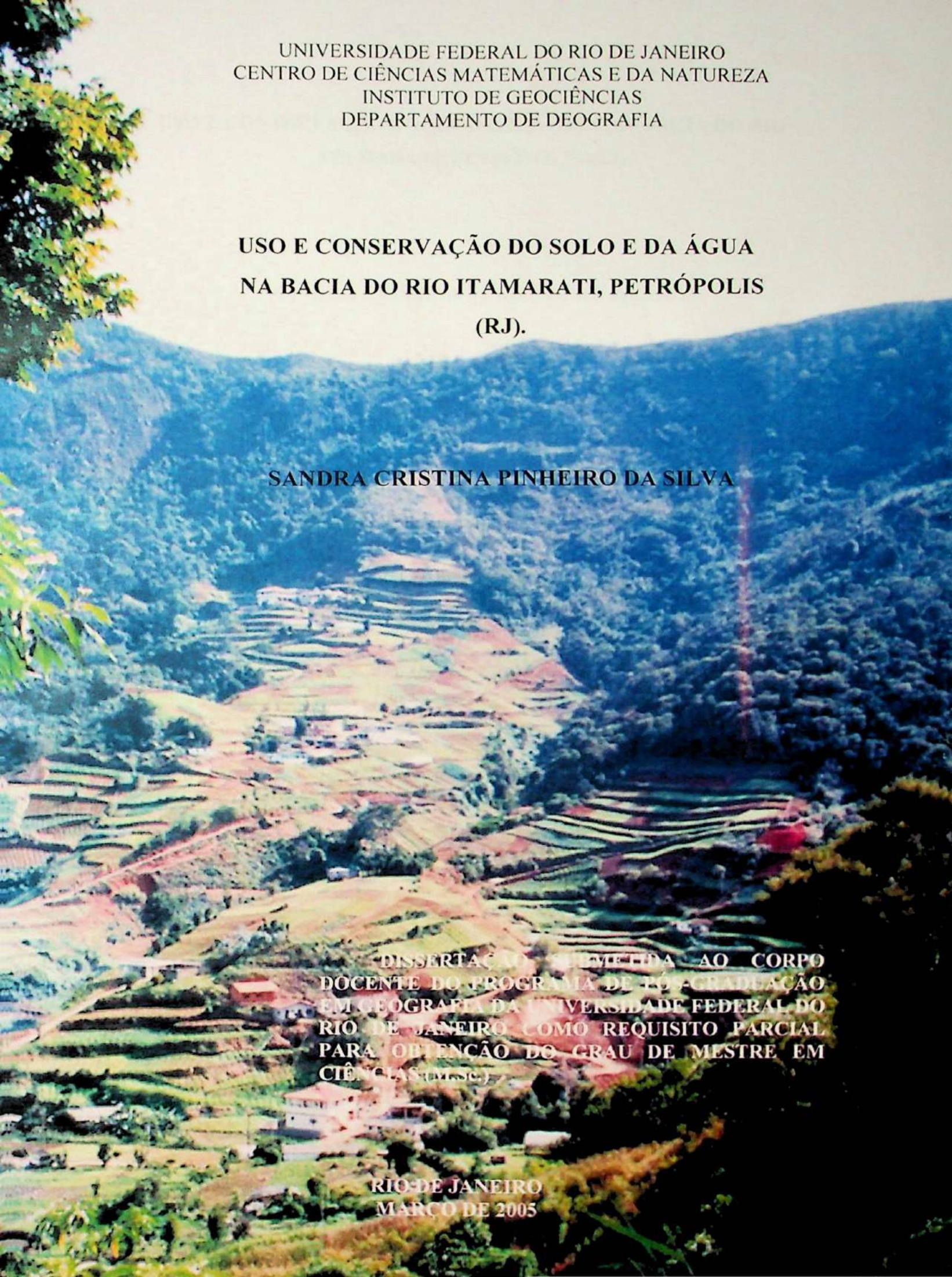




UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE DEOGRAFIA

**USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA
NA BACIA DO RIO ITAMARATI, PETRÓPOLIS
(RJ).**

SANDRA CRISTINA PINHEIRO DA SILVA

DISSERTAÇÃO SUBMITIDA AO CORPO
DOCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GEOGRAFIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO
RIO DE JANEIRO COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM
CIÊNCIAS (M.Sc.)

RIO DE JANEIRO
MARÇO DE 2005

**USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA NA BACIA DO RIO
ITAMARATI, PETRÓPOLIS (RJ)**

SANDRA CRISTINA PINHEIRO DA SILVA

Dissertação de Mestrado submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre.

Aprovada por:

Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra (UFRJ) - Orientador

Dr^a Rosangela Garrido Machado Botelho (IBGE) – co-orientadora

Prof^a Dr^a Nadja Maria Castilho da Costa (UERJ)

Prof. Dr. Evaristo de Castro Júnior (UFRJ)

RIO DE JANEIRO (RJ)

2005

YES
0812

FICHA CATALOGRÁFICA

PINHEIRO DA SILVA, SANDRA CRISTINA

Uso e conservação do solo e da água na bacia do rio Itamarati, Petrópolis (RJ)/
Sandra Cristina Pinheiro da Silva. Rio de Janeiro: UFRJ, 2005.

XIII, 116 p. 29,7 cm

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro/ PPGG, 2005.

1. Conservação. 2. Manejo. 3. Uso do solo. 4. Qualidade da água

I. UFRJ/ PPGG

II. Título (série)

ORAÇÃO DO PÁRA-QUEDISTA

*Dai-me, senhor meu Deus, o que vos resta;
Aquilo que ninguém vos pede.
Não vos peço o repouso nem a tranqüilidade;
Nem da alma nem do corpo.
Não vos peço a riqueza, nem o êxito, nem a saúde;
Tanto vos pedem isso, meu Deus,
Que já não vos deve sobrar para dar.
Dai-me isso senhor o que vos resta;
Dai-me aquilo que todos recusam.
Quero a insegurança e a inquietação;
Quero a luta e a tormenta.
Dai-me isso meu Deus, definitivamente;
Dai-me a certeza de que esta será minha parte para sempre
Porque nem sempre terei a coragem de vô-la pedir.
Dai-me senhor o que me resta;
Dai-me aquilo que os outros não querem;
Mas, dai-me também, a coragem, a força e a fé!*

*Em homenagem ao meu irmão, Sérgio, grande amigo e
incentivador. Um verdadeiro presente de Deus.*

“ Ainda que eu fale as línguas dos homens e dos anjos, se não tiver amor, serei como o bronze que soa ou como o címbalo que retine.

Ainda que eu tenha o Dom de profetizar e conheça todos os mistérios e toda a ciência: ainda que eu tenha tamanha fé, a ponto de transportar montes, se não tiver amor, nada serei”. Coríntios, 13.

Em homenagem à minha querida mãe, que me ensinou que o amor é a base de tudo na vida e que amor e amizade devem nortear os nossos caminhos. Em agradecimento aos meus tios Rosa e José, Nancy e João, à minha prima Cláudia (Cau), à minha cunhada (Ana Paula) e sua família que ajudaram nos momentos mais difíceis da vida e que sempre me confortaram e me amaram. Sem todos vocês eu sou tão pouco que nem mesmo teria chegado até aqui.

*Dedico este trabalho à melhor mãe que
alguém imaginaria ter no mundo, a minha mãe
Suely Pinheiro da Silva (in memorian) e ao
meu irmão e grande amigo, Sérgio Luiz
Pinheiro da Silva.*

Agradecimentos

A minha adorável mãe Suely Pinheiro da Silva (*in memoriam*) e ao meu irmão Sérgio Luiz Pinheiro da Silva que sempre me apoiaram em todas as decisões e iluminaram meus caminhos com palavras de incentivo e alegria. A Deus pela vida e pela excelente família da qual faço parte, certamente, não poderia haver outra melhor neste mundo.

Aos meus tios Rosa Pinheiro Monte e José Monte, Nancy Salgado Rodrigues e João Rodrigues e à minha prima-irmã Cláudia por nunca me deixarem desistir nos momentos mais difíceis. À minha cunhada e amiga Ana Paula pelo abstract e pelos ótimos momentos que passamos juntas. À Dona Nádia, Sr. José, Júnior e Marcelo por terem me acolhido com tamanha vontade e carinho.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Antonio José Teixeira Guerra pela paciência, acessibilidade e credibilidade e Dr^a Rosângela Garrido Machado Botelho pelas horas roubadas no trabalho ou em casa, pela paciência e pelo rigor que sempre tratou o meu trabalho. Certamente, vocês contribuíram e muito para o meu crescimento como pesquisadora.

Ao Prof. Msc. Luiz Fernando Hansen Gonçalves pelas horas de conversa, incentivo e por me ajudar a descobrir a bacia do rio Itamarati. Ah! e pelo seu carro que quebrou quando subíamos a ladeira da represa.

Aos amigos do LAGESOLOS que sempre auxiliaram nos trabalhos de campo e gabinete, entre eles Flávia Lopes, Anderson, André Magalhães, Cláudia Mega, Aline, Fábio, Livia, Raquel. Obrigada também pela gentileza de me ouvirem cantar sem, é claro, reclamarem muito (Tati essa observação é para você também). Aos novos estagiários do Laboratório, Diego e Jean, por inúmeras vezes pararem os seus respectivos trabalhos para me ajudarem com mapas, fotos e outras coisas do universo da informática (Didi e Jean agradeço vinte vezes, conforme havia prometido)

Ao colega de turma Arnaldo e Oswaldo (LAGEOP) por organizarem os mapas no SAGA e sempre tentarem, com boa vontade, adaptarem os seus horários aos meus.

Às amigas “**mosqueteiras**” Simone Ferreira Garcia e Juliere Gomes da Silva, que mais que companheiras de laboratório são amigas para toda hora e queira Deus que sejam para todo sempre (os trabalhos de campo sem vocês não seriam tão produtivos e hilários). Agradeço todos os dias pelas amizades sinceras que conquistei durante a longa vida acadêmica na UFRJ. À Renata Corato (Cavaleira Lilás) que demonstrou ser, não só ótima colega de trabalho, como amiga.

Aos funcionários do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFRJ: Ildione Rocha e Nildete (Secretaria); Pedro de Jesus N. da Silva e Maria Luiza Filgueiras (Biblioteca).

À Prof^ª Dr^ª Helena Polivanov, Cláudio e Fátima (Depto. de Geologia UFRJ) pelo uso do forno Mufla. E aos técnicos: Osório Luiz da Silva (Laboratório de Via Úmida do Depto. de Geologia da UFRJ); Joseilson Rodrigues (laboratório de Geografia Física do Depto. de Geografia da UFRJ) pela muitas ajudas e dicas de trabalho.

Aos motoristas do Instituto de Geociências: Sidnei, Cláudio, Amaro, João, que contribuíram com paciência e habilidade para transpor os muitos obstáculos encontrados na área de estudo em função do relevo muito íngreme e de difícil acesso. Foram campos com muita emoção.

À FEEMA, na figura do senhor Hugo Fortini, por realizar a análise das amostras de água.

Ao CNPq/PIBIC e FAPERJ pelo apoio financeiro à pesquisa científica que proporcionou o desenvolvimento desta dissertação.

RESUMO

A área de estudo, representada pela bacia do rio Itamarati, no município de Petrópolis (RJ), situa-se numa província fisiográfica de expressão regional: o Domínio Serrano, identificado pela Serra dos Órgãos. Embora, apresente relevo com grandes variações altimétricas e declividade acentuada em quase toda sua extensão, a Bacia destaca-se pela grande importância na agricultura local. Nesta pesquisa objetivou-se identificar, mapear e caracterizar as áreas agrícolas, bem como investigar os alicerces que sustentam essa atividade, que, à primeira vista, pode ser considerada inadequada para a área em questão e também avaliar os possíveis impactos que a agricultura pode estar causando ao ambiente, notadamente ao solo e à água. A caracterização ambiental foi realizada através da geração de mapas temáticos (geologia, hipsometria, declividade de vertentes e uso e ocupação do solo), pesquisa de campo, análises de solo e água e aplicação de questionários dirigidos aos produtores locais. A análise destes dados permitiu-nos realizar o diagnóstico sócio-ambiental da bacia, considerando os aspectos físicos e os sócio-econômicos. A Bacia abriga áreas agrícolas, nas quais se destacam aquelas dedicadas à horticultura e à floricultura, com utilização intensa do solo e baixo emprego de tecnologia. Premidos, pela expansão urbana, os agricultores são levados a ampliar a área de cultivo em suas pequenas propriedades e para tanto, levam as culturas para os pontos mais elevados das encostas. O manejo é realizado, na maioria das propriedades, no sentido do declive (morro abaixo); em outras constroem-se terraços, embora estes apresentem limitações técnicas ou utiliza-se cultivo em nível. Apesar de técnicas nem sempre adequadas de manejo do solo, não registrou-se muitos pontos de ocorrência de erosão superficial acelerada, e sim erosão laminar ligeira na maior parte da Bacia. Provavelmente esteja relacionado às propriedades físicas dos solos (estrutura, textura, porosidade, consistência) que oferecem maior resistência à erosão. Através da tubidez verificou-se que o acréscimo de sedimentos é maior na sub-bacia do Córrego do Caxambu e na foz do rio Itamarati. A qualidade da água vai decrescendo no sentido do fluxo do rio Itamarati, na medida em que a poluição orgânica e o nível de nutrientes são crescentes, em função, principalmente, das atividades agrícolas e urbanas. A pouca percepção sobre ambiente e a falta de conhecimentos sobre as Unidades de Conservação aliada ao uso intensivo e incorreto do solo pode levar a área a um ritmo de exaustão insuportável, agravando ainda mais os problemas do meio rural.

ABSTRACT

The study area, represented by the Itamarati river's basin, in Petrópolis municipal district (RJ), is situated in a fisiogafic province of regional importance: the mountains domine, identified by the "Serra dos Órgãos". Although it presents relief with great altimetric variations and emphasized declivity in its almost complete extension, the Basin is notable by its great importance in local agriculture. In this research, our objective was to identify, map and characterize the agricultural areas; to investigate the foundations that support this activity, which, at first sight, might be considered inappropriate to the area in question; and also to evaluate the possible impacts that agriculture may be causing to the environment, specially to soil and water. The environment characterization was made through the creation of thematic maps (geology, hipsometric, slopes declivities and soil's use and occupation), field research, soil's and water's analysis, and the application of questionnaires directed to local productors. The analysis of these data allowed us to realize the environmental social Basin's diagnosis considering physical and social-economic aspects. The Basin shelters agricultural areas from which we can stand out those dedicated to floriculture and horticulture, with the intense use of the soil and low use of technology. Limited by urban expansion, the agricultural workers are forced to extend the cultivated area in their small properties, and for such thing, they take the agricultural cultures to the highest point of the hillsides. The handling is made, in most properties, downward slopes; in some properties, terraces are built, although they show technical limitations; in others properties, conturne line cultivation is used. Although some techniques used in soil handling were not the most appropriates ones, there weren't many occurrences of superficial accelerated erosion, but soft laminates erosion occurred in the most part of the Basin. Probably it is related to soil's physical properties (structure, texture, porosity, and consistency) which offer more resistance to erosion. By the use of the turbid it was verified that the sediment increase is bigger in the sub-basin of the Córrego do Caxambu and in the mouth of Itamaraty river. The water's quality decreases in the direction of Itamaraty river's flow as the organic pollution and the nutrients level grow, mainly because of agricultural and urban activities. The little perception about the environment and the lack of knowledge about the Conservation Unities allied to soil's intensive and incorrect use can take the area to an intolerable exhaustion rhythm, aggravating even more rural problems.

ÍNDICE

	pag.
1. INTRODUÇÃO	01
2. BASES TEÓRICAS	05
3. CARACTERIZAÇÃO DO QUADRO FÍSICO DA BACIA DO RIO ITAMARATI	27
3.1. Clima	27
3.2. Geologia	33
3.3. Relevo	37
3.4. Solos	39
3.5. Vegetação	42
4. PROCEDIMENTOS E TÉCNICAS	45
4.1. Levantamento bibliográfico e cartográfico	45
4.2. Pesquisa de Campo	45
4.2.1. Observações e identificações da área de estudo	45
4.2.2. Aplicação de Questionário	46
4.2.3. Coleta de amostras de solo	48
4.2.4. Coleta de amostras de água	49
4.3. Análise das amostras de solo	51
4.4. Análise das amostras de água	51
4.5. Mapeamento das variáveis ambientais	52
4.5.1. Variações altimétricas	52
4.5.2. Declividade de vertentes	53
4.5.3. Uso e ocupação do solo	53
4.6. Tratamento digital dos dados	53
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
5.1. Característica sócio-econômica	55
5.2. Uso do solo e relevo	73
5.3. Uso agrícola e propriedades do solo	81
5.4. Uso do solo e qualidade da água	92
6. CONCLUSÕES	103
7. BIBLIOGRAFIA	105

Anexo 1 – Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de solo e água.

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1.1: Mapa de localização do município do Rio de Janeiro.	02
Figura 2.1.: Tipos de terraços	21
Figura 3.1.: Mapa de localização da bacia do rio Itamarati	28
Figura 3.2.: Mapa geológico da bacia do rio Itamarati.	34
Figura 3.3.: Vista do relevo na Unidade Batólito Serra dos Órgãos. Verifica-se que a área agrícola se estende até a base do paredão que deveria ser utilizada para preservação.	35
Figura 3.4.:Visão panorâmica da área de estudo, inserida na Unidade Santo Aleixo.	36
Figura 3.5.:Blocos rolados presentes em quase toda a Bacia.	39
Figura 4.1.:Procedimento de medição da temperatura e coleta da água.	50
Figura 5.1.1:Loteamento irregular na su-bacia do Córrego do Caxambu.	59
Figura 5.1.2.:Limpeza do terreno para o plantio, utilizando queimada.	60
Figura 5.1.3.:Cultivo morro abaixo, em detalhe erosão.	61
Figura 5.1.4.:Cordões de vegetação construídos de forma errada, em detalhe ravinamento.	62
Figura 5.1.5.:Esterqueira sem impermeabilização do chão, construída no leito do rio.	65
Figura 5.1.6.:Alguns rios servem como local de despejo de lixo.	71
Figura 5.1.7.:Esgoto lançado diretamente sobre o solo para servir de adubo para as plantas.	71
Figura 5.2.1.: Mapa de uso e cobertura do solo da bacia do rio Itamarati.	74
Figura 5.2.2:Área de encosta utilizada para agricultura	75
Figura 5.2.3:Em detalhe área de alta encosta desmatada para utilização agrícola.	76
Figura 5.2.4.:Mapa de declividade das vertentes da bacia do rio Itamarati.	77
Figura 5.2.5.:Mapa de variações altimétricas da bacia do rio Itamarati.	79
Figura 5.3.1.:Local de coleta das amostras do Ponto 3.	84
Figura 5.3.2.:Local de coleta das amostras do Ponto 5.	84
Figura 5.3.3.:Local de coleta das amostras do Ponto 6.	85
Figura 5.3.4.:Local de coleta das amostras do Ponto 9.	85
Figura 5.3.5.:Local de coleta das amostras do Ponto 7.	86
Figura 5.3.6:Deslizamento ocorrido em corte de estrada no Ponto	87
Figura 5.4.1.:Baixo curso do rio Itamarati, próximo à confluência com o rio Piabanha.	95

Figura 5.4.2.:Área de coleta do Ponto 1, à montante Parque Nacional da Serra dos Órgãos.	96
Figura 5.4.3.:Área de coleta da amostra de água no Ponto 2.	96
Figura 5.4.4.:Lixo e esgoto jogados no leito do rio e mangueiras de captação de água para irrigação.	97
Figura 5.4.5.:Local de coleta da amostra de água no Ponto 3.	99
Figura 5.4.6.:Local de coleta da amostra de água no Ponto 4 (córrego da Ponte de Ferro).	100
Figura 5.4.7.:Vista da área agrícola à montante do ponto 2 (médio curso do rio Itamarati).	101
Figura 5.4.8.:Plantação às margens do Córrego da Ponte de Ferro (Ponto 4). A irrigação é realizada com água contaminada.	102

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1.:Localização das Estações Pluviométricas no município de Petrópolis.	30
Quadro 3.2.:Dados Pluviométricos das Estações do Município de Petrópolis (em mm) no período de 1938 a 1977 e 1954 a 1977 (Estação Fagundes).	30
Quadro 3.3.:Dados Pluviométricos da Estação Experimental Fazenda Marambaia (em mm).	31
Quadro 3.4.:Dados Pluviométricos da Estação Itamarati 2.	32
Quadro 4.1.:Modelo do questionário aplicado aos agricultores locais.	46
Quadro 5.1.1: Perfil do agricultor.	56
Quadro 5.1.2: Perfil da produção.	58
Quadro 5.1.3.:Brasil – Indicadores de uso de tecnologia – 1995/6.	64
Quadro 5.1.4.:Brasil – Distribuição do valor da produção.	70
Quadro 5.4.1:Classificação das águas doces conforme CONAMA.	93
Quadro 5.4.2.:Dados das análises físico-químicas das amostras de água coletadas no rio Itamarati, Córrego da Ponte de Ferro e Córrego do Caxambu.	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1:Características morfológicas dos solos estudados.	82
Tabela 5.2:Propriedades físico-químicas dos solos estudados.	89

1. INTRODUÇÃO

Petrópolis, município situado na região serrana do estado do Rio de Janeiro (Figura 1), vem apresentando diversos problemas ambientais advindos da atuação de processos erosivos, movimentos de massa e inundações, que podem ser entendidos através de estudos das características físicas de seu sítio, do seu clima, da expansão urbana e forma de uso e ocupação de seu espaço (Guerra, 1995; Botelho, 1996; Silva, 1997; Gonçalves, 1998; Gonçalves e Guerra, 2004). No entanto, este não é um processo restrito à área urbana; muitas áreas agrícolas também vêm sendo submetidas ao uso sem preocupações conservacionistas, o que pode gerar alguns impactos ambientais que levem, em poucos anos, a perda de sua capacidade produtiva.

O município possui importantes áreas agrícolas, nas quais se destacam aquelas dedicadas à olericultura e à horticultura. Mesmo possuindo papel importante na produção de alimentos, o município vem apresentando um processo de desocupação de suas áreas rurais e agrícolas, causado por inúmeros fatores, dentre eles: má conservação das estradas vicinais, principal meio de escoamento da produção na região; elevado custo dos insumos agrícolas; falta de um programa de incentivo dos governos municipal e estadual; e, principalmente, a especulação imobiliária, que no intuito de construir condomínios e *shoppings*, entra neste contexto como um grande agente causador da desocupação rural no município (Botelho, 1996). Contudo, algumas poucas áreas ainda parecem resistir, como a bacia do rio Itamarati, que está situada parte no 1º distrito (Petrópolis) e parte no 2º distrito (Cascatinha). Estes são os dois distritos mais populosos e urbanizados de Petrópolis. A área em questão está inserida em duas importantes Unidades de Conservação: o Parque Nacional da Serra dos Órgãos e APA Petrópolis.

Independente das condições físicas, nem sempre favoráveis à utilização agrícola, há aproximadamente sessenta anos que a área faz parte do cinturão agrícola voltado para a horticultura e floricultura, que abastece o mercado local, a central de abastecimento (CADEG) e os sacolões volantes no Rio de Janeiro. A grande expressão e representação da agricultura local motivou a seleção da bacia do rio Itamarati como



Figura 1.1 – Mapa de localização do município de Petrópolis.

área-laboratório de estudos, visando identificar, mapear e caracterizar as áreas agrícolas que ainda resistem à pressão urbana, bem como investigar os alicerces que sustentam essa atividade, que, à primeira vista, pode ser considerada inadequada para tal uso (em função das características físicas, como declividade acentuada) e também avaliar os possíveis impactos que a agricultura pode estar causando no ambiente, notadamente ao solo e à água.

O solo é uma das bases da vida na Terra, seja vegetal ou animal. No entanto a maioria das pessoas sequer imagina ou já parou para refletir o quanto somos dependentes dele e como a sua manutenção é essencial para a sobrevivência da maior parte das espécies que conhecemos. Nesse sentido, tornou-se necessária a caracterização ambiental da bacia, através da utilização de mapas temáticos, análises de solo e água e pesquisa de campo, estas com intuito principal de observar uso atual do solo e a existência de sinais de degradação do solo e da água e aplicação de questionários dirigidos aos produtores locais. A análise destes dados permite-nos realizar o diagnóstico sócio-ambiental da bacia, tanto no que se refere aos aspectos físicos, quanto aos sócio-econômicos.

O uso intensivo e, às vezes, incorreto do solo, sem a observância de técnicas conservacionistas, pode levar os solos a um ritmo de exaustão insuportável, agravando ainda mais os problemas do meio rural. Nesse sentido, a caracterização e identificação dos processos físicos, bem como a avaliação ambiental, associadas ao fator sócio-econômico do uso do solo e da água na bacia do rio Itamarati são de extrema importância para um diagnóstico que propicie a adoção de métodos de utilização adequados do solo, manejo e conservação do ambiente agrícola, evitando ou minimizando a degradação das terras e a contaminação dos rios.

A grande pressão de uso exercida sobre o solo em pequenas propriedades pode causar severa degradação deste e conseqüentemente da água de superfície e subsuperfície. O tipo de manejo conferido ao solo de uma bacia é preponderante para a sustentabilidade das atividades agrícolas bem como para o seu potencial hidrológico.

Estudos dessa natureza poderão subsidiar não só a comunidade local, como os órgãos da administração pública e as ONGs na ocupação e uso apropriado do solo, além do manejo de outras áreas que se encontrem em situação semelhante.

2. BASES TEÓRICAS

Segundo Lepsch (1980), o solo é base fundamental de qualquer nação, assim, a sua conservação assume grande importância econômica, sendo garantia da própria estabilidade social do país. A conservação do solo, portanto, deve ser preocupação e responsabilidade, sem exceção, de todos os homens.

O solo é uma das bases da vida na Terra e está presente em nosso planeta há pelo menos milhares de anos, mas poucos se deram conta da sua importância, e os que ainda o fizeram também não souberam lhe dar o devido valor, pois ameaçam sua existência desde que o homem descobriu sua grande utilidade, sobretudo na agricultura. Por todo mundo, ações antrópicas danosas atingem o meio ambiente, em especial os solos. Mas, esse processo não é tão atual quanto pensamos. Desde os primórdios da humanidade, grandes áreas de solo eram devastadas, a exemplo do que aconteceu na Mesopotâmia, Síria e Arábia.(Sposito, 1994). Porém, nem tudo estava perdido e alguns povos como os fenícios, no passado controlaram os problemas de degradação dos solos, em boa extensão pelo uso de práticas conservacionistas (Bertoni e Lombardi Neto, 1999). Durante a antigüidade, Grécia e Itália, também atentaram para os prejuízos e riscos causados pelo uso inadequado do solo e começaram o trabalho de conservação. Técnicas como terraceamento e irrigação foram introduzidas na Grécia com sucesso. Os morros foram reflorestados e os vales, férteis, passaram a produzir grande suprimento de grãos. Todavia, a aração ainda era praticada com exagero, o que aumentava o risco de perdas de solo (Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

O processo para controlar a água da chuva que escorre morro-abaiixo pelo parcelamento das encostas, com a construção de terraços-em-patamar, é uma prática adotada desde os primórdios da civilização. Segundo Galetti (1973): "Historicamente, os primeiros terraços-em-patamar foram delineados pelos fenícios, na região que hoje é o Líbano; também os gregos, no tempo de Platão, cinco séculos antes de Cristo, usavam os terraços para proteger suas terras plantadas com oliveiras. Os Incas terraceavam as encostas dos Andes; estes ainda existem em áreas do Peru. Os terraços-em-patamar são de uso milenar na China; e muito comuns nas montanhas da Indonésia e Filipinas."

Nas terras cultivadas pelos incas esse sistema de terraços demonstrou-se altamente eficiente; eram protegidos com paredes de pedra e as terras irrigadas com água transportada por aquedutos. Esse sistema efetivamente segura o solo dos terrenos acidentados e impede a remoção e carreamento do material e dos nutrientes. Até hoje milhares de hectares, protegidos com os terraços dos incas, são ainda cultivados no Peru, constituindo, em muitas áreas, a principal terra agrícola (Galetti, 1973)

“A degradação dos solos afeta tanto as terras agrícolas como as áreas com vegetação natural e pode ser considerada, até hoje, um dos mais importantes problemas ambientais” (Boardman, 1999). As diversas formas de degradação dos solos, as quais são derivadas principalmente do uso e manejo que se aplicam às terras, se transformaram em uma das maiores limitações para expansão e intensificação da agricultura, principalmente nas zonas tropicais e subtropicais. Esse uso e manejo, de um modo geral, estão limitados tanto por características naturais (solo e clima principalmente), como por condições políticas e sócio-econômicas (Mafra, 1999). Ainda segundo a autora, muitas vezes, a adoção de determinados sistemas agrários são determinados por fatores históricos e ações políticas internas e externas, as quais atuam como mecanismos de estímulo à incorporação de modelos de produção “importados”. Em grande parte dos países do Terceiro Mundo, a herança de determinados sistemas de produção contribuiu não só no sentido de promover a degradação das terras como no sentido de aumentar as disparidades regionais.

Os prejuízos e catástrofes ocasionados pela má conservação dos solos podem ser minimizados desde que haja um planejamento conservacionista, que segundo Alves (1998), contribui para elevar e manter a produtividade da terra em seu nível máximo, num sistema de exploração eficiente, racional e intensivo, sem empobrecê-la e sem destruí-la.

De acordo com Vieira (1996), os conceitos de conservação do solo no mundo sempre estiveram ligados aos problemas de erosão hídrica, talvez, por este ser o fator de maior contribuição para a degradação do solo e da água em regiões agrícolas, embora há muito se saiba que também inclui aspectos mais abrangentes. Ainda conforme o referido autor, a conservação do solo é a própria forma de usar e manejar a terra, é a busca da

harmonia entre o homem (uso e manejo) e a terra (recurso), procurando manter ou aumentar a sua produtividade.

Com o estabelecimento do Serviço de Conservação do Solo, em 1935, nos Estados Unidos, mais estudos sobre o cultivo conservacionista foram iniciados. Embora já se conhecessem os mecanismos da erosão hídrica, os efeitos da falta de cobertura vegetal e da degradação da estrutura sobre a infiltração de água no solo, muito pouco havia sido feito no sentido de desenvolver práticas que minimizassem seus efeitos, melhorando as condições de conservação do solo e da água. Foi somente a partir da década de 60, que os sistemas de cultivo e preparo conservacionistas do solo, envolvendo principalmente a rotação de culturas, o manejo dos resíduos vegetais e os métodos reduzidos de preparo tiveram grande avanço (Vieira, 1996). Foi percebido rapidamente que a conservação de uma cultura apropriada dependia das características dos solos, dos padrões das estações, da topografia e do manejo utilizado (Uri, 1998).

De acordo com Alves (1998), no Brasil, o planejamento conservacionista só passou a ter maior procura e aceitação, com o advento do Decreto-Lei nº 76.470 que criou o PNCS (Programa Nacional de Conservação do Solo) e da Portaria nº 670 do Ministério da Agricultura, que discriminou as regiões prioritárias e estabeleceu as normas para execução de planos de proteção ao solo. Segundo Vieira (1996), em meados da década de 70, o pesquisador da Seção de Conservação de Solos do Instituto Agrônomo de Campinas - José Bertoni - a convite do Ministério da Agricultura, preparou um dossiê sobre a pesquisa conservacionista no Brasil. Neste dossiê ficou evidente a pouca importância que se dava ao tema num país tropical e agrícola. Nesse sentido, pode ser considerada como marco inicial de uma nova fase da pesquisa nacional a realização do 1º Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, em 1975, que proporcionou uma evolução substancial na geração de tecnologia conservacionista.

Os agentes que causam a degradação dos solos atuam destruindo o equilíbrio biodinâmico, o que acarreta sérios transtornos que repercutem na produtividade agrícola. A destruição da estrutura, a compactação, a menor permeabilidade, aeração deficiente, o declínio da fertilidade natural e a erosão são alguns desses transtornos. Com a utilização de métodos conservacionistas, deve-se tentar minimizar esses

problemas, fazendo com que se reestabeleça, pelo menos em parte, as condições naturais, uma vez que em solo equilibrado, como de uma mata ou campo, praticamente não se verifica problemas de degradação (Nolla, 1990).

De acordo com Lal (1982), o surgimento de danos causados ao solo em áreas cultivadas não é nada mais que um sintoma de que para tal área e seu ecossistema foram empregados métodos de cultivo inadequados. Prochnow *et al.* (2000) enfatizam que, em especial nas pequenas propriedades, os danos causados ao solo são potencializados, em geral, pela situação de acentuada declividade dos terrenos, necessidade de utilização intensiva do solo e emprego de técnicas inadequadas de manejo do solo.

Vários trabalhos têm demonstrado os problemas causados nas áreas rurais, em função do desmatamento de grandes extensões de terra para aproveitamento agropastoril, sem observância de técnicas que minimizem os riscos associados a essas atividades (Primavesi, 1984; Santa Catarina, 1994; Bertoni e Lombardi Neto, 1999; Salomão, 1999; Guerra, 1999). Com a retirada da cobertura vegetal desaparece a proteção dos solos, que ficam sob a ação direta das gotas de chuva, que por sua vez provoca a ação do salpicamento dos agregados dos solos, que se rompem, causando a formação de crostas no topo dos solos. Em consequência dificulta a infiltração de água, aumenta o escoamento superficial e contribui para o empobrecimento do solo com diminuição da produção agrícola (Morgan, 1986; Santa Catarina, 1994; Guerra 1998 e 1999; Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

Para Lani *et al.* (1995), o uso dos recursos naturais requer, além de certa habilidade na identificação de ambientes, cuidados conservacionistas no uso do solo, de acordo com sua aptidão. Esses cuidados, muitas vezes, transcendem os relativos a uma simples propriedade, abrangendo toda bacia hidrográfica. O manejo integrado da bacia aparece, então, como opção experimental, de execução prática e eficiente, capaz de levar ao melhor uso dos recursos naturais (Brasil, 1987).

O manejo de bacias hidrográficas pode ser definido como a administração dos recursos naturais de uma área de drenagem, primariamente voltado para a produção de alimentos e proteção e preservação dos mananciais hídricos, incluindo práticas de

controle da degradação do solo, prevenção de enchentes e a proteção de aspectos estéticos associados à presença da água (Emmerich e Marcondes, 1975).

