad moor. Amsterdam: Elsevier, 1983. p. 159 – 224 ( Ecosystems of the World, A4)

- CRUZ, O. Alguns conhecimentos básicos para fotointerpretação. São Paulo. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo.1978

- DEMATTE. J.A.M. Caráter e Espacialização do Meio Físico, como base para o planejamento do uso da terra. (material apostilado para o curso de graduacao). Departamento de Ciência do Solo, ESALQ/USP). 223 páginas, 2008

- EDIL, T. B.; Bosscher, P. J. & DEWITT, C. B.Compreession and Gravity Drainage as Means of Dewatering Peat. In: FUCHSMAN, C. H (Ed) Peat and Water, Elsevier Applied Science Publishers Ltd, 1986. p. 21 – 36.

- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa em Solo. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo.2. Ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação. RJ: EMBRAPA SOLOS, 2006.

- ESPINDOLA, C.R; GARCIA, G.J. Interpretações Fotográficas de Redes de Drenagem em Diferentes Categorias de Solos. Not. Geomorfol., Campinas, 18 (35): 71 – 94, junho 1978.

- FAVERO, O.P. Paisagem e sustentabilidade na Bacia Hidrográfica do Rio Sorocaba (SP). Tese de Doutorado, Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas, USP. São Paulo, 2007.

- FLAIG, W. Some Basic Principles of Water Management in Peat. In: FUCHSMAN, C. H (Ed): Peat and Water, Elsevier Applied Publishers Ltd, 1986. p.119 – 132
- FRANÇA, G.V.; DEMATTÊ, J.A.M. Parâmetros de Rede de Drenagem de Solos da Região de Itacemópolis (SP). An. ESALQ, Piracicaba, 47 (parte 2): 541 – 555,
- FRANÇA, G.V.; DEMATTÊ, J.A.M. Levantamento de Solos e interpretação fotográfica dos parâmetros desenvolvidos em solos originados do Arenito Bauru. Sci. Agricultura. Piracicaba. 50 (1): 77 – 86, fev./mai.. 1993
- FRANCHI, José Guilherme. Aplicação de turfa na recuperação de solos degradados pela mineração de areia. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica, USP. São Paulo, 2000.
- FRANCHI, J. G. "A utilização de turfa como adsorvente de metais pesados. O exemplo da contaminação da Bacia do Rio Ribeira de Iguape por chumbo e metais associados". Tese do Doutorado, Instituto de Geociências, USP. São Paulo, 2004.
- FRANCHI, J.G; SÍGOLO, J.B & MARCIANO MOTTA, J.F. Diagnóstico das turfás no Brasil: Histórico da utilização, classificação, geologia e dados econômicos, in Revista Brasileira de Geociências, nº36, 2006.
- FUCHSMAN, C. H. PEAT AND WATER Aspects of Water Retention and Dewatering in Peat. Elsevier Applied Science Publishers, London and New York, 1986.
- GODOY, A.M. ; HACKSPACHER, P. C.; OLIVEIRA, M. A. F. de; ARAÚJO, L. M. B. de. Evolução Geológica dos Batólitos Granitoides Neoproterozóicos do Sudeste do Estado de São Paulo. São Paulo, UNESP. Geociências, v.29, n. 2, p. 171 – 185, 2010.
- GODOY, A. M. de TEIXEIRA. Modelagem da dinâmica de uma paisagem do Planalto de Ibiúna (1962 – 2000) e inferências sobre a sua estrutura futura (2019). Dissertação de Mestrado, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005

