

VISÃO SISTÊMICA COMO SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO
AGRO-AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO
FONSECA NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ

BRAZ CALDERANO FILHO

2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**VISÃO SISTÊMICA COMO SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO
AGRO - AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO
FONSECA NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO - RJ**

BRAZ CALDERANO FILHO

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós - graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO PLANEJAMENTO E GESTÃO AMBIENTAL

Rio de Janeiro

2003

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO
CENTRO DE CIÊNCIAS MATEMÁTICAS E DA NATUREZA
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**VISÃO SISTÊMICA COMO SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO
AGRO - AMBIENTAL DA MICROBACIA DO CÓRREGO FONSECA
NO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO- RJ**

BRAZ CALDERANO FILHO

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós - graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M.Sc.)

Aprovada por


Mauro Sérgio Fernandes Argento, D.Sc.
(Presidente)

Antônio José Teixeira Guerra, Ph. D.
(Instituto de Geociências/UFRJ)


Francesco Palmieri, Ph. D.
(Centro Nacional de Pesquisa de Solos/EMBRAPA)

Rio de Janeiro

2003

FICHA CATALOGRÁFICA

CALDERANO FILHO, BRAZ.

Visão Sistêmica como Subsídios ao Planejamento Agro-Ambiental da Microbacia do Córrego Fonseca em Nova Friburgo - RJ. Braz Calderano Filho. Rio de Janeiro: UFRJ, 2003.

XIV, 227p. 29,7cm

(Instituto de Geociências - UFRJ. M.Sc., Programa de Pós - graduação em Geografia, 2003).

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências.

1. Visão sistêmica. 2. Diagnóstico agroambiental. 3. Microbacias. 4. Subsistemas ambientais. 5. Unidades ambientais. 6. Sustentabilidade agrícola. 6. Degradação ambiental. 7. Qualidade ambiental. 8. Planejamento ambiental. 9. Uso e manejo do solo e água.

I .IG/UFRJ.

II .TÍTULO (série).

Dedico
À Francisco e Victória, a
Angela e aos meus pais.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, motivo da minha existência;

Aos meus familiares e ao meu pai, em memória;

À EMBRAPA pelo afastamento concedido e oportunidade de realização deste trabalho. Em especial a chefia do CNPS (Dr. Doracy Pessoa Ramos e Dr. Celso Vainer Manzatto), pelo apoio à elaboração desta dissertação através da liberação das minhas atividades como funcionário para a conclusão deste trabalho. E ao DOD pelo apoio fornecido;

Ao Dr. Mauro Sérgio F. Argento, orientador e amigo, por ter me permitido trabalhar nesse projeto, os promissores encontros e tratamento amistoso, serão sempre lembrados;

Ao Professor Dr. Antônio José Teixeira Guerra, co-orientador, amigo e grande incentivador, cujo apoio, compreensão e presteza nos momentos de dúvidas foram essenciais na realização deste trabalho;

Ao Dr. Francesco Palmieri, conselheiro acadêmico, pesquisador da Embrapa, por sua valiosa ajuda, atendimento prestativo, sugestões valiosas desde as etapas iniciais dessa jornada e suporte fornecido, sem os quais esta pesquisa tornar-se-ia ainda mais difícil.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Geografia da UFRJ, Drs. Júlia Adão, Maurício de Abreu, Ana Luiza e Paulo Menezes pelos ensinamentos. Em especial as professoras Dras. Sandra Batista Cunha e Iná Elias de Castro pela simpatia, ensinamentos valiosos e pronto atendimento e ao professor Dr. Roberto Lobato Corrêa cuja didática e raciocínio preciso, não só abrilhantava as aulas ministradas, como ajudou-me a clarificar as idéias, principalmente nas conversas e “minutinhos” extra aula, durante o trajeto de volta para casa.

Aos funcionários e colegas deste curso pelo convívio nestes anos; aos colegas do Lagesolos e a todos os outros, que de certa forma, contribuíram para o meu aprimoramento profissional.

Aos colegas do laboratório de solos, água e planta, Marcelo, Rojane e Daniel, pela ajuda. Em especial a Viviane Escalera pela simpatia, e realização das análises em amostras de água e sedimentos.

Aos colegas Paulo Emílio F. da Motta, José Francisco Lumbreras, Maria de Lourdes Mendonça, Sérgio Gomes Tosto e João Roberto Correia pelo apoio, pronto atendimento e companheirismo.

À Aline da Silva do Lagesolos, pela revisão do ABSTRACT, ao Roberto Arnaldo Trancoso o (Beto) do laboratório de pedologia, pela ajuda no MDT.

Ao Seu Jamiro, Aderaldo e familiares, pelo apoio e amizade, e a todo pessoal da microbacia do Córrego Fonseca que se tornaram amigos de grande hospitalidade.

RESUMO

Buscando conhecer a capacidade de suporte dos recursos solo/água, as alterações sofridas pelo sistema ante o impacto das atividades produtivas e suas repercussões e influências sobre a qualidade do ambiente e o regime hídrico, estabeleceu-se uma metodologia interagindo a abordagem sistêmica com o diagnóstico agroambiental, visando fornecer subsídios para o planejamento agroambiental da Microbacia, mediante o estudo sistêmico de seu meio físico. A metodologia de execução do trabalho enfatiza três diretrizes básicas: a geração do diagnóstico ambiental em escala compatível e que desse respaldo à análise a nível de pequena propriedade agrícola, a caracterização, avaliação e análise sistêmica e a geração de uma base de dados ambientais (BDE) a ser disponibilizada a comunidade, a caracterização, avaliação e análise sistêmica do meio físico e a avaliação das potencialidades ambientais e sugestão de um conjunto de medidas agroambientais. O estudo compreende uma primeira etapa de caracterização dos componentes ambientais e identificação dos atuais padrões de manejo dos solos, seguido de uma etapa de avaliação e elaboração de uma proposta de manejo, onde procurou sugerir cuidados relativos ao uso e manejo do solo e água. A metodologia sistêmica estabelece modelos conceituais a nível morfológico, analisar os fluxos de massa/energia, que circulam no interior do sistema e efetuar a análise dos níveis de processo resposta e controle. Os modelos elaborados são dos tipos estático e conceitual, apresentados em forma de diagramas. O primeiro atendendo ao nível morfológico e o segundo, aos níveis encadeante e de processo-resposta, mediante um diagrama canônico, em que aparecem os fluxos de massa e energia, circulantes nos sistemas. O modelo operacional adotado, discrimina os diferentes subsistemas e respectivas partes componentes, fornece um retrato das condições ambientais atuais, avalia suas características e qualidades, o estágio de degradação das encostas submetidas ao processo produtivo, o teor dos sedimentos carregados para a calha do rio e quais as conseqüências em termos do agravamento do problema de degradação ambiental. O resultado desses procedimentos foi a definição e identificação de diferentes subsistemas com características próprias individualizados em unidades ambientais diferenciadas em função dos componentes ambientais, com suas características, potenciais e limitações. Os subsistemas identificados retratam unidades ambientais elementares compartimentadas em função da escultura da paisagem, que contenham em última análise, um maior nível de homogeneidade, menor nível de diversidade interna e maior coerência entre os componentes, com características intrínsecas próprias que as individualizam, estando portanto, sujeitos as mesmas ofertas, restrições e limitações impostas pelo meio (ecológicas). A compreensão do

sistema natural e sua dinâmica envolveu a análise das interações entre o substrato (litologia, relevo, solos), as condições climáticas o uso e cobertura atual, confrontados com a legislação ambiental vigente e informações socioeconômicas. A orientação principal do trabalho foi no sentido de integrar os espaços destinados à conservação ambiental e o uso com a sustentabilidade do ambiente, buscando harmonizar a exploração racional dos recursos disponíveis, com a racionalidade produtiva e a geração de renda. Na etapa de análise da estrutura do meio, bem como para a formulação das propostas de manejo ambiental, utilizou-se o Sistema de Informações Geográficas (SIG-Arc-view).

ABSTRAT

Seeking to know capacity support of the resources water/soil, the alterations suffered by the system before o impact of the productive activities and its repercussions and influences on the quality of the environment and o water regime, it was established a methodology interacting the systemic approach with the diagnosis agroenvironment, aiming supply subsidies for the Microbasins environmental planning, by means of the systemic study of the environment. The methodology of execution of this research follows three basic orientation: the generation of a small agricultural property, the characterization, evaluation and systemic analysis and the generation of a environmental data base (EDB) that is going to be available for the community, the characterization, evaluation and systemic analysis of the environment and its potentiality and suggestions of a conjunct of agroenvironmental measures. The study comprehends a characterization first stage of the environmental components and identification of the handling current standards of the soils, followed by an evaluation and elaboration stage of a handling proposal, where search suggest relative cares about the use and handling of the soil and water. The systemic methodology establishes morphologic conceptual models, analyses the mass/energy flows, that circulate in the interior of the system and effect the analysis of the process reply and control. The elaborated models are static and conceptual, presented in diagram forms. The first one attends to the morphologic level and the second, to the sequence and process reply levels, through a canonic diagram, that appear the mass and energy flows, circulating in the systems. The adopted operational model, it discriminates the different subsystems and respective components parts, supplies a portrait of the current environmental terms, evaluates its characteristics and qualities, the degradation apprenticeship of the hillsides submitted to the productive process, the enter apport and sediments volume carried for the gutter of the river and which are the consequences in terms of the aggravation

of the problem of environmental degradation. The result of these procedures will be different subsystems definition and identification with intrinsic characteristics own individualized in environmental units differentiated regarding the environmental components, with its characteristics, potentials and limitations. The identified subsystems are going to portray elementary environmental compartmentalized units in function of the sculpture of the landscape, which contains in last analysis, a homogeneity larger level, smaller level of internal and larger diversity coherence among components, with own intrinsic characteristics that individualize them, being therefore, subjects the same offers, restrictions and limitations imposed by the half (ecological). The comprehension of the natural system and its dynamic involves the analysis of the interactions between lithology relief substratum, soils), climatic conditions of the use and current coverage, confronted with the valid environmental legislation and socioeconomic information. The main orientation of work will be in the sense of integrating the spaces destined to the environmental preservation and the use with for sustainability of the environment, seeking to harmonize the rational exploration of the available resources, with the productive rationality and generating of revenue. In the analysis stage of the structure of the half, as well as for the formulation of the proposals of environmental handling, will be used o System of Geographical Information (SIG-Arcview).