De acordo com Guerra e Botelho (1998), os projetos de manejo de microbacias hidrográficas atendem a um programa mínimo estratégico de prática de conservação, que visa ao aumento da cobertura vegetal do solo, que implica maior proteção contra o impacto das gotas de chuva, permitindo melhor estruturação do solo, em função do papel agregador da matéria orgânica a ele incorporada, reduzindo o *runoff* pelo aumento da rugosidade do terreno e da infiltração. Esta, por sua vez, pode ser elevada através da melhor estruturação do solo, com aumento da macroporosidade, da rugosidade do terreno e da diminuição do selamento superficial, condições que são atingidas com o aumento da cobertura vegetal. Elevada a infiltração, diminui-se o escoamento superficial, minimizando-se os problemas de perda de solos.

Quando o solo fica descoberto, sob a ação direta das gotas de chuva, além dos efeitos mecânicos, ocorrem modificações na sua constituição e as precipitações abundantes, como ocorrem na área de estudo, favorecem a lixiviação e o empobrecimento do solo com diminuição da produção agrícola. O cultivo do solo oferece maior risco nas regiões tropicais montanhosas, em virtude da alta intensidade das chuvas e da dificuldade de controlar a enxurrada nos terrenos declivosos (Santa Catarina, 1994; Guerra, 1998 e 1999; Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

A degradação do solo, qualquer que seja sua causa, torna a terra gradualmente improdutiva. Entretanto, muitos estudiosos têm demonstrado, em seus trabalhos (Shipitalo e Protz 1987; Drees *et al.* 1994; Silva e Mielniczuh 2000; Piccinin *et al.* 2000) que a integridade produtiva do solo pode ser assegurada com a aplicação de medidas razoavelmente simples, exeqüíveis e, na maioria das vezes, econômicas, de manejo e conservação do solo.

A condição física de um solo pode deteriorar-se como resultado de um elevado número de causas. Silva e Mielniczuh (2000), descrevem que a utilização intensiva da terra, através de sistemas de cultivo inadequados, tem contribuído para a degradação das características físicas, químicas e biológicas do solo, onde a diminuição da estabilidade em água e a destruição dos agregados naturais e das unidades estruturais são ressaltados.

Piccinin *et al* (2000), descrevem que quando o solo passa de uma condição estrutural natural, sob cobertura vegetal primitiva, para uma de cultivo, as propriedades físicas do meio são alteradas, resultando, independentemente do sistema de manejo do solo adotado, no aparecimento de novas organizações, tais como forma e dimensão dos agregados, que podem ou não representar uma condição de equilíbrio.

De acordo com Primavesi (1984), a bioestrutura do solo consiste em sua forma grumosa, estável à água, na camada compreendida entre 0 a 20 cm de profundidade. Esta estrutura depende de colóides produzidos por bactérias, de filamentos de algas e de hífens de fungos. Portanto, é temporária e depende de sua renovação periódica. Ainda segundo a mesma autora, a decadência dos grumos estáveis à água, a formação de crostas superficiais e de adensamentos superficiais são bem conhecidos como consequência do cultivo. Mas, a questão primordial não é, se o cultivo destrói a bioestrutura e com isso a base de uma produção agrícola abundante, e sim como evitar que esta destruição ocorra. Assim sendo, um dos objetivos do manejo conservacionista do solo é a redução destes processos de decadência, ou seja, a proteção dos grumos “ativos” da bioestrutura na superfície do solo para que haja manutenção de uma produtividade maior dos solos de cultura.

Primavesi (1984), enfatiza que a conservação da grumosidade e com isso a produtividade do solo faz-se através da incorporação superficial dos restos orgânicos junto com a adubação; da proteção da superfície do solo contra o impacto das chuvas; pelo retorno periódico da matéria orgânica para renovar os grumos, pela adubação química dirigida para os microorganismos decompositores da matéria orgânica, e pela aração mínima. Todas essas técnicas visam exclusivamente manter os grumos e como eles, os macroporos do solo, responsáveis pela infiltração da água e a circulação do ar no solo, indispensável para um metabolismo ativo das plantas e para penetração mais profunda das raízes.

Shipitalo e Protz (1987) e Drees *et al.* (1994), concluíram que, em geral, a utilização de práticas de manejo conservacionistas preservam os resíduos retidos e matéria orgânica no solo, melhoram a estrutura, tornando os grãos mais agregados, aumentam o tamanho dos poros, em função de maior atividade biológica, facilitando a

infiltração e reduzindo as perdas de água, o *runoff*, a produção de crostas e os riscos de erosão pela água e vento.

O material orgânico depositado continuamente serve como fonte de energia para os organismos do solo, cujos subprodutos, constituídos de moléculas orgânicas em diversas fases de decomposição, atuam como agentes de estabilização de agregados pelas ligações de polímeros orgânicos com a superfície inorgânica por meio de cátions polivalentes (Castro Filho *et al.*, 1998).

Existem benefícios adicionais associados ao uso do cultivo conservacionista. Após alguns anos, a matéria orgânica e a estrutura podem melhorar. O aumento do conteúdo orgânico e a ausência de distúrbios no solo também servem para o sequestro de carbono, que favorecem benefícios ambientais de longa data. As terras submetidas ao cultivo conservacionista também servem como importante habitat para a vida selvagem, uma vez que os resíduos deixados no campo oferecem comida para algumas espécies e abrigos para outras (Uri, 1998).

A cultura tradicional de nossos colonizadores europeus incentivou fortemente o uso do chamado sistema convencional de preparo do solo. Segundo Freitas (2000), o uso intenso de arados e grades determina uma alteração negativa das características físicas do solo, pela pulverização dos agregados do solo e colapso do espaço poroso, reduzindo a infiltração e aumentando o escoamento superficial da água das chuvas. O uso continuado dessas práticas contribui para promover o agravamento da degradação das terras agrícolas e obriga o agricultor a lançar mão de quantidades cada vez maiores e freqüentes de fertilizantes sintéticos para manter a produtividade. Hoje, porém, o uso do sistema de preparo convencional é menor se comparado às últimas décadas. Entretanto, em algumas áreas é a única alternativa, em face do despreparo do agricultor, da falta de assistência técnica e apoio financeiro.

Segundo Tukulboom *et al.* (1997), em terras agricultadas, o revolvimento do solo pode ser considerado como um processo erosivo ativo que promove o transporte de partículas por alguns metros para jusante nas encostas. Ainda de acordo com o mesmo autor, as principais conseqüências do revolvimento dos solos são: forte truncamento de

camadas nos perfis de solo, criação de bancos de deposição no sopé das encostas trabalhadas e um rápido preenchimento dos fundos de vale.

Quando a ocupação de uma região é efetuada sem planejamento adequado, é favorecida a ocorrência de condições de alta energia no ecossistema, seja pelas mudanças climáticas e do regime hidrológico dos rios, causadas pelo desmatamento generalizado, bem como pelas alterações nas características das formações superficiais; além de causar uma redução acentuada, ainda que temporária, da permeabilidade de amplas áreas, entre outros fatores (Bigarella e Mazuchowshi, 1985).

A conjugação dos esforços e informações dos diferentes segmentos da sociedade deve viabilizar a definição e aprovação de uma política de uso e ocupação do solo, em bases racionais e firmemente assentada no ecossistema. Para tanto, é necessário que se estabeleçam linhas claras e definidas, para o redirecionamento das relações da sociedade com o meio ambiente (Bigarella e Mazuchowshi, 1985).

De acordo com estudos dirigidos por Prinz *et al.* (1998), a partir da utilização de métodos apropriados de manejo de solo é possível diminuir a degradação significativamente. O manejo de solo adequado é importante nos terrenos cujas declividades são desfavoráveis. Através de métodos simples e de baixo custo, como conter o canal de descarga com grama ou implementar faixas vegetativas, a perda de solo pode ser diminuída a níveis toleráveis. Ainda segundo Prinz *et al.* (1998), esses dados podem ser comprovados a partir dos resultados obtidos nos dois primeiros anos após a implantação das parcelas no campo experimental da PESAGRO-RIO e na microbacia Caetés (Paty do Alferes, RJ), em que foram avaliadas as perdas de solo para diferentes manejos. Todas as parcelas que utilizaram manejo conservacionista apresentaram os menores valores de perda de solo.

Lombardi Neto (1985), reitera que para redução da degradação do solo, da água e do meio ambiente são necessárias adoção de estratégias como aumento da cobertura vegetal do solo, visando reduzir a desagregação pela redução da energia de impacto das gotas de chuva na superfície; aumento da infiltração da água no perfil do solo, com a intenção de diminuir o deflúvio superficial e aumento da capacidade de armazenagem; controle do escoamento superficial e conseqüente redução do desgaste do solo.

Segundo Salomão (1999), a aplicação de práticas conservacionistas tem por concepção fundamental garantir a máxima infiltração e menor escoamento das águas pluviais. Ainda de acordo com o autor, são várias as técnicas que podem ser adotadas na agricultura, podendo ser agrupadas em vegetativas (onde utiliza-se a cobertura vegetal), edáficas (que mantêm ou melhoram as condições de fertilidade do solo) ou mecânicas (desenvolvidas nas áreas de cultivo pela execução de estruturas em canais e aterros).

Entre as alternativas tecnológicas conservacionistas que visam a contenção da degradação do solo, destacam-se o plantio direto, o manejo dos resíduos culturais, a adubação verde, a adubação orgânica, o terraceamento, o plantio em nível e as faixas de vegetação permanente.

O plantio direto é uma opção de manejo do solo que geralmente proporciona maior infiltração e armazenamento de água, diminuindo as perdas pela erosão (Lombardi Neto *et al.* 1990), e que associado ao maior teor de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes interfere diretamente no potencial produtivo das culturas, colocando-o como um sistema produtivo, de baixo impacto ambiental (Alves, 1992).

Em estudo desenvolvido por Drees *et al.* (1994), foram verificadas as diferentes estruturas do solo entre os tratamentos de cultivo convencional e plantio direto. Pode-se definir plantio direto como a semeadura com revolvimento do solo apenas no sulco ou cova onde se depositam a semente e o fertilizante, permanecendo o restante da superfície sem mobilização, em contraste com outros sistemas em que a mobilização é feita em toda a área. Este sistema elimina, portanto, as operações de aração, gradagens e outros métodos convencionais de preparo do solo, e as ervas daninhas são controladas com herbicidas em aplicações antes e/ou após a semeadura. De acordo com estudos similares realizados por Shipitalo e Protz (1987), o cultivo direto apresenta, em média de 2 a 9 vezes maior bioporosidade que o cultivo convencional.

Além de uma perda de solo bem menor em comparação com técnicas tradicionais de manejo do solo, o plantio direto tem influência muito positiva nas propriedades físicas e químicas dos solos. Em estudo realizado na microbacia de Caetés, (Paty do Alferes, RJ) pelo Departamento de Solos da UFRRJ, segundo citação de Prinz *et al.* (1998), foi observado que o conteúdo de fósforo total é muito maior nesse tipo de

cultivo, tanto nas fileiras quanto nas covas, evidenciando que este tipo de preparo minimiza a perda de solo por erosão hídrica, favorecendo o acúmulo de nutrientes. Numa avaliação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio nas folhas de tomateiro plantados nas parcelas no campo experimental da PESAGRO-RIO (Embrapa –Solos, Rio de Janeiro, 1998) também verificaram-se maiores teores dos nutrientes onde ocorreram menores perdas de solo.

Estudos promovidos por Silva *et al.* (2000) também comprovaram que o plantio direto na palha, combinado ao esterco de aves, apresentam resultados superiores se comparados com os obtidos no preparo convencional. Demonstrou-se, portanto, a clara superioridade do plantio direto, sugerindo-se evitar o preparo convencional, “antagônico à sustentabilidade” e que pode provocar elevadas perdas econômicas agravando a degradação dos solos.

Segundo Primavesi (1984), o plantio direto não é simplesmente a omissão da aração, mas uma técnica completa que pretende conservar a estrutura grumosa do solo em sua superfície. Para isso, recorre-se ao sistema de não revolver o solo, de aplicar periodicamente matéria orgânica junto com os adubos necessários e utilização de cobertura morta ou vegetal para proteger esta estrutura grumosa contra os impactos das chuvas e insolação direta. No solo em que é utilizado o plantio direto, quando for grumoso e com cobertura morta, a infiltração da água é maior que no solo de plantio convencional, e a perda de terra é muito menor, segundo constatou Mannering (1975), citado por Primavesi (1984). Em áreas onde foi empregada aração morro abaixo associada ao plantio convencional, a perda de terra registrada alcançou o patamar de 60 t/ha e a infiltração de água foi da ordem de aproximadamente 50 mm. As áreas que foram submetidas ao plantio direto registraram perda de solo em torno de 20 t/ha e infiltração de água de cerca de 100 mm. Em outra experiência realizada por Brum *et al.* (1977), citado por Jorge (1983), foi avaliada a capacidade de infiltração de água no solo em quatro condições: mata, campo virgem, plantio direto e convencional. De acordo com os resultados, constatou-se que a infiltração é melhor na mata (média de 84,9 mm de infiltração por hora), seguida pelo plantio direto (66,3 mm/hora), campo (56,1 mm/h) e plantio convencional (27,6 mm/hora).

Sidiras e Pavan (1985), em condições tropicais, constataram que, após quatro anos de cultivo, os teores de carbono e nitrogênio total do solo foram mais reduzidos pelo sistema de cultivo convencional do que com o plantio direto.

Um dos pontos principais na agricultura tropical é a cobertura permanente do solo, seja por cobertura morta ou vegetal. Solo desnudo, sem vegetação, exposto ao sol e chuva, infalivelmente sofre desgaste maior que um solo coberto. Segundo Perin *et al.* (2000), a proteção do solo, pelo uso de coberturas vivas ou mortas, é uma das alternativas mais efetivas na atenuação da degradação dos solos. Neste sentido, sistemas de manejo que protejam o solo dos agentes climáticos e que proporcionem um contínuo aporte de resíduos orgânicos, vêm sendo desenvolvidos e adaptados, visto a importância na formação e estabilização dos agregados do solo.

Para Alves *et al.* (1995), a cobertura do solo com resíduos vegetais tem-se mostrado eficiente no controle das perdas de solo e aumento da produtividade. Embora, destaca o autor, seja uma tecnologia aplicável em pequenas áreas, apresenta muitas vantagens como proteção do solo ao impacto das gotas de chuva, aumenta a infiltração da água, reduz a variação de temperatura do solo, incorpora matéria orgânica, melhora a estrutura da camada superficial, e com isso propicia condições para uma produção elevada.

Evans (1996), enfatiza que a cobertura do solo com restos orgânicos protege a superfície do salpicamento causado pelo impacto das gotas de chuva e do fluxo superficial, durante o período descoberto. Tal técnica aumenta também o conteúdo de matéria orgânica da camada cultivada, estabilizando os macro-agregados do solo, além de proporcionar uma estrutura mais aberta e porosa, inibindo a formação de crostas e favorecendo infiltrações e percolações mais rápidas das chuvas.

Conforme Primavesi (1984) tanto na horticultura, como nas plantações novas de cafeeiros, o uso de cobertura plástica do solo é extremamente importante pois mantém o solo limpo de invasoras, impede a perda de água por evaporação, e, além dos primeiros centímetros superficiais do solo, conserva o solo mais fresco. As menores oscilações de umidade do solo contribuem para um crescimento muito mais rápido das mudas. A

diferença principal entre a cobertura plástica e a cobertura morta é que a primeira evita a evaporação e a segunda facilita a infiltração e beneficia a ventilação do solo.

De acordo com Canellas (1995), a cobertura morta desempenha papel importante na proteção do solo contra a evaporação da água, atenuando o efeito de altas temperaturas e o ressecamento pela radiação solar direta, principalmente nos períodos mais secos. Para Basinello *et al.* (1989), a cobertura de palha de cana, por exemplo, quando distribuída homogeneamente, forma uma camada espessa e impenetrável à luz inibindo o desenvolvimento de invasoras anuais e perenes e a germinação das suas sementes.

Jorge (1983), também descreve que as plantas utilizadas como adubo verde oferecem várias vantagens, tais como: amortecem o impacto das gotas da chuva no solo; servem de barreira ao escoamento das águas, principalmente nas áreas acidentadas; conservam a matéria orgânica; melhoram a qualidade física do solo. Os adubos verdes diminuem, também, o arrastamento dos nutrientes para as camadas profundas do solo, pois, quando esses elementos se solubilizam, são absorvidos rapidamente pelas raízes dessas plantas que estão cobrindo o terreno.

Muzilli (1993), fez referência à algumas técnicas eficientes na recuperação e manejo do solo em áreas de cultivo intensivo. Entre as técnicas citadas, a adubação verde foi destacada por proporcionar cobertura vegetal ao solo, enriquecer o solo com materiais orgânicos diferentes (contribuindo, assim, para a diversificação da vida do solo e melhorando as condições para a cultura principal) e promover a fixação biológica de nitrogênio (principalmente ao usar-se espécies leguminosas).

Outro fato que aumenta ainda mais a importância da adubação verde é que ela pode não só reduzir a quantidade de adubos comerciais, como também aumentar o efeito destes, tornando a adubação um processo altamente econômico. Em outras palavras, a adubação verde criteriosamente empregada é um fator valioso no barateamento da produção agrícola e pode ser plantada como cultura de entressafra ou entrelinhas para proteção do solo. Além de fornecer ou mobilizar nutrientes, evita a compactação do solo, diminui pestes e pragas que atacam a plantação.

A sustentabilidade dos sistemas produtivos deve estar baseada em técnicas de manejo que procurem o desenvolvimento de unidades estruturais estáveis no volume de solo mais exposto a alterações e degradações do meio. Muito influenciada pelo manejo, a matéria orgânica afeta, direta ou indiretamente, a estrutura do solo, como agente cimentante dos agregados.

Segundo Moreira *et al.* (2003), o interesse pela aplicação de adubo orgânico no solo vem crescendo gradativamente, tanto pelo baixo custo dessa prática, como pelo aproveitamento dos resíduos gerados por diversas agroindústrias, os quais causam impactos indesejáveis ao meio ambiente, quando mal manejados.

Os adubos orgânicos, conforme constatou Rajj (1991), além de fornecerem nutrientes, destacam-se por um papel fundamental e mais importante, o fornecimento de matéria orgânica para melhorar as propriedades físicas e biológicas do solo. Um solo pobre em matéria orgânica é, em geral, pobre em nitrogênio e não apresenta condições para que os pequenos organismos úteis do solo se desenvolvam. A matéria orgânica, segundo Jorge (1983), é de inestimável valor ao solo, não apenas servindo de fonte de nutrientes, notadamente de nitrogênio, enxofre e micronutrientes, mas aumentando a capacidade de troca catiônica, a capacidade de retenção de água e a estabilidade dos agregados.

Segundo Mendoza (1996), devido ao rompimento do equilíbrio dinâmico no conteúdo de matéria orgânica existente em ecossistemas naturais, as práticas agrícolas que não visam o restabelecimento de matéria orgânica ao solo conduzem a médio ou longo prazo à perda de reserva do húmus, pois, geralmente, nos sistemas agrícolas a quantidade de resíduos incorporada é menor, aspecto que se soma aos efeitos deletérios do cultivo e de algumas práticas inadequadas de manejo.

Muitas pesquisas têm revelado uma rápida redução nos conteúdos de carbono e nitrogênio com o tempo de cultivo. Conforme estudos desenvolvidos por Cerri e Moraes (1992), a dinâmica do carbono em solos de baixa fertilidade e em condições tropicais registrou um decréscimo de 20 a 50% no conteúdo de matéria orgânica durante os cinco primeiros anos de cultivo. Ainda segundo os mesmos estudos, com a substituição da vegetação natural por uma cultura de manejo intenso, os estoques de carbono do solo

decrecem substancialmente, não sendo mais recuperados, ao contrário do que ocorre com as pastagens, que cobrem permanentemente o solo e são capazes de recuperar e até superar o conteúdo inicial desses elementos.

Estudos recentes em diversas condições ambientais continuam mostrando o impacto das práticas agrícolas no conteúdo de matéria orgânica do solo e atentam para a adoção de práticas de manejo conservacionistas como forma de manter e até recuperar a quantidade de matéria orgânica.

A matéria orgânica funciona, conforme Feldens (1981), como um "granulador" das partículas minerais, dando ao solo uma maior resistência. Como elemento agregador, a matéria orgânica confere ao solo a resistência necessária para que suas partículas não sejam facilmente arrastadas pelos agentes eólicos e hídricos. Ainda segundo o mesmo autor, a pequena propriedade rural tem como fator positivo a facilidade, bem maior que a grande e média propriedades, de se estimular uma agricultura mais voltada para parte biológica do solo, principalmente com a utilização total do estrume. Do ponto de vista da capacidade de uso do solo, abre alternativa de uma melhor exploração econômica da propriedade sem prejuízo aos recursos naturais e aproveitando os resíduos gerados pela atividade pecuarista.

Primavesi (1984), completa que quando a matéria orgânica é humificada traz outros benefícios, além dos já citados, como: aumento do poder tampão, isto é, a resistência contra modificações bruscas do pH, que é especialmente importante para terras quimicamente adubadas; fornecimento de substâncias como fenóis, uma vez que é um heterocondensado de substâncias fenólicas que contribui não somente para a respiração e a maior absorção de fósforos, mas também para a sanidade vegetal.

Como Jorge (1983) descreveu, o solo perde elementos nutritivos de várias maneiras: erosão superficial, ocasionada pelo excesso de água da chuva, arrastamento pela água que se infiltra no solo, levando consigo os minerais para grandes profundidades, fora do alcance das raízes e colheitas, que também retiram grandes quantidades de minerais do solo. Por outro lado, nas explorações pastoris, verificam-se perdas de nutrientes nos produtos como o leite, a lã e a carne levados para fora da propriedade. O autor cita o seguinte exemplo: em 1000 kg de lã de carneiro Merino,

acham-se 92 kg de nitrogênio. O esterco incorporado às áreas de cultivo diminui a perda de nutrientes ocasionada pelas culturas. O esterco de galinha tem a vantagem de estar, geralmente, abrigado das chuvas e, portanto, não sofre grandes perdas pela lavagem. Além disso, é um material mais rico que o esterco de curral e contém em média 2% de nitrogênio, 2% de fosfato e 1% de potássio. Isto equivale a dizer que 1 Kg de esterco de galinha contém os elementos minerais comparáveis a uma mistura de 100 g de nitrocálcio, 100 g de superfosfato simples e 15 g de cloreto de potássio (Jorge, 1983).

Segundo Primavesi (1984), o estrume de curral, fermentado com palha e adicionado superficialmente ao solo, possui efeito potencilizado e "corretivo", especialmente porque aumenta o pH de solos ácidos e baixam os de solos alcalinos; eliminam a toxidade do manganês e do alumínio trocável, transformando-o em humatos de alumínio, que não são tóxicos para os vegetais.

Evans (1996), afirma que o retorno da matéria orgânica é essencial e sua aplicação periódica indispensável. Seu efeito principal é sobre a bioestrutura do solo. Para isso, a incorporação de palha ou qualquer outro material celulósico é importante. Mas mesmo o efeito da matéria orgânica também depende do manejo adequado.

Zenker (1981) enfatiza que outra prática eficiente é o terraceamento, que consiste na construção de terraços, que são formados pelo conjunto de um canal e um camalhão dispostos transversalmente ao declive, e distanciados, um do outro, por espaços que variam conforme a declividade do terreno e o tipo de solo. Lombardi Neto *et al.* (1994) enumeram uma série de vantagens associadas a utilização do terraceamento como prática conservacionista, entre elas: aumentar a umidade do terreno; evitar que os adubos, corretivos, bem como partes mais importantes do solo sejam carregados pelas enxurradas; controlar sob certo aspecto a poluição e assoreamento dos rios; eliminar os prejuízos da lavoura, principalmente em função da perda de solo e nutrientes; perpetuar a produtividade do solo e conduzir a água das chuvas, convenientemente, para locais onde não causam problemas ao solo, à lavoura e aos cursos d'água.

De acordo com Pires e Souza (2003), quanto maior o comprimento de rampa da encosta, maiores são a velocidade e o volume da enxurrada, e maior a sua energia capaz de arrastar o solo. Com base nesse raciocínio, o princípio de funcionamento do terraço

baseia-se no parcelamento do declive, isto é, dividir uma rampa comprida em várias rampas menores, mais curtas. Cada terraço protege a faixa que está logo abaixo dele ao receber as águas da faixa que está acima.

Quando a topografia é ondulada e acidentada, o terraço torna-se uma prática conservacionista indispensável. Porém, o terraceamento como prática isolada não soluciona o problema de perda do solo. Ele deve ser associado a outras práticas como: cultivo de faixas alternadas, capinas alternadas, rotação de cultura, plantio em nível, entre outras.

Zenker (1981), Muzilli (1993), Cassol (1998) e Feldens (2000) concordam quando manifestam nos respectivos trabalhos que para um sistema de terraceamento obter êxito há necessidade de auxílio de técnicos especializados, pois a conservação do solo não termina com a locação de terraços. O agricultor deve ter orientação técnica permanente de manejo e manutenção desses terraços. Zenker (1981) afirma que o terraceamento, quando tecnicamente planejado, locado e bem construído deve conservar os adubos e corretivos nas áreas onde foram colocados e também atuar como barreira para o transporte de partículas do solo, influenciando ainda na manutenção de parte da água das chuvas pela infiltração.

Quanto à função, os terraços são classificados como: de infiltração ou em nível de escoamento (terraços sem gradiente dentro do canal), e em desnível (terraços com gradiente dentro do canal). Este tem a função de armazenar o excedente de enxurrada por ele interceptado, para que infiltre lentamente no perfil do solo. Aquele desempenha a função de acumular o excedente de água e conduzi-la para fora da área protegida, até um canal escoadouro, sem que haja perdas de solo no leito do canal (Pires e Souza, 2003). O tipo de terraço a empregar depende da precipitação regional, tamanho e localização da lavoura, condições financeiras do proprietário, tipo de solo e topografia do terreno (Zenker, 1981).

Segundo Pires e Souza (2003), o terraço pode reduzir a perda de solo em até 70-80%, e de água em até 100%, desde que criteriosamente planejado, executado e conservado. Nos solos com problemas de permeabilidade, como solos rasos ou caráter abrupto, os terraços mais indicados são os com gradiente ou desnível. Nos solos

profundos e com boa permeabilidade, como os Latossolos e Argissolos com baixa relação textural, os terraços podem ser em nível ou de infiltração (Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

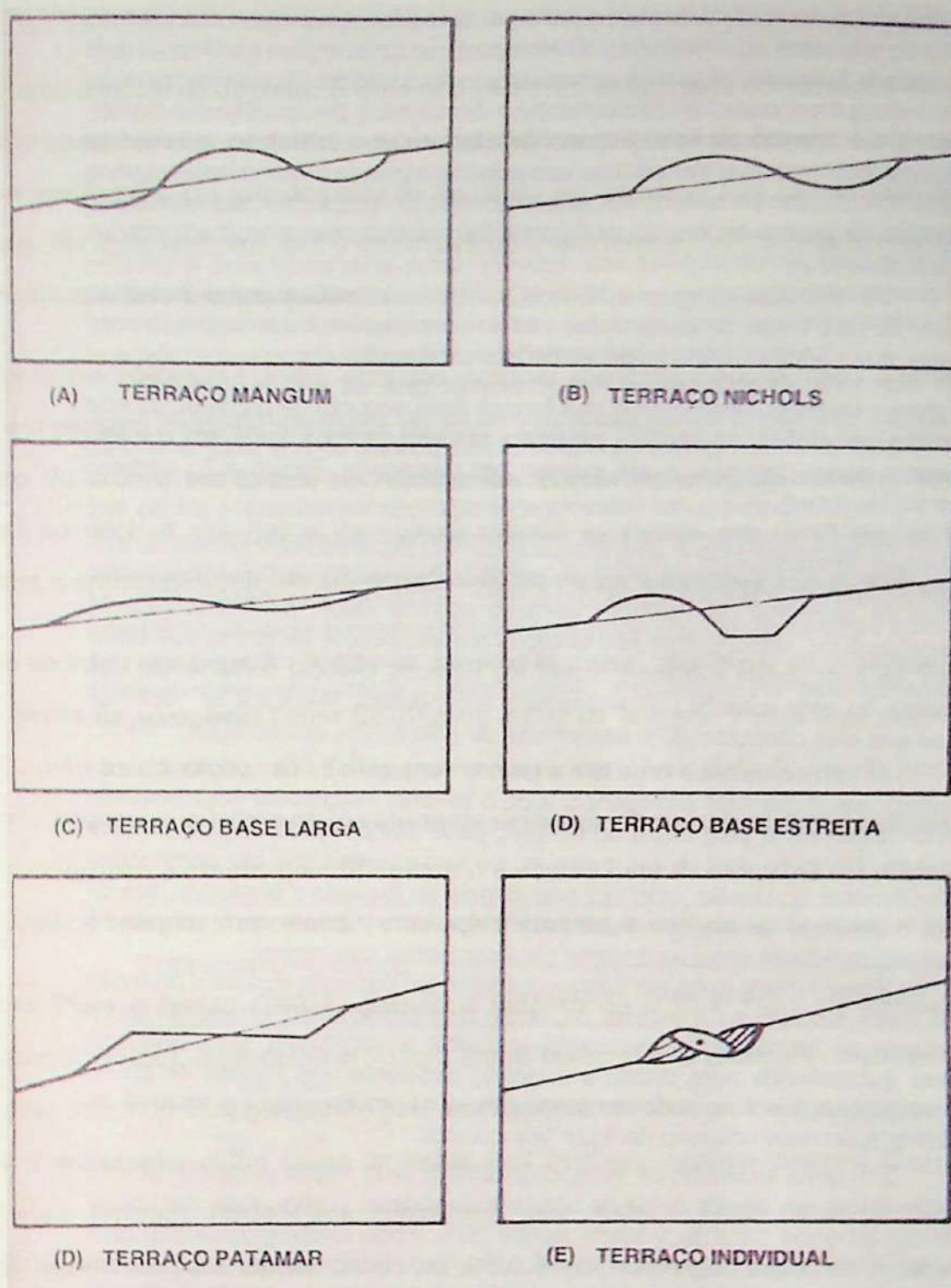
Os terraços também são classificados quanto à largura da base ou faixa de terra movimentada em: de base estreita, de base média e base larga. Isto diz respeito à envergadura do terraço, ou à distância transversal do conjunto canal-camalhão. Bertoni e Lombardi Neto (1999) identificam também os terraços do tipo Mangun, Nichols e Patamar (Figura 2.1).

O terraço de base estreita apresenta uma faixa de movimentação de terra ou largura da base de 2 a 3 metros. É recomendado para locais em que não seja possível construir terraços de base média ou larga. Normalmente é indicado para área de 12 a 18% de declividade. Neste tipo de terraço não se pode cultivar no canal nem sobre o camalhão. É bastante indicado na proteção das culturas perenes (Pires e Souza, 2003).

O terraço de base média possui uma seção média que varia de 3 a 6 metros e é indicado para áreas com declive entre 8 a 12%. Exige manutenção periódica, preferencialmente após cada safra, para que sejam feitos a limpeza do canal, a reconstrução e o soerguimento do dique. Uma desvantagem deste tipo de terraço é apresentar um gradiente muito elevado e perder cerca de 4% da área da lavoura. (Zenker, 1981; Pires e Souza, 2003).

O terraço de base larga possui faixa de movimentação de terra entre 6 a 12 metros, inclinação suave e pouca profundidade. É o mais comum dos terraços, podendo ser facilmente cruzado por máquinas agrícolas permitindo plantio em todas as dimensões (Lombardi Neto, 1999; Pires e Souza, 2003).

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), o terraço do tipo Mangun é construído pelos dois lados do terreno, dando assim um terraço com um camalhão mais alto. É o tipo adaptado para conservação de água. O terraço tipo Nichols é desenvolvido com a movimentação do solo unicamente do lado de cima do terreno, com a desvantagem de não poder ser aproveitada para o cultivo a faixa destinada ao canal. O terraço Patamar consiste em plataformas construídas em terrenos de grande inclinação,



Fonte: Bertoni e Lombardi Neto (1999)

Figura 2.1 – Tipos de terraços

formando uma espécie de degraus. É uma prática muito antiga para conservação do solo de regiões montanhosas e, portanto, o mais indicado para a área de estudo. No entanto, os terraços verificados em grande parte da bacia do rio Itamarati não têm influência na conservação do solo, uma vez que a construção é imperfeita e mal orientada quanto às corretas técnicas a serem empregadas.

Conforme Salomão (1999), uma das práticas conservacionistas mais simples e eficiente é o preparo e plantio em curva de nível, que consiste em realizar as operações de preparo do solo e semeadura no sentido das curvas de nível do terreno, isto é, transversal ao declive. As linhas de cultura unindo as pontes em nível no terreno, possibilitam o armazenamento de um grande volume de água na superfície do solo.

De acordo com Lepsch (2002), os cultivos em nível são feitos com objetivo de reduzir a perda de solo, bem como facilitar os tratos na lavoura. Numa área cultivada em nível, como as operações são feitas praticamente em nível, cada fileira de plantas, assim como pequenos sulcos e restos culturais deixados na superfície são dispostos de maneira que formam barreiras que dificultam o percurso livre da enxurrada, diminuindo sua velocidade e energia, aumentando, conseqüentemente, a infiltração da água no solo.

Para Pires e Souza (2003), quando o preparo do solo é feito no sentido do declive (morro abaixo), o processo erosivo é muito favorecido e acelerado. Isso porque cada pequeno sulco ou leira produzido pela aração morro abaixo representa um caminho livre para a enxurrada, assim como as linhas das culturas, quando também dispostas morro abaixo formam verdadeiros corredores, por onde a água desce e adquire velocidade suficiente para causar danos ao solo. Nessa situação, quase toda água da chuva é perdida, com pequena infiltração. Além disso, a enxurrada arrasta, junto com o solo, adubos, sementes e até plantas, empobrecendo o solo e o produtor, que gastará mais no ano seguinte para manter o mesmo nível de produção.

A eficiência dos cultivos em curva de nível foi criteriosamente estudada na Seção de Conservação do Solo do Instituto Agronômico de Campinas por Bertoni *et al.* (1972). Os resultados encontrados mostraram que o plantio em nível, não só aumentaram a produtividade, como também reduziram as taxas de perda de solo e água, quando comparados ao plantio morro abaixo.