- HASUI, Y. Geologia da Folha de São Roque. Boletim IG, Instituto de Geociência, USP, V.6. 1975.
- HASUI, Y. ; SADOWSKI, G. R. . Evolução geológica do Pré-Cambriano na região sudeste de São Paulo. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 6, p. 187-200, 1976.
- HASUI, Y; OLIVEIRA, Marcos Aurélio Farias de. Província Mantiqueira: complexo Juiz de Fora, Barbacena e Varginha. In: ALMEIDA, Fernando F. M. de. HASUI, Yociteru (orgs.). O pré- cambriano do Brasil.São Paulo: Edgard Blucher, 1984
- HASUI, Y. ; HARALYI, N. L. E. ; COSTA, J. B. S. . A megaestruturação do Pré-Cambriano brasileiro com base em dados geofísicos e geológicos. Geociências (UNESP. Impresso), São Paulo, v. 12, n.1, p. 7-31, 1993.
- HASUI. Y. A Grande Colisão Pré-Cambriana do Sudeste Brasileiro e a Estruturação Regional. São Paulo, UNESP. Geociências, v.29, n. 2, p. 141 – 169, 2010.
- HORÁK, I. Relações pedológicas, isotópicas e palinológicas na reconstrução paleoambiental da turfeira da Área de Proteção Especial (APE) Pau-de-Fruta, Serra do Espinhaço Meridional – MG. Dissertação de Mestrado, ESALQ, USP. São Paulo, 2010.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Estudo das possibilidades de aproveitamento de turfa no Est. de São Paulo.IPT.São Paulo, 1979. Relatório 12.761
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 2000; Relatório Zero da Bacia do Rio Sorocaba e Médio Tietê. São Paulo, 2000, 277p.
- IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Relatório Técnico nº 80 401 – 205. Atualização do relatório de situação dos recursos hídricos da Bacia do Sorocaba e Médio Tietê (Relatório Zero) como subsídio à elaboração do Plano de Bacia. São Paulo, 2005, 420p.

- KADLEC, R. H. & KEOLEIAN, G. A. Metal Ion Exchange on Peat. In: FUCHSMAN, C. H (Ed) Peat and Water, Elsevier Applied Science Publishers Ltd, 1986. p. 61 – 93.
- KIEHL, E. J. Aproveitamento da Turfa na Agricultura. In: Prospecção, Produção e Usos. Seminário Sobre Turfa. CESP – Companhia Energética de São Paulo, 1985.
- KWAK, J. C. T.; AYBUT A. L. & SHEPPARD, J. D. The Role of Colloid Science in Peat Dewatering: Principles and Dewatering Studies. In: FUCHSMAN, C. H (Ed) Peat and Water, Elsevier Applied Science Publishers Ltd, 1986. p. 95 – 118.
- LEMOS, R. C. de. SANTOS, R. D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Campinas, 1982.
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 2ªEd. Oficina de Textos, 2010.
- LIBAULT, A. Geocartografia. São Paulo, Editora: Nacional. Edusp, 1975.
- LOXHAM, M. & BURGHARDT, W. Saturated and Unsaturated Permeabilities of North German Peats. In: FUCHSMAN, C. H (Ed) Peat and Water, Elsevier Applied Science Publishers, 1986. 37 – 59.
- LÜTTIG, G. Plants to Peat: The Process of Humification. In: FUCHSMAN, C. H (Ed) Peat and Water, Elsevier Applied Science Publisher Ltd, 1986.p 9 – 19.
- MANFREDINI, S. Análise das relações funcionais entre as características morfológicas e o comportamento hidrodinâmico da cobertura pedológica na região de Vargem Grande. Projeto de Pesquisa desenvolvido junto ao Departamento de Geografia, FFLCH. USP
- McCABE, P.J. Depositional Environments of Coal and Coal-Bearing strata. In: RAHMANI, R. A. & FLORES, R.M. (ed.) Sedimentology os Coal and Coal-Bearing Sequences. Blackwell Science. Public. Oxford. Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment, v.7, 1984.