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO	Pág.
1.1 - Introdução	1
1.2 - Justificativas	4
1.3 - Objetivos	6
1.4 - Hipóteses	7
1.5 - Organização do trabalho	7
CAPÍTULO 2 - BASE CONCEITUAL	
2.1 - Bacia Hidrográfica como Unidade Integrada para o Planejamento	10
2.2 - Desenvolvimento Sustentável	12
2.3 - Planejamento Ambiental	13
2.4 - Paisagens e Avaliação de Recursos Naturais	14
2.4.1. Mapeamentos e paisagem	17
2.4.2. Sistema de Terras, Uso da Terra e Levantamento de Solos	19
2.5 - Teoria Geral de Sistemas e Visão Sistêmica	21
2.5.1. Origens e Fundamentos	23
2.5.2. Enfoque Matemático e Características dos Sistemas	24
2.5.3. Abordagem Sistêmica, Princípios, Pressupostos e Aplicação	27
2.6 - Holismo e Reduccionismo	30
CAPÍTULO 3 - MÉTODOS E TÉCNICAS	
3.1 - Procedimentos Metodológicos e Etapas do Trabalho.	33
3.1.1. Métodos de Trabalho de Campo e de Gabinete	35
3.1.2. Métodos de laboratório	38
3.2 - Base Sistêmica	38
3.3 - Caracterização dos Componentes da Microbacia - Bases Temáticas	41
3.3.1. Material Cartográfico Básico	42
3.3.2. Digitalização e escanerização dos planos de informação	42
3.3.3. Mapa de Declividade	44
3.3.3.1. Classes de Declividade	44
3.3.3.2. Classes de Relevo	45
3.3.4. Carta Hipsométrica	46
3.3.5. Mapa de Solos	46
3.3.6. Uso e Cobertura do solo	47
3.3.7. Esboço Geomorfológico	47
3.3.8. Esboço Geológico	48
3.3.9. Recursos Hídricos e Rede de Drenagem	48
3.3.10. Estudos Climáticos - Pluviosidade	48
3.3.11. Informações Sócio-Econômicas	48
3.3.12. Áreas de Proteção Legal	49
3.3.13. Mapa de Subsistemas	49
3.3.14 - Revisão, Edição, Cruzamentos e Geração de mapas em meio digital	50
CAPÍTULO 4 - DIAGNÓSTICO AMBIENTAL	
4.1 - Área de Estudo	52
4.2 - Caracterização da Microbacia	52

4.2.1 - Geologia e Material Originário	53
4.2.2 - Rede Hidrográfica	56
4.2.3 - Geomorfologia	58
4.2.4 - Declividade e Hipsometria	60
4.2.5 - Vegetação	65
4.2.6 - Clima	66
4.2.7 - Solos	69
4.2.8 - Uso e Cobertura do solo	80
4.3 - Informações Sócio-Econômicas	84
4.4 - Áreas de Proteção Legal	88
4.5 - Avaliação da Suscetibilidade à Erosão, Fertilidade dos Solos e Aptidão das Terras	89
4.5.1 - Graus de Limitação por Susceptibilidade à Erosão	90
4.5.2 Avaliação da Fertilidade dos Solos	92
4.5.2.1 - Graus de Limitação por Deficiência de Fertilidade	92
4.5.2.2 - Classificação dos níveis de exigência para aplicação de insumos (fertilizantes e corretivos)	94
4.5.3 - Aptidão agroecológica das Terras	95
 CAPÍTULO 5 - BASE SISTÊMICA	
5.1- Modelo Conceitual Adotado Para a Microbacia	102
5.2 - Análise, Identificação e Delimitação do sistema e subsistemas	104
5.2.1 Limites Operacionais e Elementos de Comprovação	105
5.3 - Modelo operacional do sistema Microbacia	108
5.4 - Análise do Sistema Microbacia em Nível Morfológico	109
5.4.1- Subsistema Topos Aplainados - (S1)	115
5.4.2 - Subsistema Declives Abruptos (S2)	119
5.4.3 - Subsistema Declives Suaves (S3)	125
5.4.4 - Subsistema Alvéolos Intermontanos (S4)	132
5.4.5 - Subsistema Baixo Vale Entulhado (S5)	137
5.4.6 - Subsistema Lago Interiorizado (S6)	143
5.5 - Análise do Sistema Microbacia em Nível Encadeante e Processo-Resposta	144
5.5.1 - Análise dos Fluxos no subsistema Topos Aplainados	145
5.5.2 - Análise dos fluxos no subsistema Declives Abruptos	148
5.5.3 - Análise dos fluxos no subsistema Declives Suaves	150
5.5.4 - Análise dos fluxos no subsistema Alvéolos Intermontanos	151
5.5.5 - Análise dos fluxos no subsistema Baixo Vale Entulhado	152
5.5.6- Análise dos fluxos no subsistema Lago Interiorizado	153
5.6 - Nível de Controle nos Subsistemas Ambientais	161
 CAPÍTULO 6 - PLANEJAMENTO AGROAMBIENTAL	
6.1 - Sistema Natural e o Processo de Planejamento da Microbacia	167
6.1.1- Interações entre Agricultura, Ambiente e Processos de Degradação	167
6.2 - Qualidade Ambiental	171
6.2.1 - Suscetibilidade à Erosão	174
6.2.2 - Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental	175
6.2.3 - Teor dos Sedimentos e qualidade das Águas Superficiais	177
6.2.4 - Avaliação da Qualidade Ambiental	184

6.3 - Unidades Ambientais	185
6.4- Proposta de Planejamento Agroambiental	196
6.4.1 - Questões Ambientais na Área de Estudo	198
6.4.2 - Programa de Apoio e Medidas Agroambientais	200
CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	
7.1 - Conclusões	212
7.2 - Sugestões, Recomendações e Perspectivas de Monitoramento	214
CAPÍTULO 8 - BIBLIOGRAFIA	
8.1 Referências Bibliográficas	216
ANEXOS	228

RELAÇÃO DE FIGURAS

Figura 1 - Estruturação do geossistema e do sistema sócio-econômico (conforme Cristofolletti, 1990)	16
Figura 2 - Modelo de paisagem no contexto ecológico (conforme Zonneveld 1972)	20
Figura 3 - Parâmetros básicos dos sistemas (modificado de Siegel 1971)	25
Figura 4 - Complexo de elementos (baseado em Bertalanffy, 1977)	25
Figura 5 - Relacionamento entre Sistemas e Subsistemas.	27
Figura 6 - Sistema em caixa branca (conforme Chorley & Kennedy, 1971)	28
Figura 7 - Sistema em caixa cinza (conforme Chorley & Kennedy, 1971)	28
Figura 8 - Sistema em caixa preta (conforme Chorley & Kennedy, 1971)	28
Figura 9 - Simbologia dos Sistemas (baseado em Chorley & Kennedy, 1971)	39
Figura 10 - Esquemática da metodologia seguida na execução do trabalho	43
Figura 11 - Localização da área de estudo	53
Figura 12 - Foto do Batólito Serra dos Órgãos	54
Figura 13 - Mapa geológico da microbacia do córrego Fonseca	55
Figura 14 - Rede de drenagem da microbacia do córrego Fonseca	57
Figura 15 - Esboço geomorfológico da microbacia do córrego Fonseca	59
Figura 16 - Mapa de declividade da microbacia do córrego Fonseca	61
Figura 17 - Mapa Hipsométrico da microbacia do córrego Fonseca	62
Figura 18 - Base Cartográfica	63
Figura 19 - Modelo Digital do Terreno da microbacia do córrego Fonseca	64
Figura 20- Índices de precipitação período 1931 - 1970	68
Figura 21 - Índices de precipitação no ano 2000	68
Figura 22 - Índices de precipitação no ano 2001	68
Figura 23 - Mapa de solos da microbacia do córrego Fonseca	70
Figura 24 - Tipos de uso da Terra	80
Figura 25 - Tipos de uso da Terra	80
Figura 26- Tipos de uso da Terra	80
Figura 27 - Tipos de uso da Terra	80
Figura 28 - Mapa de uso atual da microbacia do córrego Fonseca	82
Figura 29 - Mapa de uso e cobertura da microbacia do córrego Fonseca	83
Figura 30 - Mapa de suscetibilidade à erosão das Terras da microbacia	93
Figura 31 - Níveis de Exigências para aplicação de insumos e corretivos	100
Figura 32 - Áreas agricultáveis e de preservação permanente da microbacia	101
Figura 33 - Mapa de subsistemas da microbacia do córrego Fonseca	113
Figura 34 - Diagrama canônico dos subsistemas em nível morfológico	114
Figura 35 - Mapa dos subsistemas topos aplainados	117
Figura 36 - Mapa dos subsistemas declives abruptos	123
Figura 37 - Mapa dos subsistemas declives suaves	131
Figura 38 - Mapa dos subsistemas alvéolos intermontanos	136
Figura 39 - Mapa dos subsistemas baixo vale entulhado	140
Figura 40 - Diagrama canônico do fluxo de água	146
Figura 41 - Diagrama canônico do Fluxo de sedimento	147
Figura 42 - Diagrama canônico do subsistema topos aplainados	155
Figura 43 - Diagrama canônico do subsistema declives abruptos	156
Figura 44 - Diagrama canônico do subsistema declives suaves	157
Figura 45 - Diagrama canônico do subsistema alvéolos intermontanos	158
Figura 46 - Diagrama canônico do subsistema baixo vale entulhado	159

Figura 47 - Fotos dos subsistemas	160
Figura 48 - Fotos dos subsistemas	160
Figura 49 - Fotos dos subsistemas	160
Figura 50 - Fotos dos subsistemas	160
Figura 51 - Mapa agroambiental da microbacia do córrego Fonseca	210
Figura 52 - Mapa de Aptidão agrícola das Terras	230