De acordo com Prinz *et al.* (2000), em trabalho realizado com a Embrapa-Solos (RJ) e a PESAGRO-RIO foram instaladas oito parcelas, através das quais mediram-se as perdas de solo no campo causadas pelas chuvas fortes e pelas técnicas inadequadas de cultivo. Após dois anos de experiência verificou-se que as menores perdas foram obtidas nas parcelas que adotaram plantio direto e plantio em curva de nível, respectivamente, enquanto as maiores perdas foram encontradas nas parcelas que utilizaram o sistema convencional, independente do tipo de cultura. O cultivo em nível é apenas uma das muitas práticas conservacionistas, devendo, portanto, ser associada a outras, principalmente quando a área apresentar declive superior a 4%.

Segundo Feldens (1981), a faixa de retenção é uma prática que visa fracionar a declividade do terreno, através da utilização de plantas permanentes. Deve-se, portanto, usar plantas que tenham grande densidade foliar e abundante sistema radicular, como também utilização econômica na propriedade. A faixa de retenção ou faixa de vegetação permanente consiste na disposição das culturas principais em faixas niveladoras intercaladas, de espaço em espaço, com faixas perenes de plantas protetoras e que forneçam a melhor utilização econômica na propriedade agrícola.

De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (1999), essas faixas possibilitam a formação gradual de terraços com o decorrer dos anos; com o preparo do solo e com os cultivos que se fazem entre as faixas. Dessa forma, os cordões de vegetação permanente poderão não apenas substituir os terraços, como também representar a fase inicial de sua construção. Ainda de acordo com os referidos autores, para as condições de nossa agricultura, tais faixas de vegetação permanente apresentam, de um modo geral, sobre os terraços, a grande vantagem de sua simplicidade e facilidade de execução. Mesmo locadas sem grande precisão, apresentarão eficiência satisfatória, o que facilita seu emprego pelos agricultores que disponham de pequenos recursos técnicos. Outra vantagem da utilização dessa prática é que, segundo Marques (1950), os limites de declividade em que podem ser aplicados com sucesso excedem os atingidos pelos terraços de base larga, isto é, os cordões de vegetação permanente podem ser empregados com relativa segurança até declividade de 60%. Sendo assim, é um dos métodos mais indicados para a área de estudo, que apresenta declividade elevada, agricultores com pouca informação técnica e poucos recursos para financiar grandes

projetos. Outra vantagem desta prática é a utilização econômica das culturas utilizadas como cordão de vegetação.

Para Muzilli (1993), a utilização de práticas conservacionistas têm demonstrado muita eficiência na proteção dos solos. É importante ressaltar que um sistema conservacionista para ser eficiente e oferecer segurança deverá conjugar a utilização de diversas práticas, definidas segundo uma série de fatores, como tipo de relevo, solo, disponibilidade econômica dos agricultores, entre outros. Muitas práticas conservacionistas isoladas não apresentam qualquer eficiência, pois só passam a ter um efeito acentuado quando associadas a outras práticas.

A qualidade da água dos rios que compõem uma bacia hidrográfica está relacionada com o uso do solo na bacia e com o grau de controle sobre as fontes de poluição. As crescentes expansões demográfica, industrial e agropecuária das últimas décadas acarretaram alterações na qualidade da água dos rios. A limitada disponibilidade de água doce é indicativo da necessidade de preservação, controle e utilização racional desta (Borges, 2003).

Com as perdas de solo em função do manejo inadequado, há também o empobrecimento do solo pela perda de nutrientes e matéria orgânica, além da contaminação dos recursos hídricos, pois a água que não infiltra arrasta consigo não só os elementos supracitados, como também diversos produtos químicos (agrotóxicos, fertilizantes, metais pesados), poluindo os rios. Conforme exposto por Santos (2000), a poluição é a introdução, pelo homem, de resíduos sólidos, semi-sólidos, líquidos e gasosos em quantidade superior à capacidade de absorção do meio ambiente. Pode ser causada pela liberação de matéria e energia no ambiente. As diferentes formas de poluição ambiental afetam a composição e equilíbrio da atmosfera, da água, do solo; interferem na cadeia alimentar, na produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas; alteram os mecanismos naturais de proteção do planeta; prejudicam as espécies animais e vegetais existentes e podem ameaçar sua reprodução. Deste modo, só a utilização de técnicas que gerem menor volume de resíduos e um bom conhecimento dos ecossistemas onde os resíduos serão descartados permitirão que as necessidades de consumo do homem sejam atendidas com um mínimo impacto na produção agrícola e no equilíbrio ambiental.

A demanda por água tem aumentado consideravelmente, em razão do consumo doméstico, da agricultura e da indústria. A qualidade da água, entretanto, está cada vez mais comprometida em razão da forma de apropriação deste recurso natural pela sociedade contemporânea (Felício, 1997). Os padrões de qualidade da água refletem a qualidade do ambiente a ela associado, de tal modo que a qualidade da água converge-se em um indicador ambiental ou geoindicador.

A água, inserida no sistema hidromorfológico representado pela bacia de drenagem, é o receptor final de materiais que circulam no sistema. Em outras palavras, a utilização dos recursos naturais pelo homem pode alterar a quantidade e qualidade das águas, que passam por determinado sistema de drenagem ou bacia hidrográfica. O uso excessivo de agroquímicos, os resíduos industriais, o lixo urbano e o esgoto doméstico, cedo ou tarde, atingirão as águas de superfície e/ou subsuperfície, e provavelmente estarão comprometidas ou impossibilitadas para o consumo, exigindo maiores gastos no seu tratamento.

Os novos paradigmas do processo produtivo devem ser estabelecidos em bases que levem em conta métodos e técnicas que resultem em menor produção de resíduos, metais pesados e uso de compostos sintéticos de difícil degradação no meio ambiente, o que reflete na qualidade da produção agrícola e na redução dos diferentes tipos de poluição causados por atividades antropogênicas.

3. CARACTERIZAÇÃO DO QUADRO FÍSICO DA BACIA DO RIO ITAMARATI

A caracterização do quadro físico corresponde ao levantamento das informações de clima, geologia, geomorfologia, solos e vegetação baseado em dados pré-existentes, com objetivo de elaborar um inventário ambiental da área.

A área de estudo representada pela bacia do rio Itamarati situa-se entre 22°32'04" e 22°28'19" de latitude sul e entre 43°04'20" e 43°10'30" de longitude oeste, com uma área aproximada de 41,25 Km² ou 4.125 hectares (Figura 3.1). Apresenta relevo montanhoso e declividade acentuada em quase toda sua extensão. O rio Itamarati tem sua nascente na vertente oeste da Serra dos Órgãos, à leste da cidade de Petrópolis, e percorre uma extensão de cerca de 15 km até se encontrar com o rio Piabanha, principal rio do município de Petrópolis e afluente do rio Paraíba do Sul. O rio Itamarati possui importante papel na vida da população rural e urbana, uma vez que se encontra neste rio, a represa do Caxambu Grande, uma das principais responsáveis pelo abastecimento de água do município.

3.1. Clima

Segundo a classificação climática proposta por Nimer (1989), a área de estudo apresenta clima do tipo mesotérmico brando superúmido. Este tipo de clima é identificado pelo autor na Serra do Mar nas cotas altimétricas acima de 700 metros, ocorrendo, portanto, na bacia do rio Itamarati, cuja altitude varia entre 720 e 2020 metros.

Nas áreas situadas entre as curvas de 500 a 1500 metros, constata-se a ocorrência de médias anuais entre 14 a 20° C e enquanto que nas áreas superiores, em geral nos

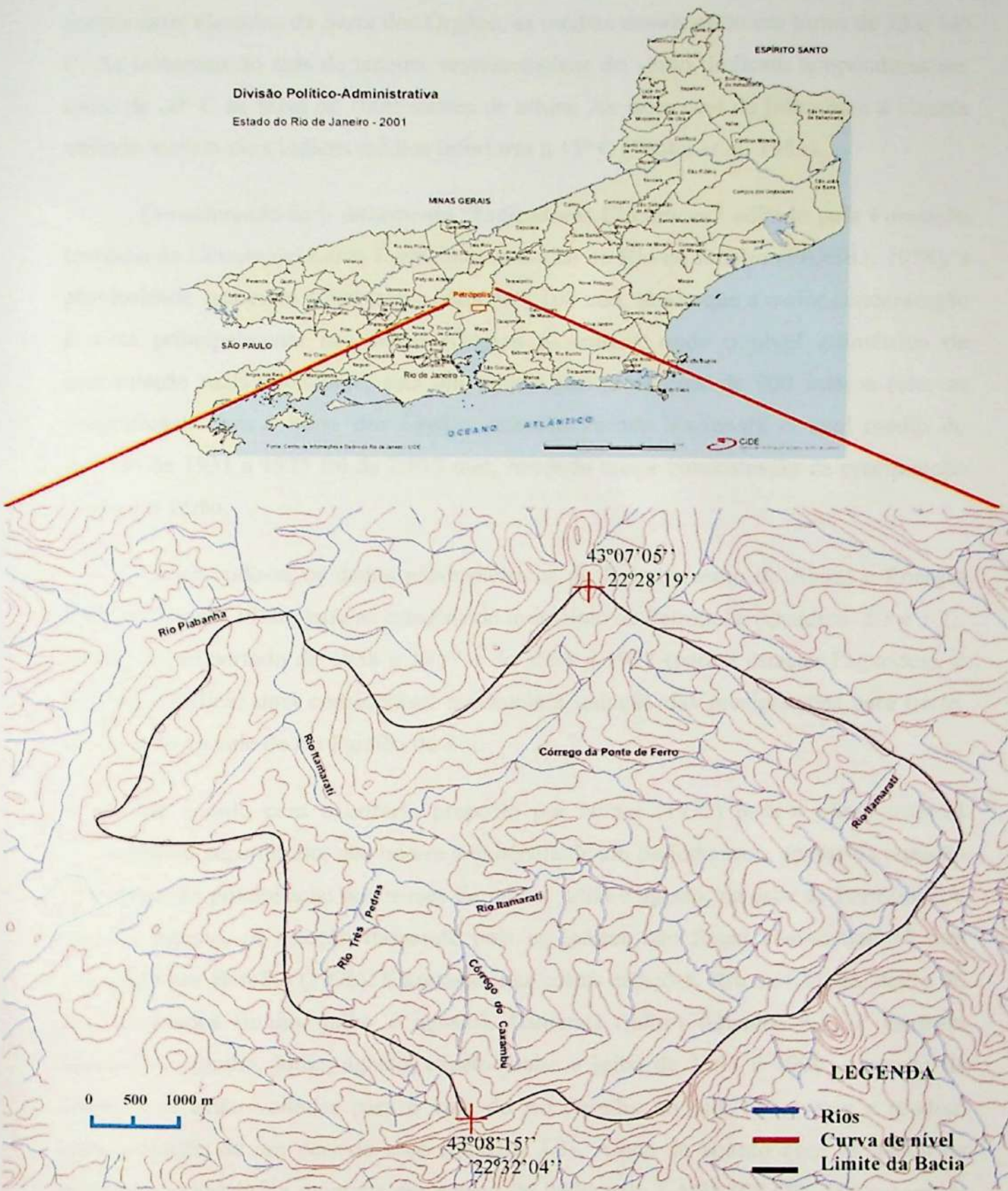


Figura 3.1 – Mapa de localização da bacia do rio Itamarati.

pontos mais elevados da Serra dos Órgãos, as médias anuais estão em torno de 13 e 14° C. As isotermas do mês de janeiro, representativas do verão, indicam temperaturas em torno de 20° C na faixa de 1000 metros de altura. As isotermas de julho para a mesma altitude tendem para índices médios inferiores a 13° C (Penha *et al.* 1981).

Considerando-se o documento “Indicadores Climáticos” editado pela Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro (FIDERJ, 1978), a pluviosidade está entre 1.300 mm a mais de 2.100 mm, sendo que a maior concentração é vista principalmente nas serras (Órgãos e Araras), onde o nível altimétrico de precipitação mais abundante, está um pouco abaixo da cota de 900 metros (chuvas orográficas). Para a Serra dos Órgãos (estação Parque Nacional), o total médio do período de 1931 a 1975 foi de 2.813 mm, havendo maior concentração da precipitação durante o verão.

Observando-se os dados pluviométricos do Departamento de Águas e Energia Elétrica (Brasil, 1980) para as estações do município de Petrópolis (Quadros 3.1 e 3.2), referentes ao período de 1938 a 1977 e de 1954 a 1977 (para a estação Fagundes), é possível verificar uma considerável tendência à redução das precipitações para norte, em direção ao vale do rio Paraíba do Sul.

De acordo com o critério proposto por Nimer (1972) para o clima tropical mesotérmico superúmido, não ocorre a existência de um período seco, apesar da redução dos níveis de precipitação nos meses de junho, julho e agosto, na estação Petrópolis, e junho e agosto, na estação Itamarati, pois os índices não ficam abaixo dos 36 mm calculado por Botelho (1996). Entretanto, nas outras estações, Rio da Cidade, Pedro do Rio, Fagundes (junho, julho e agosto), Itamarati (julho) (Quadro 3.2) e Fazenda Marambaia (junho, julho, agosto, exceto junho e julho de 1997 e 1999, e agosto de 2000), que estão voltadas para o vale do rio Paraíba do Sul, observa-se a gradual caracterização de um período seco (Quadro 3.3). Ainda de acordo com os dados da estação pluviométrica montada em agosto de 2000 pelo LAGESOLOS (53 meses de operação até dezembro de 2004) na bacia do rio Itamarati (Quadro 3.4), confirmam-se meses mais chuvosos de novembro a março e meses mais secos nos períodos de junho, julho e agosto (exceto agosto de 2000 e julho de 2004).

Quadro 3.1. Localização das Estações Pluviométricas no município de Petrópolis

Estações Pluviométricas	Altitude (m)	Latitude	Longitude
Petrópolis	820	22°31'	43°11'
Itamarati	825	22°29'	43°08'
Itamarati 2	1070	22°30'	43°07''
Rio da Cidade	720	22°27'	43°10'
Fazenda Marambaia	720	22°27'	43°08'
Pedro do Rio	660	22°20'	43°08'
Fagundes	460	22°18'	43°11'

Fonte: Botelho, 1996.

Quadro 3.2. Dados Pluviométricos das Estações do Município de Petrópolis (em mm) no período de 1938 a 1977 e 1954 a 1977 (Estação Fagundes).

MESES	Petrópolis	Itamarati	Rio da Cidade	Pedro do Rio	Fagundes
JAN	314,3	269,4	268,6	239,8	182,3
FEV	234,4	189,8	189,3	165,6	130,5
MAR	231,3	196,5	168,5	138,8	122,3
ABR	141,3	96,8	69,1	52,6	56,5
MAI	86,7	63,0	45,7	35,9	36,5
JUN	55,3	38,3	26,2	21,0	16,7
JUL	52,0	33,0	23,4	17,8	22,9
AGO	66,1	41,2	28,8	20,9	22,2
SET	81,7	57,8	48,6	40,0	48,0
OUT	150,9	112,7	106,4	98,2	102,1
NOV	215,4	169,3	165,3	139,2	143,7
DEZ	282,0	255,0	251,5	210,1	182,9
TOTAL	1908,5	1521,7	1387,5	1175,8	1066,5

Fonte: Brasil (1980)

Segundo Tavares (1987), a topografia também favorece as precipitações na medida em que atua no sentido de aumentar a turbulência do ar pela ascendência orográfica. Outro fato que exerceria influência sobre as condições de tempo são os sistemas de circulação atmosférica do Sudeste.

Quadro 3.3 – Dados Pluviométricos da Estação Experimental Fazenda Marambaia
(em mm)

MESES	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
JAN	55,7*	346,1	163,1	266,2	177,6	158,9	272,7	221,6	142,3
FEV	58,9	174,6	166,7	100,0	315,9	101,4	120,9	111,3	119,3
MAR	299,2	52,0	148,9	89,3	101,0	108,6	239,5	213,6	85,1
ABR	68,7	51,7	50,6	44,7	67,7	21,0	31,2	23,7	3,0
MAI	188,5	45,8	28,1	45,7	80,6	28,5	20,8	54,4	124,3
JUN	29,6	14,5	31,7	47,9	19,8	42,0	1,6	0,0	0,0
JUL	6,0	57,5	6,6	3,5	18,1	14,9	50,3	7,5	35,9
AGO	17,5	11,0	27,9	21,0	24,2	14,9	80,6	9,1	34,1
SET	2,5	41,2	181,5	33,0	36,3	42,9	93,7	25,1	87,7
OUT	55,7	246,7	51,4	107,3	159,7	38,4	46,6	70,6	13,1
NOV	144,5	232,7	327,3	177,8	149,0	119,3	54,6	115,8	151,4
DEZ	313,8	265,1	190,1	146,2	269,0	280,2	200,0	418,8	310,6
TOTAL	1240,6	1538,9	1537,0	1082,6	1418,9	971,0	1212,5	1271,5	1106,8

Fonte: LAGESOLOS

* Referente a quatro dias de monitoramento

O conhecimento das taxas de perdas de água do solo por evapotranspiração, através do sistema de balanço hídrico (Thornthwaite e Mather, 1955, in FIDERJ, 1978), manifesta-se como um dos principais elementos a considerar no que se refere ao estabelecimento das alternativas e limitações climáticas do uso do solo.

De acordo com o balanço hídrico da região da Serra dos Órgãos (FIDERJ, 1978), não se verifica a ocorrência de déficit hídrico, pois existe um excedente de 1180,7 mm. É possível identificar na área da Serra dos Órgãos a ocorrência de clima com temperaturas amenas e abundância das precipitações, mas que se distribuem de forma irregular ao longo do ano. Mesmo durante os meses mais secos, que coincidem com o inverno, as chuvas atingem um total sempre superior a 36 mm, não havendo portanto, uma estação seca. O mesmo não ocorre no balanço hídrico da estação Araras e Pedro do Rio (FIDERJ, 1978), que apresentam valores excedentes menores com 763,5 mm e 333,7 mm respectivamente, nos meses de dezembro e janeiro. No que se refere ao

déficit hídrico, ele corresponde a 6,0 mm na estação Petrópolis e 58,0 mm na estação Araras verificados nos meses de agosto e setembro respectivamente.

Segundo Tavares (1987), a evapotranspiração potencial, por ser função da temperatura, mostra-se altamente correlacionada com a altitude. Consta-se também, que os meses de dezembro e de janeiro caracterizam-se pelo domínio do excedente hídrico proporcionado pela alta pluviosidade do verão, o que acarreta, normalmente no final de dezembro e início de março, o transbordamento dos rios.

Quadro 3.4. Dados Pluviométricos da Estação Itamarati 2*

meses	2000	2001	2002	2003	2004
Jan		243,7	237,8	432,2	329,2
Fev		215,0	207,3	60,2	356,8
Mar		301,8	162,8	261,5	165,4
Abr		77,1	27,8	43,6	140,0
Mai		89,6	113,4	85,1	74,3
Jun		13,6	14,3	40,2	39,6
Jul		29,3	45,4	37,0	114,3
Ago	178,8	20,2	34,9	62,5	25,1
Set	126,6	76,9	143,0	46,4	13,7
Out	66,7	76,0	34,0	171,1	133,8
Nov	170,2	187,8	225,2	436,4	274,7
Dez	238,5	417,5	465,7	257,0	483,3
Total	780,8	1748,5	1711,6	1933,6	2150,2

Fonte: LAGESOLOS

* em funcionamento a partir de agosto de 2000.

3.2 Geologia

A bacia do rio Itamarati, entre outros fatores, chama atenção pela existência de forte controle estrutural, que criou uma série de vales encaixados, conjugados a um relevo escarpado. A litologia (Figura 3.2) é constituída basicamente por granitos gnáissicos da Unidade Batólito Serra dos Órgãos e os migmatitos heterogêneos da Unidade Santo Aleixo (Penha *et al.*, 1981).

Os granitos gnáissicos do Batólito Serra dos Órgãos, com freqüência, apresentam paredões escarpados, com rocha exposta, morros de forma arredondadas e rede de drenagem dendrítica, com algumas confluências em ângulos retos (Figura 3.3) (Penha *et al.*, 1981). Macroscopicamente a unidade Batólito Serra dos Órgãos caracteriza-se por apresentar rocha de granulação média à grossa, em geral biotítica, com ou sem hornblenda, e cor variando de leuco à mesocrática, com predominância do último.

Estruturalmente, a unidade apresenta foliação irregular assumindo direções ora NE, ora NW ou NNE, com direção e ângulo de mergulho bastante variados. Em termos petrográficos o batólito é representado por biotita gnaisses e biotita gnaisse graníticos de granulação grosseira. É comum também a presença de quartzos grosseiros e uma textura levemente orientada, onde a recristalização é intensa e o contato entre os grãos é irregular. Tanto o quartzo como o feldspato apresentam-se bastante fraturados, com muitas inclusões, em especial, de apatita, zircão e biotita (Penha *et al.*, 1981).

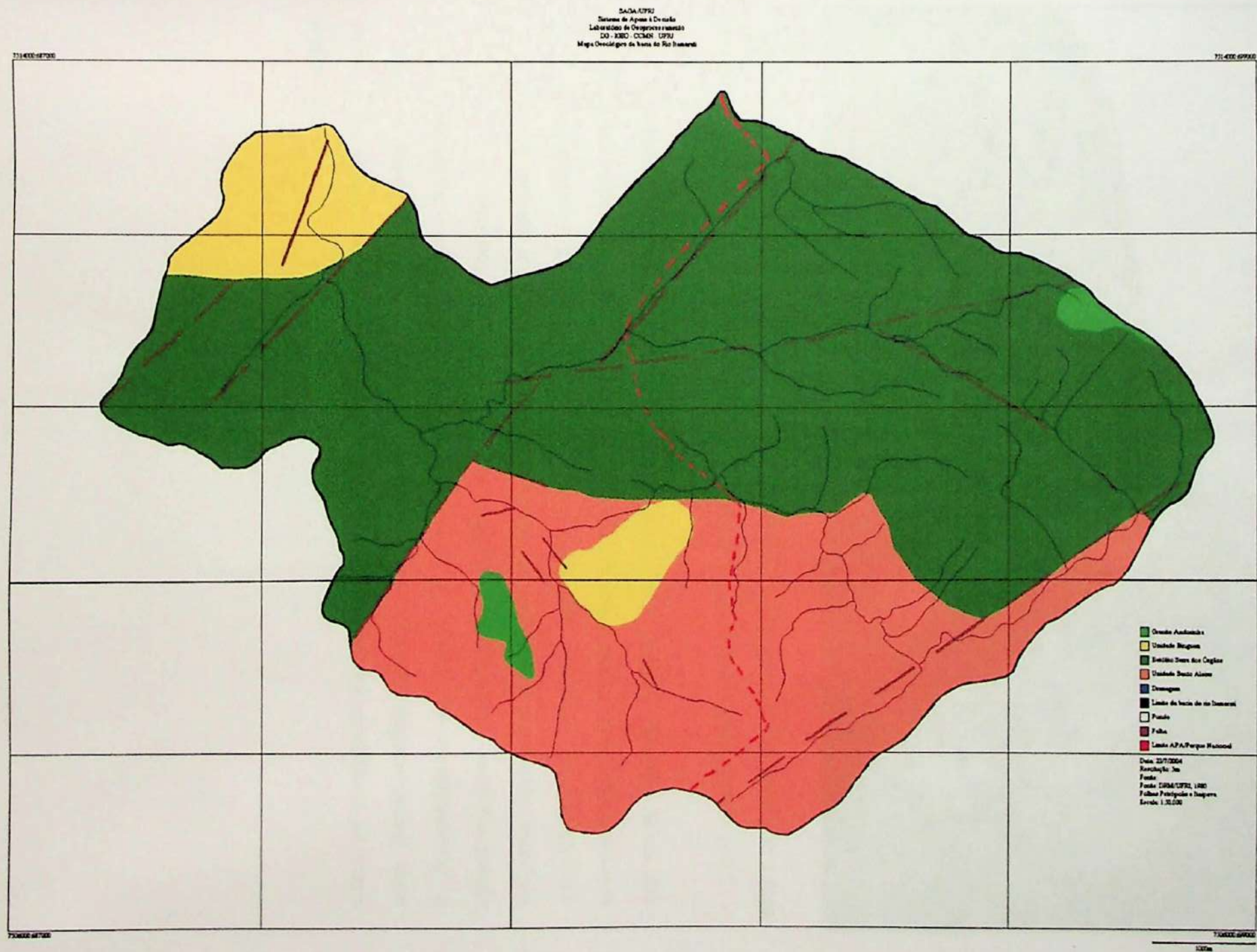




Figura 3.3 – Vista do relevo na Unidade Batólito Serra dos Órgãos. Verifica-se que a área agrícola se estende até a base do paredão que deveria ser utilizada para preservação.

A Unidade Santo Aleixo surge em contato com a unidade Batólito Serra dos Órgãos e apresenta um relevo moderadamente acidentado, caracterizado pela presença de morros alongados, geralmente estruturados paralelamente à foliação NE (Figura 3.4). Estes morros exibem a encosta SE bastante inclinada, geralmente formando paredões desnudos. A encosta NW desses morros mostra-se mais suave acompanhando aproximadamente o mergulho da foliação (Penha *et al.*, 1981). Petrograficamente a unidade é formada por um conjunto de rochas extremamente migmatizadas, com restritos domínios homogêneos representados por biotita gnaisses graníticos, às vezes anfibiolíticos.

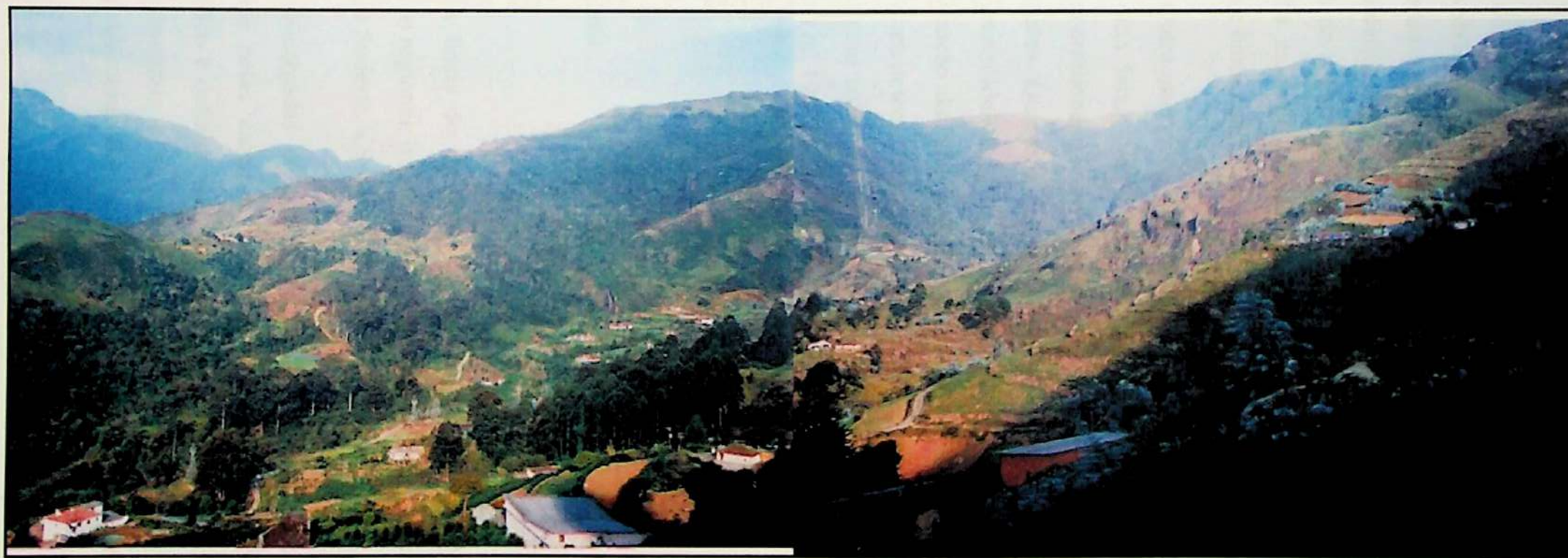


Figura 3.4 – Visão panorâmica da área de estudo, inserida na Unidade Santo Aleixo.

A Unidade Bingen ocorre numa faixa disposta diagonalmente na direção NE-SW envolvida em grande parte, por migmatitos heterogêneos da Unidade Santo Aleixo. Caracteriza-se pela ocorrência de biotita gnaiss granítico, homogêneo, de cores claras, granulometria de média a fina, com uma gnaissificação moderada ou ausente nos núcleos de aspecto tipicamente granítico. A textura é do tipo granular com grãos formados essencialmente por feldspato potássico microclíneo, plagioclásio sódico, quartzo e biotita parda amarelada (Penha et al, 1981).

Outra unidade verificada na área de estudo é a Unidade Granito Andorinha, que ocupa uma faixa próxima à nascente do rio Itamarati. Caracteriza-se por possuir vertentes arredondadas e convexas que, expostas ao intemperismo dão origem a campos de matações. Quanto à constituição, predominam os gnaisses orto e paraderivados e rochas granitóides do embasamento cristalino que desempenham todo um controle sobre a organização da rede de drenagem e, conseqüentemente, da modelagem do relevo. Macroscopicamente, no trecho do Parque Nacional, predominam os tipos de grãos médios, com tendência porfirítica, geralmente leucocráticos, cinzentos e homogêneos (Penha *et al.* 1981).

3.3. Relevo

A bacia do rio Itamarati situa-se numa importante província fisiográfica de expressão regional: o Domínio Serrano, identificado por um notável acidente orográfico da região Sudeste, a Serra dos Órgãos.

Alicerçadas em gnaisses granitóides e migmatitos, a Serra dos Órgãos é composta pelas escarpas escalonadas e festonadas. No seu reverso, o conjunto topográfico é definido por seu aspecto morfoestrutural, caracterizado por lineações de vales estruturais e de cristas serranas, maciços graníticos, morros com desníveis altimétricos acentuados e alvéolos intermontanos (Penha *et al.* 1981).

A Serra dos Órgãos é um importante divisor de águas com direção NE-SW, apresentando relevo movimentado e altitudes que suplantam facilmente a cota média dos 1.000 metros. Predominam montanhas assimétricas com escarpas abruptas, de contornos sinuosos, onde uma série de pontas em forma de "caninos" ou "pães-de-açúcar" se orientam obliquamente à direção do escarpamento geral NE-SW (Penha *et al.* 1981).

A Região Geomorfológica representada pela Unidade Geomorfológica Serra dos Órgãos caracteriza-se também pelo notável controle estrutural sobre a drenagem, tanto em relação aos cursos d'água que descem a escarpa em direção ao mar, quanto aos que se dirigem para o rio Paraíba do Sul, orientados, via de regra, pelas fraturas, particularmente ao fraturamento NE-SW, observado por toda a região, com o desenvolvimento de padrões paralelos, subparalelos e, subordinadamente dendríticos (IBAMA/ECOTEMA, 1997).

A área inserida no Domínio Morfoestrutural das Faixas de Dobramentos Remobilizados, incluindo a Região Geomorfológica Escarpas e Reversos da Serra do Mar, caracteriza-se por um relevo acidentado com grandes desníveis altimétricos, onde as cotas variam entre 720-2020 metros. O controle estrutural sobre a morfologia é mostrado por linhas de falhas, blocos deslocados, escarpas, relevos e vales alinhados coincidindo com os dobramentos e/ou falhas. A resistência das rochas é traduzida nas formas de dissecação, sobressaindo escarpas rochosas, patamares com cumes arredondados, pontiagudos e desnudos, pontões, linhas de cristas e cumeadas e vales marcantes e profundos ao longo de zonas fraturadas (IBAMA/ECOTEMA, 1997).

Os aspectos geomorfológicos da bacia do Itamarati, são característicos de regiões serranas, com presença de colinas, zonas montanhosas, vertentes bastante escarpadas, com paredões íngremes; vales encaixados, obedecendo ao controle litoestrutural, seguindo planos de falhas e fraturas. As áreas deposicionais fluviais são pouco expressivas, limitados, basicamente, às proximidades da foz e às áreas de baixas declividades junto aos vales.

Adquire um certo significado o volume do material deslocado nas vertentes, quer por simples desabamento ou por movimento de massa (Figura 3.5). O colapso da

parede rochosa liberou grande parte de rocha, que na forma de blocos deixou vestígios no colúvio subjacente e posteriormente, prosseguiu espalhando-se no fundo do vale (Tavares, 1987).