- MELO, M. S. de.; PONÇANO, LOPES. W; Gênese, distribuição e estratigrafia dos depósitos cenozóicos no estado, de São Paulo. São Paulo: Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo-IPT, 1983.
- METZGER, J. P.; ALVES, L. F.; PARDINI, R.; DIXO, M.; NOGUEIRA. A. do. A.; NEGRÃO, M. de F. F.; MARTENSEN, A. C; CATHARINO, E. L. M. Características ecológicas e implicações para a conservação da Reserva Florestal do Morro Grande. Biota Neotropica v6 (n2). – [www.biotaneotropica.org.br/v6n2](http://www.biotaneotropica.org.br/v6n2)
- MODENESI, M. C. Significado dos Depósitos Correlativos Quaternários em Campos do Jordão – São Paulo: Implicações Paleoclimáticas e Paleoecológicas. Tese de Doutorado, FFLCH, USP. São Paulo, 1984.
- MONTEIRO, C. A. de F. A dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo. Estudo Geográfico Sob Forma de Atlas. Instituto de Geografia, USP. São Paulo, 1973.
- MOORE, P. D. The Ecology of Peat – Forming Processes: a review. International Journal of Coal Geology, 12. 1989. In: Peat and Coal: Origin, Facies, and Depositional Models.
- MOTTA, J. F. M. Uso de Métodos Indiretos de Prospecção de Turfa – Fotos Aéreas. In Prospecção, Produção e Usos. Seminário Sobre Turfa. CESP – Companhia Energética de São Paulo, 1985.
- OLIVEIRA, J.B; CAMARGO, M. N.; ROSSI, M.;CALDEIRA FILHO, B. Mapa pedológico do estado de São Paulo. Escala 1:500.000. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas. Legenda Expandida, 63 p. 1999.
- PETRONE, P. Aldeamentos Paulistas e Sua Função de Valorização de Região Paulistana: Estudo de Geografia Histórica. Tese de Livre Docência, USP. São Paulo, 1964.
- RAHMANI, R. A. & FLORES, R.M. Sedimentology os Coal and Coal-Bearing Sequences of North America: A historical review. In: RAHMANI, R. A. & FLORES, R.M. (ed.) Sedimentology os Coal and Coal-Bearing Sequences. Blackwell Science. Public. Oxford. Spec. Publ. Int. Assoc. Sediment, v.7, 1984.

- RIBEIRO, J. C. & SALOMÃO, F. X. de T. Abordagem Morfopedológica Aplicada ao Diagnóstico e Prevenção de Processos Erosivos na Bacia Hidrográfica do Alto Rio da Casca, MT. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 22, n. 1, p. 83-95, 2003
- RICHARDSON, J.L & VEPRASKAS, M.J. Wetland soils: genesis, hydrology, landscapes and classification. Boca Raton : Lewis, [2000] London.
- RICCOMINI, C. SANT'ANNA, L. .; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift Continental do Sudeste do Brasil. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D.R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sulamericano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Beca, 2004. P 383 – 405.
- ROSS, J. & MOROZ, I. C. Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo: Escala 1: 500 000. Mapas e Relatório. São Paulo. Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia – FFLCH – USP/ Laboratório de Cartografia Geotécnica – Geologia Aplicada – IPT/FAPESP, Volume I, 1997. 64p.
- TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris: Editora Masson, 1965. 496p.
- SADOWSKI, G. R. . A Megafalha de Cubatão No Sudeste Brasileiro. BOLETIM IG-USP, SERIE CIENTIFICA, v. 22, p. 15-28, 1991
- SADOWSKI, G. R., CAMPANHA, G. A. C. Grandes falhas no Brasil continental. In: MANTESSO-NETO, V.; BARTORELLI, A.; CARNEIRO, C. D.R.; BRITO NEVES, B. B. (Org.). Geologia do Continente Sulamericano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida. São Paulo, Beca, 2004. p. 407 421.
- SALLES, M.H.D.; CONCEIÇÃO, F.T.; ANGELUCCI, V. A. ; SAI, R.; PEDRAZZI, F. J. M.; CARRA, T. A. ; MONTEIRO, G. F.; SARDINHA, D. S; NAVARRO, G. R. B. Avaliação Simplificada de Impactos Ambientais na Bacia do Alto Sorocaba (SP). REA – Revista de Estudos Ambientais. V.10, n.1, p.6 – 20, jan/jun. 2008
- SARDINHA, D. S et al. Avaliação de balanço anual de cátions e ânions na bacia do Alto Sorocaba (SP). Revista Brasileira de Geociências. Dezembro de 2008