RELAÇÃO DE TABELAS

Tabela 1 - Características meteorológicas em Frigurbo, período de 1931- 1970	67
Tabela 2 - Balanço hídrico mensal (fonte FIDERJ 1978)	67
Tabela 3 - Legenda do mapa de solos	79
Tabela 4 - Descrição sumaria das unidades de mapeamento e tipos de uso	84
Tabela 5 - Número de famílias e moradores na área da microbacia	87
Tabela 6 - Estrutura fundiária da microbacia	87
Tabela 7 - Classes de declive e abertura das curvas de nível	112
Tabela 8 - Características ambientais do subsistema topos aplainados	118
Tabela 9 - Características ambientais do subsistema declives abruptos	118
Tabela 10 - Características ambientais do subsistema declives suaves	127
Tabela 11 - Características ambientais do subsistema alvéolos intermontanos	135
Tabela 12 - Características ambientais do subsistema baixo vale entulhado	135
Tabela 13 - Matriz diagnóstica das características dos subsistemas ambientais	141
Tabela 14 - Classes de Vulnerabilidade Ambiental da microbacia	178
Tabela 15 - Resultados de análise granulométrica dos Sedimentos	180
Tabela 16 - Teor dos Sedimentos em Metais Pesados	180
Tabela 17 - Dados da qualidade da Água	183
Tabela 18 - Principais impactos ambientais na área de estudo	187
Tabela 19 - Características das unidades ambientais	188

CAPÍTULO 1

1.1 - INTRODUÇÃO

O meio ambiente é um sistema aberto e complexo, constituído por elementos bióticos e abióticos que, através de suas inter-relações, mantém seu equilíbrio em estado contínuo. Quando uma dessas componentes sofre bruscas alterações, os ambientes tendem a romper o estado de equilíbrio, podendo adquirir um equilíbrio dinâmico, termo-dinâmico, ou dinâmico meta-estável (Chorley, 1971).

Observando-se a superfície da Terra em seu conjunto, verifica-se um grande número de regiões naturais, em cujo interior os diferentes elementos bióticos e abióticos, em ação recíproca e inseparável, constituem uma unidade que se concretiza na paisagem ou em ecossistemas, formando um rico e variado cenário, onde os elementos componentes não existem isoladamente, mas estão organizados e inter-relacionados. As resultantes dessas imbricadas relações são mais complexas que qualquer um dos componentes considerados separadamente. Porém, devemos saber reconhecer, em cada lugar e em um momento dado, a hierarquia e o valor das variáveis (Santos, 1996).

Durante centenas de anos, acreditou-se que os recursos fossem infinitos, inesgotáveis e na capacidade da natureza de equilibrar-se e regenerar-se ante os impactos das atividades humanas. O aumento da população gerou a necessidade de elevar a produtividade nas atividades agrícolas, aumentando, assim, os riscos de degradação. Nesse início de século percebe-se o risco de escassez de recursos essenciais à sobrevivência humana, em especial solos e água.

O homem a todo instante interfere no equilíbrio ecológico, impondo nova dinâmica e deixando sua marca impressa na paisagem. Ciente dessa habilidade Sauer, (2000) sugeriu considerá-lo como um agente distinto, que exerce grande influência na modificação da superfície da Terra.

As ações executadas pelo homem têm colocado em risco o equilíbrio das variáveis do meio ambiente e acelerado os processos geradores de desequilíbrios, sobretudo quando implicam a necessidade da produção de alimentos. A ocupação das paisagens e a produção agrícola, sem preocupação com o planejamento, têm comprometido a capacidade de suporte dos sistemas naturais, submetendo-os ao desgaste, acelerando os processos geradores de desequilíbrios ambientais, causando a degradação dos recursos disponíveis e ampliando a necessidade de estudos, a nível de controle.

O conceito de desenvolvimento sustentável, despertou o interesse pela busca de entendimento e compreensão das estruturas espaciais, visando ao melhor aproveitamento dos recursos, a coibir as ações desordenadas, a evitar os desequilíbrios, bem como minimizar os riscos, garantindo assim, a sustentabilidade ambiental.

O uso e ocupação do espaço de forma sustentável, com o mínimo de degradação, exigem o conhecimento das limitações e potencialidades dos ecossistemas, o planejamento das atividades produtivas e informações detalhadas e precisas para subsidiar o gerenciamento dos recursos naturais, sendo, portanto, necessário centrar esforços para a maior compreensão dos sistemas ambientais e sociais. O desconhecimento da fragilidade dos ambientes, somado ao uso indiscriminado de agroquímicos, bem como de práticas agrícolas inadequadas e intensivas, têm acelerado os processos geradores de desequilíbrios ambientais, com conseqüências danosas e alterações ambientais irreparáveis, irreversíveis ou economicamente inviáveis de recuperação.

Para isso, é preciso buscar mecanismos que amenizem os conflitos gerados com as atividades produtivas e a conservação das qualidades ecológicas dos sistemas ante o impacto das ações humanas.

O mundo real é extremamente complexo (Chorley & Kennedy, 1971). Sua compreensão requer o estudo de suas partes componentes e perfeito entendimento das relações de causa-efeito. Precisar o grau de inter-relacionamento e os níveis de conexão entre as suas variáveis e até que ponto uma terá prioridade sobre a outra na geração de novas propriedades emergentes, fruto dessa complexa interação não é tarefa das mais simples. Na prática, as relações entre causa e efeito são muito complicadas e nem sempre possíveis de se demonstrar ou separar os processos que as explicam.

Considerada como um novo paradigma, a complexidade apoiada na Física Quântica, na Teoria do Caos e na Teoria Geral de Sistemas (TGS), vem rompendo fronteiras entre disciplinas, desenvolvendo princípios unificadores, levando a uma reorientação do pensamento científico e revertendo a tendência de compartimentação da ciência.

O fascínio pela possibilidade de prever o futuro, ou nele interferir conscientemente, faz com que a complexidade ambiental desperte cada vez mais o interesse dos que lidam com as questões ecológicas, daí o grande interesse em buscar novos métodos e abordagens.

Como esse entendimento não constitui matéria de uma única disciplina, tem sido crescente o número de estudos com perspectivas multidisciplinares, interdisciplinares e ainda incipientes transdisciplinares (Woodmansee, 1988).

Nesse contexto, a utilidade da abordagem sistêmica na solução de problemas ambientais reais tem merecido mais atenção nas últimas décadas. Para Odum (1988), foi somente após a

TGS desenvolvida por Bertalanffy e outros, que ecologistas, notadamente como Hutchinson, Margalef, Watt, Patten, Van Dyne e o próprio Odum, começaram a desenvolver o campo definitivo e quantitativo da ecologia de ecossistemas.

A Teoria Geral de Sistemas passou a constituir ponto de partida para a análise e questionamento da complexidade ambiental e estudo dos sistemas ambientais, permitindo a visão integrada do ambiente. A busca da sustentabilidade passa pelo conhecimento das variáveis ambientais no seu conjunto, no planejamento das atividades produtivas e na avaliação dos riscos ambientais.

O diagnóstico agroambiental, possibilita o conhecimento dos recursos da terra, a distinção de áreas potencialmente agricultáveis daquelas destinadas à preservação e recuperação ambiental, subsidiando a indicação de formas viáveis de exploração racional das terras, capaz de garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e minorar a degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água.

O modelo conceitual adotado para essa pesquisa está alicerçado nas linhas mestras da TGS traçadas por Bertalanffy, (1950, 1968 e 1977), aplicadas e divulgadas com a adoção da abordagem sistêmica à pesquisa ambiental por Chorley & Kennedy (1971), Chorley (1962), com apoio nas obras de Argento (1979; 1987) e Christofolleti (1999). O referencial teórico e os conceitos da TGS irão auxiliar na caracterização, delimitação, diagnóstico e prognóstico dos componentes ambientais.

Assim sendo, apresenta-se uma abordagem aplicada ao mapeamento de unidades ambientais, no estudo dos componentes ambientais e na delimitação, caracterização, individualização, hierarquização e análise do sistema e subsistemas ambientais componentes da área de estudo, tendo na esculturação da paisagem (relevo) o pano de fundo para essa delimitação, buscando definir de forma sistêmica a estruturação física do espaço e, fornecer subsídios ao planejamento e à gestão ambiental da microbacia do córrego Fonseca.

Considerando a microbacia como unidade fisiográfica de referência para o planejamento de uso sustentável dos recursos naturais, assim como uma unidade básica para trabalhos de planejamento integrado das práticas de uso e conservação do solo e das atividades produtivas, ela será estudada e analisada dentro do enfoque sistêmico. As múltiplas interações inerentes aos subsistemas que compõem o sistema Cristalino são aqui analisados em quatro níveis de complexidade: 1º nível morfológico; 2º nível encadeante; 3º nível processo resposta e 4º nível de controle, conforme proposta de Chorley & Kennedy (1971), Argento, (1979). Diagramas representativos de modelos conceituais destes níveis de análise serão estabelecidos dando uma

visão geral desses sistemas ambientais. Procura-se, ainda, enfatizar as relações solo/paisagem e a capacidade de suporte dos recursos solo/água.

O emprego dessa abordagem pode ainda proporcionar subsídios para uma maior precisão e agilidade no manejo das práticas de uso e conservação do solo e da microbacia na busca de ações sustentáveis.

1.2- JUSTIFICATIVAS

Os estudos sobre organização do espaço são da maior importância na implantação de um processo de planejamento, onde implicitamente está o conhecimento do arcabouço físico, palco onde as diversas forças político-sócioeconômicas vão interagir (Argento, 1987).

O paradigma do desenvolvimento sustentável envolve gerenciamento ambiental, complexidade, planejamento e monitoramento. Não basta planejar, deve-se acompanhar as transformações e os impactos sofridos pelos ecossistemas e agroecossistemas. Para isso, as informações detalhadas tornam-se instrumento auxiliar ao planejamento e à gestão dos recursos.

A avaliação da base de recursos naturais é fundamental para qualquer etapa do planejamento e do desenvolvimento sustentável, já que proporcionam informações referenciais que ajudarão a formular estratégias de uso e manejo e para a implantação de projetos. O conhecimento das limitações e potencialidades dos ecossistemas ajuda a mitigar os efeitos negativos e os impactos causados com as atividades produtivas. O planejamento agro-ambiental é dependente de informações precisas para subsidiar o gerenciamento dos recursos.