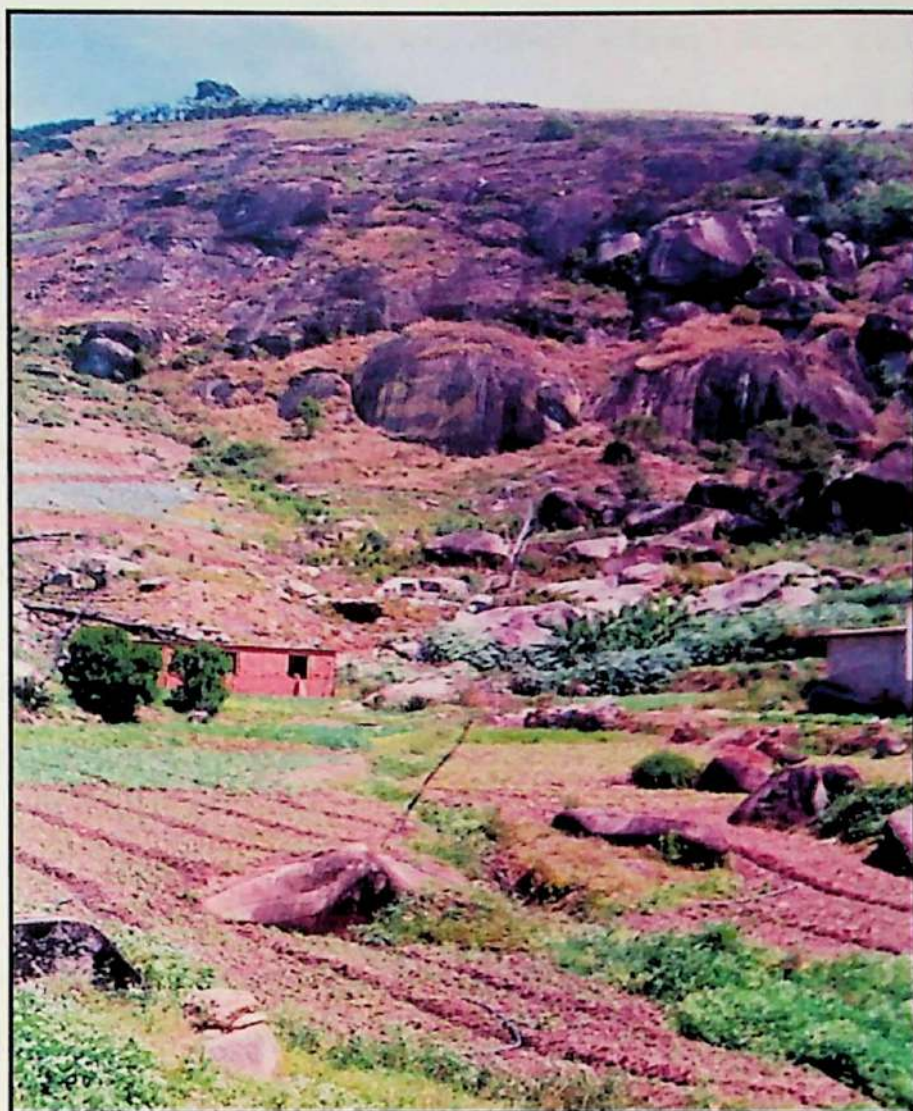


Figura 3.5 – Blocos rolados presentes em quase toda a Bacia

3.4 Solos

A complexidade do relevo e a geologia no município de Petrópolis podem indicar a possível existência de uma maior variedade de classes de solo conforme

constatarem Tavares (1987), em trabalho sobre o relacionamento morfopedogênico no Córrego da Ponte de Ferro, Botelho (1996), em pesquisa sobre a identificação das unidades ambientais na bacia do rio Cuiabá e Goulart (1998), no diagnóstico da suscetibilidade à erosão dos solos na bacia do rio Bonfim. As classes de solos identificadas em comum nos três trabalhos foram: Latossolo Vermelho-Amarelo, Cambissolo, Podzólico Vermelho-Amarelo, Solo Aluvial, e Solo Litólico sendo os três últimos denominados Argissolo Vermelho-Amarelo, Neossolo Flúvico e Neossolo Litólico, respectivamente, de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 1999).

De acordo com o último levantamento pedológico do estado do Rio de Janeiro disponibilizado pela EMBRAPA/CNPS (2005), na escala 1:250.000, a bacia do rio Itamarati apresenta os seguintes tipos de solos: Cambissolo háplico, distrófico, textura média cascalhenta ou argilosa, horizonte A moderado; Neossolo Litólico, distrófico típico, textura média, horizonte A moderado; Cambissolo háplico, distrófico típico, textura argilosa ou média, horizonte A moderado ou proeminente; Latossolo Vermelho-Amarelo, distrófico, típico, textura argilosa, horizonte A moderado ou proeminente e Latossolo Amarelo, distrófico, típico, textura argilosa, horizonte A moderado ou proeminente.

Tavares (1987), encontrou para o Córrego da Ponte de Ferro as seguintes classes: Cambissolo Tb distrófico epiálico, Podzólico Vermelho-Escuro Tb distrófico, Podzólico Vermelho-Amarelo Tb álico epidistrófico latossólico, Podzólico Vermelho-Amarelo Tb álico, Latossolo Vermelho-Amarelo álico podzólico, Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico epiálico podzólico.

Segundo Guerra e Botelho (1998), o Latossolo Vermelho-Amarelo ocorre, em geral, em relevo fortemente ondulado e montanhoso, ou até em relevo ondulado e suave ondulado. Este tipo de solo é bastante profundo e apresenta horizonte B latossólico (Bw), caracterizado por avançado estágio de intemperização, formação de argila de baixa atividade, boa agregação, baixa quantidade de minerais primários. Os Latossolos da área estudada são argilosos, variando de pouco profundos a muito profundos, bem drenados e seqüência de horizontes A-B-C. Estes solos ocorrem amplamente na área

estudada, e situam-se em posições fisiográficas de colinas e encostas de elevações, sob relevo forte ondulado e montanhoso.

Quanto ao Argissolo Vermelho-Amarelo (antigo Podzólico Vermelho-Amarelo), em geral, caracterizam-se por apresentar horizonte B textural com acumulação de argila, por iluviação, translocação lateral interna ou formação no próprio horizonte (Prado, 1995; Guerra e Botelho, 1998). São predominantemente caulíníticos, com argila de baixa atividade, geralmente distróficos, de textura variada, bem e moderadamente drenados.

Uma unidade bastante comum na bacia do rio Itamarati é o Cambissolo, que pode variar de raso a profundo, possuindo uma seqüência A – Bi – C, com uma diferenciação pouco nítida entre os horizontes. O horizonte B câmbico ou incipiente é caracterizado pela presença de muitos minerais primários de fácil intemperização, textura variando de franco-arenosa a muito argilosa (Oliveira, 1992; Guerra e Botelho, 1998). As características dos Cambissolos estão em consonância com seu material de origem: os solos desenvolvidos de gnaisses e migmatitos do período Pré-Cambriano são bem e, ocasionalmente, moderadamente drenados, já os originados de sedimentos colúvio-aluvionares do período Holoceno apresentam drenagem moderada e imperfeita, podendo apresentar descontinuidades de material originário e/ou caráter glêico em alguns subhorizontes. Os primeiros situam-se em encostas de relevo geralmente montanhoso, enquanto os últimos situam-se em rampas de colúvio e em terraços mais elevados, geralmente sob relevo ondulado. Após os Latossolos, são os solos mais freqüentes da APA de Petrópolis. (IBAMA/ECOTEMA, 1997)

O Neossolo Litólico compreende solos minerais não hidromórficos, rasos, pouco evoluídos, que podem estar assentados diretamente sobre a rocha. Apresentam seqüência A – R ou A – C – R, sendo o horizonte C pouco espesso. São solos bem drenados, pouco profundos, que possuem elevados teores de minerais primários pouco resistentes ao intemperismo, assim como cascalhos e calhaus de rocha semi-intemperizada na massa do solo. São originados da decomposição de migmatitos e gnaisses do período Pré-Cambriano. Situando-se em posições mais dissecadas das encostas, sob relevo geralmente montanhoso.

Por último os Neossolos Flúvicos que são pouco evoluídos, não hidromórficos, formados em terraços de deposição aluvionar recente. Caracteriza-se por apresentar estratificação de camadas, com textura desde arenosa até argilosa, sem relação pedogenética entre si. Portanto, são solos que apresentam grande variabilidade espacial. Possuem seqüência de horizontes A-C, eventualmente com evidências de gleização em subsuperfície. São solos pouco freqüentes, situando-se em terraços, sob relevo plano e suave ondulado.

3.5. Vegetação

A bacia do rio Itamarati está inserida no grande bioma popularmente conhecido como Mata Atlântica, que recebeu várias denominações: Floresta Ombrófila Densa (Ellemberg e Miller Dombois, 1966), Floresta Pluvial Atlântica (Rizzini, 1979), Floresta Latifoliada Úmida de Encosta (Penha *et al.* 1981).

Os ambientes ocupados pela Floresta Ombrófila Densa, apresentam chuvas bem distribuídas, com médias anuais em torno de 1.500 mm, o que determina uma situação bioecológica praticamente sem período biológico seco. Além disso, domina, nos ambientes destas florestas, latossolos distróficos e, excepcionalmente, eutróficos, originados de vários tipos de rochas (www.ambientebrasil.com.br,2005). A vegetação incluída neste domínio, exibe uma diversificada fisionomia, influenciada principalmente pelos padrões topográficos e climáticos, podendo ocorrer, consoante às características do local, uma variação na estratificação, altura das árvores e composição (IBAMA/ECOTEMA, 1997).

De acordo com a subdivisão da Floresta Ombrófila Densa realizada pelo projeto RADAMBRASIL (1983), onde foi considerada a distribuição por altitude, podem ser reconhecidas na área de estudo duas formações distintas: Florestas Montana e Alto-Montana.

A Floresta Montana exibe um aspecto fisionômico denso, com espécies arbóreas atingindo, aproximadamente, 20 a 30 metros. Entre as variadas espécies, destacam-se algumas como: canela-santa (*Vochysia lancifolia*), canela (*Ocotea-sp*), canela-garuva (*Nectandra rigida*), baguaçu (*talauma organensis*), ouriceiro (*Sloanea-sp* – *Eleocarpacea*), figueira-de-folha-miúda (*Ficus organensis*). A Floresta Montana ocupa área de relevo bastante dissecado e íngreme. Remanescentes desta vegetação estão, de certa forma, protegidos pela dificuldade de acesso à área e pela existência do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, que tenta preservar o pouco que resta da vegetação primitiva na área de estudo.

As condições de umidade resultantes da abundância de chuvas e nevoeiros, possibilita o desenvolvimento no interior da mata úmida de um ambiente propício ao epifitismo, às muscíneas e aos líquens (Tavares, 1987).

A Formação Alto Montana pode ser observada em faixas de altitudes superiores a 1.500 metros. Em função da altitude elevada, é comum verificar a ocorrência de muitas nuvens que recobrem a mata por dias seguidos. Apesar do alto índice pluviométrico e elevada umidade do ar, a vegetação apresenta aspecto seco, este fato é atribuído aos ventos constantes, à existência de solos rasos (em geral litólicos e câmbicos), à declividade acentuada e à maior exposição ao sol, que provoca maior evapotranspiração. Sob estas condições, surgem espécies xerófitas, caracterizadas pelos troncos e galhos finos, casca rugosa, folhas ericóides, pequenas coriáceas ou carnosas e brotos terminais protegidos (Brasil, 1983; Tavares, 1987, www.ambientebrasil.com.br, 2005)

Conforme pesquisa realizada pelo projeto RADAMBRASIL (1983), as espécies da Floresta Alto Montana também apresentam uma estrutura de nano a microfanerófitas, cuja altura pode variar em torno de 5 a 10 metros. Os gêneros mais comuns que compõem esta floresta são: *Drymis*, *Malpigiáceas* (*Meimmannia*), *Rapanea*, *Marliera*, *Roupala* e *Miconia*.

O desmatamento da floresta original conduziu à formação de capoeiras e capoeirões, além do capim melado ou gordura. Devastada em função da urbanização (principalmente no primeiro distrito) e para dar lugar à atividade agrícola, pouco resta

da floresta original, que ocupa áreas de difícil acesso (de fortes declives) e os contrafortes da Serra dos Órgãos.

Durante as pesquisas de campo foi observado desmatamento nas encostas para expansão da área agrícola e para construção de estradas e residências, dentro dos limites da APA. Essa modificação no ambiente, destituída de técnicas adequadas pode produzir efeitos negativos na paisagem, como deslizamentos, erosão, perda da camada fértil do solo, trazendo prejuízos a todos que dependem da área para sobreviver.

4. PROCEDIMENTOS E TECNICAS

Os procedimentos desenvolvidos buscaram estabelecer a caracterização dos condicionantes físicos que estejam relacionados ao uso da terra, às práticas agrícolas e o estado de conservação ou degradação do solo e da água na bacia do rio Itamarati. O resultado das análises, associadas aos fatores sócio-econômicos, servirão de subsídio a futuros trabalhos que busquem a adoção de práticas adequadas de conservação dos solos na área em questão.

4.1. Levantamento Bibliográfico e Cartográfico

Inicialmente, foi desenvolvida a fase de coleta de dados, tanto material bibliográfico, em nível local, regional e de outras áreas semelhantes, como material cartográfico.

Posteriormente, foi feita a seleção das variáveis a serem estudadas, tanto as que se referem aos fatores físicos, quanto aquelas relacionadas aos aspectos sócio-econômicos.

4.2. Pesquisa de Campo

4.2.1. Investigações e observações da área de estudo

Algumas pesquisas à campo foram realizadas com intuito de proceder ao reconhecimento da área de estudo, à verificação do uso atual e manejo do solo, à observações quanto à sinais erosivos, à forma do relevo, ao tipo de irrigação, à parte da encosta utilizada para agricultura, à escolha dos pontos de investigação para coleta de amostras.

4.2.2. Aplicação de questionário

O questionário foi elaborado com a finalidade de realizar uma avaliação do perfil sócio-econômico dos agricultores e a relação destes com o ambiente próximo. Ele foi estruturado em dois blocos. O primeiro trata das informações pertinentes ao perfil sócio-econômico do produtor e sua família (grau de escolaridade, total de pessoas residentes por casa, renda familiar, tipo de propriedade). No segundo bloco, que estabelece as informações do agricultor em relação à terra, foram levantadas as seguintes informações: extensão da propriedade, área destinada à preservação, tipo de cultura, sistema de plantio, tipo de irrigação, destino da produção, gastos com insumos, conhecimentos sobre as regulamentações da APA e noção de práticas de conservação do solo (Quadro 4.1)

Quadro 4.1 – Modelo do questionário aplicado aos agricultores locais.

Questionário residencial	
Nº _____; Entrevistador _____	
Bloco A (informações sobre o produtor):	
Endereço: _____	
Sub-bacia: _____	
1) NOME: _____	
2) GRAU DE ESCOLARIDADE: () 1º GRAU INC. () 2º GRAU INC. () 3º GRAU INC. () 1º GRAU COMPL. () 2º GRAU COMPL () 3º GRAU COMPL.	
3) NACIONALIDADE: () BRASILEIRA () PORTUGUESA () OUTRAS _____ NATURALIDADE: _____	
4) TOTAL DE PESSOAS QUE MORAM NA CASA: () 1 A 4 () 5 A 8 () 9 A 12 () ACIMA DE 12 ADULTOS: _____ FAIXA ETÁRIA: () ENTRE 18 E 30 () 31 A 40 () 41 A 50 () ACIMA DE 50 CRIANÇAS: _____ FAIXA ETÁRIA: () 0 a 5 () 6 a 11 () 12 a 17	
5) QUANTOS ESTUDAM: _____ QUANTOS TRABALHAM COM A TERRA: _____	
6) ALGUÉM DESENVOLVE ATIVIDADES NÃO RELACIONADAS À AGRICULTURA (QUANTOS) QUE TIPO DE ATIVIDADE: () COMÉRCIO () SERVIÇOS () INDÚSTRIA () OUTROS _____	
7) RENDA FAMILIAR: () 1 A 2 SALÁRIOS () 2 A 5 () 5 A 10 () 10 A 15 R\$ _____ () 15 A 20 () 20 A 25 () MAIS DE 25	
8) HÁ QUANTO TEMPO MORA/ CULTIVA A TERRA: _____ ANOS.	
SITUAÇÃO DO AGRICULTOR:() PROPRIETÁRIO () PARCEIRO () OCUPANTE () ARRENDATÁRIO	

- 9) QUAL O TIPO DE ÁGUA UTILIZADA EM CASA: () ENCANADA () POÇO () NASCENTE ()
() OUTRO _____

ALGUÉM EM SUA CASA JÁ TEVE ALGUMA DOENÇA INFECTOCONTAGIOSA POR CAUSA DA
ÁGUA () NÃO () SIM QUAL (IS) _____

BLOCO B (TERRA)

- 11) EXTENSÃO DA PROPRIEDADE: _____ () Ha () Km².

% DA ÁREA UTILIZADA PARA CULTIVO: _____ () % () Ha () Km²

- 12) DESTINA ALGUMA PARTE DA PROPRIEDADE PARA PRESERVAÇÃO: () NÃO () SIM

QUANTO: _____ () % () Ha () Km²

- 13) TIPOS DE CULTURA E SUAS RESPECTIVAS ÉPOCAS DE PLANTIO E COLHEITA (MESES)

() ALFACE	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____
() COUVE-FLOR	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____
() ESPINAFRE	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____
() VAGEM	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____
() CENOURA	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____
() FLORES	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____
() OUTROS: _____	PLANTIO: _____	COLHEITA: _____	PRODUÇÃO: _____

- 14) SISTEMA DE CULTIVO REALIZADO: () TERRAÇO () MORRO ABAIXO () NÍVEL
() CORDÃO VEGETAL () OUTRO(S) QUAL (IS) _____

PORQUE A ESCOLHA DESTE SISTEMA: _____

- 15) TIPO DE IRRIGAÇÃO ADOTADA: _____

- 16) POR ESTA PROPRIEDADE PASSA ALGUM RIO, TEM ALGUMA NASCENTE: () SIM () NÃO

- 17) DE ONDE VEM A ÁGUA QUE IRRIGA ESTA PROPRIEDADE: _____

- 18) DESTINO DA PRODUÇÃO: () FEIRAS LIVRES (MUNICÍPIO) () SACOLÕES VOLANTES (MUNIC.)

() FEIRAS LIVRES (RJ) () SACOLÕES VOLANTES (RJ) () CENTRAIS DE ABASTECIMENTO

() OUTROS MUNICIP. QUAL (IS): _____

- 19) UTILIZA ADUBOS: () NÃO () SIM QUAL (IS): _____ QUANTIDADE: _____

FREQÜÊNCIA: _____ SEGUE ALGUMA RECOMENDAÇÃO TÉCNICA: () NÃO () SIM

CASO SIM, DE QUEM OU DE QUE ÓRGÃO: _____

CASO NÃO, COMO DEDUZ A QUANTIDADE E O TIPO DE PRODUTO APLICADO: _____

- 20) UTILIZA DEFENSIVOS AGRÍCOLAS: () NÃO () SIM QUAL (IS): _____

QUANTIDADE: _____ FREQÜÊNCIA: _____

SEGUE ALGUMA RECOMENDAÇÃO TÉCNICA: () NÃO () SIM

CASO SIM, DE QUEM OU DE QUE ÓRGÃO: _____

SE NÃO, COMO DEDUZ A QUANTIDADE E O TIPO DE PRODUTO APLICADO: _____

21) CONHECE OS PERIGOS CAUSADOS POR ESTES PRODUTOS DEVIDO À MANIPULAÇÃO E USO INDEVIDOS:

() SIM () NÃO

22) ALGUÉM JÁ FICOU DOENTE POR ESSE MOTIVO: () NÃO () SIM QUANTOS: _____

QUE DOENÇA: _____

SEGUE AS INFORMAÇÕES TÉCNICAS NA HORA DE APLICAR O PRODUTO: () NÃO () SIM

UTILIZA ALGUMA ROUPA ESPECIAL PARA APLICAR O PRODUTO: () NÃO () SIM

23) QUANTO EM GERAL GASTA COM DEFENSIVOS, FERTILIZANTES (ETC.) POR MÊS:

() MENOS DE R\$ 100,00 () DE 101 A 200 () 201 A 300 () 301 A 400

() 401 A 500 () ACIMA DE 500

24) RECEBE ALGUM TIPO DE APOIO DE ÓRGÃOS PÚBLICOS: () NÃO () SIM QUAL: _____

SE SIM, DE QUE FORMA: () EM VERBA QUANTO: R\$ _____ () MÊS () SEMESTRE () ANO

() AUXÍLIO TÉCNICO. QUANTAS VEZES VISITAM A PROPRIEDADE: _____ () MÊS () SEM. () ANO

QUE TIPO DE AJUDA FORNECEM: _____

25) SABE O QUE É UMA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA): () NÃO () SIM

SABE QUE SUA PROPRIEDADE ESTÁ INSERIDA NUMA APA: () NÃO () SIM

CONHECE AS REGULAMENTAÇÕES ESTABELECIDAS POR UMA APA: () NÃO () SIM.

4.2.3. Coleta de amostras de solo

Ao todo foram descritos e coletados cinco perfis de solo em corte de estrada, nas duas principais áreas agrícolas da bacia. Dos cinco perfis estudados e caracterizados morfológicamente, foram coletadas um total de 26 amostras brutas ou deformadas correspondentes aos respectivos horizontes. Os pontos para coleta de amostras foram selecionados e devidamente plotados em carta topográfica (folhas Petrópolis e Itaipava, IBGE, escala 1:50.000, 1979).

A caracterização morfológica dos perfis foi elaborada de acordo com a metodologia desenvolvida no Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997) e no Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1996) e levaram em conta os seguintes aspectos:

- cor: a determinação da cor foi realizada em amostra úmida e comparadas com as cores da Munsell Soil Color Charts (1954), sendo atribuídas a elas os

nomes das cores em português de acordo com o Manual da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (1982).

- consistência: efetuada em amostra seca, úmida e molhada de acordo com o Manual de Métodos de Análise de Solo (EMBRAPA, 1997).
- estrutura: quanto ao tipo, classe e grau de desenvolvimento das unidades estruturais.
- porosidade: determinada pelo tamanho e quantidade de macroporos.

4.2.4. Coleta de amostras de água

Com o objetivo de avaliar minimamente a qualidade da água dos rios na área de estudo foram selecionados cinco pontos de amostragem, estabelecidos com auxílio de material cartográfico, considerando os locais de maior importância em termos da intensa atividade agrícola e urbana. As amostras foram coletadas próximo à superfície utilizando-se frascos plásticos leitosos e esterilizados com capacidade de 1000 ml (Figura 4.1). Todos os frascos foram mantidos e transportados em caixa térmica com gelo até a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA) que realizou as análises. Os pontos foram marcados em carta topográfica (Anexo 1), assim discriminados:

Ponto 1: Represa do Caxambu Grande → esta amostra tem como objetivo estabelecer um parâmetro da qualidade da água que servirá de base para interpretação dos resultados nos demais pontos, pois à montante deste ponto inicia-se a área do Parque Nacional da Serra dos Órgãos e, espera-se, portanto, encontrar o estado natural da água (sem influência antrópica).

Ponto 2: rio Itamarati (médio curso) → esta amostra tem como objetivo determinar o grau de contaminação do rio, após atravessar a primeira área agrícola;

Ponto 3: Córrego do Caxambu → esta amostra tem como objetivo avaliar a qualidade da água que drena o vale do Caxambu que é uma importante área agrícola do município.

Ponto 4: Córrego da Ponte de Ferro→ esta amostra tem como objetivo avaliar a qualidade da água em função da alta atividade antrópica em sua margem.

Ponto 5: rio Itamarati (baixo curso – área urbana) → esta amostra tem como objetivo informar o somatório da carga poluidora que a bacia do rio Itamarati está levando para o rio Piabanha .

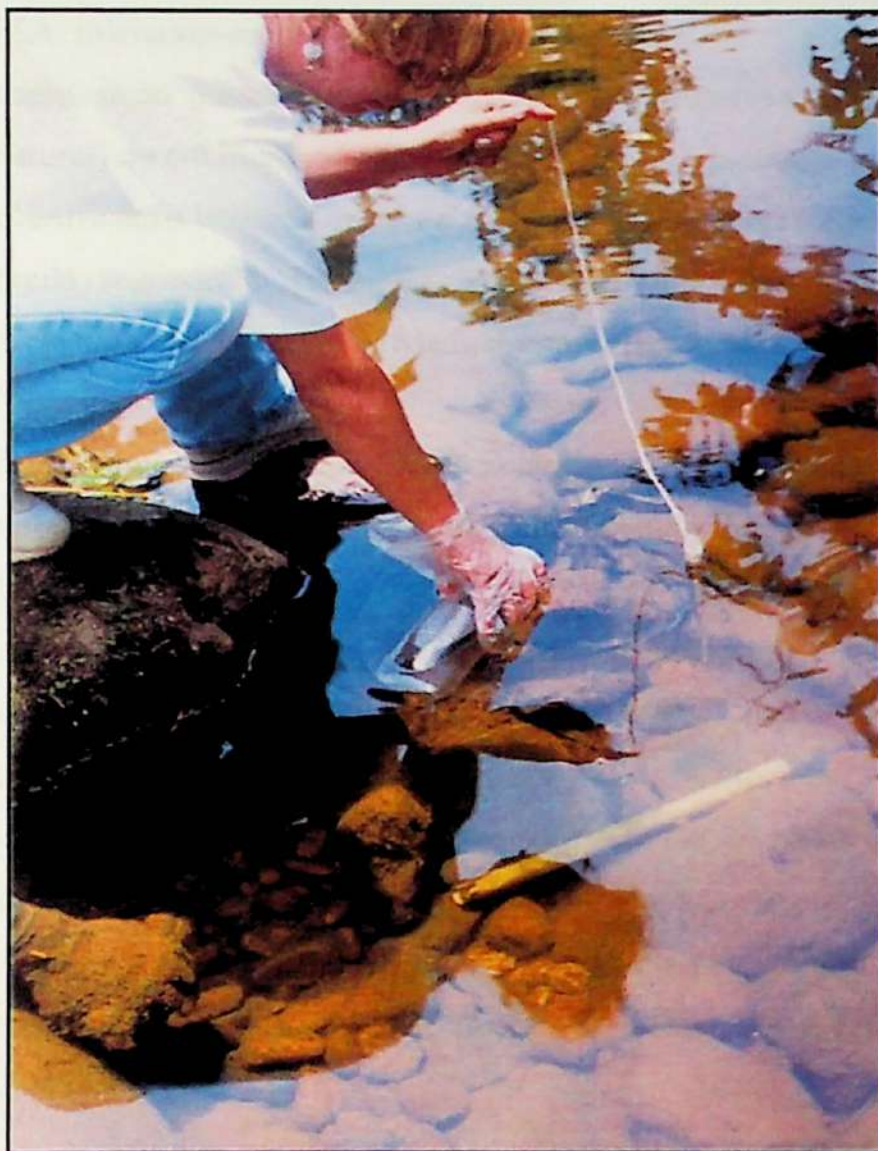


Figura 4.1 – Procedimento de medição da temperatura e coleta da água.

4.3. *Análise das amostras de solo*

Constituíram objeto das análises de laboratório a determinação dos percentuais das frações do solo (areia, silte e argila), utilizando o método da pipeta (EMBRAPA, 1997). Para o processo da análise granulométrica, cada amostra é destorroada e passada em peneira de 2,0 mm de diâmetro de malha, com intuito de proceder a separação das frações cascalho e calhau da fração terra fina seca ao ar (TFSA). Tendo como ponto de partida a TFSA, iniciaram-se as seguintes determinações:

- composição granulométrica: efetuada por dispersão total em água (argila natural) ou em hidróxido de sódio (NaOH) (argila total).
- classificação textural: consiste na avaliação da porcentagem de areia, silte e argila segundo o Triângulo Americano das Classes Texturais do Solo, proposto pelo Soil Survey Manual e modificado pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.
- pH em água (H₂O) e cloreto de potássio (KCl a 1 N) para avaliação do grau de acidez, determinado pelo método potenciométrico EMBRAPA/SNLCS, 1979).
- análise do conteúdo de matéria orgânica utilizando o método de ignição, proposto por Hesse (1971). Consiste na determinação do teor de matéria orgânica através de ignição em forno mufla. Coloca-se 20 gramas de solo seco dentro do cadinho, e deixa-se na estufa por 24 horas em temperatura de aproximadamente 105° C para retirar a umidade. Após esse procedimento pesa-se o cadinho e coloca-se em forno mufla por 16 horas a 375° C, após a queima da matéria orgânica, o solo é pesado novamente para se Ter a diferença.

4.4. *Análise das amostras de água*

Os padrões de qualidade da água são considerados importantes indicadores ambientais, pois refletem a qualidade do ambiente a ela associado e influenciam diretamente a vida da população que dela depende.

Os parâmetros analisados em laboratório pela FEEMA nas amostras de água e seus significados são:

- demanda bioquímica de oxigênio (DBO) - que avalia a quantidade de matéria orgânica biodegradável, que lançada no curso d'água proporciona o desenvolvimento da população de microorganismos.
- nitrogênio total - obtido à partir da soma de quatro espécies que constituem a série nitrogênio: orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Esse resultado fornece uma idéia do tempo da poluição, além de ser um dos componentes dos fertilizantes aplicados em solos agrícolas.
- fósforo total – constitui um dos principais micronutrientes minerais que iniciam o processo de eutrofização dos corpos d'água.
- turbidez (causada pela presença de partículas grosseira e coloidal em suspensão) – esse parâmetro é medido pela dificuldade da luz atravessar uma amostra, sendo a erosão dos solos uma das principais causas da turbidez.
- pH – indica se a água tem caráter ácido ou alcalino, o que pode afetar a fauna e a flora aquáticas.

4.5. Mapeamento das Variáveis Ambientais

Para o levantamento das variáveis ambientais, foram realizados alguns mapeamentos correspondentes às variáveis selecionadas para esta pesquisa São elas: variações altimétricas, declividade de vertentes, uso e ocupação do solo.

4.5.1. Variações altimétricas

Este mapa foi gerado a partir das folhas Petrópolis e Itaipava em escala 1:50.000 (IBGE, 1979), considerando intervalos de 100 m entre as curvas de nível. Foram verificadas 14 classes, variando de 700 a 2.000 metros.

4.5.2. Declividade de vertentes

Esta variável foi elaborada a partir das folhas Petrópolis e Itaipava em escala 1:50.000 (IBGE, 1979), com base no método proposto por De Biasi (1970) e contribuições de Sanchez (1993), e sendo as classes adotadas as propostas pela EMBRAPA/CNPS (1995), referentes aos seguintes intervalos: 0 – 3%; 3 – 8%; 8 – 20%; 20 – 45%; 45 – 75% e maior que 75% (Lemos e Santos, 1996).

4.5.3. Uso e ocupação do solo

Para a elaboração do mapa de uso do solo foi realizada interpretação de fotografias aéreas, escala aproximada 1:25.000 (Prospec S.A, 1996) com apoio das cartas topográficas folhas Petrópolis e Itaipava, escala 1:50.000 (IBGE, 1979) e checagem e reconhecimento em campo das categorias de uso de solo identificadas em gabinete. Foram definidas as seguintes classes: área vegetada (que engloba tanto os remanescentes da floresta nativa quanto a mata secundária); área cultivada; área urbana; área periurbana e afloramento rochoso.

4.6. Tratamento digital dos dados

Após ter concluído a fase de construção dos mapas temáticos, a fase seguinte compreendeu o tratamento e transformação dos mesmos em formato digital, para em seguida realizar a fase de monitoria e avaliações dos aspectos físicos da área. O tratamento digital foi realizado com a utilização do SAGA - Sistema de Análise Geo-ambiental - desenvolvido pelo Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP) do Departamento de Geografia da UFRJ (Xavier da Silva, 1998).

Após o término desta etapa de edição, estando os mapas temáticos em base de dados digitais e devidamente tratados, realizou-se a análise dos dados espaciais, objetivando-se a caracterização física da área agrícola na bacia do rio Itamarati, que associados às informações de laboratório, de campo e dos questionários serviu como

subsídio para estabelecer as bases de sustentação da atividade agrícola na bacia e também prover de informações os próximos trabalhos que objetivem a escolha e adoção de métodos de utilização adequados do solo, manejo e conservação do ambiente agrícola.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Característica sócio-econômica

O questionário foi elaborado, conforme descrito na metodologia, com a finalidade de realizar uma avaliação do perfil sócio-econômico dos agricultores e a relação destes com o ambiente próximo.

Destacam-se como dados de grande importância no perfil sócio-econômico, entre outros, o grau de instrução e a renda do agricultor. Dos oitenta agricultores entrevistados, 88,8% não completaram o primeiro grau; 5,6% declararam-se analfabetos e 5,6% disseram, orgulhosos, terem completado o segundo grau (Quadro 5.1.1). A renda mensal, abaixo de 2 salários mínimos para 44,4% dos entrevistados, quase não gera lucro e na maioria das vezes não compensa o trabalho do produtor. Em muitos casos o pagamento de aposentadorias e ajuda de familiares que deixaram a agricultura para se dedicar a outras atividades é que possibilitam uma renda mensal entre 2 a 5 salários mínimos (Quadro 5.1.1). Cerca de 55,5% das famílias contam com 5 a 8 pessoas residindo na mesma casa e 44,5% apresentam entre 1 a 4 moradores. A faixa etária predominante, entre os adultos (18 a 30 anos), abrange cerca de 40% da população local e entre as crianças 50% estão na faixa de 0 a 5 anos (Quadro 5.1.1).

Boa parte dos entrevistados reside na área de estudo há mais de 11 anos (38,8%) e 33,3% moram há mais de 30 anos (Quadro 5.1.1). Muitos deles, principalmente os que moram há mais tempo, demonstraram, através de comentários, uma perspectiva pouco otimista das atividades agrícolas. Relataram que hoje o cultivo da terra já não é tão rentável, que as perdas de produção têm aumentado e que muitas vezes as atividades cansativas do campo já não compensam o esforço realizado. Criticaram a falta de apoio do governo, assim como as atitudes dos assistentes técnicos que visam sobretudo à comercialização de produtos agrícolas.

Conforme a Lei 8.629 de 25/02/1993 em seu artigo 4º, a pequena propriedade é aquela que possui área compreendida entre 1 (um) e 4 (quatro) módulos fiscais. No entanto, a área desses módulos varia de região para região e até mesmo de município

para município. Sendo assim, optou-se por tomar como referência os dados estatísticos do INCRA que considera como pequena propriedade aquela que vai até 200 hectares (Oliveira, 2003).

Quadro 5.1.1: Perfil do agricultor.

<u>Escolaridade %</u>			
analfabetos 5,6	1º grau incompleto 88,8	2º grau completo 5,6	
<u>Nacionalidade (%)</u>			
Brasileiro 94,4		Português 5,6	
<u>Naturalidade (%)</u>			
Petrópolis 50,0	Rio de Janeiro 38,8	Outros estados 11,2	
<u>Nº de moradores por casa (%)</u>			
1 a 4 44,5		5 a 8 55,5	
<u>Faixa etária dos adultos (%)</u>			
18 a 30 anos 40,7	31 a 40 20,4	41 a 50 18,5	Acima de 50 20,4
<u>Faixa etária das crianças (%)</u>			
0 a 5 anos 50,0	6 a 11 25,0	12 a 17 25,0	
<u>Renda mensal em salários (%)</u>			
1 a 2 44,4	2 a 5 33,4	Não informaram 22,2	
<u>Tempo de residência (%)</u>			
Até 10 anos 27,9	De 11 a 30 anos 38,8	Acima de 30 anos 33,3	
<u>Condição da água da propriedade utilizada na residência (%)</u>			
Encanada 10,0		nascente 90,0	

De acordo com os dados obtidos nos questionários, foi possível constatar que dos 80, agricultores entrevistados, 22,9% disseram contar com uma área menor que 5 hectares; 34,5% têm área até 10 hectares e 42,6% dos entrevistados sequer souberam dizer o tamanho da propriedade (Quadro 5.1.2). A maior parte desses agricultores, cerca de 46%, utilizam mais da metade da propriedade para o cultivo, e somente 37% afirmaram deixar uma pequena área para preservação da floresta. No que se refere à

posse da terra, verificou-se que a maioria dos agricultores entrevistados são proprietários (57,6%); os ocupantes representam 30,9%, enquanto que os parceiros somam 11,5%. A presença de ocupantes e parceiros torna-se um fator que dificulta a implantação de planos conservacionistas a longo prazo, pois os mesmos dificilmente investem na terra, pois sabem que ela não é definitivamente sua (Quadro 5.1.2).