- SARDINHA, D.S. Avaliação do Intemperismo Químico e Influências Antropogênicas na Bacia do Alto Sorocaba (SP). Instituto de Geociências e Ciências Exatas (UNESP/RIO CLARO), 2008. Dissertação de Mestrado
- SARDINHA, D.S.; CONCEIÇÃO, F. T. da; BONOTTO, D.M; SALLES, M. H. D. de; ANGELUCCI, V. A. Avaliação de balanço anual de cátions e ânions na Bacia do Alto Sorocaba. Revista Brasileira de Geociências. 38 (4): 730- 740, dezembro 2008.
- SEABRA, M. Vargem Grande: Organização e Transformações de um Setor do Cinturão Verde Paulistano. São Paulo, IG/FFLCH/USP, 1971. P227. Tese de Doutorado.
- SCHNITZER, M. Water Retention by Humic Substances. In: FUCHSMAN, C. H (Ed) Peat and Water, Elsevier Applied Science Publishers, 1986. p 159 – 176.
- SILVA, A.C; HORÁK, I.; CORTIZAS, A. M.; TORRADO, P. V.; RACEDO, J. R.; GRAZZIOTTI, H.; SILVA, E. de B.; FERREIRA, S. A. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG I – caracterização e Classificação (1). R. Bras. Ci. Solo, 33:1385-1398, 2009
- SILVA, A.C ; HORÁK, I.; CORTIZAS, A. M.; TORRADO, P. V.; RACEDO, J. R; CAMPOS, J.R da R. Turfeiras da Serra do Espinhaço Meridional – MG. II Influência da Drenagem na Composição Elementar e Substâncias Húmicas(1). R. Bras. Ci. Solo, 33:1399-1408, 2009
- SILVA, J. C. C. da. Contribuições aos estudos da geodinâmica ambiental do segmento leste do Pórtico Guanabarrino, Niterói, RJ. Dissertação de Mestrado. Pontifícia Universidade de Minas Gerais. Belo Horizonte, 1999. 156 p.
- SILVA, J. C. C. da. A evolução tectônica e geomorfológica e o tecido mineral de uma região de rochas cristalinas entre a Depressão Periférica da Bacia do Paraná e o Litoral Sul de São Paulo. Resumo expandido submetido ao 46 congresso brasileiro de geologia. Santos, set 2012. (inédito)
- TRICART, J. & KILIAN, J. L'écogéographie et l'aménagement du milieu naturel. Paris: Editora François Maspero, 1979. 325p.

- VARGAS, M. S. Mapeamento Morfológica de um trecho das vertentes da Serra do Mar entre as praias das Galhetas e do Guaecá, São Sebastião, SP. Dissertação de Mestrado FFLCH, USP. São Paulo, 1995.
- VINK, A.P.A.Planning of Soil Surveys in Land Development. International Institute for land Reclamation and Improvement. Hetrherlands, 1963.
- WILLIAMS, M. Wetlands:a threatened landscape. Oxford : Blackwell, 1990
- ZALAN, Pedro Victor. A tectônica transcorrente na exploração de petróleo: uma revisão. Revista Brasileira de Geociências. (3): 245-257. Rio de janeiro, setembro de 1986.

## ANEXO1

### MARCHA ANALÍTICA

A caracterização dos solos orgânicos é realizada de acordo com os procedimentos estabelecidos por Von Post ( 1926, apud CLYMO, 1983 ), que procura avaliar o grau de decomposição da matéria orgânica através de parâmetros morfológicos. Partindo de uma amostra saturada em água, que é pressionada na mão, Von Post propõe uma escala do grau de decomposição através da cor do exudado que expressaria o teor de matéria orgânica solúvel e as características do material solido retido na mão que indicaria o grau de decomposição.