A agricultura, apesar de atividade essencial à sobrevivência humana, pode causar impacto e se tornar agressora do meio ambiente. Embora existam caminhos e técnicas paliativas e mitigadoras de tais impactos, os interesses econômicos as têm negligenciado. Nesse sentido, devem-se respeitar as especificidades locais do ambiente e as interações entre os diferentes componentes, buscando selecionar e adaptar técnicas e práticas agrícolas mais adequadas a essas condições e que possibilite manter as terras em níveis que permitam obter um adequado retorno econômico das explorações.

A intensificação da atividade agrícola pode acelerar o processo de degradação do solo. Num ciclo pernicioso, eleva as taxas de erosão e com elas as perdas de produção e da capacidade produtiva, aumentando os insumos básicos e obras civis, danos nas estradas por onde se escoam a produção, assoreamento e poluição de rios e reservatórios, diminuição na produção de energia, escassez de água, maiores custos com o seu tratamento, diminuição da renda per capita do

produtor, elevação de preços dos produtos agrícolas para o consumidor final e, o pior, a perda e o empobrecimento do maior patrimônio que é o solo.

Degradação de ecossistema, empobrecimento dos solos, desequilíbrios ecológicos, poluição ambiental, áreas degradadas e perda da biodiversidade são alguns dos problemas ambientais que exigem soluções imediatas. O crescimento da população humana e das atividades industriais no mundo globalizado e dentro do modelo econômico vigente irá, com certeza, na opinião de vários cientistas, colocar em cheque a capacidade de sustentação dos recursos e ao agravamento da crise ecológica dentro das próximas décadas (FAO 1976 e 1983; CMMAD, 1991; WATSON, 2000).

Alguns desequilíbrios ambientais não se transformam em problemas maiores, ao longo do tempo, porque se ajustam a um tipo de estado de equilíbrio contínuo, daí a importância em se conhecer as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos componentes ambientais. Isso nos permite inferir ou medir a capacidade de resposta desses componentes, verificar até que ponto o uso tem causado impactos ambientais danosos, estabelecer graus de sensibilidade ou fragilidade, avaliar o estágio de degradação ou qualidade do ambiente, e sugerir formas de usos alternativos mais condizentes com o equilíbrio ambiental.

As bacias de drenagem integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades antrópicas nelas desenvolvidas. Qualquer alteração na bacia, seja pela entrada ou saída de energia do sistema, imediatamente inicia-se uma mudança compensatória que tende a restaurar um novo equilíbrio do ecossistema da bacia (Cunha & Guerra, 1996). Planejar os tipos de utilização de uma bacia consiste em selecionar várias alternativas e escolher as que melhor harmonizam a exploração racional dos recursos disponíveis, equilibrando a capacidade de sustentação dos ecossistemas com a racionalidade produtiva e a geração de renda.

Assim, atendendo aos preceitos do desenvolvimento sustentável, deve-se selecionar os tipos de exploração que menos impactos causam às terras e aos recursos naturais.

É fato que o sentido do conceito de sustentabilidade não é assimilado de forma homogênea no meio técnico-científico e suscita discussões em diferentes correntes do pensamento.

Em face dessa nova situação, idéias e abordagens tradicionais para o gerenciamento ambiental não são mais suficientes. Nos países desenvolvidos, a ênfase tem sido dada na troca do inventário e diagnóstico pelo acompanhamento e manutenção dos recursos ambientais. (Foot & Hubner, 1995), inclusive porque esses países já realizaram o diagnóstico em escalas adequadas de seus territórios, consistindo a manipulação e a interpretação dos dados em uma etapa posterior.

A reunião dos dados oriundos da geologia, hidrologia, geomorfologia, climatologia, pedologia, vegetação, uso e cobertura da terra forma fontes abrangentes de informações geográficas, utilizáveis para diversos fins, permitindo interpretações para uso e manejo de recursos naturais, potencial agrícola, zoneamentos e gestão ambiental. A utilização de técnicas mais modernas para o processamento dessas informações facilita o seu uso, atualização e análise.

A agricultura familiar e o meio ambiente, são duas áreas consideradas cruciais para o desenvolvimento do país (Embrapa, 2002). Tendo em vista a ausência de estudos dessa natureza realizados em escala de detalhe, o presente projeto justifica-se como uma contribuição para o conhecimento e caracterização de áreas de ecossistemas fragilizados na serra dos Órgãos, ocupada com agricultura familiar, e cuja proposta metodológica possa ser utilizada em futuros planos de uso e manejo dos recursos disponíveis.

1.3 - OBJETIVOS

Aplicar os princípios da Teoria Geral de Sistemas, em um estudo de caso, na delimitação, análise e mapeamento dos sistemas naturais com seus respectivos subsistemas e partes componentes, dentro do recorte de uma unidade lógica de pesquisa que é a microbacia hidrográfica. Visando a caracterização e análise do sistema ambiental com seus respectivos subsistemas na microbacia do córrego Fonseca, fornecendo subsídios para o planejamento ambiental.

Como objetivos específicos podem ser citados:

- Caracterização da organização do espaço e dos processos geobiofísicos associados, facilitando o melhor entendimento das inter-relações homem-meio.

- Individualizar, hierarquizar e caracterizar o sistema e subsistemas componentes da microbacia com ênfase nos componentes pedológicos, geomorfológicos, geológicos e climáticos.

- Explicar a natureza física do ambiente, por intermédio da caracterização e mapeamento de seus componentes e da identificação de unidades ambientais, bem como analisar, discutir e estabelecer inter-relações entre os fatores ambientais e socioeconômicos, avaliando o risco e a qualidade ambiental da microbacia.

- Identificar as formas de uso e as relações naturais e de apropriação do espaço que se processam dentro de cada uma das unidades ambientais delimitadas, verificando até que ponto o uso da terra tem causado impactos ambientais danosos, como erosão de encostas, assoreamento de canais e contaminação dos corpos líquidos por agrotóxicos.

- Realizar o estudo do meio físico visando à avaliação agroambiental das terras, fornecer subsídios básicos à orientação técnica, à proposição de estratégias de manejo que assegurem a manutenção da qualidade ambiental da área em questão e o aproveitamento racional dos recursos, bem como apoiar a caracterização dos subsistemas.

- Sugerir usos alternativos, levando em conta a harmonia entre o aproveitamento dos recursos naturais e as condições ambientais das unidades delimitadas.

1.4 - HIPÓTESES

A hipótese que norteia o trabalho é a de que a caracterização e análise do ambiente de forma integrada, aplicando-se o enfoque sistêmico dentro dos princípios da TGS, permite melhor entendimento dos mecanismos de funcionamento dos diferentes tipos de sistemas com seus respectivos subsistemas ambientais, contribuindo para o melhor entendimento das inter-relações homem-meio.

1.5 - ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho se encontra dividido em oito capítulos. No primeiro, referente à introdução e justificativas, são focalizadas as questões ambientais na atualidade ante o impacto das atividades produtivas, dando uma visão geral referente ao assunto em estudo, sendo apresentado os objetivos e a hipótese básica de trabalho.

O Capítulo 2, através da análise da bibliografia selecionada, aborda uma série de conceitos básicos necessários à melhor compreensão deste trabalho, destaca a microbacia hidrográfica como unidade integrada para o planejamento agroambiental e como unidade lógica delimitada e considerada como um sistema. Enfoca a emergência do conceito de desenvolvimento sustentável, avaliando os princípios da sustentabilidade e, o papel do planejamento físico-ambiental para a preservação dos recursos naturais, destacando as diversas contribuições para o estudo e mapeamento do meio físico. Na seqüência este capítulo focaliza o paradigma da complexidade, os conceitos, princípios e pressupostos da TGS enfatizando a visão sistêmica, a partir dos quais foi possível uma abordagem teórica e sistemática do problema, aborda e exemplifica o uso da TGS, discutindo ainda algumas noções básicas da visão holística e da visão reducionista.

O terceiro capítulo, apresenta a metodologia de trabalho, enfatiza as dificuldades de se obter dados básicos em escalas compatíveis com os objetivos propostos, descreve o roteiro

metodológico utilizado para o diagnóstico agroambiental, a caracterização sistêmica da área de estudo e o prognóstico ambiental. A metodologia foi separada em dois blocos para facilitar o entendimento, ou seja, as bases temáticas como elementos de comprovação e a base sistêmica.

O Capítulo 4 mostra a caracterização da área de trabalho, ocupando-se da identificação e descrição das variáveis físicas, socioeconômicas e atores envolvidos no processo de produção e suas formas de atuação no processo de organização do espaço rural. Procura fornecer um retrato do meio físico e sócio-econômico com suas potencialidades e limitações, ressaltando alguns aspectos inerentes ao perfil dos produtores envolvidos com o processo produtivo.

O Capítulo 5, descreve o modelo conceitual adotado para a microbacia, abordando a modelagem ambiental, apresenta os limites operacionais da área de estudo, a delimitação do sistema microbacia e seus subsistemas (S1, S2..S6), detalhando os diversos tipos de subsistemas delimitados com suas respectivas partes componentes, bem como o estabelecimento de diagramas representativos desses subsistemas. Os subistemas foram analisados: em nível morfológico onde se identificam, caracterizam e hierarquizam os subsistemas componentes do ambiente natural microbacia (caracterização em termos de: solos, relevo, geologia, geomorfologia, rede de canais e vegetação); em nível encadeante, onde são considerados os fluxos de água e sedimentos, que fluem pelas partes componentes dos subsistemas identificados, dentro de uma hierarquia que vai do S1 (topos aplainados) S2 (declives abruptos)... a S6 (baixo vale entulhado). Um terceiro nível de complexidade, analisa a superposição dos níveis morfológico e encadeante, gerando, assim, a análise em nível de processo-resposta. Por fim, um último nível, o de controle, é analisado, quando do estudo do grau de degradação a que as encostas de alguns subsistemas estão sendo submetidas e a avaliação semi-qualitativa do ambiente. Esta etapa é o resultado da análise de documentos de base cartográfica, de fotointerpretação, de trabalhos de campo, laboratório, mapeamentos temáticos e de processamento de dados temáticos, ou seja, dos dados gerados com o diagnóstico e contidos na base de dados espaciais (BDE).