A partir da confrontação da carta topográfica (IBGE, 1979) com as fotografias aéreas (PROSPEC, 1996), foi possível constatar que o espaço destinado à agricultura na bacia do rio Itamarati tem sofrido a pressão da expansão urbana e, conseqüentemente, as propriedades agrícolas têm diminuído de tamanho à medida que a valorização da terra vai esterilizando grandes áreas de produção. Este fato já havia sido observado por Tavares em 1987 que alertou que, a médio e longo prazo, a área poderia ser invalidada para atividade agrícola, na medida que as habitações se multiplicassem para atender às necessidades dos colonos ou a outros interesses - como a demanda generalizada do município por novas áreas para urbanização - (Figura 5.1.1). A expansão urbana tem obrigado os agricultores a ampliar a área de cultivo em suas pequenas propriedades e, para tanto, levam as culturas para os trechos mais elevados das encostas. Apesar de todos os problemas, essas propriedades são consideradas como grandes responsáveis pelo abastecimento do mercado local (destino de 44,5% da produção) e da cidade do Rio de Janeiro (40,7% da produção) (Quadro 5.1.2).

A exploração agrícola destas áreas é realizada por pequenos agricultores que se dedicam ao cultivo de hortaliças e flores com emprego de baixa tecnologia. A forma de manejo, em geral, é inadequada, persistindo a prática da queima de resíduos vegetais para facilitar a aração e limpeza do terreno (Figura 5.1.2). Nestas condições é comum ocorrer a degradação dos recursos naturais com redução da capacidade produtiva dos solos.

Quadro 5.1.2: Perfil da produção.

<u>Extensão da propriedade (%)</u>							
Até 1 ha	1,1 a 3 ha	3,1 a 5 ha	5,1 a 8 ha	de 8,1 a 10 ha	Não informaram		
7,6	11,5	3,8	11,5	23,0	42,6		
<u>Sistema de plantio (%)</u>							
Morro abaixo	Terraço		Nível	Cordão de vegetação			
64,8	27,0		5,8	2,4			
<u>Destino da produção (%)</u>							
Feira-livre (Petrópolis)	Sacolão (Petrópolis)	Feira-livre (Rio de Janeiro)	Sacolão (Rio de Janeiro)	Central Abastecimento (Rio de Janeiro)	Funerárias (locais)	Outros municípios	Mercado informal
26,0	7,4	18,5	11,1	11,1	3,7	14,8	7,4
<u>Tipo de adubo (%)</u>							
Orgânico (Esterco)		Químico		Capim/ forragem		Não informaram	
66,6		16,6		5,5		11,3	
<u>Utilização de agrotóxicos (%)</u>							
Utilizam				Não utilizam			
84,6				15,4			
<u>Tipo de defensivo (%)</u>							
Orgânico	Manzate	Parathion	Decis	Pirimor	Não informaram		
28,2	27,2	8,5	6,2	6,2	23,7		
<u>Utilizam roupas especiais na aplicação dos agrotóxicos (%)</u>							
Não	Apenas botas e calças			Botas, macacões, luvas e máscaras			
63,6	27,2			9,2			
<u>Gastos com produtos químicos por mês (%)</u>							
Menos de R\$ 100,00	De R\$ 101 a 200,00	De R\$ 301 a 400,00	Acima de R\$ 400,00	Não informaram			
43,7	6,2	6,8	5,6	37,7			
<u>Conhecem as regulamentações de uma APA (%)</u>							
Não				Sim (parcialmente)			
56,2				43,8			

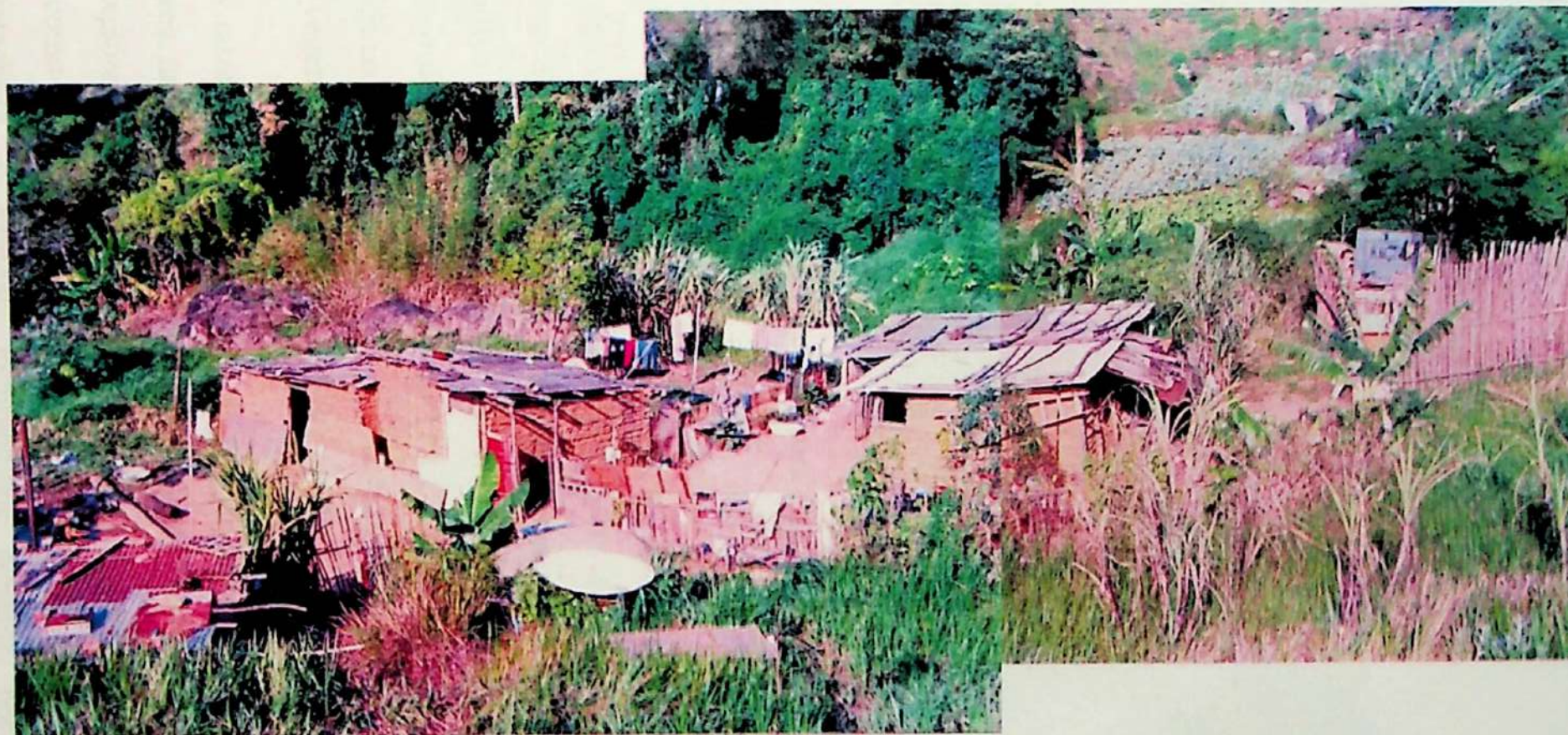


Figura 5.1.1 – Loteamento irregular na sub-bacia do Córrego do Caxambu.



Figura 5.1.2 – Limpeza do terreno para o plantio, utilizando queimada.

Nas áreas agrícolas, o manejo, em geral, é feito com enxadas, uma vez que as encostas íngremes não permitem o uso de tratores, a não ser nas estreitas planícies de alguns trechos dos rios. Em 64,8% das propriedades, a prática agrícola mais utilizada é a linha de cultivo morro abaixo (Figura 5.1.3); 27,0% das propriedades são cultivadas em terraços construídos tanto na baixa quanto na média e alta encostas e sem observância de critérios técnicos adequados; 5,8% são cultivadas em curvas de nível e 2,4% adotam cordões de vegetação (Figura 5.1.4) (Quadro 5.1.2).

Desde suas raízes históricas, com a vinda e o posicionamento geográfico dos imigrantes colonizadores, no século passado, a pequena propriedade tomou matizes próprias quanto à forma de exploração agrícola. De um modo geral, a pequena propriedade na área de estudo apresenta, como características, pequena dimensão, topografia acidentada, localização em região montanhosa. A estrutura minifundiária presente, por conta dos sucessivos

parcelamentos hereditários, torna-se também um problema, pois, em geral, dificulta a implantação de planos conservacionistas pela sua inadequada divisão de terras, que propicia uma agricultura de poucos investimentos, praticamente impossibilitando o agricultor de utilizar uma tecnologia mais desenvolvida de preparo do solo. A forma das propriedades em discordância com os aspectos geográficos, ou seja, divisas retas em desacordo com limites naturais, também dificulta o planejamento conservacionista, como por exemplo um sistema de terraceamento.



Figura 5.1.3 – Cultivo morro abaixo, em detalhe erosão.

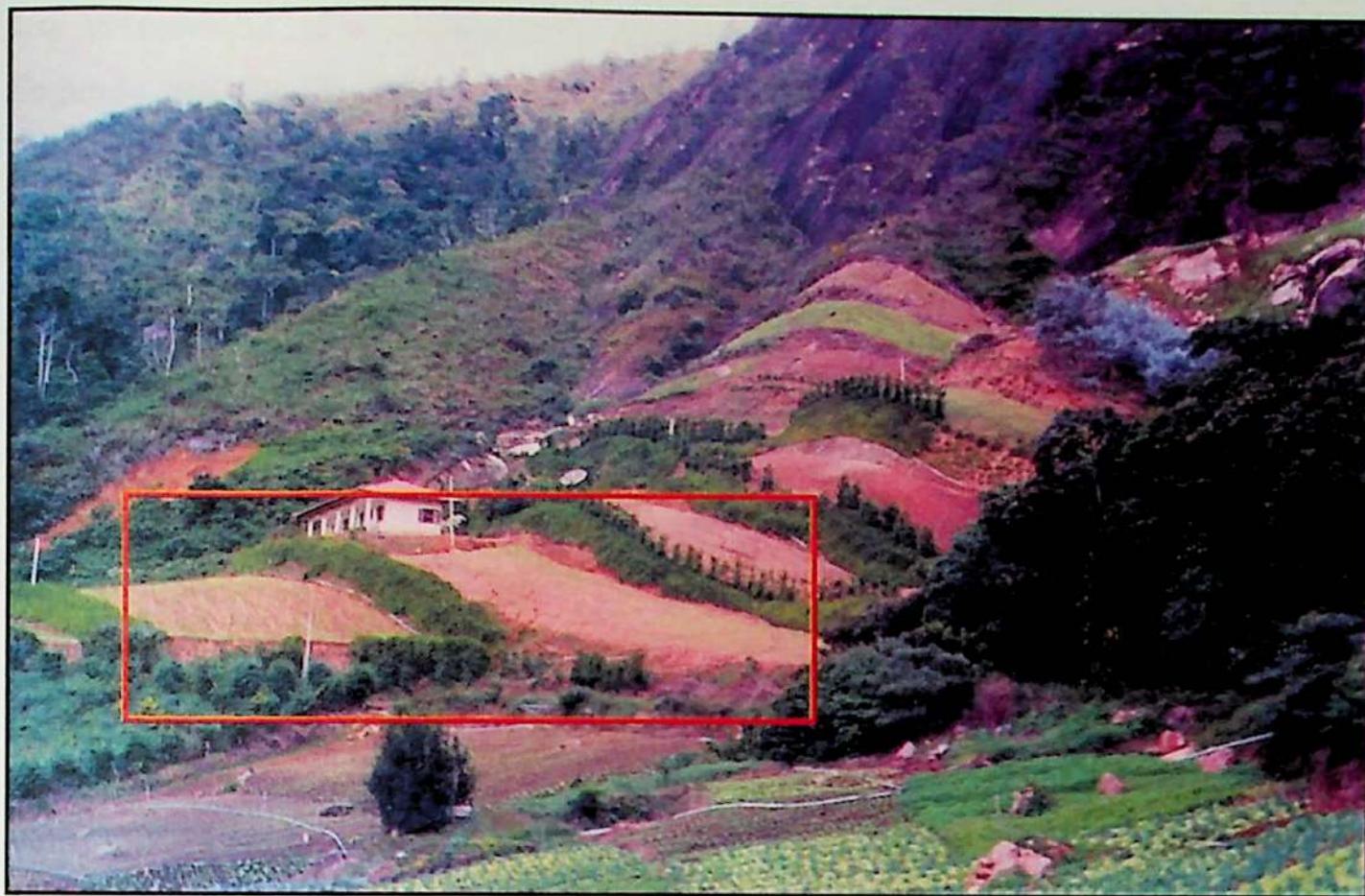


Figura 5.1.4 – Cordões de vegetação construídos de forma errada, em detalhe ravinamento.

O terraceamento é uma prática que deve visar a proteção do solo. Mas muitos pensam que são simplesmente valas que servem para amortecer e escoar a água. Os terraços, conforme verificado em grande parte das propriedades na área de estudo, têm pouca influência na conservação do solo. De maneira geral, os maiores problemas no terraceamento acontecem com a marcação a olho, ou por instrumentos inadequados, feito pelo próprio agricultor, marcação mal executada com pessoal despreparado, construção imperfeita, cálculo incorreto do declive, falta de revisão dos terraços após serem construídos e inexistência de manutenção ou manutenção mal orientada.

As diminutas propriedades agrícolas obrigam os agricultores a explorar a terra com maior intensidade para obterem a mesma produção ou assegurar uma renda mínima frente à limitação de recursos disponíveis. Essa exploração de forma mais intensa pode conduzir a uma degradação maior do solo e a uma necessidade cada vez mais ampla de práticas para

sua preservação e/ou recuperação, atingindo um uso racional deste recurso natural. Segundo trabalho desenvolvido por Tôsto *et al.* (2000) em uma “Unidade de Pesquisa Participativa e Demonstrativa” (UPEPADE), sob a ótica do planejamento conservacionista e da prática de uma agricultura rentável e sustentável, verificou-se que a utilização de práticas adequadas de manejo de solo, água e planta contribuiu para aumentar a renda dos agricultores e diminuir os impactos ambientais.

De modo geral, os sistemas de produção de hortaliças envolvem intensa aplicação de agrotóxicos. A falta de rigidez no controle da comercialização e do emprego desses produtos e, também, do despreparo dos agricultores sobre sua utilização que pode causar sérios danos ao meio ambiente e à saúde humana (Moreira, 1995).

A indústria disponibiliza ao agricultor brasileiro, aproximadamente 2.011 produtos agroquímicos formulados com registro no Ministério da Agricultura, entre eles 655 herbicidas, 556 inseticidas, 343 fungicidas, 259 acaricidas, 58 nematicidas e outros 140 produtos para o controle de pragas, doenças e plantas invasoras que tem como função evitar quedas de produção das safras, mas que pelas suas características intrínsecas provocam sérios problemas para a saúde pública e para o meio ambiente (Sá e Cretana, 2000).

O setor de agroquímicos mobilizou, no mundo, cerca de US\$ 30 bilhões no ano de 2000, sendo que no Brasil este segmento faturou cerca de US\$ 3,0 bilhões neste mesmo ano, representando um crescimento da ordem de 17,5% em relação ao ano anterior. O mercado brasileiro é o quinto maior consumidor de agroquímicos (Cati, 2001). Infelizmente, pouco se faz para controlar os impactos sobre a saúde dos que produzem e dos que consomem os alimentos impregnados por essas substâncias.

De acordo com o Quadro 5.1.3, é possível observar que o uso de agrotóxico no Brasil atinge metade dos estabelecimentos inferiores a 10 hectares e ultrapassam os 78% nas outras unidades. Segundo Oliveira (2003), o uso generalizado dos agrotóxicos é o mais “espetacular resultado da modernização da agricultura”, ou seja, o envenenamento gradativo incentivado pela indústria médico farmacêutica.

Quadro 5.1.3: Brasil – Indicadores de uso de tecnologia – 1995/6

Estratos de área total (hectares)	% Uso de tratores	% Uso de fertilizantes	% Uso de agrotóxicos	% Uso de irrigação
Menos de 10	2,4	30,8	50,0	5,4
10 a 20	10,7	52,5	78,7	6,0
20 a 50	16,0	46,6	81,2	6,1
50 a 100	17,7	39,1	82,5	6,2
100 a 200	22,5	38,6	86,5	6,7

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE – 1995/6

Org.: Oliveira, 2003

Todos os agricultores utilizam adubos orgânicos e/ou minerais, sendo que, desse total, 93,7% não seguem recomendações técnicas e guiam-se apenas pela experiência obtida com os familiares, pois a quase totalidade (94,1%) não recebe qualquer tipo de apoio técnico de órgãos públicos. Os tipos de adubos mais utilizados são: esterco (66,6%), adubo químico (16,6%) e capim/forragem (5,5%). O esterco de galinha é o mais utilizado por ser o mais viável economicamente e por contribuir com considerável aumento do nível de fósforo no solo. Entretanto, é necessário alguns cuidados na armazenagem do esterco para evitar que perca suas propriedades. A perda dos elementos minerais se dá através da lavagem pela água e, no caso do nitrogênio, pela volatilização. Quando não houver facilidade de aplicar freqüentemente o esterco nos terrenos de cultivo, deve-se dispor em local coberto para sua armazenagem. Este depósito deve ter, de preferência, o piso cimentado, ou pelo menos, de chão batido. É interessante também que o piso apresente certo declive, terminando numa fossa, onde se recolha todo o líquido que venha a escorrer do monte. Emprega-se este material, acrescido de água, se houver necessidade, na irrigação do monte de esterco, a fim de conservá-lo úmido e compacto (Jorge, 1983). No entanto, a maioria dos agricultores armazenam de forma indevida o esterco que será utilizado na agricultura,

contribuindo assim para a perda dos elementos necessários à adubação do solo, além da contaminação do leito dos rios que ficam próximos a esses locais de armazenagem (Figura 5.1.5).

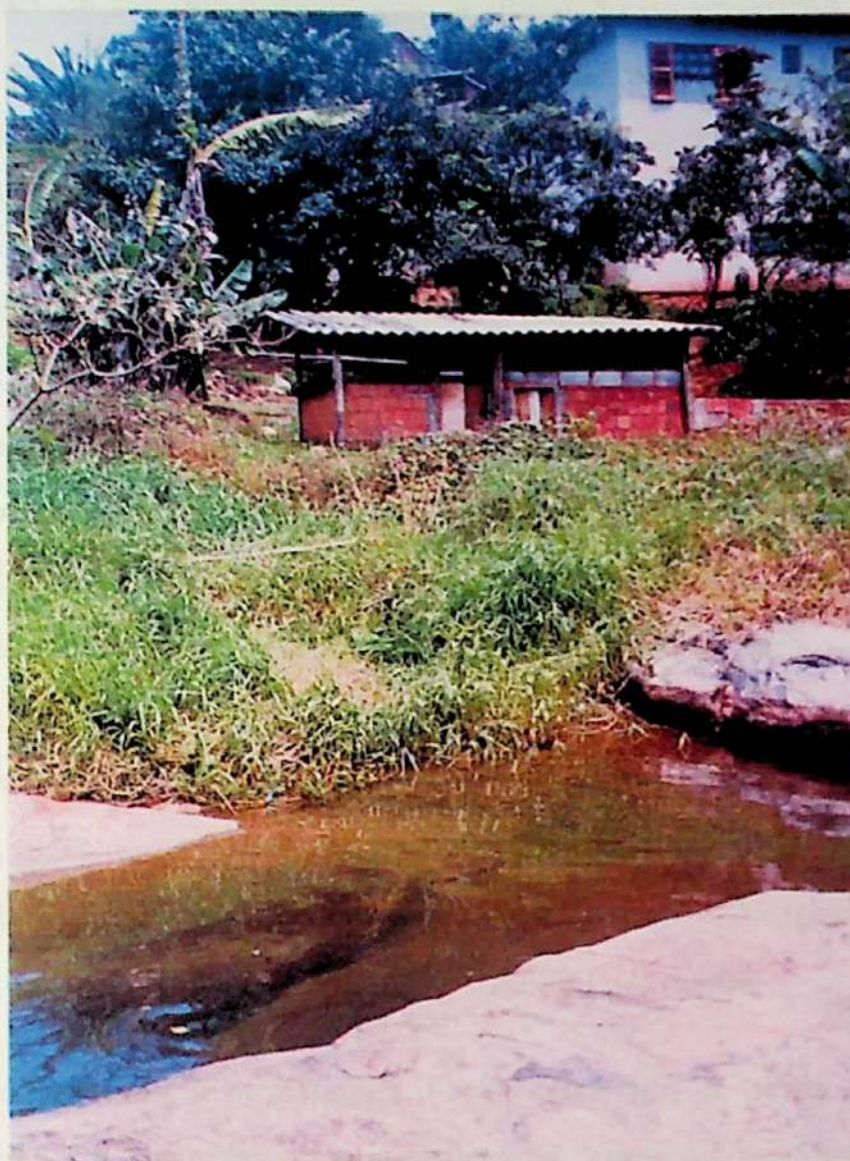


Figura 5.1.5 – Esterqueira sem impermeabilização do chão, construída no leito do rio.

No combate a pragas e fungos, utilizam periodicamente inseticidas, acaricidas e fungicidas, sem muito cuidado pessoal e de maneira indiscriminada, o que se converte em forte preocupação quanto à saúde do agricultor e do consumidor. Cerca de 85% admitiram fazer uso destes produtos, sendo que desse percentual, 84,2% não seguem qualquer

recomendação técnica e 15,8% seguem apenas as recomendações propostas pela bula do produto ou orientação dos assistentes comerciais. Os defensivos químicos são os mais utilizados nas propriedades e somam 48,1%, sendo o Manzate o mais comum, e orgânicos são empregados por 28,2% dos agricultores. A obtenção da produção sempre se faz com restrição a todo gasto maior, portanto, utilizam com parcimônia a verba destinada a insumos, cerca de 44% dos entrevistados gastam até R\$ 100,00 na compra destes produtos (Quadro 5.1.2).

Alguns dos agrotóxicos mais usados na agricultura local são proibidos ou sujeitos a severas restrições em vários países da Europa e nos Estados Unidos devido a perigos à saúde humana e ao meio ambiente. No Brasil, entretanto, a utilização desses agrotóxicos é autorizada para quase todas as culturas de bulbos, cereais, frutos, hortaliças, leguminosas, raízes e tubérculos, cacau, café e são vendidos sem qualquer restrição. Como exemplos, temos o Manzate, fungicida produzido pela DuPont à base de etileno-bis-ditiocarbamato (www.anvisa.gov.br, 2004) e o Paration Metílico, acaricida e inseticida produzido pela Bayer S/A à base de organofosforado (www.anvisa.gov.br, 2004). Segundo Bull e Hathaway (1986), estes agrotóxicos são suspeitos de serem cancerígenos e muito perigosos para a fauna silvestre, sendo sua venda proibida na Índia, Japão, Noruega, Suécia, Filipinas, Turquia, Hungria; severas restrições nos EUA, Israel e Dinamarca.

O uso descontrolado, a propaganda massiva, o medo de perda da produtividade da safra, a não utilização de equipamentos de proteção e o pouco conhecimento dos riscos são alguns dos responsáveis pela intoxicação dos trabalhadores rurais.

Vários estudos feitos com trabalhadores demonstraram que há relação entre a exposição crônica a agrotóxicos e doenças, principalmente do sistema nervoso (central e periférico). Além disso, também ocorrem episódios de intoxicação aguda, colocando em risco a vida dos trabalhadores rurais. Pelas estimativas do professor e médico, Angelo Trapé, coordenador do Programa de Vigilância da Saúde das Populações Expostas a Agrotóxicos da Universidade de Campinas (Unicamp), Angelo Trapé, há 1,5 milhão de trabalhadores rurais intoxicados no país. O especialista adverte, entretanto, que o número

de casos pode ser ainda maior, diante da subnotificação de casos de intoxicação no Brasil (O Globo, 2004). Para o vice-presidente da Confederação Nacional da Agricultura (CNA), Rodolfo Tavares, o número de trabalhadores intoxicados devido ao mau uso de agrotóxicos é elevado, principalmente na agricultura familiar (O Globo, 2004). Segundo chefe da Divisão de Zoonoses e Intoxicação da Secretaria estadual do Paraná os sintomas da intoxicação (dor de cabeça, mal-estar, pressão no peito, visão turva, suores, vômito e diarreia) são muitas vezes confundidos com outras doenças e poucas vezes relacionadas com o uso de agrotóxicos, o que dificulta que o agricultor procure um médico (O Globo, 2004).

Durante os trabalhos de campo e mediante aplicação dos questionários, foi possível constatar que os agricultores já estavam bastante familiarizados com os agrotóxicos e que a grande maioria deles (63,6%) os aplicavam sem qualquer proteção e com equipamentos sem manutenção e carecendo de treinamento e instruções que poderiam proteger sua saúde; 27,2% utilizam apenas botas e calças e somente 9,2% adotam equipamentos de proteção adequados como botas, macacões, luvas e máscaras. Geralmente, os serviços de extensão são insuficientes e os poucos recursos não permitem atender à maioria, ficando o pequeno agricultor à mercê de recomendações repassadas pelos vendedores que percorrem a região.

Os riscos da utilização de agrotóxicos não se limitam ao homem do campo. Os resíduos das aplicações atingem os mananciais de água e o solo. Além disso, os alimentos comercializados nas cidades podem apresentar resíduos tóxicos. Produtos como carne, leite, cereais e hortaliças não são avaliados sistematicamente para detecção de resíduos tóxicos. Entre 1997 e 1998, o Instituto Biológico de São Paulo encontrou resíduos tóxicos em cerca de 27% das frutas disponíveis no comércio. Destas, 20% tinham resíduos de produtos proibidos. O mesmo estudo, para as hortaliças, mostrou que 44% das amostras estavam contaminadas, sendo que 6% delas, com resíduos de produtos proibidos (www.ambientebrasil.com.br, 2004).

Segundo Bull e Hathaway (1986) ainda existe uma grande dependência entre os agricultores, ao uso de controles químicos de pragas, e essa dependência pode ser

comparada a um círculo vicioso. Os vendedores dos agrotóxicos prometem maravilhas, uma geração de extensionistas não aprendeu a receitar outra coisa, e os mecanismos de crédito rural chegam a obrigar o produtor rural a aplicar dinheiro na compra destes venenos. É complicado entender, a não ser através da lógica de interesses econômicos, por que são negligenciados outros meios de controle que não só são mais saudáveis, mas também muitas vezes já estão ao alcance de pequenos agricultores.

Atualmente, têm-se defendido o controle biológico de pragas, tanto na agricultura quanto na área urbana. Núcleos de agricultura natural ou orgânica surgem como alternativa ao modelo usual de aplicação de agrotóxicos, que privilegia a produtividade a custo da saúde dos lavradores e dos consumidores. Os produtores orgânicos estão ganhando cada vez mais espaço junto aos consumidores. Os produtos orgânicos, em geral, são de menor tamanho e levam mais tempo para serem produzidos e colhidos. O fato é que quanto mais bonita de aparência a fruta ou hortaliça, mais se deve desconfiar do uso abusivo de agrotóxicos.

A irrigação deve ser considerada como algo mais que um meio para aumentar a produção. No entanto, o que se percebe é que poucos agricultores detêm conhecimentos de como praticar uma irrigação correta. A irrigação utilizada na condução das lavouras de hortaliças não segue orientações técnicas adequadas às condições locais, o que pode gerar, muitas vezes, degradação do solo, principalmente quando desenvolvida em áreas íngremes. Os sistemas de irrigação devem ser definidos com base em critérios técnicos, que consideram os tipos de solos existentes, topografia do terreno, disponibilidade e qualidade da água e culturas a serem plantadas. Na bacia do rio Itamarati, em 68,7% das propriedades, o girador é o sistema de irrigação mais utilizado na condução das lavouras e em 18,7% a irrigação ainda é realizada manualmente com auxílio de mangueiras. A área de estudo possui várias nascentes, que quase sempre são utilizadas para suprir a demanda hídrica das culturas, na forma de pequenas barragens e açudes, compensando, assim, qualquer deficiência hídrica que possa vir a ocorrer.

Em alguns casos a irrigação é efetuada pelos agricultores com água contaminada dos rios, que ao passar pelo trecho cultivado transforma-se em lugar de despejo de lixo (Figura 5.1.6). Outro fator que pode comprometer a qualidade da água para irrigação é a falta de tratamento do esgoto que, em geral, é depositado em fossas ou lançado diretamente sobre o solo para servir de adubo para as plantas ou ainda nos rios (Figura 5.1.7). A utilização cada vez maior de produtos químicos na agricultura, bem como a utilização de água contaminada para irrigação, apresenta sérios riscos não somente de poluição do solo, mas também de contaminação dos vegetais, pois parte dos metais pesados já se encontra na fração trocável (Botelho e Silva, 2004).

Os dados do IBGE referentes ao último Censo Agropecuário (1995/96), mostram que são as pequenas unidades que produzem a grande maioria dos produtos do campo. Esta realidade precisa ser esclarecida, pois há o mito de que quem produz no campo são as grandes propriedades. De acordo com o Quadro 5.1.4, é possível verificar que, em praticamente todas as variáveis, as pequenas propriedades são mais produtivas que os latifúndios. Entre os produtos agrícolas oriundos da horticultura e floricultura a maioria da produção recaiu massivamente entre as pequenas unidades (94,7%).

Este cenário, segundo Oliveira (2003), indica que a terra da grande propriedade não está sendo posta para produzir, mas destinada às reservas patrimoniais e de valor. No entanto, os números do crédito obtido na agricultura representam essa profunda desigualdade, uma vez que a maioria dos créditos concedidos pelo governo foram destinados ao agronegócio das grandes unidades. Dessa maneira, o crédito rural também vai engrossar as rendas do agronegócio, reproduzindo de forma aprofundada a desigual distribuição de riqueza na agricultura brasileira (Oliveira, 2003). As pequenas propriedades da bacia do rio Itamarati espelham o quadro nacional, ou seja, a grande maioria recebe pouquíssima atenção do governo, tanto no que se refere à distribuição de financiamentos, quanto à transferência de conhecimentos técnicos que poderiam ajudar o agricultor a aumentar e diversificar a produção, sem agredir o meio ambiente. De acordo com o Quadro 5.1.2, verifica-se que do total de entrevistados, somente 5,9% recebem algum auxílio técnico (no caso a EMATER) e 94,1% não recebem qualquer forma de ajuda dos órgãos

públicos. Estes números representam o estado de abandono em que se encontra o agricultor e a agricultura local, desassistidos pelo poder público e pela falta de uma política nacional de valorização e estímulo à atividade agrícola nas pequenas propriedades.

Quadro 5.1.4: Brasil – Distribuição do Valor da Produção

setor	Pequena propriedade	Média propriedade	Grande propriedade
Produção animal	60,4	28,6	11,2
Produção vegetal	53,6	31,2	15,2
Lavouras temporárias	49,2	33,8	16,7
Lavouras permanentes	70,5	24,3	5,2
Horticultura e floricultura*	94,7	4,1	1,2
Extração vegetal	67,6	17,9	11,3
Silvicultura	16,8	23,4	59,8

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE – 1995/6 org.: Oliveira, 2003

* Grifo da autora

Os dados obtidos revelam também que menos da metade (43,8%) dos agricultores conhecem alguma regulamentação para a Área de Proteção Ambiental (como não desmatar ou queimar a floresta), práticas essas que não são respeitadas. A falta de conhecimentos sobre essas Unidades de Conservação aliada ao uso intensivo e incorreto do solo pode levar a área a um ritmo de exaustão insuportável, agravando ainda mais os problemas do meio rural. Os agricultores, na maioria das vezes, não percebem que suas ações repercutirão sobre o meio ambiente, provocando a destruição dos recursos naturais que compõem a qualidade ambiental e, conseqüentemente, a qualidade de vida da população local. A natureza não está imune à presença do homem. Muitas pessoas ainda acreditam que a natureza é tão poderosa, que nada que façamos poderá ocasionar algum efeito importante

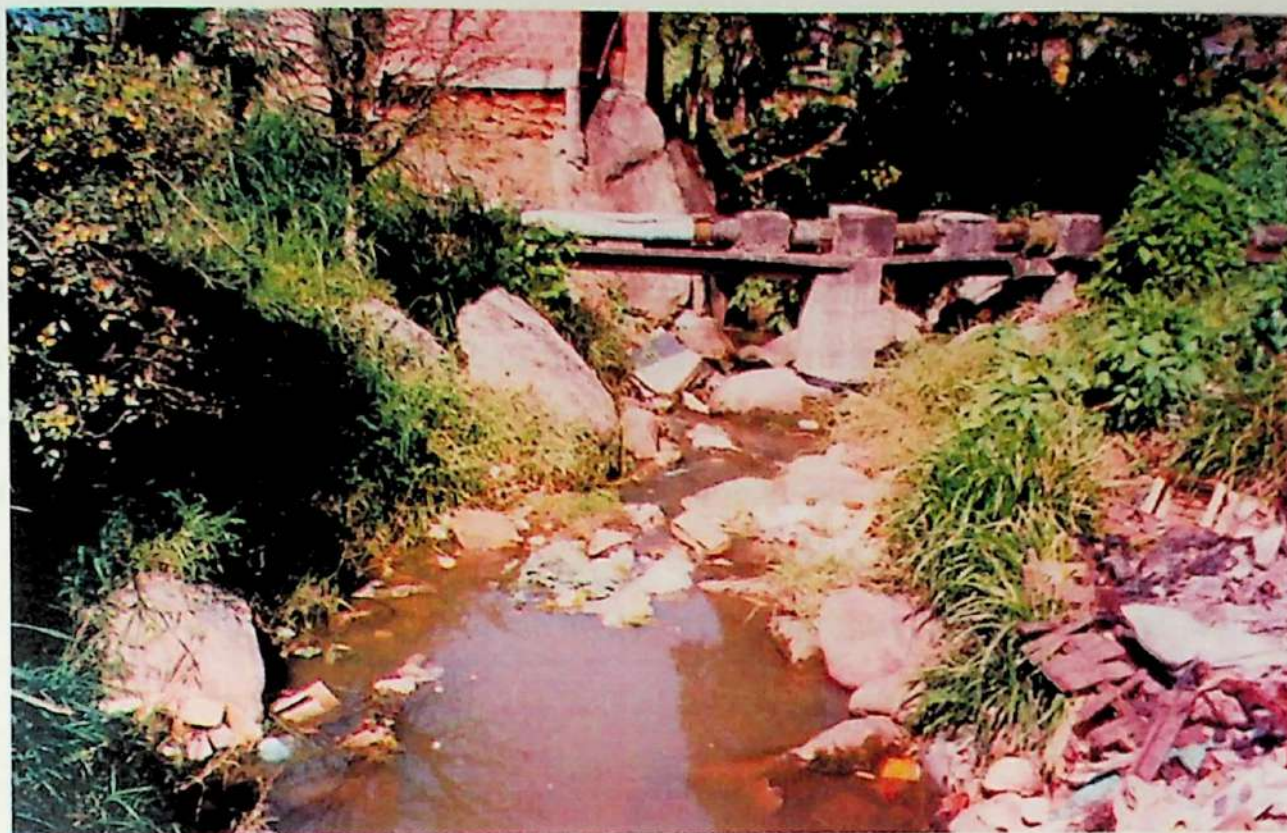


Figura 5.1.6 – Alguns rios servem como local de despejo de lixo.