Dois ensaios laboratoriais foram feitos com o objetivo de uma melhor caracterização física das amostras de turfas coletadas, porque ao nos propormos a trabalhar com as turfas nos deparamos com algumas questões, algumas dúvidas e queríamos procedimentos que proporcionassem uma caracterização das turfas de uma forma menos subjetiva.

Uma marcha analítica que contribuísse com os protocolos já existentes, onde os resultados fossem otimizados e mais precisos, proporcionando uma maior reprodutibilidade e sendo expressado em termos numéricos para facilitar a análise comparativa.

#### 1) AVALIAÇÃO DOS TEORES DE MATERIA ORGANICA SOLÚVEL NO EXUDADO

Procurou-se estabelecer, primeiramente, um protocolo para análise da matéria orgânica solúvel que fosse menos subjetivo e que pudesse expressar em termos numéricos a concentração de solúveis.

Para o primeiro procedimento (fotocolorímetro), três amostras diferentes foram selecionadas, aleatoriamente e pesadas, ainda estando úmidas. Após 24 horas secando em estufa, as amostras foram colocadas no dissecador para novamente serem pesadas. Essa etapa proporcionou que o teor médio de umidade das amostras fosse conhecido para correção do peso final. Desta

forma, pudemos corrigir e padronizar o peso das amostras que foram utilizadas no ensaio.

A próxima etapa consistiu em separar 10 gramas (descontado o teor de umidade) de cada uma das amostras coletadas e colocá-las em 10 ml de água destilada. Essa mistura foi agitada manualmente, com vigor, no intuito de desagregar, solubilizar o material (matéria orgânica) e deixada descansando por 30 minutos. Após esse intervalo de tempo, a mistura foi novamente agitada e posteriormente coada em papel filtro.

O aspecto da mistura foi observado e descrito tanto antes de coado, quanto depois de coado. Para um resultado mais preciso, o filtrado foi colocado em um fotolorímetro (figura 1), obtendo-se um valor do elemento pigmentante dessa amostra (concentração da matéria orgânica solubilizada, ácidos fúlvicos).



Figura 1. Fotolorímetro

O fotolorímetro é um instrumento que obtém a concentração de determinado elemento em uma mistura, através de espectros de cores. Para esta operação calibra-se o aparelho com água destilada em um tubo de ensaio que é colocado dentro de um “poço” existente no aparelho.

Esse “poço” é fechado, para que não haja interferência da luz externa na leitura do aparelho. A água destilada fica sendo o valor de referencia zero.

## A2. AVALIAÇÃO DOS ASPECTOS MORFOLOGICOS DOS CONTITUENTES SOLIDOS

O segundo procedimento realizado foi a observação de aspectos morfológicos, das amostras coletadas, através de um microscópio óptico portátil/USB (figura 2)

Este instrumento é capaz de aumentar a imagem em até 200 vezes. Além dessa capacidade de aumento, possui ferramentas úteis, através de um software onde é possível realizar medições de áreas e de aspectos lineares observados.



Figura 2: Microscópio óptico/USB

Foram realizadas dez repetições para cada uma das amostras dentro de uma área de observações fixada previamente. Nessa área pré estabelecida foram observados e mensurados parâmetros como, brilho, textura, rugosidade, cor, presença de minerais não revestidos, presença de raízes. Tendo o valor da área fixa e das medidas dos elementos observados, pode-se ter um resultado quantitativo da proporção que os elementos observados ocupam dentro da área da amostra.

Procurou-se estabelecer correlações entre os aspectos morfológicos e os resultados analíticos que representasse um detalhamento do protocolo de Von Post. Seguindo os mesmos princípios, buscou-se diminuir a subjetividade das avaliações.