A análise do nível de controle é complementada com a capítulo 6, onde são descritas as unidades ambientais delimitadas, as avaliações feitas referente à qualidade ambiental da área e sugeridos um conjunto de procedimentos e medidas agroambientais, visando alcançar objetivos ambientais e reduzir os efeitos dos impactos causados com o processo produtivo. Buscando fornecer mais subsídios ao planejamento agroambiental da microbacia, procura-se ainda, nesse nível de análise, fazer um prognóstico com recomendação de uso e manejo, em função das verdadeiras vocações agroecológicas apresentadas por subsistema ou unidade ambiental delimitada.

O Capítulo 7, é dedicado às conclusões e sugestões a que chegamos. Tendo nesse estudo de caso, uma microbacia delimitada e inserida no Sistema Cristalino com seus respectivos subsistemas e partes componentes, e as contribuições metodológicas para a geração de uma base de dados espaciais (BDE) e o planejamento agroambiental da área de estudo. São feitas algumas considerações e recomendações, que julgamos válidas para uma possível continuidade dos estudos, visando acompanhar as mudanças sofridas por esses ecossistemas frágeis de relevo movimentado na serra do Mar, ante o impacto das atividades produtivas. O Capítulo 8, apresenta a bibliografia consultada para execução desse trabalho.

CAPÍTULO 2

BASE CONCEITUAL

2.1 Bacia hidrográfica como unidade integrada para o planejamento

A bacia hidrográfica é a unidade da paisagem que melhor se ajusta aos objetivos do planejamento agrícola, podendo ser definida como sendo a área drenada por um determinado rio ou por um sistema fluvial (Christofolletti & Perez Filho 1975), composta de subsistemas básicos, como as encostas e calhas com suas respectivas partes componentes, que possuem diversas geometrias (côncavas, convexas e retilíneas), e os canais, que se espalham em rede, podendo estar conectados ou desconectados em superfície (Coelho Netto, 1998). Corresponde a uma área da superfície terrestre que escoar água, sedimentos e materiais em dissolução para uma mesma saída, num determinado ponto do canal fluvial (Coelho Netto, 1998).

O termo microbacia, embora difundido e muito usado em nível nacional, tem merecido críticas e fomentado a discussão sobre o assunto. Do ponto de vista científico, o conceito de sub-bacia não difere e se aplica ao de microbacia, conforme definido em Brasil (1987), Botelho (1999).

O termo microbacia é então um derivado da definição, que apenas reduz o tamanho da bacia hidrográfica maior. Assim, nesta proposta, o termo microbacia hidrográfica será mantido, como denominação compatível com a estratégia em que se alicerça o programa nacional do Ministério da Agricultura e os programas estaduais.

A adoção da microbacia como unidade ideal de planejamento e gestão dos recursos naturais em nosso país tem origem no poder público ao planejar sua intervenção, e na extensão rural e produtores preocupados com a conservação do solo (Rio Rural, 1999). O termo procura dar conotações político-administrativas associadas ao planejamento crítico e visa eliminar a ambigüidade do termo sub-bacia, exprimindo ainda uma noção de tamanho.

O conceito de microbacia hidrográfica não se restringe apenas à unidade geográfica onde devem ser realizadas práticas de manejo e conservação do solo e de água. Insere, também, um conceito de desenvolvimento rural integrado que surge da organização das comunidades, as quais atuam decisivamente na definição e concretização de propostas de solução, e da concentração de esforços e integração das diferentes ações governamentais (Embrapa, 1994).

Estudos envolvendo os recursos naturais, principalmente aqueles relacionados com o uso do solo e água, vêm sendo executados na escala da microbacia hidrográfica, por ser esta considerada ideal do ponto de vista ambiental. De maneira geral, a literatura tem trabalhado a

bacia de drenagem como uma unidade funcional de planejamento e gestão, compatibilizando os diversos usos e interesses pela água, garantindo sua qualidade e quantidade (Cunha & Guerra, 1996). O manejo integrado em microbacias hidrográficas introduz um novo padrão de desenvolvimento sustentável no setor agrícola, com a preocupação de preservar efetivamente os recursos naturais, integrando o homem ao ecossistema em que atua e melhorando as condições de vida do produtor rural e de sua comunidade (Embrapa, 1994).

Desde que se entenda a bacia hidrográfica como um sistema, é possível observar seus elementos e suas relações. Para Haigh (1987) e Coelho Netto (1997), a bacia é por excelência a unidade de referência espacial de um dado ambiente, por reunir as características de representação do todo, onde, internamente, verificam-se constantes ajustes nos elementos das formas e nos processos associados, em função das mudanças de entrada e saída de energia (Cunha & Guerra, 1996). Assim as bacias de drenagem integram uma visão conjunta do comportamento das condições naturais e das atividades antrópicas nelas desenvolvidas. As repercussões de qualquer mudança ambiental induzida pelo homem, em uma bacia hidrográfica, podem ser transmitidas sobre uma vasta área a jusante, por via do impacto (Cunha & Guerra, 1996; Coelho Netto, 1997). Qualquer alteração, seja pela entrada ou saída de energia do sistema, imediatamente inicia-se uma mudança compensatória que tende a restaurar um novo equilíbrio do ecossistema da bacia (Cunha & Guerra, 1996). Segundo Chorley (1962) e Christofolletti (1980), a bacia hidrográfica é vista como um sistema geomorfológico aberto com entradas e saídas no qual ocorrem trocas entre seus elementos estruturais e funcionais. O *input* de energia ocorre a partir da ação climática sobre a bacia e pelos constituintes do substrato geológico, o transporte de água, sedimentos e outros materiais sobre as encostas, pelos canais e sob a superfície que compõem o interior do sistema (Chorley & Kennedy 1971). Enquanto o *output* ou a perda de matéria e energia, se dá através da saída de água e sedimentos pelo canal fluvial, evapotranspiração e práticas de irrigação na bacia. Uma das principais características do sistema aberto é a sua estabilidade, onde o acréscimo ou a liberação contínua de energia encontram-se em perfeito equilíbrio. Dessa forma, o sistema de drenagem possui articulações desde montante à jusante pelos fundos de vale, canalizados ou não, que definem a integração da dinâmica interna do sistema.

Gregory & Walling (1973), afirmam que a abordagem sistêmica permite uma melhor análise das relações dos elementos constituintes da bacia de drenagem, relacionando formas e processos, além de muitas variáveis dos fenômenos geomorfológicos, incluindo as relações entre o meio físico e a ação do homem. A bacia de drenagem pode ser abordada em diferentes escalas, sendo composta por vários subsistemas no seu interior onde, desde as sub-bacias a fragmentos de

encosta, todos elementos se inter-relacionam (Gregory & Brown 1966, *in* Gregory & Walling, 1973).

2.2 Desenvolvimento Sustentável

A noção de desenvolvimento sustentável é crucial para a viabilização de estratégias na administração de recursos naturais, principalmente em agroecossistemas, ou seja, ecossistemas alterados por atividades humana. O conceito de desenvolvimento sustentável vem ocupando posição de destaque, após a publicação do relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, *Nosso Futuro Comum*, em 1987, conhecido como “Relatório Brundtland”. Seu paradigma conceitual é o suporte teórico para a construção de uma racionalidade produtiva alternativa: a racionalidade ecotecnológica. O ambiente é concebido como um sistema de recursos e um potencial produtivo para uma estratégia alternativa de desenvolvimento (Mateo, 1997).

Para Capra & Steindl Rast (1999), o movimento ambientalista fez emergir a sustentabilidade como um critério-chave na busca de soluções aceitáveis para a sociedade.

Segundo Beek *et al.*, (1997), a Conferência das Nações Unidas em Ambiente e Desenvolvimento (UNCED, 1992 *in* Beek *et al.*,1997) e o programa de trabalho resultante da Agenda 21 deram respeitabilidade política mundial ao conceito de desenvolvimento sustentável. O conceito de sustentabilidade inclui noções de limites para disponibilidade de recursos, choque ambiental, viabilidade econômica, biodiversidade e justiça social (Dumanski *et al.*, 1991; Harmsen & Kelly, 1992, *in* Dumanski 1993a). Esse conceito, aplicado aos recursos terrestres, é dinâmico. Assim, o que é sustentável em uma área pode não o ser em outra, e o que foi sustentável uma vez poderá não estar sustentável no futuro (Dumanski, 1993a). O sentido de desenvolvimento sustentável impõe limites ao estágio atual da tecnologia e da organização social, no tocante aos recursos ambientais, e pela capacidade da biosfera de absorver os efeitos da atividade humana (CMMAD 1991). Usuários, planejadores de recursos naturais e atores envolvidos no processo são conclamados a participar da conservação do ambiente.

O desenvolvimento sustentável é um estilo de desenvolvimento mais igualitário e menos dependente, que favorece maior racionalidade socioambiental para o manejo dos recursos do espaço, utilizando projetos ecologicamente viáveis, com aplicação de tecnologias ambientalmente adequadas e buscando um maior controle democrático e participação popular nas decisões (Mateo,1997).

O uso do termo “desenvolvimento sustentável” é criticado por ser aberto a uma grande variedade de interpretações. De acordo com Olembo (1994), a confusão surge porque os termos "desenvolvimento sustentável", "crescimento sustentável" e "uso sustentável" foram aplicados de forma trocada como se seus significados fossem os mesmos. O crescimento sustentável é uma contradição em condições ambientais. Nada físico pode indefinidamente crescer. Já "uso sustentável" é aplicável somente a recursos renováveis: quer dizer, usando-os em taxas dentro de suas capacidades para renovação (Beek *et al.*, 1997). O que fica claro é que há uma preocupação latente em otimizar o uso dos recursos naturais, levando a uma maior preocupação com o gerenciamento e o planejamento das atividades produtivas, por isso vem sendo considerado como um novo paradigma por obrigar a uma mudança de atitude e pensamento no trato com as questões ambientais. Adquire-se, assim, consciência dos limites do meio ambiente. A tendência é que a ecologia e economia caminhem juntas, numa rede mais entrelaçada de causas e efeitos.