Figura 5.1.7 - Esgoto lançado diretamente sobre o solo para servir de adubo para as plantas.

ou duradouro sobre o funcionamento dos sistemas naturais (Oliveira e Machado, 2004). O grande obstáculo ainda reside na falta de percepção e conhecimento das pessoas em relação ao espaço em que vivem e de como seus atos podem repercutir no meio ambiente. Por isso, cresce a importância de se conscientizar os produtores rurais do município e as instituições governamentais sobre a necessidade de apoio e orientação técnica para se explorar os recursos naturais de modo que os riscos ambientais sejam minimizados. Portanto, aprofundar o conhecimento desta realidade representa mais que uma necessidade, e sim uma obrigação para aqueles que, como nós, têm o compromisso de transformá-la.

5.2. *Uso do solo e relevo*

De acordo com Pinheiro da Silva, (2005), através do mapa de uso e cobertura do solo (Figura 5.2.1) é possível observar as seguintes classes de uso: área vegetada (que engloba tanto os remanescentes da floresta nativa quanto a mata secundária), que ocupa 64,04% (26,41 km²); área cultivada, com 8,24% (3,1 km²); área urbana, com 6,17% (2,53 km²); área periurbana, 1,37% (0,56 km²) e área de afloramento rochoso com 20,98% (8,65 km²). Boa parte da bacia ainda está preservada em função da existência do Parque Nacional da Serra dos Órgãos, que ocupa cerca de 56% (23,1 km²) da área de estudo, enquanto o restante está inserido na APA Petrópolis (18,1 km²). À primeira vista, o total da área ocupada por mata pode parecer bastante satisfatório, mas, se for levado em consideração que grande parte deste total está nos limites do Parque (cerca de 74% da área vegetada ou 19,5 km²), chegar-se-á à conclusão que a quantidade de área vegetada na APA (aproximadamente 6,9 km²) comprova a ocorrência da devastação neste trecho da bacia em virtude da ocupação agrícola e urbana. Se for ainda considerado que somente na área da APA é possível outra forma de uso além da preservação, esses valores assumirão uma importância maior. A área agrícola, por exemplo, passa a ocupar em torno de 17% da bacia (considerando apenas a área da APA, cerca de 18,1 km²).

O relevo íngreme não representou empecilho para a instalação das culturas, que são encontradas, na sua maioria, ocupando as encostas independentemente da declividade. Através da análise do mapa de uso conjugado com o de forma na carta, constatou-se que não existe um padrão definido quanto ao trecho da encosta utilizada, ou seja, tanto se cultiva em área de anfiteatro, quanto nos divisores de água ou na alta e baixa encostas (Figura 5.2.2). A agricultura, que está localizada principalmente ao longo dos cursos do rio Itamarati, córrego do Caxambu, rio Três Pedras e córrego da Ponte de Ferro, desempenha papel de extrema importância para esta bacia, não apenas no que se

refere ao aspecto econômico, pois gera recursos financeiros e opção de trabalho para manter a mão-de-obra no campo evitando que migrem para as áreas urbanas aumentando o nível de desemprego, mas também pelos impactos que podem ser ocasionados pela remoção da cobertura vegetal, expondo os horizontes superficiais do solo ao efeito erosivo da chuva.

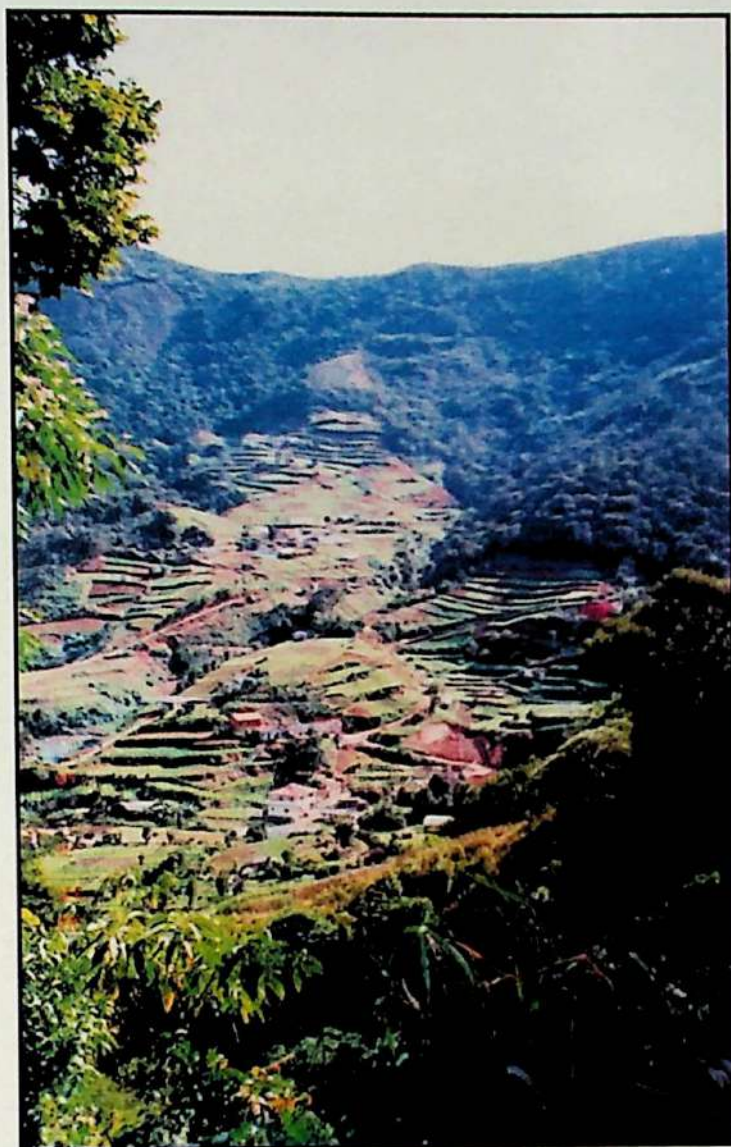


Figura 5.2.2 – Área de encosta utilizada para agricultura.

As áreas de relevo mais suave tendem a ser desmatadas e ocupadas primeiro em comparação com as encostas com forte inclinação. Mas, em função da pressão exercida pela expansão urbana, o que observamos na bacia do rio Itamarati é um avanço do desmatamento em direção às áreas mais íngremes e escarpadas, rompendo as dificuldades impostas pelo relevo.

A cobertura vegetal originária (nos limites da APA), em geral, se encontra nas partes mais elevadas das encostas, por tratarem-se de locais de difícil acesso. Isto, porém, não impediu que ocorresse, um grande desmatamento das partes mais elevadas das encostas para utilização agrícola (Figura 5.2.3).

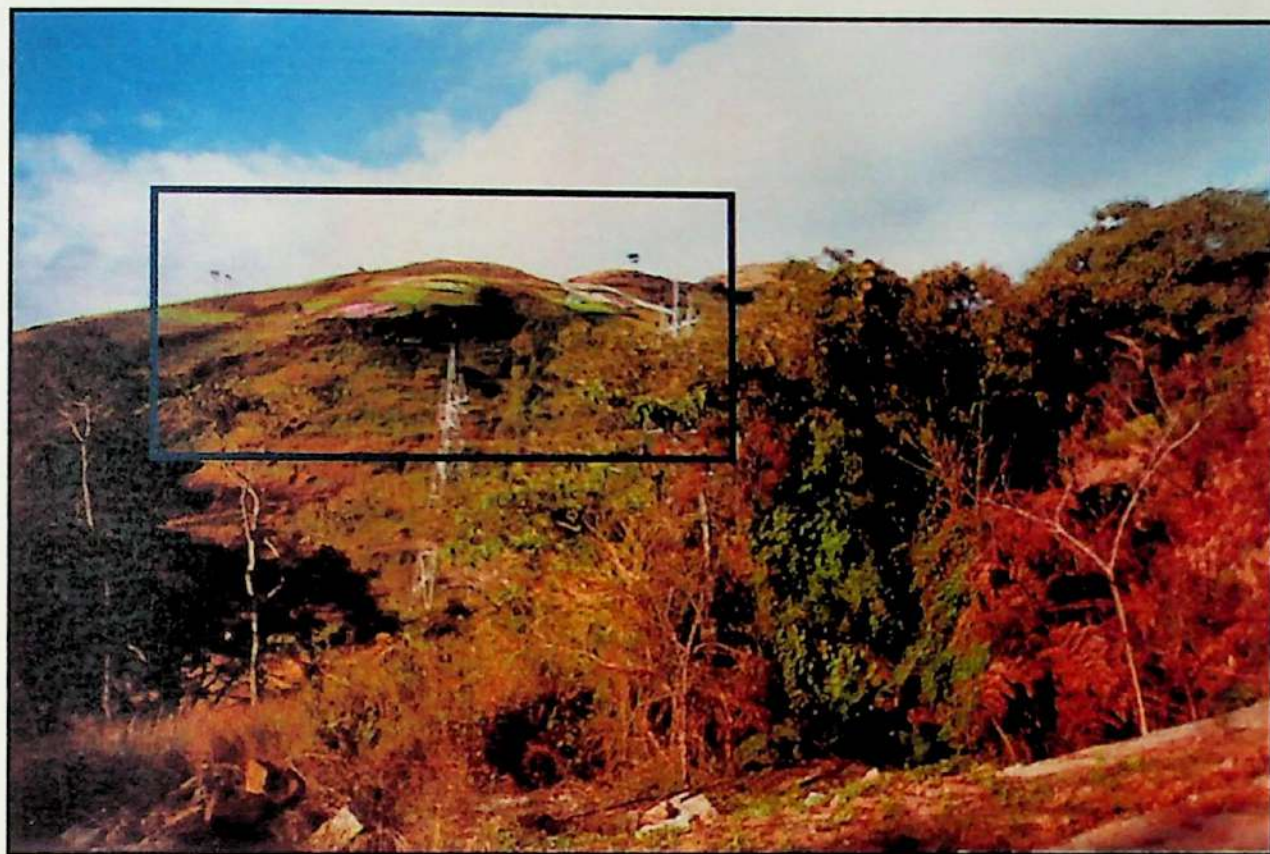


Figura 5.2.3 – Em detalhe área de alta encosta desmatada para utilização agrícola.

O conjunto topográfico e morfológico local forma uma paisagem onde encontram-se cinco tipos de relevo: 3 – 8%; 8 – 20%; 20 – 45%; 45 – 75% e maior que 75% (Lemos e Santos, 1996) (Figura 5.2.4). O relevo suave ondulado, representado pela classe 3 a 8%, compreende 0,8% da bacia e está localizado em pontos isolados da bacia.

As declividades entre 8 e 20% correspondem ao relevo ondulado e ocupam 5,4% da área. Distribuem-se ao longo de toda bacia, principalmente próximo dos leitos dos rios, com destaque para o Córrego da Ponte de Ferro.

As declividades intermediárias, entre 20 e 45%, representam o relevo forte ondulado e abrangem 20% da área mapeada. Há um predomínio desta classe ao longo

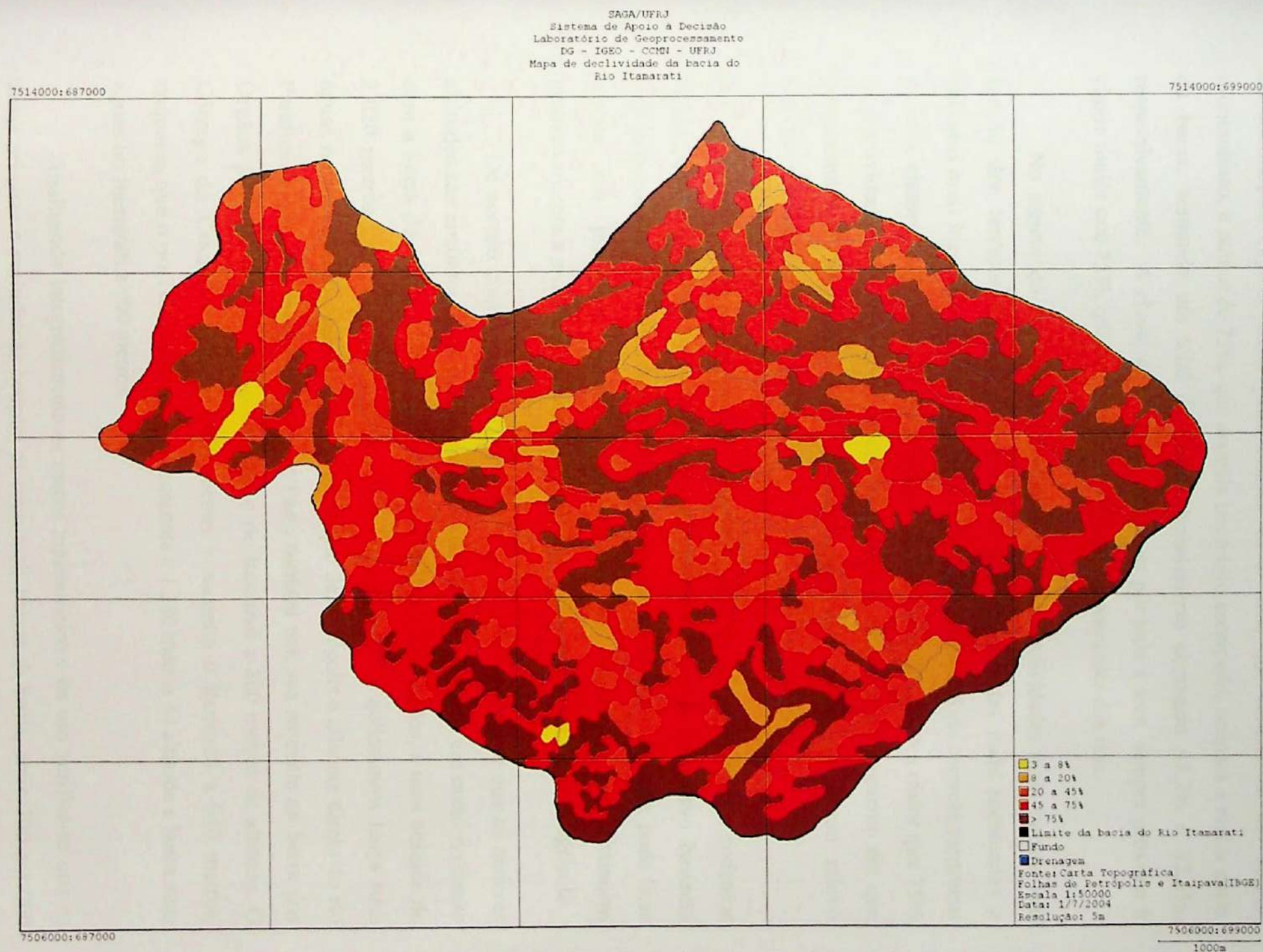


Figura 5.2.4 – Mapa de declividade das vertentes da bacia do rio Itamarati.

de quase toda a extensão do rio Itamarati. Já as unidades que indicam maiores valores de inclinação, representados pelas classes 45 a 75%, que caracteriza um relevo montanhoso, e acima de 75%, que assinala um relevo escarpado, ocupam a maior parte da bacia, somando um total de 73,8%. Isoladamente abrangem 41,3% e 32,5%, respectivamente. A classe 45 a 75% apresenta-se por toda a área, sempre próxima à classe maior que 75%, que, em geral, é encontrada nas nascentes dos rios.

No trajeto do rio Itamarati podemos observar declividades mais baixas, em função dos terraços fluviais, contrapondo-se com declividades mais acentuadas e encostas mais íngremes. Segundo Pacheco (1997), por conta do forte controle estrutural da área, classes como as de 3 a 8% aparecem ao lado de classes como a maior que 75% de declividade. Esta situação se repete de maneira significativa, no momento em que percebemos na bacia uma série de vales encaixados conjugados a um relevo extremamente escarpado.

Em função do que foi possível constatar a partir da análise do relevo, podemos definir que a área de estudo caracteriza-se pelo predomínio de um relevo bastante montanhoso, que submetida a uma utilização nem sempre adequada do solo, pode ficar sujeita aos processos erosivos, principalmente de superfície que diminuem gradativamente a profundidade dos horizontes mais importantes para a prática agrícola.

De acordo com o mapa hipsométrico (Figura 5.2.5) observa-se que as maiores altitudes são encontradas na porção nordeste, sudeste e sul da bacia, em razão do limite com a Serra dos Órgãos. O rio Itamarati nasce na Serra dos Órgãos, a uma altitude de 2.020 metros e após um desnível de 1.300 e de percorrer 15 quilômetros lança suas águas no rio Piabanha, principal rio do município de Petrópolis e afluente direto do rio Paraíba do Sul. O Córrego da Ponte de Ferro também tem sua nascente na Serra dos Órgãos próximo à cota 1.960 e encontra o rio Itamarati a 800 metros de altitude. O Córrego do Caxambu nasce a 1.400 metros e encontra o Itamarati a 940 metros, enquanto que o rio Três Pedras tem sua nascente a 1.280 metros de altitude e lança suas águas no Itamarati a 900 metros.

Analisando integradamente os mapas hipsométrico e de uso verifica-se que as áreas urbanas e periurbanas ocupam as cotas mais baixas da bacia, entre 700 a 1.000

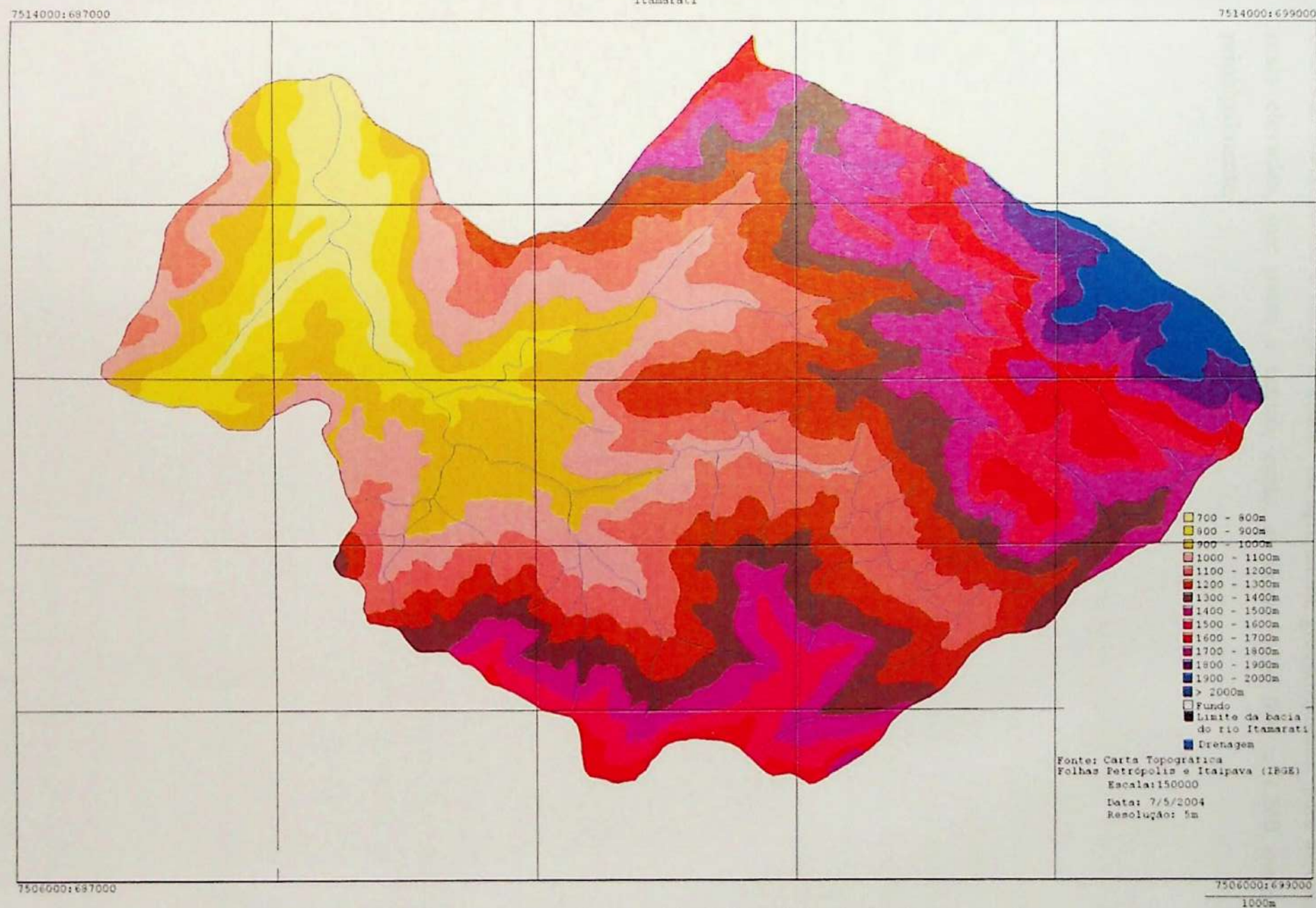


Figura 5.2.5 – Mapa de variações altimétricas da bacia do rio Itamarati.

metros de altitude. A forte pressão urbana conduz à retirada da cobertura vegetal nas encostas mais baixas e obriga o avanço da agricultura, gradativamente, para as cotas mais elevadas, que passa a ocupar, então, as faixas entre 900 a 1.200 metros, principalmente.

5.3. *Uso agrícola e propriedades do solo*

O conhecimento das características do solo como, cor, textura, estrutura, porosidade, pH e teor de matéria orgânica, são de grande importância nos trabalhos de manejo.

Segundo Bertoni e Lombardi Neto (1999), a cor, como característica é de pouca valia, porém, serve como guia para avaliação de outras condições que interferem no manejo dos solos. Silva (1999) descreve que as variações nos regimes hídricos também influenciam a cor dos horizontes. Horizontes bem drenados são mais avermelhados; horizontes medianamente drenados são brunos ou amarelados; e os horizontes mal drenados são acinzentados ou mosqueados (cinza, amarelo, vermelho e/ou preto). Essa variação de cores, que também reflete, entre outras coisas, o teor de matéria orgânica pode ser usado extensivamente como base para o planejamento de rotação de culturas e recomendações de adubação.

De acordo com a Tabela 5.1, não se verificaram grandes variedades na tonalidade das cores das amostras (Figuras 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4), predominando as de tons vermelho-amarelado e bruno amarelado, exceto para as amostras do Ponto 7 que apresentaram cores bem mais escuras se comparadas com as outras (Figura 5.3.5). Esse fato deve-se, provavelmente, à incorporação de carvão no solo, proveniente das constantes queimadas na área em questão, uma vez que não houve variação significativa no conteúdo de matéria orgânica deste perfil para os demais. Outro fator que também pode explicar a variação de cor em campo é o teor mais elevado de umidade no perfil em função alta disponibilidade de água no local, verificado pela presença de fluxo d'água no paredão rochoso à montante daquele ponto.

A estrutura, forma como se arranjam as partículas elementares do solo, tem relação com o preparo do solo para o cultivo, com a aeração e absorção de água. Os solos com má estrutura são, em geral, de baixa produtividade (Bertoni e Lombardi Neto, 1999). Os solos da área de estudo (Tabela 5.1) apresentam-se, em sua maioria, moderadamente estruturados, com predomínio da estrutura em blocos subangulares, e tamanho variando de pequenas a muito pequenas. Esta estrutura é característica de solos

TABELA 5.1: CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DOS SOLOS ESTUDADOS

Profundidade	Cor*	Estrutura			Consistência			Poros		Raízes	
cm		Grau	Forma	Tamanho	Seca	Úmida	Molhada	Quantidade	Tamanho	Quantidade	Diâmetro
PONTO 3											
10-20	5YR 3/2	md	gr.	peq.	lig. d.	fr.	ñ. pla./lig. peg.	muitos	med.	poucas	1-2 mm
35-45	5YR 3/3	md	gr.	peq.	lig. d.	m. fr.	lig. pla./ñ. peg.	muitos	med.	raras	≤ 1 mm
65-75	5YR 4/6	frc.	bl. sub.	m. peq.	lig. d.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	peq.	raras	≤ 1 mm
90-100	5YR 4/4	frc.	gr.	peq.	mac.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	peq.	raras	≤ 1 mm
122-127	5YR 4/4	md	gr.	peq.	mac.	m. fr.	lig. pla./ñ. peg.	muitos	med.	raras	≤ 1 mm
PONTO 5											
15-20	5YR 4/6	frc.	bl. sub.	m. peq.	mac.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	poucas	1-2 mm
30-40	5YR 4/6	md	bl. sub.	m. peq.	mac.	fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	poucas	1-2 mm
80-90	7,5YR 5/8	frc.	bl. sub.	peq.	dura	firme	pla./peg.	comuns	m. peq.	poucas	1-2 mm
120-130	7,5YR 5/8	frc.	bl. sub.	m. peq.	lig. d.	firme	pla./peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
155-200	5YR 6/8	---	---	---	---	---	lig. pla./lig. peg.	---	---	raras	≤ 1 mm
258-278	5YR 5/8	---	---	---	---	---	lig. pla./lig. peg.	---	---	raras	≤ 1 mm
PONTO 6											
10-15	7,5YR 2.5/3	md	bl. ang.	med.	dura	firme	lig. pla./lig. peg.	comuns	peq.	raras	≤ 1 mm
50-75	7,5YR 3/4	frc.	bl. sub.	peq.	mac.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	peq.	poucas	≤ 1 mm
80-90	5YR 5/8	md	bl. ang.	peq.	lig. d.	firme	lig. pla./lig. peg.	comuns	peq.	raras	1-2 mm
90-100	5YR 4/6	md	bl. ang.	peq.	lig. d.	firme	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
PONTO 7											
10-25	10YR 2/2	md	gr.	med.	lig. d.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
30-50	10YR 3/6	md	bl. ang.	med.	lig. d.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
60-110	7,5YR 2.5/2	md	bl. ang.	med.	lig. d.	m. fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
115-120	10YR 2/1	md	gr.	peq.	mac.	m. fr.	ñ. pla./ñ. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
200-220	7YR 3/4	md	bl. sub.	peq.	lig. d.	firme	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
230-240	7YR 3/6	md	bl. sub.	m. peq.	lig. d.	fr.	lig. pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm

Profun- didade cm	Cor	Estrutura			Consistência			Poros		Raízes	
		Grau	Forma	Tamanho	Seca	Úmida	Molhada	Quanti- dade	Tama- nho	Quanti- dade	Diâme- tro
PONTO 9											
10-15	7YR 4/4	frc	gr.	peq.	dura	firme	lig.pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	comuns	≤ 1 mm
50-80	5YR 5/8	frc	bl. sub.	m. peq.	lig. d.	fr.	lig.pla./peg.	comuns	m. peq.	poucas	≤ 1 mm
90-120	2,5YR 4/8	md	bl. sub.	m. peq.	lig. d.	fr.	lig.pla./peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
120-140	2,5YR 5/8	md	bl. sub.	m. peq.	lig. d.	fr.	lig.pla./peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm
150-160	5YR 5/8	md	bl. sub.	peq.	lig. d.	m. fr.	lig.pla./lig. peg.	comuns	m. peq.	raras	≤ 1 mm

frc.: fraco, md.: moderado, gr.: granular, bl. sub.: em blocos subangulares, bl. ang.: em blocos angulares, med.: médios, m. peq.: muito pequenas, peq.: pequenas, mac.: macia, lig. d.: ligeiramente dura, fr.: friável, m. fr.: muito friável, ã pla.: não plástico, ã peg.: não pegajoso, lig. pla.: ligeiramente plástico, peg.: pegajoso, lig.peg.: ligeiramente pegajoso.

* no campo



Figura 5.3.1- Local de coleta das amostras do Ponto 3.



Figura 5.3.2 – Local de coleta das amostras do Ponto 5.



Figura 5.3.3 – Local de coleta das amostras do Ponto 6.



Figura 5.3.4 – Local de coleta das amostras do Ponto 9.



Figura 5.3.5 – Local de coleta das amostras do Ponto 7.

que se formaram sob a influência de clima úmido, que não beneficia o desenvolvimento de estruturas com grandes agregados (Prado, 1995). De acordo com Silva (1999), a presença de estruturas arredondadas significa um meio poroso onde a água, o ar e a vida animal e vegetal circulam livremente. Ainda segundo o mesmo autor esses agregados são estáveis em água, indicando uma boa resistência à erosão enquanto os agregados angulosos são mais compactos e, conseqüentemente, restringem a atividade biológica, principalmente a animal. A água e o ar circulam nas fissuras existentes entre os agregados. Em períodos úmidos, essa circulação de água é restrita, em função da expansão dos minerais de argila e do conseqüente fechamento das fissuras, acarretando um impedimento à circulação vertical da água, podendo promover o aparecimento de sinais erosivos nos solos que apresentam tais estruturas. Talvez esse fato contribua para explicar o deslizamento de material ocorrido no Ponto 6 (Figura 5.3.6).

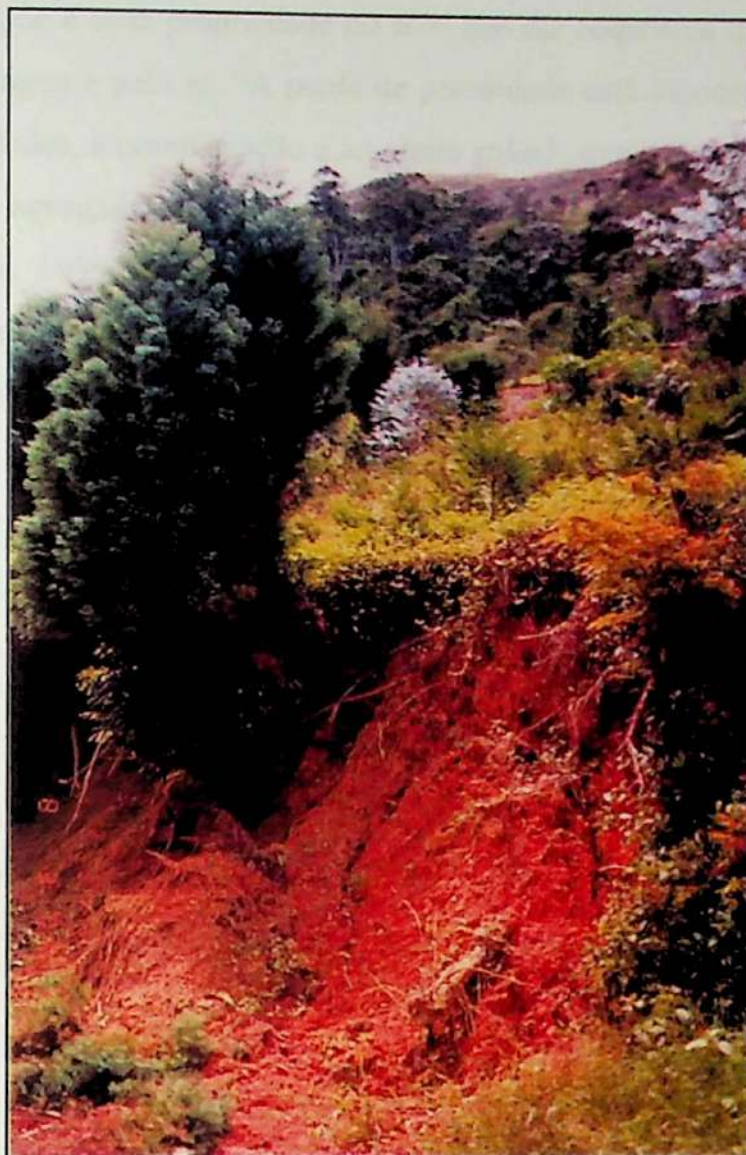


Figura 5.3.6 – Deslizamento ocorrido em corte de estrada no Ponto 6.

Conforme o Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo (Lemos e Santos, 1996), consistência é o termo usado para designar as manifestações das forças físicas de coesão e adesão que se verificam no solo, conforme variação dos teores de umidade. A consistência varia com o conteúdo de umidade, bem como com a textura, com a matéria orgânica, e com a quantidade e natureza do material coloidal. Nos solos analisados (Tabela 5.1), a consistência das amostras secas foram predominantemente classificadas como ligeiramente dura, principalmente nos horizontes de subsuperfície. No caso das amostras úmidas, o resultado variou, na maioria das vezes, entre friável e muito friável. E quando molhadas preponderaram as amostras ligeiramente plásticas e ligeiramente pegajosas.

Porosidade é uma propriedade do solo que diz respeito à quantidade de espaços ocupados pela água e pelo ar. “A perda de porosidade está associada à redução do teor de matéria orgânica, à compactação e ao efeito *splash*, que causam uma diminuição dos tamanhos dos agregados e, conseqüentemente, no tamanho dos poros” (Bertoni e Lombardi Neto, 1999). Com auxílio da lupa de aumento, observou-se que a grande maioria das amostras apresentam poros comuns, no que se refere à quantidade, e poros muito pequenos a pequenos, com relação ao tamanho, exceto no caso do Ponto 3 (profundidade até 45 cm), que apresentou muitos poros de tamanho médio. Este fato pode estar associado à presença de formigas do gênero ATTA, conforme já registrado por Barros (1994).