2.3 Planejamento Ambiental

Para Mateo (1994 e 1997), planejamento ambiental é um instrumento dirigido para programar o uso do território, as atividades produtivas, o ordenamento dos assentamentos humanos e o desenvolvimento da sociedade, em congruência com a vocação natural da terra, o aproveitamento sustentável dos recursos e a proteção e qualidade do meio ambiente. O planejamento ambiental é visto como um elemento regulador das relações entre os sistemas naturais e os sociais. Na atualidade, o “desenvolvimento sustentável, constitui um desafio para a ciência de hoje (Mateo 1997). Os seus objetivos salientam perspectivas e interesses com interface em várias disciplinas em função de focalizar os ecossistemas, os agroecossistemas e os sistemas. Os estudos para o planejamento, manejo e uso dos recursos da terra, incluindo o potencial e limitações, ou seja, a capacidade atual das terras, são parte dessas avaliações. Cabe esclarecer que o conceito de terra aqui usado é o da FAO (1983 e 1994). O grupo de trabalho da Sociedade Internacional de Ciência do Solo (ISSS) para Avaliação das Terras e outros, desenvolveram as Bases Internacionais para Avaliação do Manejo Sustentável das Terras Agrícolas (FESLM - *Framework for Evaluating Sustainable Land Management*), publicado pela FAO (1993), onde conceitos, procedimentos, critérios e indicadores foram apresentados para avaliar se as práticas de manejo das terras podem conduzir à sustentabilidade ou ultrapassá-la. Segundo Dumanski (1993 *in* FAO 1993), o FESLM se preocupa com a avaliação das terras, não se envolve com o planejamento ou desenvolvimento. E, ele se limita às informações presentes que são facilmente aceitáveis. Dessa forma, surgem incertezas resultantes da complexidade

inerente ao sistema, como a variabilidade no espaço e no tempo, e a qualidade dos indicadores de sustentabilidade.

A conquista da sustentabilidade requer um complexo e bem articulado mecanismo de procedimentos científicos, técnicos e administrativos, que conduzam a uma regulação efetiva e a uma alta eficiência na utilização e exploração do meio ambiente e dos recursos naturais (Vergara, 1992 *in* Mateo 1997). O objetivo principal do planejamento ambiental é garantir, de forma completa, as condições ecológicas para o desenvolvimento efetivo da produção social e todas as atividades da população, através do uso racional e da proteção dos recursos do meio ambiente (Mateo, 1994).

Nesse sentido, podem-se distinguir quatro aspectos básicos do planejamento ambiental: recursos naturais; habitat humano; sistema e equilíbrio ecológico como um todo; base espacial de distribuição das forças produtivas, que exige a liquidação da degradação ambiental e garantia da proteção do meio natural e dos “objetos de proteção dos impactos humanos indesejáveis” (Mateo *et al.*, 1997).

Na visão de (Mateo *et al.*, 1997), o planejamento ambiental exige as seguintes fases: organização, inventário, análises, diagnóstico, propositiva e execução.

Como visto, deve-se atender a uma complexidade de parâmetros, incluindo variáveis ecológicas, econômicas sociais e políticas, tendo como propósito garantir o uso adequado dos recursos naturais esgotáveis, mantendo a capacidade de sustentação dos ecossistemas. Ao mesmo tempo, para cada nível espacial, os processos de planejamento nas dimensões urbana ou rural têm suas características específicas. É importante considerar que cada nível espacial e seus estágios de projeção correspondentes exigem diferentes informações geocológicas (Garcia, 1993 *in* Mateo *et al.*, 1997). Estas informações diferem quanto ao grau de generalização e ao tipo de informação.

Em um campo de ação tão complexo como é o do planejamento ambiental, que está dirigido para regular as relações entre diferentes interesses socioeconômicos e políticos, no que diz respeito à exploração e assimilação do meio ambiente e às riquezas naturais, o papel da ética profissional é decisivo (Mateo, *et al.*, 1997). A mudança de atitude das comunidades é crucial para viabilizar estratégias para administrar ecossistemas, especialmente em áreas alteradas por atividades humanas. Assim, a percepção ambiental, a participação e a validação social são itens muito importantes a serem considerados nas etapas do planejamento ambiental.

2.4 Paisagens e Avaliação de Recursos Naturais

Buscando entender os diversos níveis de arrançamento, integração e inter-relacionamento dos componentes da paisagem para a avaliação dos recursos naturais, diferentes disciplinas, por caminhos diversos, têm-se interessado pelo tema, realizando tentativas para a criação de bases conceituais e metodológicas para um melhor entendimento das relações e interações dos componentes naturais da superfície terrestre, objetivando sua taxonomia e mapeamento. Em consequência, criou-se uma profusão de termos, conceitos e abordagens diferenciadas, visando à planificação regional, mas tendo na paisagem sua base de sustentação. O interesse por seus diversos elementos (geofatores e componentes da paisagem) a relaciona com as ciências naturais, humanas, econômicas e sociais (Troll, 1996).

Nesse contexto, a paisagem constitui-se na expressão fenomênica mais contundente das relações homem-natureza, despertando cada vez mais o interesse, principalmente, dos que cuidam das questões ambientais (Corrêa & Rosendahl, 1998).

Os soviéticos foram, ao lado dos alemães, os primeiros a considerar o meio físico-geográfico como um sistema complexo. Dokuchaev (1846-1903, *in* Mateo, 1984), estudando diversos ambientes sobre a planície russa, propõe como resultados uma teoria genética para a formação dos solos que, posteriormente, teve reflexos mundiais no desenvolvimento da pedologia e no estudo e mapeamento das paisagens. Para a escola russa, a paisagem é concebida como um sistema territorial onde interagem componentes naturais e complexos de diversos níveis taxonômicos. Daí a importância prática das investigações da paisagem, em particular na planificação territorial, na avaliação de condições de recursos naturais e na proteção da natureza.

Segundo Mateo (1984), a teoria de solos de Dokuchaev foi a base para o estudo da paisagem e desenvolvimento das idéias sobre o “Complexo Natural Geográfico ou Complexo Territorial Natural” (CNT), muito usado para o estudo e mapeamento das paisagens nas repúblicas socialistas soviéticas até a década de 50. Os solos, por refletirem o complicado sistema de inter-relações no complexo meio natural e justamente por isso seu estudo constituía-se na via mais direta para a síntese da Geografia (Mateo, 1984). Dokuchaev denominou CNT, a interação de componentes bióticos e abióticos que se desenvolvem no interior de um complexo sistêmico.

De acordo com Mateo (1984), desenvolve-se atualmente na Rússia várias direções para o estudo do meio físico. O enfoque da utilização, modificação e proteção complexa e racional das condições e recursos naturais fundamenta-se na concepção da natureza como um sistema. Assim, os complexos naturais geográficos como paisagens na concepção geral do termo constitui um tipo particular de sistema material, que é composto de variáveis geográficas intercondicionadas e

inter-relacionadas em sua distribuição, desenvolvendo no tempo, como parte do todo (Mateo, 1984).

Sotchava (1972), buscando sistematizar o parcelamento do meio natural, para estruturação de um mapa de paisagens, propõe a classificação de geossistemas visando a sua taxonomia. Em sua concepção original, coloca o geossistema como um sistema natural de primeira grandeza, organizado em termos de hierarquias funcionais que podem ser divididas em partes. Bertrand (1972) coloca o geossistema ao lado da geofácies e geotopos, como um elemento, como parte das unidades inferiores ocupando a quarta e a quinta grandeza, dentro de uma proposta de taxonomia com seis níveis temporal-espaciais. Tal posição é questionada por criar certa confusão e superposição com conceitos já consagrados, como de ecotopo de Troll (1996) e até mesmo com o de ecossistema. O conceito de geossistema, assim como o de paisagem, tem incitado muitas discussões, dificultando à sua aplicação e uso. A análise da ação antrópica e a ausência de uma taxonomia adequada e aceita na comunidade científica, que atenda às diversidades de ambientes do globo, são as grandes dificuldades para o seu uso. Os esforços até então realizados estão longe de um desfecho e ainda são assuntos para muitas reflexões teóricas e metodológicas para o perfeito entendimento das questões acima.

Mateo (1984) explica que a idéia de considerar, dentro de uma mesma unidade territorial, elementos naturais e sociais contradiz os princípios da dialética marxista de interação entre natureza e sociedade. Existem duas grandes categorias de sistemas territoriais. Concebê-los como um mesmo sistema territorial é aceitar que são regidos por leis únicas, naturais e sociais, e isso nega a dialética de Marx e Engels (Mateo, 1984). A figura 1, mostra as categorias de sistemas.

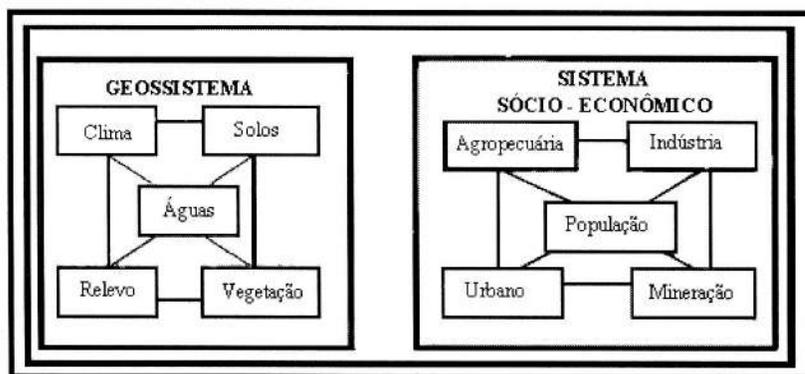


Figura 1 - Estruturação do geossistema e do sistema sócio-econômico, baseado em Christofoletti (1999).

2.4.1 Mapeamentos e Paisagem

Dois métodos rapidamente se consagraram na América e ambos receberam a contribuição da escola de Berkeley com Jenny (1941) e Sauer (1925 *in* Corrêa 1998) com a obra “*The Morphology of Landscape*”. O primeiro método evidencia o caráter menos efêmero dos elementos componentes do meio físico, agregando os fatores antrópicos em estudos de socioeconomia. Para esse método os conceitos da escola russa dokuchaeviana foram a base teórica fundamental. O segundo coloca em evidência a dinâmica comandada pelo homem, considerando-o como componente do meio, tendo em Sauer seu representante máximo.

Para Dokuchaev (1846-1903 *in* Mateo, 1984), criador da Edafologia científica, mais tarde denominada Pedologia, o solo era o resultado da interação e atividade combinada entre a rocha mãe, o relevo, o clima (água e temperatura) e os organismos (incluindo o homem). Esse era o produto da paisagem e, ao mesmo tempo, seu espelho, o reflexo do complicado sistema de inter-relações no complexo meio natural (Joffe, 1949; Mateo, 1984; Simonson, 1989). O solo é considerado como um espelho por refletir, em sua morfologia expressa no perfil de solo todos os fatores de formação, permitindo assim, através da análise de sua morfologia inferir a sua formação, ou seja a sua gênese.

Dokuchaev eliminou o conceito de solo que vigorava até então, usado por cientistas e agricultores, de que os solos eram restos de pedras desintegrados e misturados com material orgânico, ou seja, simplesmente um produto do desgaste de rochas (Franzmeier, 1996). Com as contribuições de Marbut (1935 e 1938 *in* Franzmeier, 1996), as idéias de Dokuchaev ganharam corpo e a pedologia sofreu grande impulso nas últimas décadas, culminando com o sistema de classificação de solos *Soil Taxonomy*, (1960), que passou a ser adotado ou servir de base em grande parte dos países capitalistas e em organismos internacionais, como a FAO, para o estudo e mapeamento do meio físico. Para o mapeamento de grandes áreas, em escala grande, a publicação da obra de Jenny (1941), *Fatores de Formação dos Solos*, foi fundamental. Jenny (1941), utilizou as idéias genéticas de formação dos solos, que estavam bastante difundidas, e as apresentou em um modelo matemático que ficou conhecido mundialmente, sintetizando as informações até então conhecidas, na seguinte equação: $s = f(mo, c, o, r, t...)$, sendo que: s = solo, mo = material de origem, c = clima, o = organismos, r = relevo e t = tempo. Os pontos representam fatores adicionais passíveis de serem incluídos. As condições mo , c , o , r e t são as variáveis independentes que definem o sistema. Segundo Hudson (1992), à medida que a paisagem é percorrida, pode-se procurar por mudanças em um ou mais desses fatores, podendo,

com precisão, localizar limites entre corpos diferentes de solos. Isso facilitou o mapeamento e guiou a lógica de muitos estudos de formação de solos por mais de cinquenta anos.

O sistema de classificação de solos nos Estados Unidos (1975) desenvolveu-se entrelaçado com teorias sobre a natureza e formação de solos e como usar essas informações para administrar e gerenciar os recursos terrestres, como os solos se formam e se relacionam a fatores ambientais. Segundo Franzmeier (1996), entre o período de 1915-1920, duas linhas de pesquisas de solos competiam nos Estados Unidos: uma genética, embasada nos princípios teóricos de Dokuchaev e levada a cabo por Marbut (1935 e 1938 *in* Franzmeier, 1996); outra utilitária, desenvolvida principalmente para combater a erosão das terras. As duas propostas tiveram desdobramentos positivos, culminando no desenvolvimento das atuais classificações de solo: interpretativas e taxonômicas (Oliveira, 1972).

As classificações interpretativas, ou utilitárias, são aquelas que agrupam os solos de acordo com características para usos específicos, como, por exemplo, irrigação, capacidade de uso das terras (Klingebiel & Montgomery, 1961; Lepsch *et.al.*1991), aptidão agrícola das terras (Ramalho & Beek, 1995). São assim reconhecidas porque atendem a um fim específico, mas dependem do conhecimento das propriedades, características e atributos dos solos, informações estas geradas com o levantamento e mapeamento dos solos, sob os preceitos da classificação taxonômica ou genética.

As classificações taxonômicas ou genético-morfológicas, surgidas após os preceitos de Dokuchaev, constituem, segundo Cline (1949), o arranjo de solos em grupos e em ordens sucessivas que permitam reconhecer facilmente suas propriedades e compreender suas relações.

Os métodos de mapeamento do meio físico têm passado por vários aperfeiçoamentos ao longo dos anos. Um modelo básico é descrito por Zinck (1990), hierarquizando as diversas etapas de execução, passando pelo processamento, interpretação e a aplicação no planejamento de uso da terra.

Para (Sauer 1998), os objetos que existem na paisagem existem em inter-relação, constituem uma realidade como um todo, que não se expressa pela separação de suas partes constituintes, a área tem forma, estrutura e função, e daí posição em um sistema, e está sujeita ao desenvolvimento, mudança e fim

Na proposta de Sauer (1925, *in* Corrêa 1998), a paisagem cultural é modelada a partir de uma paisagem natural por um grupo. É uma área composta por associação distinta de elementos físicos e formas culturais. A cultura é o agente, a área natural é o meio, a paisagem cultural, o resultado. Para estudá-la, Sauer usou o método morfológico apoiado em conclusões baseadas nas evidências, sem qualquer idéia preconcebida. Os restos e vestígios deixados pelos grupos sociais

permitted infer genetic relationships between cultures, making correlations. The proposal of Sauer evolved, culminating with the creation of cultural geography.

2.4.2 Sistema de Terras, Uso da Terra e Levantamento de Solos

The integrated natural resources survey of Australia "land systems" is another example that identifies, describes and maps large integrated landscape segments. In this country, a wide range of complex physical-geographical investigations was developed, primarily with the objective of evaluating the potential of natural resources. Field investigations were carried out by multidisciplinary teams, composed of geomorphologists, edaphologists, pedologists and geobotanists, who dedicated themselves to the study of landscape morphological units called "land systems" (*land systems*). The approach used can be considered as a complex physical-geographical one. They dedicated themselves basically to mapping and to the distinction of morphological and regional units with a working scale between 1:250,000 and 1:1,000,000, and not to other theoretical problems (Mateo, 1984).

They used, for this purpose, three taxonomic levels: the first level classifying the so-called "land systems", corresponding to the delimitation of broader natural regions; within these regions, they proceeded to the determination of the second level, corresponding to the so-called "land units", the third level, or "land facets", corresponding to the subunits of the previous class.

Another method, widely used, which seeks to identify the natural occurrence of geo-environmental units that can be recognized, described and mapped in terms of the integration of attributes of geomorphology, geology, soil, vegetation and water is designated as "correlated complex" by Zinck (1990) and "integrated mapping" by Zonneveld (1972).

Zonneveld (1972) developed a proposal for distribution and cartography of landscapes in differentiated units by hierarchical levels, using the following terminology: Ecotope or site; Terrestrial facies (*microcore*); Terrestrial system (*mesocore*); Principal landscape (*macrocore*). Figure 2 represents the model elaborated by Zonneveld (1972), indicating the position of the landscape in the ecological context.

Troll, in 1938, introduced the term "landscape ecology", later substituted by "geoecology". Troll sought greater integration between Geography (landscape) and Biology (ecology). Considering the tendency each time greater to consider the landscape as a "organic unit" and study it in the temporal and spatial rhythm of its numerous and diverse factors, Troll (1971 and 1972) visualized the use and application of landscape ecology for purposes of attending to society, such as planning of land use, urban regional

etc., ou seja, bem próximo dos objetivos da FAO. Desde então, a geoecologia tem passado por sucessivas fases com os trabalhos de Zonneveld (1972); Klink (1974); Risser *et al*, (1984); Forman & Godron (1986); Naveh & Lieberman (1993) e outros.

As duas abordagens Uso da Terra “*Land Use*” e Levantamento de solos “*Soil Survey*” têm muitos pontos em comum, com base no planejamento do uso da terra, bastante ligadas a uma abordagem geoecológica (Troll, 1996), onde expõem as influências dos fatores da ecologia da paisagem, ou seja, clima, geologia, geomorfologia, águas, solos, vegetação e atividades humanas associadas à perspectiva mais agrônômica das potencialidades naturais do meio ambiente. São detectados os estudos dos levantamentos e mapeamentos do uso do solo, ecologia das culturas e manejo das terras.

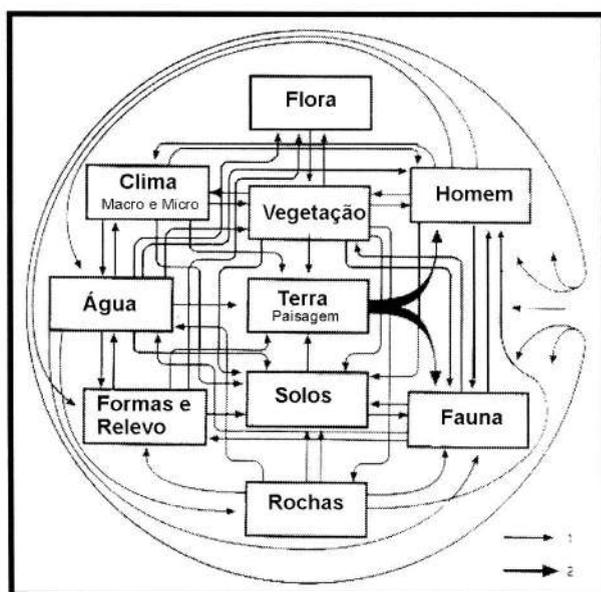


Figura 2 – Modelo de paisagem no contexto ecológico conforme Zonneveld (1979, *in* Christofolletti, 1999).

A “*International Association for Landscape Ecology*” (IALE), integra atualmente profissionais de vários campos com interesses na área. Busca-se um método científico que permita a classificação terrestre baseada na topologia, coerência entre os atributos, aspectos fisionômicos e como uma base para a cartografia das paisagens, procura desenvolver e aprimorar métodos para análise, avaliação e o inventário das paisagens (Zonneveld, 2000). A IALE considera como similar os estudos visando o estudo, avaliação, uso sustentado e à conservação dos recursos disponíveis e como um corpo muito importante de pesquisa e aplicações. Portanto, é possível acreditar que existem caminhos para usar a superfície terrestre dentro de modelos sustentáveis; defende, portanto, maior cooperação e integração entre as ramificações. Atualmente, a denominação “ecologia de paisagem” engloba uma visão renovada, buscando

expressar unidade complexa e interativa. Para Zoneveld (2000), o resultado desse esforço seria então a propagação de um novo paradigma de ecologia da paisagem, baseado na teoria de sistemas gerais, biocibernética e ecossistemologia, como proposto por Naveh e Liebermann (1993).