A textura é, provavelmente, um dos mais importantes aspectos na determinação do uso do solo. As práticas de cultivo, irrigação (frequência e intensidade) e adubação devem estar associadas à textura. De acordo com Kohnke (1968), os solos que apresentam maior facilidade de manejo e produtividade, em geral, contêm aproximadamente 20% de argila, cerca de 5% de matéria orgânica e os 75% restantes divididos entre silte e areia.

Observando a Tabela 5.2, verifica-se que a maioria das amostras apresentam textura argilosa, franca e franco-argilosa. Nos Pontos 3 e 6, percebe-se que os percentuais de argila aumentam com a profundidade enquanto que os valores de silte diminuem, praticamente, na mesma proporção. No Ponto 6, há um aumento brusco de argila do horizonte superficial para o subjacente e o contrário para o conteúdo de silte. Outro fator de destaque é que nos horizontes superficiais predominam as texturas franca e franco-argilosa. Muito provavelmente, em razão da atividade biológica e da matéria orgânica, os horizontes superficiais apresentam textura relativamente leve, contrastando com a textura mais pesada dos horizontes subjacentes. A relação silte/argila, que traduz o grau de intemperismo dos solos, é relativamente baixa em quase todos os pontos, exceto nos horizontes superficiais, que apresentam os menores percentuais de argila.

TABELA 5.2: PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DOS SOLOS ESTUDADOS

Profundidade da amostra (cm)	HZ	pH H ₂ O	pH KCl	Matéria Orgânica (%)	Cascalho (g)	Areia Total (g)	Areia Grossa (g)	Areia Fina (g)	Silte (g)	Argila (g)	Relação Silte/argila	Classe Textural	Grupo-mento
Ponto 3													
10-20	A	4,8	4,0	6,14	11,6	510	420	90	290	200	1,45	Fr.	Média
35-45	A	4,4	4,0	6,08	30,4	440	360	80	280	280	1,00	Fr. Arg.	Média
65-75	B	4,0	3,8	4,11	18,7	380	300	80	300	320	0,93	Fr. Arg.	Média
90-100	B	4,7	4,1	3,07	18,0	410	330	80	210	380	0,55	Fr. Arg.	Média
122-127	B	4,8	4,5	3,65	23,1	380	300	80	200	420	0,47	Arg.	Argilosa
Ponto 5													
15-20	A	4,6	4,4	4,98	12,3	320	180	140	340	340	1,00	Fr. Arg.	Média
30-40	A	4,4	4,2	5,05	13,9	310	170	140	360	330	1,09	Fr. Arg.	Média
80-90	B	4,7	4,4	5,01	13,3	290	160	130	210	500	0,42	Arg.	Argilosa
120-130	B	4,8	4,5	4,32	15,0	320	180	140	150	530	0,28	Arg.	Argilosa
155-200	BC	5,4	5,2	3,67	19,2	310	170	140	200	490	0,40	Arg.	Argilosa
258-278	BC	5,7	5,5	2,93	18,1	300	160	140	250	450	0,55	Arg.	Argilosa
Ponto 6													
10-15	A	5,7	5,2	5,12	53,5	450	420	30	370	180	2,05	Fr.	Média
50-75	A	4,5	4,0	3,95	26,0	460	310	150	190	350	0,54	Arg. Ar.	Argilosa
80-90	AB	4,0	3,8	3,08	13,7	420	360	60	180	400	0,45	Fr. Arg.	Argilosa
90-100	B	4,0	3,8	2,28	31,0	380	320	60	180	440	0,40	Arg.	Argilosa
Ponto 7													
10-25	A	4,6	3,7	3,90	20,2	500	350	150	90	410	0,21	Arg. Ar.	Argilosa
30-50	AB	4,3	3,9	3,60	20,8	480	280	200	240	280	0,85	Fr.	Média
60-110	BA	4,1	3,8	3,00	21,5	290	190	100	310	400	0,77	Fr. Arg.	Argilosa
115-120	B	4,5	4,2	4,26	22,2	420	280	140	360	220	1,63	Fr.	Média
200-220	B	4,8	4,5	4,10	27,7	440	330	110	210	350	0,60	Fr. Arg.	Média
230-240	B	5,0	4,5	2,49	49,8	520	380	140	190	290	0,65	Fr. Arg. Ar.	Média
Ponto 9													
10-15	A	4,5	4,0	5,96	54,3	410	320	90	250	340	0,73	Fr. Arg.	Média
50-80	A	4,4	3,8	4,90	31,5	350	290	60	200	450	0,44	Arg.	Argilosa
90-120	B	4,6	4,2	4,78	35,9	350	290	60	180	470	0,38	Arg.	Argilosa
120-140	B	4,4	4,1	2,92	34,6	380	310	70	190	430	0,44	Arg.	Argilosa
150-160	B	4,5	3,9	2,34	46,4	450	360	90	290	260	1,11	Fr.	Média

Fr.: Franca, Fr. Arg.: franco-argilosa, Arg.: argilosa, Arg. Ar.: argilo-arenosa, Fr.Arg.Ar.: franco-argilo-arenosa

Os teores de matéria orgânica (Tabela 5.2) situam-se entre 3,9 e 6,1% nos horizontes superficiais e nos horizontes subjacentes observa-se um decréscimo destes teores, com exceção do Ponto 7, entre as profundidades 115-220 cm, onde foi registrado um acréscimo de matéria orgânica que é acompanhado pelo aumento do pH, principalmente em KCl. Se considerarmos os fatores como elevada precipitação pluviométrica, alta declividade das encostas e lixiviação do solo, concluiremos que esses percentuais são considerados relativamente altos para estes solos. A maior quantidade de matéria orgânica pode ser explicada pela grande atividade de organismos, pelo aumento induzido de insumos e pelas recentes queimadas na encosta. Vale mencionar também que há expressiva ocorrência de horizontes superficiais ricos em matéria orgânica em Petrópolis (Silva, 2001). Talvez a pequena incidência de processos erosivos, como ravinamentos e voçorocamentos, deva-se à concentração de matéria orgânica, que facilita o processo de agregação.

Segundo valores adotados pela EMBRAPA (1999) os solos da área de estudo (Tabela 5.2) estão, em grande maioria, enquadrados na categoria fortemente ácidos (pH entre 4,3 e 5,3). Para Mitchell (1976), esses solos não possuem tanta capacidade de formar grandes agregados, diferentemente do pH alcalino que favorece esse fenômeno. Allison (1973 *in* Guerra, 1995) expõe que solos ácidos são deficientes em cálcio, um elemento conhecido em contribuir na retenção do carbono, através da formação de agregados, que combinam húmus e cálcio, que são extremamente importantes para a agricultura. No que se refere ao pH determinado em KCl, observa-se que os valores são inferiores aos determinados em água, fato que, segundo Tavares (1987), evidencia a acidez do complexo coloidal e a influência do clima tropical de altitude, onde o elevado índice pluviométrico promove alta lixiviação de cátions permutáveis.

O ambiente fortemente ácido pode ser prejudicial para as plantas e microorganismos, o que, conseqüentemente, afeta a produção de alimentos. Para o agricultor torna-se bastante oneroso, uma vez que necessita fazer a correção da acidez do solo. Realizar a correção, de forma adequada, não é tarefa fácil já que a grande maioria dos agricultores não detêm conhecimento específico e não são devidamente auxiliados. Segundo Amaral (1984), esse é um procedimento que requer técnica e conhecimento, por isso esta prática deve ser orientada por um especialista, pois, além

das quantidades necessárias de calcário, poderá dar diversas orientações, tais como: observar o tipo de solo e orientar a realização de práticas conservacionistas, adubações, escolha de sementes, culturas a serem empregadas, tratos culturais.

De acordo como os aspectos observados em campo e com base nos resultados obtidos em laboratório é possível concluir que o comportamento das propriedades dos solos na Bacia, de uma certa forma, dificulta o desenvolvimento de processos erosivos e atuam na manutenção da estabilidade das encostas.

5.4. *Uso do solo e qualidade da água*

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) estabelece uma classificação das águas do território nacional em doces, salobras e salinas e, para cada uma, Classes, segundo os usos predominantes (Quadro 5.4.1). Uma vez definidos os usos da água em um rio, estará definida a sua classe e também a qualidade que a água desse deverá apresentar. Pela legislação brasileira (Resolução nº 20 do CONAMA, 1986) o rio Itamarati, Córrego do Caxambu e Córrego da Ponte de Ferro, onde a água é utilizada para irrigação de hortaliças consumidas cruas são de Classe 1 e devem obedecer as condições estabelecidas pela lei para esta categoria. Caso a qualidade da água não apresente as condições especificadas, medidas de controle devem ser adotadas.

A capacidade da matéria orgânica presente em uma amostra de água natural em consumir oxigênio é chamada demanda bioquímica de oxigênio (DBO). A DBO é igual à quantidade de oxigênio consumida como resultado da oxidação da matéria orgânica dissolvida da amostra (Baird, 2002). Os resultados constantes no Quadro 5.4.2, demonstram que todas as amostras - com exceção do Ponto 5 - apresentaram valores dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução nº 20 do CONAMA (1986), que fixa DBO até 3 mg/l O₂ para as águas de Classe 1. Observa-se que a amostra do ponto 5 apresentou o mais alto índice de DBO entre as demais, indicativo da forte concentração de poluentes orgânicos causada pelo lançamento de esgotos domésticos "in natura" no rio Itamarati (Figura 5.4.1), no trecho próximo à confluência com o rio Piabanha.

Os teores de fósforo total mantiveram-se dentro dos limites indicados pelo CONAMA (1986) nas amostras coletadas nos Pontos 1 e 2 (Figuras 5.4.2 e 5.4.3). Já os demais pontos apresentaram teores acima do permitido. Em águas naturais, não poluídas, os níveis de fósforo permanecem entre 0,005 mg/l e 0,02 mg/l (CONAMA, 1986). A maior preocupação da contaminação do fósforo adicionado ao solo como fertilizante ou presente nos poluentes é a eutrofização dos rios que ocorre via erosão laminar, com deposição de materiais do solo nos rios. A contaminação está diretamente relacionada com o manejo das hortaliças, em que é utilizada adubação com esterco de galinha em altas doses e também através do esgoto despejado diretamente nos rios

(Figura 5.4.4). A grande disponibilidade de fósforo no solo, o manejo inadequado, a adubação excessiva, aliados à declividade acentuada pode comprometer a qualidade da água de uma bacia (Rheinheimer *et al.*, 2001).

Quadro 5.4.1 – Classificação das águas doces conforme CONAMA

Classe	Águas destinadas
Classe Especial (E)	a) ao abastecimento doméstico, sem prévia ou com simples desinfecção; b) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.
Classe 1	a) ao abastecimento doméstico, após tratamento simplificado; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas, sem remoção de casca ou película; e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 2	a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à proteção das comunidades aquáticas; c) à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); d) à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; e) à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.
Classe 3	a) ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; b) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; c) à dessecação de animais.
Classe 4	a) à navegação; b) à harmonia paisagística; c) aos usos menos exigentes

Fonte: Resolução nº 20 do CONAMA de 1986

Nota: grifo da autora

O nitrogênio total é a soma do kjeldahl (nitrogênio amoniacal e orgânico), do nitrito e do nitrato. A concentração total de nitrogênio é altamente importante considerando-se os aspectos tópicos do corpo d'água. No meio aquático as diversas formas de nitrogênio podem ser de origem natural (proteínas, clorofilas e outros compostos biológicos) e/ou de origem das atividades humanas e animais (despejos domésticos e industriais, excrementos de animais e fertilizantes (Dashepsky, 1997). Assim sendo, verifica-se que a qualidade da água vai decrescendo no sentido do fluxo

do rio Itamarati, na mesma medida em que a poluição orgânica e o nível de nutrientes são crescentes, em decorrência, principalmente, das atividades agrícolas e urbanas (Pontos 2 ao 5). No ponto 1, a quantidade de nitrogênio total é explicada, basicamente, pela presença de matéria orgânica em decomposição oriunda da grande quantidade de folhas presentes neste trecho do curso d'água.

Quadro 5.4.2: Dados das análises físico-químicas das amostras de água coletadas no rio Itamarati, Córrego da Ponte de Ferro e Córrego do Caxambu

Parâmetro	unidade	Ponto 1 Alto curso Itamarati (represa)	Ponto 2 Médio curso Itamarati	Ponto 3 Sub-bacia Córrego do Caxambu	Ponto 4 Sub-bacia Córrego Ponte de Ferro	Ponto 5 Baixo curso Itamarati
DBO	mg/l	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	6,2
Fósforo Total	mg/l	< 0,01	0,02	0,03	0,10	0,80
Nitr. Total	mg/l	0,3	0,4	0,6	1,0	5,7
Nitr. Kjeldahl	mg/l	0,20	0,20	0,20	0,45	5,2
Nitr. Amoniacal	mg/l	0,01	0,01	0,01	0,07	2,80
Nitr. Nitrato	mg/l	0,10	0,20	0,40	0,50	0,50
Nitr. Nitrito	mg/l	0,001	0,002	0,002	0,06	0,08
pH	—	6,3	6,3	6,4	6,6	6,9
Turbidez	UT	3,0	3,5	4,5	4,0	8,0
Temperatura	° C	17	19	19	21	24

O nitrogênio amoniacal (muito presente nos resíduos de fertilizantes, adubos e esgotos domésticos) é uma substância tóxica, não persistente e não cumulativa. A concentração baixa não causa dano fisiológico aos seres humanos e animais. O limite

estabelecido pelo CONAMA (1986) admite valor até 0,02 mg/l para as águas das Classes Especial a 2. Em geral, os teores de amônia presentes nas amostras foram menores que 0,02 mg/l. No entanto, nas amostras coletadas nos Pontos 4 e 5 os níveis de amônia mantiveram-se acima daquele parâmetro. Portanto, quando se encontra muito nitrogênio amoniacal na água, pode-se dizer que esta é pobre em oxigênio dissolvido e que o ambiente deve ter muita matéria orgânica em decomposição.

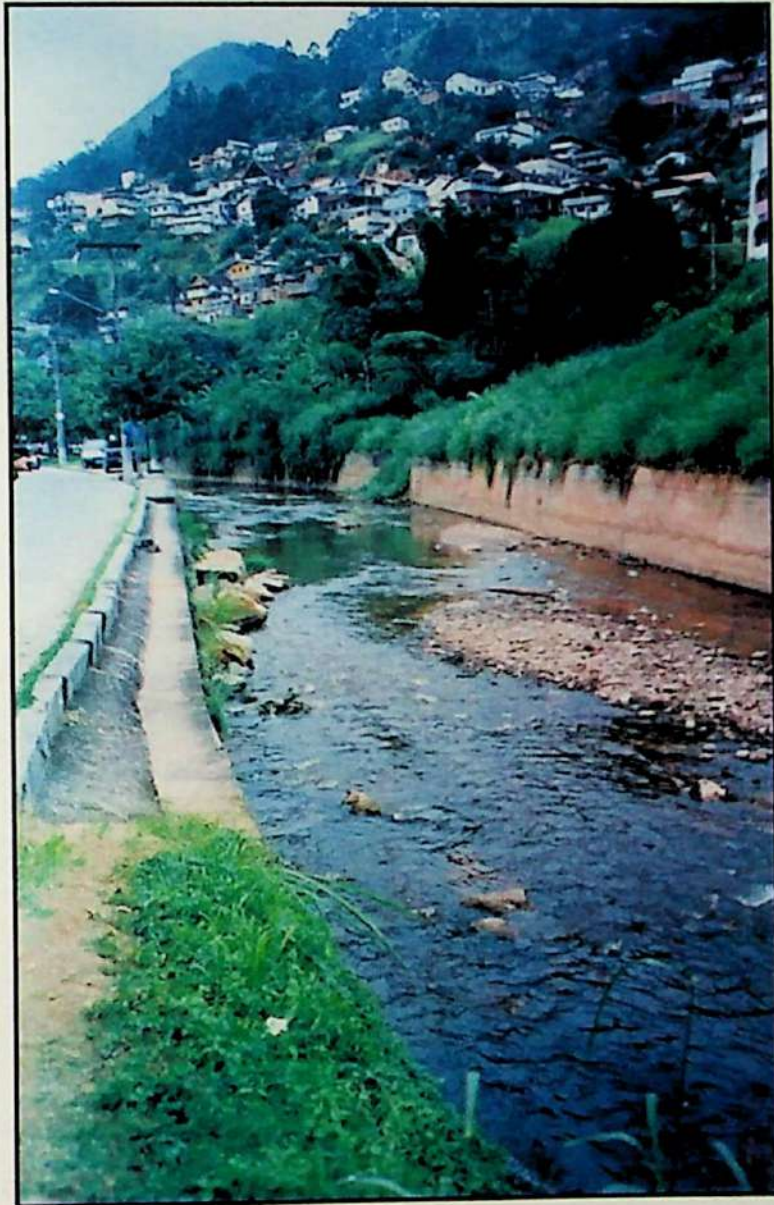


Figura 5.4.1 – Baixo curso do rio Itamarati, próximo à confluência com o rio Piabanha.

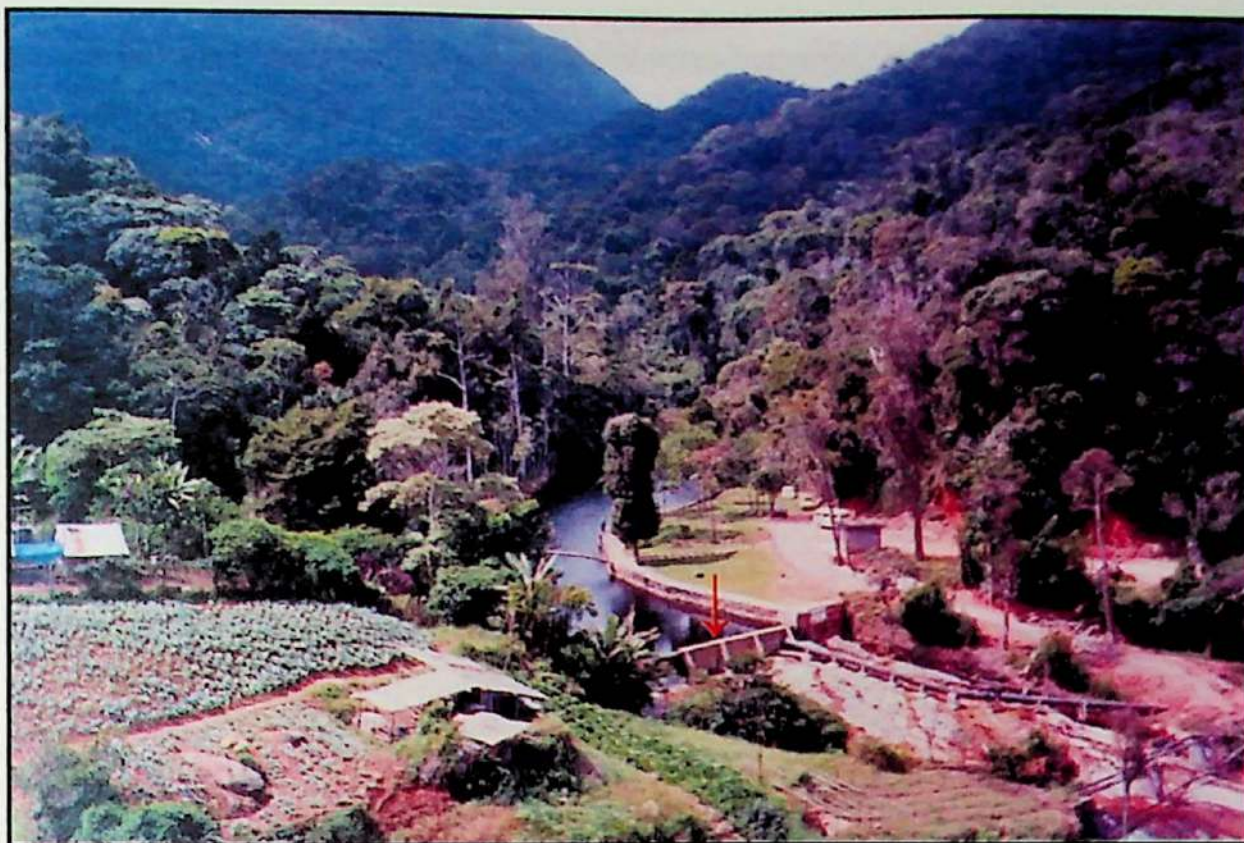


Figura 5.4.2 – Área de coleta do Ponto 1, à montante Parque Nacional da Serra dos Órgãos.

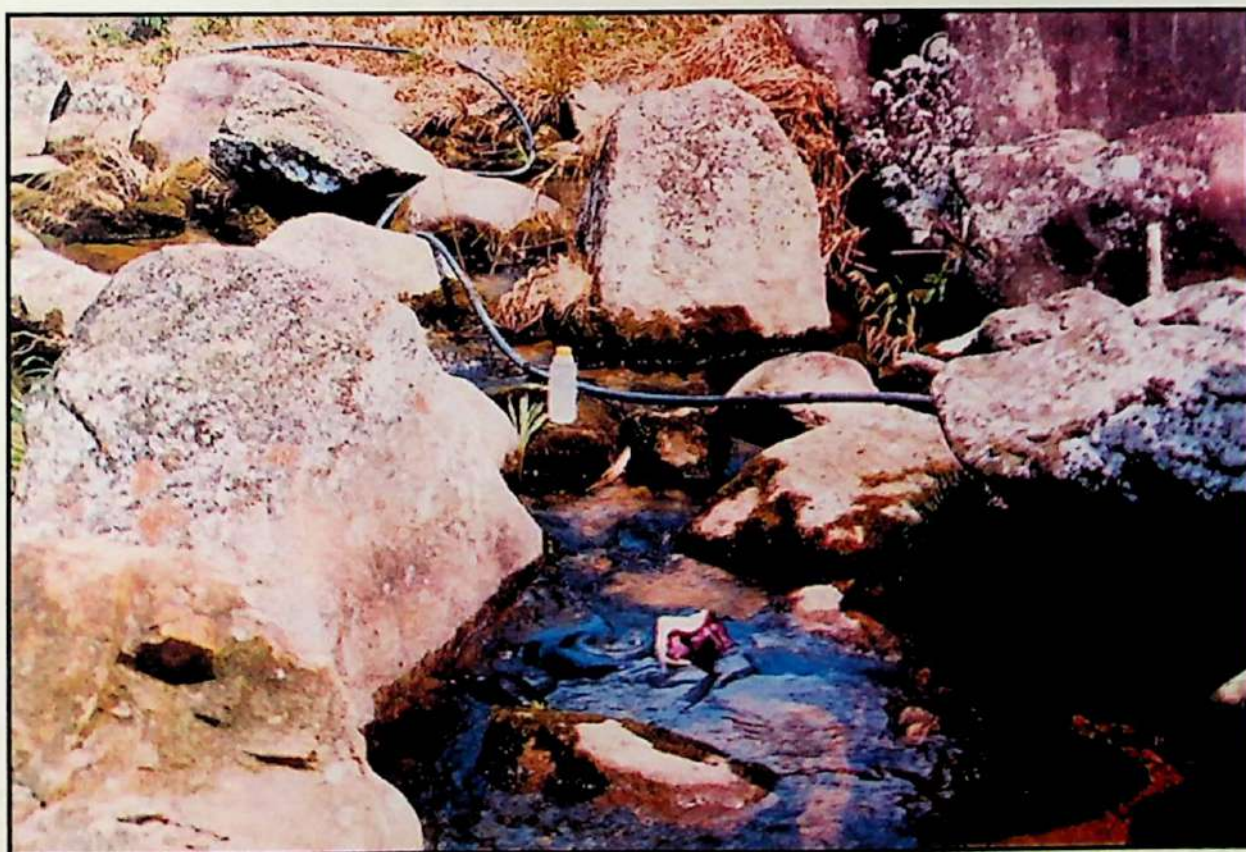


Figura 5.4.3 – Área de coleta da amostra de água no Ponto 2.

O Nitrito e o Nitrato são tóxicos aos seres humanos, sendo respectivamente 1 mg/l e 10 mg/l os teores máximos permitidos, tanto para água potável quanto para as águas de classes 1 a 4 (CONAMA, 1986). Os teores de Nitrito e Nitrato permaneceram abaixo dos limites em todas as amostras analisadas. Segundo Baird (2002), a comunidade científica mundial tem manifestado certa preocupação com o aumento dos níveis de nitrato (NO_3^-) na água potável, especialmente em áreas rurais, uma vez que as principais fontes deste NO_3^- são: o escoamento que ocorre de terras agrícolas para rios e riachos (em função do uso intensivo da terra), a concentração de oxidados de animais (esterco) e fertilizantes nitrogenados.



Figura 5.4.4 – Lixo e esgoto jogados no leito do rio e mangueiras de captação de água para irrigação.

O pH é o logaritmo negativo da concentração de íons de hidrogênio e pode indicar a toxidez de certos compostos (com metais pesados) em relação à vida aquática (Baird, 2002). Um potencial hidrogeniônico baixo pode provocar a solubilização e a liberação de metais dos sedimentos, alterar a concentração de fósforo e nitrogênio e ainda dificultar a decomposição da matéria orgânica. Em contrapartida, um

pH alto pode ser prejudicial no caso da fertirrigação, pela insolubilização de fertilizantes (Borges *et al*, 2002). De acordo com os limites estipulados pela Resolução CONAMA nº 20 (1986), os níveis de pH devem variar entre 6,0 a 9,0. Seguindo esses critérios, todas as amostras apresentaram-se dentro dos padrões normais.

A turbidez é causada pela presença de partículas (grosseira e coloidal) em suspensão. É medida pela dificuldade da luz em atravessar uma amostra, sendo a erosão dos solos uma das principais causas da turbidez (Branco, 1991). Na maioria das vezes, a turbidez está associada à quantidade de chuva que carrega sedimentos das margens para o interior dos corpos d'água. Este problema pode ser agravado pelo uso inadequado do solo. Durante os sete dias anteriores à coleta das amostras de água, registrou-se para a Bacia um valor de 3,8 mm de chuva, o que significa dizer que, em épocas de chuvas mais intensas, o grau de turbidez pode apresentar níveis maiores. As amostras coletadas nos cinco pontos não apresentaram valores altos de turbidez. Percebe-se que a turbidez no Ponto 5 (baixo curso do rio Itamarati) é a mais alta, pois recebe todo o aporte de material em suspensão da Bacia, além de ser a área mais urbanizada. Comparando-se os Pontos 3 e 4 (áreas de maior desenvolvimento agrícola), percebe-se que o acréscimo de sedimentos é maior no Ponto 3 (sub-bacia do Córrego do Caxambu). Mello (2000), em trabalho sobre uso do solo e qualidade da água nas microbacias dos rios Panela e Lambedor, verificou que a quantidade de matéria orgânica armazenada no solo influencia a turbidez da água, fazendo com que esta seja mantida ou reduzida em função do uso do solo. Como há pouca variação no conteúdo de matéria orgânica dos solos entre essas sub-bacias, conclui-se que o manejo do solo pode estar interferindo uma vez que no Ponto 4 (sub-bacia do Córrego da Ponte de Ferro), verificou-se, em boa parte das propriedades, uma preocupação mais acentuada quanto às práticas agrícolas utilizadas para conter o carreamento de sedimentos.

O parâmetro temperatura também é importante, uma vez que, o seu efeito sobre as características químicas da água decorre da influência que a mesma exerce sobre as reações químicas. A velocidade da reação química duplica para cada 10° C de aumento da temperatura, acelerando as reações que se relacionam com a atividade microbiana (Benetti e Bidone, 1997). As maiores temperaturas foram registradas nos Pontos 4 e 5. O Ponto 4 está localizado em uma das áreas de maior concentração agrícola, enquanto o

Ponto 5 está em área urbana, o que provavelmente explica as temperaturas mais altas decorrentes da maior atividade microbiana desses trechos.

A partir da análise dos dados citados é possível verificar que as amostras de água dos Pontos 1 e 2 apresentaram parâmetros físico-químicos dentro dos valores permitidos pelo CONAMA (1986) para a Classe 1. No ponto 3, apenas o teor de fósforo esteve acima dos padrões (Figura 5.4.5). No ponto 4 os valores de nitrogênio amoniacal e fósforo total mantiveram-se acima dos indicados pelo CONAMA (1986) (Figura 5.4.6). O último Ponto foi o mais crítico de todos, principalmente por estar localizado em área urbana, onde o aporte de resíduos doméstico e industrial são mais significativos. Segundo os parâmetros de qualidade da água estabelecidos pela Resolução nº 20 do CONAMA (1986), somente a água dos Pontos 1 e 2 seriam indicadas para irrigação de hortaliças consumidas cruas. As restrições nos demais Pontos resultam do lançamento de esgotos, lixos e resíduos das atividades agrícolas, frutos da ocupação desordenada e intensa na bacia. Este problema, no entanto, pode ser sanado a partir da adoção de tratamento dos efluentes doméstico e industrial e de práticas adequadas de manejo do solo que evitam o carreamento de sedimentos para dentro dos rios.

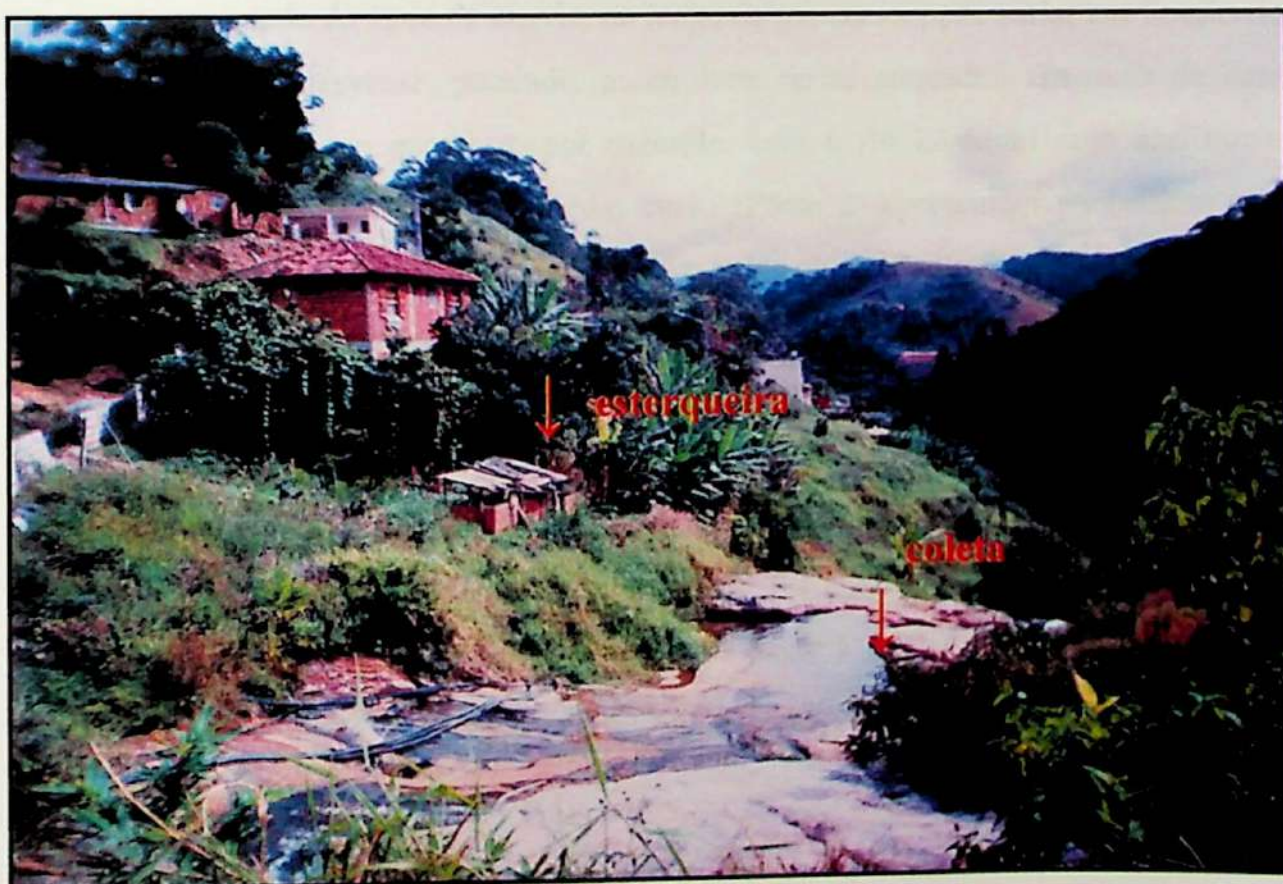


Figura 5.4.5 – Local de coleta da amostra de água no Ponto 3.



Figura 5.4.6 – Local de coleta da amostra de água no Ponto 4 (córrego da Ponte de Ferro).

A qualidade da água de um rio, ao longo de seu curso, pode variar em função do uso da área que atravesse, podendo, assim, esse rio se enquadrar em mais de uma classificação. É o que acontece, por exemplo, com o rio Itamarati cujo alto curso (representado pelo Ponto 1) e o médio curso (Ponto 2) apresentam parâmetros que permitem enquadrá-los na Classe 1 enquanto o baixo curso (Ponto 5) apresentaria teores de fósforo e nitrogênio amoniacal acima do permitido para todas as classes. Considerando-se os pontos 2, 3 e 4 (áreas agrícolas), somente o Ponto 2 estaria apto para irrigação das hortaliças que são consumidas cruas (Figura 5.4.7). Os demais apresentaram concentração de fósforo e/ou nitrogênio amoniacal acima do permitido pelo CONAMA (1986). Isso nos permite deduzir que a agricultura no médio curso do rio Itamarati (Ponto 2) está causando menos impacto à Bacia, pelo menos no que se refere ao uso de adubos, fertilizantes e despejo de resíduos domésticos, enquanto que o

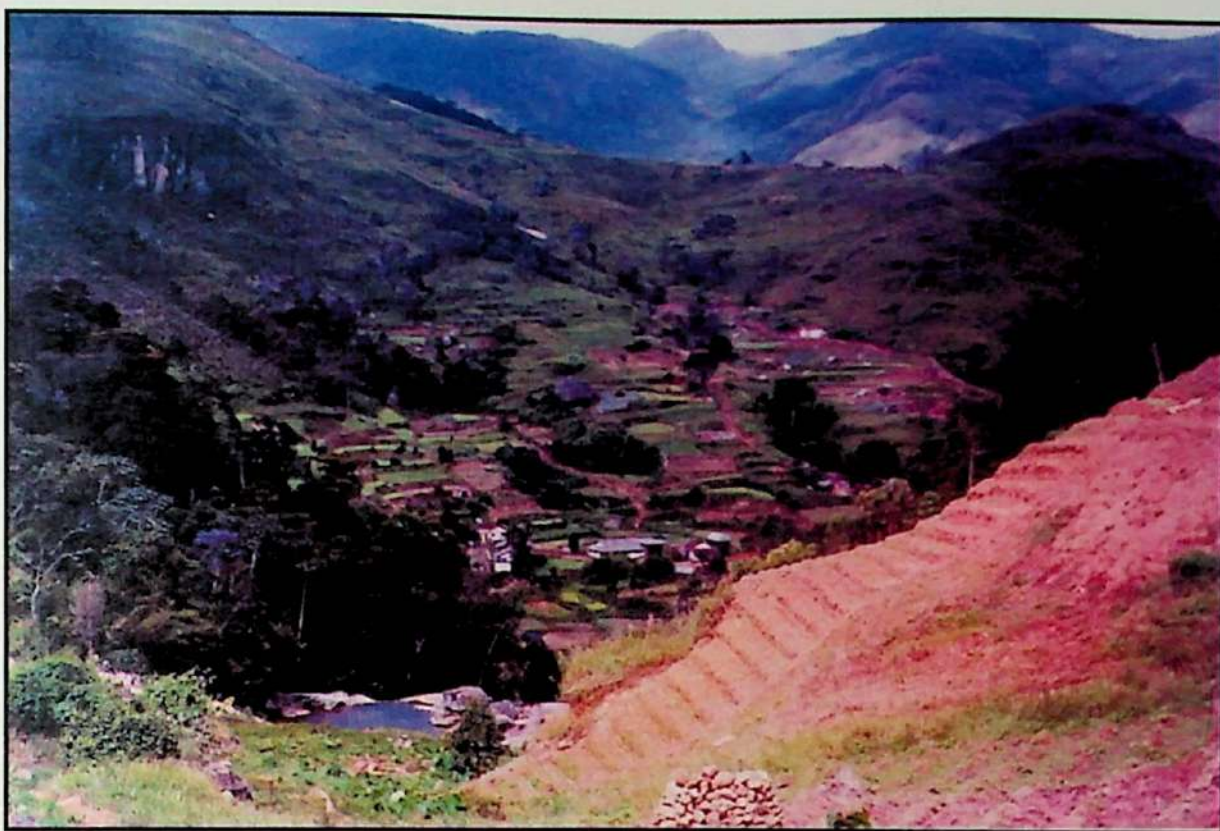


Figura 5.4.7 – Vista da área agrícola à montante do ponto 2 (médio curso do rio Itamarati).

uso agrícola na sub-bacia do Córrego da Ponte de Ferro é a que causa maior impacto a este curso d'água (Figura 5.4.8). O Ponto 3 (representado pela sub-bacia do Córrego do Caxambu) apresentou apenas pequena elevação no conteúdo de fósforo total, excedendo minimamente o valor estipulado pelo CONAMA (1986). No entanto, o que mais chamou atenção nos dados apresentados para este ponto foi o maior valor de turbidez, que pode confirmar as suspeitas de que para esta sub-bacia existe maior carreamento de material do solo, principalmente, por ter sido encontrado nesta sub-bacia um grande número de propriedades que utilizam o cultivo morro abaixo. Notadamente, quando o preparo do solo é feito no sentido do declive (morro abaixo), o processo erosivo é muito favorecido e acelerado.

Não se deve, no entanto, perder de vista que a qualidade da água de um rio varia no tempo e no espaço. Com o passar do tempo, à medida que se processa a ocupação humana de uma área, a tendência é diminuir a qualidade de seus corpos d'água, a menos que se tomem medidas de preservação e/ou de restrições de uso.



Figura 5.4.8 – Plantação às margens do Córrego da Ponte de Ferro (Ponto 4). A irrigação é realizada com água contaminada.

6. CONCLUSÕES

Na bacia do rio Itamarati, como em muitas outras áreas do município de Petrópolis, as pequenas propriedades agrícolas encontram-se, na maioria das vezes, em locais de relevo íngreme, em função do processo de ocupação intenso e desordenado do espaço físico e das próprias características físicas da região. O relevo da Bacia, predominantemente, montanhoso e escarpado apresenta fortes limitações quanto às possibilidades de uso do solo. A área de estudo, em geral, é explorada para agricultura, sem observância de cuidados especiais e manejo compatível com as características da Bacia, o que pode conduzir a sérios problemas ambientais.

As áreas agrícolas estão localizadas, principalmente, ao longo dos cursos do rio Itamarati, córrego do Caxambu, rio Três Pedras e córrego da Ponte de Ferro. Verificou-se que os agricultores não seguem um padrão quanto ao trecho da encosta utilizada, ou seja, tanto se cultiva em área de anfiteatro, quanto nos divisores de água ou na alta e baixa encostas.

Em função do tamanho pequeno das propriedades agrícolas, os agricultores são obrigados a explorar a terra com maior intensidade para obterem a mesma produção ou assegurar uma renda mínima frente à limitação de recursos disponíveis. Nesse sentido, o uso e conservação do solo e da água assumem maior importância. Em termos do manejo, concluiu-se que a prática agrícola mais utilizada é a linha de cultivo morro abaixo. Os terraços, construídos sem critérios técnicos adequados, também são comuns, principalmente, no córrego da Ponte de Ferro. Uma pequena parcela dos agricultores cultiva em curvas de nível ou utiliza cordões de vegetação. Apesar de técnicas nem sempre adequadas de manejo do solo, não registrou-se a ocorrência de erosão superficial acelerada, o que não descarta a possibilidade de ocorrência de erosão laminar, que age de forma menos perceptível, se comparada à erosão em ravinas e voçorocas. Acredita-se que, provavelmente, este fato esteja relacionado às propriedades físicas dos solos (estrutura,

consistência, porosidade, textura) que oferecem maior resistência à erosão. É aconselhável, para a bacia do rio Itamarati, buscar uma forma de manejo que mantenha a estabilidade das encostas, além de uma área florestada em torno da agrícola, o que aumentará a proteção natural do solo. Provavelmente, a utilização de cordões de vegetação permanente seja uma solução oportuna, uma vez que podem ser empregados com relativa segurança até a declividade de 60%. Outra vantagem desta prática é a utilização econômica das culturas utilizadas como cordão de vegetação, bem como o baixo custo de financiamento e manutenção dos cordões de vegetação.

Na produção de hortaliças foram observadas algumas irregularidades, como a utilização indiscriminada de agrotóxicos e a irrigação, realizada em muitas propriedades, com água poluída, principalmente nas sub-bacias do Córrego do Caxambu e Córrego da Ponte de Ferro, que ainda servem de local de despejo de lixo e esgoto. Não existe para a Bacia um sistema de saneamento de esgoto e coleta e disposição de lixo adequados, o que pode gerar consequências desastrosas como contaminação do solo, da água tanto superficiais quanto subsuperficiais, obstrução dos sistemas de drenagem e surgimento de focos de proliferação de doenças. As sub-bacias do Córrego da Ponte de Ferro e Córrego do Caxambu concentram a maior parte da atividade agrícola da bacia do rio Itamarati, o que explica as concentrações de fósforo e nitrogênio amoniacal acima do limite permitido em lei nas mesmas. O fósforo e o nitrogênio amoniacal são encontrados, basicamente, no esterco de galinha, que é o tipo de adubo mais utilizado e nos resíduos de esgoto doméstico. Com base nos resultados obtidos nas análises das amostras de água foi possível concluir que somente a água da represa (alto curso do rio Itamarati) e do médio curso do rio Itamarati poderiam ser utilizadas para irrigar as plantações de hortaliças que são consumidas sem cozimento. A água coletada no rio Itamarati, já em área urbana e próximo à confluência com o rio Piabanha, foi a de pior qualidade, não sendo indicada nem mesmo à navegação, à harmonia paisagística ou aos usos menos exigentes.

De acordo com as respostas obtidas com o questionário, foi possível constatar que os agricultores locais não têm uma visão perceptiva do espaço geográfico e dos impactos ambientais que estão sujeitando o ambiente em que vivem. A grande maioria desconhece que suas propriedades estão inseridas na APA Petrópolis e muito menos conhecem quais as

regulamentações para uma Área de Proteção Ambiental. A falta de compreensão e percepção sobre as ações humanas podem intensificar o processo de exploração dos recursos naturais e como consequência provocar um desequilíbrio sobre o funcionamento desses sistemas naturais. É necessário, portanto, que a sociedade reflita sobre como suas ações podem interferir no meio ambiente e o que fazer para que a interferência cause o menor impacto possível. Nesse sentido o uso e manejo adequado do solo e da água devem considerar as variáveis ecológicas e sócio-econômicas que interferem na tomada de decisão dos agricultores, dando a eles a liberdade de escolha entre as opções tecnológicas resultantes de qualquer que seja a pesquisa. Para alcançar êxito, o trabalho deve buscar compatibilizar os interesses de pesquisadores ambientalistas, universidades, poder público e as necessidades e experiência dos próprios agricultores.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALLISON, F.E. (1973). *Soil Organic Matter and its Role in Crop production*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam,. In: GUERRA, A.J.T. (1995). Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 472p.
- ALVES, C.S. (1998). Planejamento Conservacionista. Boletim Didático – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina 31p.
- ALVES, M.C. (1992). Sistemas de rotação de culturas com plantio direto em Latossolo Roxo; efeito nas propriedades físicas e químicas. Piracicaba,. 173p. Tese.
- AMARAL, N.D. (1994). Noções de Conservação do Solo. 2ª ed. São Paulo: Nobel.
- BAIRD, C. (2002). Química Ambiental. 2ª edição. Porto Alegre. Bookman.
- BARROS, R.C. (1994). Análise das Principais Propriedades do Solo e suas Implicações na erosão, em Três Encostas do Município de Petrópolis – RJ. Rio de Janeiro (Monografia de Graduação). Dpto. de Geografia, UFRJ, 73p.
- BASINELLO, A.I., FURLANI NETO, V.L. e MACEDO, N. (1989). Implicações Agrícolas e Industriais da Colheita da Cana Crua. Araras, Universidade Federal de São Carlos 47p. (Mimeo).
- BENETI, A. e BIDONE, F. (1997). O Meio Ambiente e os recursos Hídricos. In: Hidrologia: Ciência e Aplicação. TUCCI, C. (org.). Ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- BERTONI, J. , PESTANA, F.I. LOMBARDI NETO, F. e BENATTI JUNIOR, R. (1972). Conclusões Gerais das pesquisas sobre Conservação do Solo do Instituto Agrônomo. Campinas, SP. Instituto Agrônomo, 56p. (Circular, 20).
- BERTONI, J. e LOMBARDI NETO, F. (1999). Conservação do solo. 4ª ed. Ícone, São Paulo. 355p.

- BIGARELLA e MAZUCHOWSKI (1985). Visão Integrada da Problemática da Erosão. Associação Brasileira de Geologia e Engenharia – ABGE. Maringá - PR, 331p.
- BOARDMAN, J. (1999). Prefácio. *In: Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações*. GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340p.
- BORGES, M.J. , GALBIATTI, J.A. (2002). Variação na DQO e nos Teores de Nitrogênio, Nitrito e Nitrato na Água, em função do lançamento de Efluente Doméstico (Esgoto) no Córrego Jaboticabal, SP.
- BOTELHO, R.G.M. (1996). Identificação de Unidades Ambientais na Bacia do Rio Cuiabá (Petrópolis – RJ) visando o Planejamento de Uso do Solo. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, UFRJ/PPGG, 114p.
- BOTELHO, R.G.M. (1999). Planejamento Ambiental em Microbacia Hidrográfica *In: Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações*. GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340p.
- BOTELHO, R.G.M. e SILVA, A. S. da (2004). Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. A.C. VITTE e A.J.T. GUERRA (orgs.) – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil pp. 153-192. *In: Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil*. A.C. VITTE e A.J.T. GUERRA (orgs.) – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil pp. 129-152.
- BRANCO, S.M. (1991). Hidrologia Ambiental. A Água e o Homem. São Paulo. Editora Universidade de São Paulo. Associação Brasileira de Recursos Hídricos.
- BRASIL. (1980) Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. Divisão de Controle de Recursos Hídricos. Bacia do Rio Paraíba do Sul; dados pluviométricos mensais atualizados até 1977. Brasília, DF.
- BRASIL. (1987). Ministério da Agricultura. Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas. Brasília 32p.

- BULL, D. e HATHAWAY, D. (1986). *Pragas e Venenos: Agrotóxicos no Brasil e no Terceiro Mundo*. Editora Vozes/Oxfam/Fase Petrópolis, RJ.
- CANELLAS, L.P. (1995). *Efeitos de Práticas de Manejo da Lavoura de Arroz Irrigado sobre a Produção e a Qualidade Industrial dos Grãos*. Rio de Janeiro, Depto. de Solos, UFRRJ (Dissertação de Mestrado).
- CASSOL, E.A. (1998). Erosão do Solo. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v.20 (3) p. 125-128.
- CASTRO FILHO, C. HENHLAIN, J.C., VIEIRA, M.J., CASÃO JUNIOR, R. (1991). Tillage Methods and soil and Water Conservation in Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 20, p. 271-283.
- CATI (2001). Programa de Segurança e Saúde do Trabalhador Rural. *In*: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral. Projeto: Segurança e Saúde do Trabalhador Rural. Disponível em URL: www.cati.sp.gov.br.
- CERRI, C.C. e MORAES, J.F.L. (1992). Conseqüências do Uso e manejo do Solo no Teor de Matéria Orgânica. *In*: Encontro sobre Matéria Orgânica do Solo, Botucatu. Anais... Botucatu: UNESP p.26-36.
- CONAMA (1986). Resolução nº 20
- DASHEFSKY, H.S. (1997). *Dicionário de Ciências Ambientais – guia de A a Z*. Editora Gaia, São Paulo.
- DE DIASI, M. (1970) Carta de declividade de vertentes: confecção e utilização. *Geomorfologia*, São Paulo, Instituto de Geografia, 21, 8-13, 1970.
- DREES, L.R., KARATHANASIS, A.D., WILDING, L.P. e BLEVINS, R.L. (1994). Micromorphological characteristics of long-term no-till and conventionally tilled soils. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 58:508-517
- ELLEMBERG, H. e MILLER-DOMBOIS, D. (1996). *Tentative Physiognomic Ecological Classification of Plant Formations of the Earth. Bericht Uber des Geobotanische Institut*. Rubel, Zurich, 37:21-55.

- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1997). Manual de métodos de análise de solo. 2ª edição. Rio de Janeiro. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (1999). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília e Rio de Janeiro, 412p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. (1995) Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos. H.G. dos Santos (*et al*), Brasília, 101p.
- EMMERICH, W.E., COX, J.R. (1994). Changes in surface runoff and sediment production after repeated rangeland burns. Soil Sci. Soc. Am. J. 58:199-203
- EVANS, R. (1980) Mecanismos de la erosión hídrica y sus controles espaciales e temporales: un punto de vista empírico. In: Kirkby, M. e Morgan, R. (orgs.) Erosión de Suelos.
- FELDENS, L.P. (1981). Conservação de Solos em Pequena Propriedade. II Simpósio de Conservação de Solos do Planalto, Passo Fundo –RS 168-175p.
- FELÍCIO, H. (1997). Reuso da água. Abordagem. São Paulo, Ver. DAEE - SABESP, 167p.
- FREITAS, P.L. E KERR, J.C. (1996). As pesquisas em microbacias hidrográficas: situação atual, entraves e perspectivas no Brasil. In: *Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas*. Celso Castro Filho e Osmar Muzilli (eds.), Anais do Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo, 8, 1990, Londrina, IAPAR, 43-57.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO, Rio de Janeiro, RJ. Indicadores Climatológicos do estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1978, 155p.
- GALETI, Paulo Anestar "*Conservação do Solo - Reflorestamento - Clima*". Instituto Campineiro de Ensino Agrícola. Campinas, SP. 2ª ed. 1973. 280p.

- GONÇALVES, L.F.H. (1998). Avaliação e diagnóstico da distribuição espacial e temporal dos movimentos de massa com a expansão da área urbana em Petrópolis – RJ. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, UFRJ/PPGG, 169p.
- GONÇALVES, L.F.H. (1998). Avaliação e diagnóstico da distribuição espacial e temporal dos movimentos de massa com a expansão da área urbana em Petrópolis – RJ. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro, UFRJ/PPGG, 169p.
- GONÇALVES, L.F.H. e GUERRA A.J.T.(2004). Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis (Rio de Janeiro). In: *Impactos Ambientais Urbanos no Brasil*. A.J.T. GUERRA e S.B. CUNHA (orgs.). Rio de Janeiro, Bertrand Brasil pp. 189-252.
- GOULART, D.R. (1998). Diagnóstico da Erosão dos Solos da Microbacia do rio Bonfim, Corrêas, Distrito de Cascatinha, Petrópolis-RJ. Exame de Qualificação. PPGG/UFRJ. Rio de Janeiro.
- GUERRA, A.(1995). Catastrophic Events in Petrópolis City (Rio de Janeiro State), between 1940 and 1990. *GeoJournal*. 37(3): 349-354.
- GUERRA, A.J.T. (1998). Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) *Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 472p.
- GUERRA, A.J.T. (1999) O início do processo erosivo. In: *Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações*. GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340p.
- GUERRA, A.J.T. e BOTELHO, R.G.M. (1998). Erosão dos Solos. In: CUNHA, S.B. e GUERRA, A.J.T. (orgs.) *Geomorfologia do Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 392p.
- HESSE, P.R. (1971) *A Textbook of Soil Chemical Analysis*. London, John Murray Publishers Ltd, 520p.
- IBAMA/Instituto ECOTEMA (1997). Plano de Gestão: Área de Proteção Ambiental da Região Serrana de Petrópolis – APA Petrópolis; convênio N° 40/96. – Petrópolis:IBAMA/ECOTEMA 76p.

- JORGE, J.A. (1983). Solo – Manejo e Adubação. 2ª edição. São Paulo: Nobel, 263p.
- KOHNKE, H. (1968). Soil Physics, MacGraw-Hill Book Company. Nova Iorque, 224p.
- LAL, R. (1982) Management of clays soils for erosion control. Tropical Agric., 59(2) 133-138.
- LANI, J.L., RESENDE, S.B., RESENDE, M. (1995). Ecossistema Agrícola da Microbacia do Córrego da Brisa – Alegre, Espírito santo. R. Ceres, 42 (239): 25-37.
- LEMOES, R.C e SANTOS, R.D. (1996) Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3ª edição. Campinas, 83p.
- LEPSCH, I.F. (1980). Solos – Formação e Conservação. Ed. Melhoramentos, São Paulo. 160p.
- LEPSCH, I.F. (2002). Programa Integrado de Pesquisa Solo e Clima. São Paulo, SP 33p.
- LOMBARDI NETO, F. (1994). Práticas de Manejo e Conservação do Solo. In: Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 10, Florianópolis – SC, 111-119.
- LOMBARDI NETO, F.; ROCHA, J.V. E BACELAR, A.A.A. (1995). Planejamento agroambiental da microbacia hidrográfica do ribeirão Cachoeirinha – município de Iracemápolis, SP, utilizando um Sistema de Informação Geográfica. In: *Simpósio Nacional de Controle de Erosão*, 5, Bauru, 257-259.
- MAFRA, N.M.C. (1999). Erosão e Planificação de Uso do Solo. In: *Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações*. GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340p.
- MARQUES, J.Q.A. (1950). Conservação do Solo em Cafezal. Bletim da Superintendência dos Serviços do Café, São Paulo, 234p.
- MELLO, N.A. (2000). Uso do Solo e Qualidade da Água nas Microbacias dos Rios Panela e Lambedor. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.

- MENDOZA, H.N. (1996). Efeitos de Sistemas de Colheita dos Canaviais sobre Propriedades Químicas e Biológicas em Solos de Tabuleiro do Espírito Santo. Rio de Janeiro, Depto. de Solos, UFRRJ (Dissertação de Mestrado).
- MITCHELL, J.K. (1976). Fundamentals of Soil Behavior. In: John Wily Sons, New York, 422p.
- MOREIRA, C.R., SIQUEIRA, M.M., TAVARES, M.H.F., MACIEL, D.S. (2003). Influência da Adubação Orgânica Sobre Algumas Propriedades Físicas do Solo. XXIX Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Solo: Alicerce dos Sistemas de Produção. Ribeirão Preto – SP.
- MOREIRA, L.F. (1995). Diagnóstico dos Problemas Ecotoxicológicos Causados pelo Uso de Inseticida na Região Agrícola de Viçosa – MG. Viçosa, MG: UFV. 95p. – M.Sc. – Universidade Federal de Viçosa.
- MORGAN, R.P.C. (1986). *Soil Erosion: Topics in Applied Geography*. Longman, Londres.
- MUNSELL COLOR COMPANY. (1954). *Munsell Soil Color Charts*. Baltimore.
- MUZILLI, O. (1993). Recuperação e Manejo do Solo em Áreas de Cultivo Intensivo. XXIV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Cerrados: Fronteira Agrícola no Século XXI. Resumos vol. I. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Goiânia – Goiás.
- NIMER, E. (1989) Climatologia do Brasil. IBGE – Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais, Rio de Janeiro -RJ, 2ª edição, 421p.
- NOLLA, D. (1990). Sistemas de Culturas Adaptadas a Produtividade do Milho e a Conservação do Solo. Santa Maria, RS.. Bibliography p.84 – 92; 16 tabletes; 16 illus; Sumaries (En, Pt).
- O Globo (2004). As vítimas do agrotóxico. Caderno Economia. 29 de agosto de 2004 – 2ª edição pp. 37 – 39.
- OLIVEIRA, A.U. (2003). Barbárie e Modernidade: As transformações no Campo e o Agronegócio no Brasil. Terra Livre, ano 19 v. 2 nº 21, São Paulo p. 113-156.

- OLIVEIRA, J.B. (1992). Classes Gerais de Solos do Brasil: Guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal 2ª ed. FUNEP, 201p.
- OLIVEIRA, L. e MACHADO, L.M.C.P. (2004). Percepção, Cognição, Dimensão Ambiental e Desenvolvimento com Sustentabilidade.
- PACHECO, A.C.C.S. (1997) Elaboração de cartas de declividade e eficiência de suas propostas metodológicas como instrumento ao estudo do meio físico: em área de relevo montanhoso. Monografia. Rio de Janeiro: UFRJ. 98p.
- PENHA, H.M.; FERRARI, A.L.; JUNHO, M.C.B.; SOUZA, S.L.A. e BRENNER, T.L. (1981) Relatório Final - Folha Itaipava – Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Departamento de Recursos Minerais / departamento de geologia (UFRJ). Niterói. 177p.
- PENHA, H.M.; FERRARI, A.L.; JUNHO, M.C.B.; SOUZA, S.L.A. e BRENNER, T.L. (1981) Relatório Final - Folha Petrópolis – Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro. Departamento de Recursos Minerais / departamento de geologia (UFRJ). Niterói. 177p.
- PICCININ, J.L., ESPÍNDOLA, C.R., TORRES, E. (2000). Condições Morfoestruturais e Estabilidade dos Agregados do Solo sob Sistema de Semeadura Direta e Preparo Convencional. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.
- PINHEIRO DA SILVA, S.C. (2005). Análise dos mapas de uso e cobertura do solo e declividade na Bacia do rio Itamarati, Petrópolis (RJ), como subsídio a estudos futuros de conservação do solo. Monografia. Rio de Janeiro: UFRJ. 60p.
- PRADO, H. do (1995). Manual de Classificação de solos do Brasil. 2ª ed. Jaboticabal: FUNEP 197p.
- PRIMAVESI, A. (1984). Manejo Ecológico do Solo: Agricultura em Regiões Tropicais. São Paulo: Nobel, 1984.
- PRINZ, D.; PALMIERI, F.; NÚÑEZ, J.E.V.; KUNZMANN, M.; EIRA, P.A.; GOUVEIA, R.F.; COELHO, R.G. (1998). Avaliação da perda de solo para diferentes manejos do solo no município de Paty do Alferes, RJ – Um aspecto do Projeto DESUSMO. *In*:

Conferência Internacional de Agricultura Sustentável em Regiões Montanhosas Tropicais e Subtropicais com Especial Referência para a América Latina. CD ROOM SATHLA – Tópico 2 Gerenciamento de Recursos Naturais, pp. 12-17.

PROCHNOW, D. ,WENDLING, A., FOLETTTO, F.L., AMADO, T.J.C., BRUM, A.C., WENDLING, B. (2000). Perdas de Solo e Água em Sistemas Conservacionistas de Produção de Milho. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.

PROJETO RADAMBRASIL (1983), Vol. 32, 191-195.

RAIJ, B.V. (1991). Fertilidade do Solo e Adubação. Campinas. Editora Agronômica Ceres Ltda, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato 217p.

REUNIÃO DE CLASSIFICAÇÃO, CORRELAÇÃO E INTERPRETAÇÃO DE APTIDÃO AGRÍCOLA DE SOLOS (1979) Rio de Janeiro, Anais ... Rio de Janeiro, EMBRAPA-SNLCS/SBCS 276p.

RHEIHEIMER, D.R.S., GONÇALVES, C.S., KIST, S.L., MOTERLE, D.F., PELLEGRINI, J.B.R. (2001). Monitoramento da Qualidade de Água do Arroio Lino, Nova Boêmia, Agudo, R.S. Santa Maria: Depto. de Solos/UFSM, 113p. (Relatório Técnico).

RIZZINI, C.T. (1979). Trato de Fitogeografia do Brasil. São Paulo, USP, v. 2, p.65-73.

SÁ, I.M. de e CRESTANA, S. (2000). Produção, uso de Agroquímicos e saúde: Desafios para a Qualidade da Vida Rural. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.

SALOMÃO, F.X.T. (1999) Controle e prevenção dos processos erosivos. *In*: Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações. GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340p.

SANCHEZ, M. C. (1993) A propósito das cartas de declividade. *In*: Simpósio de Geografia Física Aplicada, São Paulo, v.1, 311-314 pp.

SANTA CATARINA (1994). Secretaria de Estado da Agricultura e Abastecimento. Manual de uso, manejo e conservação do solo e da água: projeto de recuperação,

- conservação e manejo dos recursos naturais em microbacias hidrográficas. 2ª ed. verificada, atualizada e ampliada. Florianópolis-SC: EPAGRI, 384p.
- SANTOS, J.A.G. (2000). Poluição do Solo e da Água. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.
- SIDIRAS, N. e PAVAN, M.A. (1985). Influência do Sistema de Manejo do Solo no Seu Nível de Fertilidade. R. bras.Ci. Solo, Campinas, v.3 p.249-254.
- SILVA, A.S. (1997). Comportamento físico e erosão dos solos em uma topossequência em Corrêas (Petrópolis – RJ). Dissertação de Mestrado PPGG/UFRJ. 63p.
- SILVA, A.S. da (1999) Análise Morfológica dos Solos e Erosão. *In*: Erosão e conservação dos solos – conceitos, temas e aplicações. GUERRA, A.J.T.; SOARES DA SILVA, A. e BOTELHO, R.G.M. (orgs.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 340p.
- SILVA, I. de F. e MIENINICZUK, J. (2000). Avaliação do estado de Agregação do Solo Afetado pelo Uso Agícola. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.
- SILVA, J.G. (2001). Distribuição do Horizonte A Húmico ao Longo de uma Encosta na Bacia do Córrego da Manga Larga (Itaipava – Petrópolis – RJ). Rio de Janeiro (Monografia de Graduação). Dpto. de Geografia, UFRJ, 61p.
- SILVA, J.R., LACERDA, N.B., SILVA, F.J. (2000). Eficiência do Plantio Direto em Relação ao Preparo Convencional no rendimento do Algodão em Solo Aluvial sob Diferentes Tipos e Doses de Adubos Orgânicos. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.
- SPOSITO, M.E.B. (1994) Capitalismo e urbanização. 5ª edição – São Paulo: Contexto.
- TAVARES, N.P. (1987) O relacionamento morfopedogênico em uma seção transversal ao Vale do Caxambu Pequeno no município de Petrópolis-RJ. Dissertação de Mestrado PPGG/UFRJ. 173p.
- TOSTO, S.G., MACEDO, J.R., CAPECHE, C.L., PALMIERI, F., MELO, A.S., LIMA W. (2000). Avaliação dos Custos de Produção em Função da adoção de Técnicas Agronômicas Conservacionistas de Solo e Água em Cultivo de Tomate – Paty do

Alferes, R.J. XIII Reunião Brasileira de Manejo e Conservação do Solo e da Água. Ilhéus - Bahia.

TUKELBOOM, F.; POESEN, J.; OHLER, I.; VAN KEER, K.; ONGPRASERT, S. e VLASSAK, K. (1997). Assessment of tillage erosion rates on steep slopes in northern Thailand. *Catena* 29 pp. 29-44.

URI, N.D. (1998). *Trends in the use of conservation tillage in US agriculture. Soil use and Management*, 14, 111-116.

VIEIRA, S.R. (1996). Delineamento Experimental e Análise Estatística na Pesquisa em Conservação do Solo. Summaries (En, Pt); 13 ref.; 6 illus. Apresentado no 8º Congresso Brasileiro e Encontro Nacional de Pesquisa sobre Conservação do Solo. Londrina, PR . 22-29. In: Castro Filho, C. de. Manejo Integrado de Solos em Microbacias Hidrográficas. Londrina, PR .

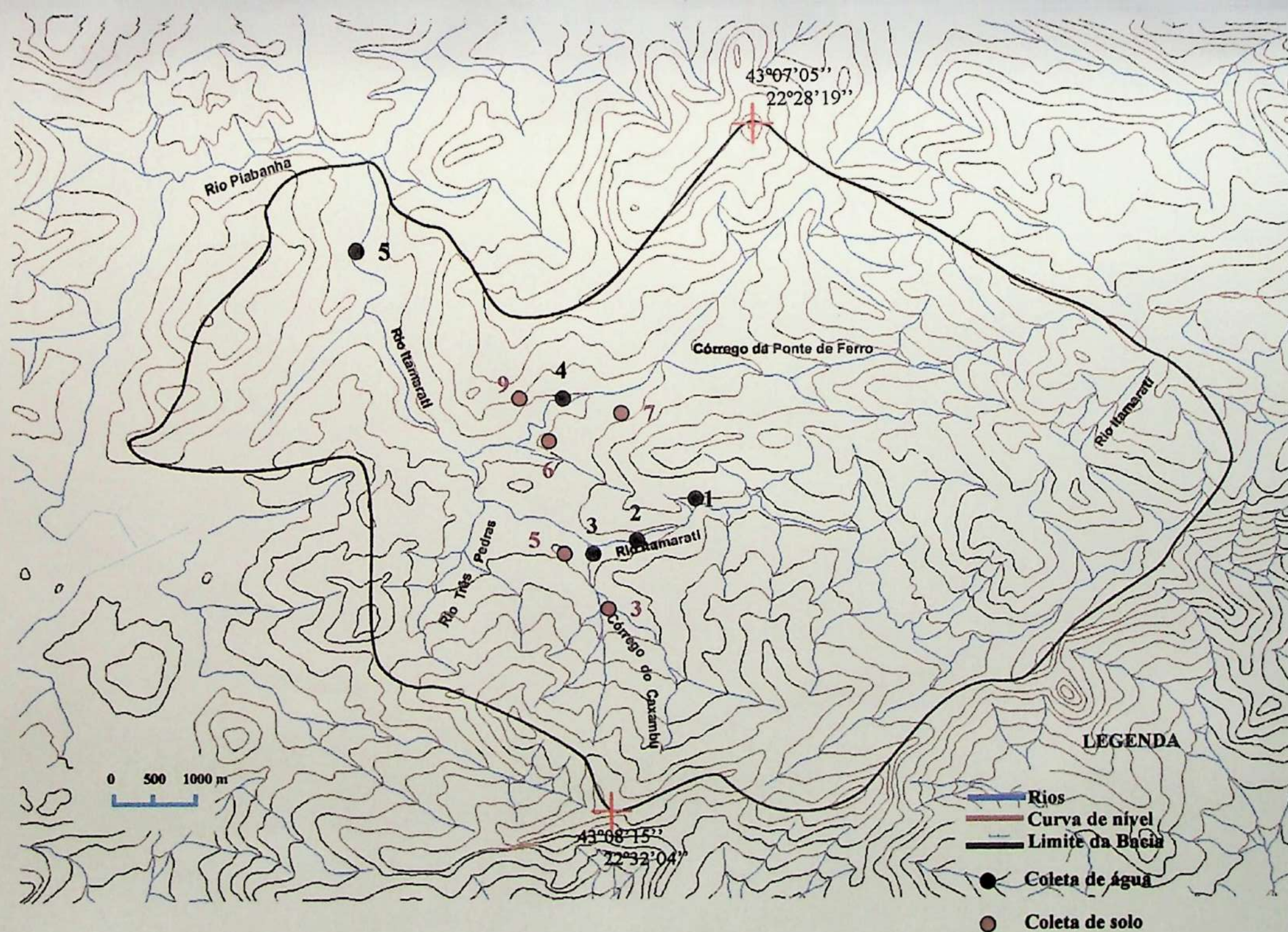
XAVIER DA SILVA, J. (1998) Geomorfologia e Geoprocessamento In: GUERRA, A.J.T. e CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. 2ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 472p.

ZENKER, R. (1981). Conservação do Solo, terraços, cordões vegetais. Boletim Didático – Empresa de Pesquisa Agropecuária e Difusão de Tecnologia de Santa Catarina 24p.

www.ambientebrasil.com.br (2004). Boletim Informativo Através de URL. Acesso em 28 outubro de 2004.

www.cnps.embrapa.br (2005). Mapeamento Pedológico. Acesso em 22 de janeiro de 2005.

ANEXO 1



Mapa de localização dos pontos de coleta das amostras de solo e água da bacia do rio Itamarati.