A FAO (1976 e 1981) publicou as bases para avaliação agrícola das terras para usos específicos, lançando em seus boletins as bases para o zoneamento agroecológico, com conceitos de zonas agroecológicas ou unidades homogêneas. Sistema similar foi usado no zoneamento agroecológico da região leste fluminense do estado do Rio de Janeiro (Embrapa, 1990; Witter, 1991); no delineamento macro-agroecológico do Brasil (Embrapa, 1992b) e no zoneamento agroecológico do estado do Rio de Janeiro (Embrapa, 1992a; Witter, 1993), visando ao ordenamento do uso da terra e o gerenciamento das paisagens agrícolas, e vários outros realizados pelo IBGE em diversos pontos do território nacional.

Atualmente a FAO (1995) defende e valoriza a análise integrada do ambiente. Após a publicação do “*Framework for Evaluating Sustainable Land Management*” (FESLM), prepara, segundo Dumanski (1993b), metodologia capaz de combinar as informações socioeconômicas com as informações físico-bióticas.

Como se observa, apesar da diversidade de métodos e aparente confusão de termos, tem-se buscado o mesmo objetivo, ou seja, o estudo das paisagens e a avaliação dos recursos naturais. Atualmente, desenvolvem-se estudos voltados para o planejamento de uso das terras e dos solos, utilizando o zoneamento como ferramenta de planejamento, como os zoneamentos agroecológico, ecológico-econômico, geoambiental, ambiental, estabelecimento de unidades de paisagem, etc. Rocha (2000) sugere, visando evitar um holismo difuso, que se faça zoneamento para finalidades específicas, tais como conservação ambiental, turismo, agricultura e outras.

2.5 Teoria Geral de Sistemas e Visão Sistêmica

A Teoria Geral de Sistemas concretiza-se como teoria formalizada em 1968, com a publicação da obra “*General System Theory*”, onde elabora-se uma teoria interdisciplinar de função integradora, em reação ao reducionismo, e que fosse capaz de transpor os problemas exclusivos de cada ciência, que se mantinham “encapsuladas em seus campos científicos específicos” (Bertalanffy, 1968).

Com a publicação da Teoria Geral de Sistemas por Bertalanffy, o paradigma de sistemas e outros infiltraram-se gradualmente nas ciências físicas e biológicas, valorizando conceitos que refletiam a complexidade, a integração e o holismo. Assim, conceitos como ecotopo,

ecossistema, holon, pedosystem, agroecossistema e tantos outros que sugeriam sistemas, subsistemas, visão sistêmica, foram resgatados, ou criados, após a década de 60 e passaram a ser de uso corrente na literatura. Tal fato, aliado à aplicação quase que imediata dos conceitos da TGS por Chorley & Kennedy (1971) na área ambiental e ao maior contato entre os cientistas, levou várias escolas a reverem suas posições e trabalharem para que novos conceitos fossem introduzidos e os velhos, revisados. Ampliando, descartando ou criando novas concepções promoveu-se uma reflexão, reexame e melhoria do arcabouço de conceitos básicos mais adequados às demandas atuais. Com essa idéia, a superfície da Terra passou a ser vista como um supersistema composto de vários subsistemas ou sistemas de nível inferior com diversos níveis de organização.

A idéia de sistemas trouxe novas maneiras de olhar o mundo, proporcionando novas formas de entender a complexidade na natureza, abrindo caminho para novos paradigmas, como o da complexidade. Surge uma tendência para a visão sistêmica, que olha para o todo sem o dividir, em oposição a uma visão analítica, que corta o todo em partes sem conseguir uma visão holística. Para Bernal (1957, *in* Bertalanffy, 1977), na ciência moderna, a interação dinâmica parece ser o problema central em todos os campos da realidade. Seus princípios gerais terão de ser definidos pela Teoria Geral de Sistemas.

Abordando as questões científicas, empíricas e/ou pragmáticas dos sistemas, dando ênfase à complexidade organizada, já que se encontra organização em todos os níveis, Bertalanffy advogou a criação de uma nova disciplina científica com a proposição de constituir-se em um amplo campo teórico-conceitual, valorizando a interação, inter-relação e integração e que anunciasse uma nova compreensão do mundo. Constituindo-se, portanto, em uma filosofia da ciência da totalidade, buscando reavivar a unidade da ciência. Em oposição ao reducionismo, Bertalanffy (1968 e 1977) a denominou de *perspectivismo*.

A TGS, aplicada com exatidão e sucesso em graus variáveis, a diversos campos científicos, tornou-se um importante campo de pesquisa e aplicação a respeito da estrutura, funcionamento, organização e dinâmica dos sistemas. Com a Teoria Geral de Sistemas, o mundo complexo pode ser decomposto intelectualmente em partes internamente estruturadas e investigadas sob condições simplificadas. Tais partes são comumente denominadas sistemas (Chorley & Kennedy, 1971).

Segundo Prigogine & Stengers (1991), complexidade e complicação não devem ser confundidas, até mesmo sistemas simples podem apresentar um comportamento extremamente complexo. Todos os sistemas, independentemente de seu tamanho, grau de complexidade e taxonomia, caracterizam-se por uma série de propriedades gerais (Mateo, 1984). Daí a

formulação de uma Teoria Geral de Sistemas (Bertalanffy, 1950 e 1968), onde suas propriedades organizacionais são empregadas para definir as relações entre variáveis constituintes dos sistemas.

2.5.1 Origens e Fundamentos

Considerada como a segunda revolução industrial, a tecnologia dos computadores - softwares e hardwares -, da automação, da cibernética, dos sistemas, da física quântica, são vistas como novos paradigmas, obrigando a uma reorientação do pensamento científico. Em todas elas há forte apelo ao holismo, em detrimento do reducionismo (Bertalanffy, 1977; Capra & Steindl Rast (1999).

Segundo Bertalanffy (1968), a TGS consiste numa ampla concepção que transcende de muito os problemas e exigências tecnológicas. As raízes de sua evolução são complexas. Um de seus aspectos é a passagem da engenharia de produção de energia para a engenharia de controle, que conduziu aos computadores e à automação (Low 1965, *in* Bertalanffy, 1977).

Na obra “*Theoretische Biologie*” Bertalanffy (1933) propõe a TGS, baseando-se no fato de que o organismo é um sistema aberto. Utiliza a idéia excluída pelo mecanicismo referente aos problemas de ordem, organização, totalidade e usa os modelos matemáticos para explicar fenômenos biológicos, aplicados às ciências sociais e do comportamento.

A Teoria Geral dos Sistemas surge apoiada por uma seqüência de novas outras teorias recém-criadas como: cibernética, teoria da informação, teoria dos jogos, teoria da decisão, a topologia ou a matemática relacional, incluindo campos de natureza não métrica, como a teoria das redes e dos grafos, a análise fatorial, dos conjuntos, da decisão e dos autômatos (Bertalanffy, 1977; www.iss.org/lum.LBV). Somadas às contribuições ligadas à moderna automação, como Engenharia de Sistemas, Pesquisa de Operações e Engenharia Humana (Ackoff, 1960.; Hall, 1962.; *in* Bertalanffy, 1977).

Segundo Capra & Steindl Rast (1999) e Capra (2000), uma raiz importante da teoria sistêmica está na criação da cibernética na década de 1940. Outra raiz corresponde mais a uma filosofia sistêmica e von Bertalanffy foi a grande figura nesse desenvolvimento, essa linha foi a responsável pela abertura para uma problemática mais ampla e mais geral, a dos chamados “sistemas abertos”, que incluem os “sistemas fechados” como casos particulares (Maciel, 1974; Capra, 2000).

Todo organismo vivo é essencialmente um sistema aberto, mantém-se em um contínuo fluxo de entrada e de saída, conserva-se mediante a construção e a decomposição de

componentes, nunca estando, enquanto vivo, em estado de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário, que é distinto do último (Bertalanffy, 1951 e 1977).

Segundo Wood Jr, (1993), um dos desenvolvimentos mais importantes das últimas décadas foi a descoberta e estudo do chamado comportamento caótico de sistemas dinâmicos não lineares. Os princípios, idéias e conceitos tratados pela Teoria do Caos revelam-se ferramentas úteis na evolução do conhecimento dos sistemas complexos. Relacionados aos desenvolvimentos ligados à Teoria dos Sistemas, ao Paradigma da Complexidade e aos Sistemas Auto-Organizados. Por suas características, a Teoria do Caos complementa e é complementada por outras idéias, como o paradigma da complexidade e a Teoria Sistêmica: as três compõem uma nova forma de olhar para os sistemas complexos. Longe de serem campos estanques, têm fronteiras mal definidas e grandes interfaces, compondo um novo arcabouço de idéias para o estudo de sistema, organizações e questões ambientais (Wood Jr, 1993; Christofolletti, 1999; Nussenzveig, 1999; Camargo & Guerra, 2001). Assim os três tipos de comportamento que explicam o mecanismo dinâmico dos sistemas são: Ordem, Caos e Criticalidade Auto - Organizada (Nussenzveig, 1999; Christofolletti, 1999).

2.5.2 Enfoque Matemático e Características dos Sistemas

Para Bertalanffy (1977), a teoria dos sistemas é eminentemente um campo matemático oferecendo técnicas parcialmente originais e altamente complicadas, em estreita ligação com a ciência dos computadores e essencialmente determinada pela necessidade de atender aos problemas práticos levantados pela tecnologia moderna e, que fugia a competência do especialista para a reunião de componentes originados em tecnologias heterogêneas.

A idéia de sistema conserva seu valor mesmo quando não pode ser formulada matematicamente como na sociologia (Bertalanffy, 1977). São vantagens dos modelos matemáticos: ausência de ambigüidades, possibilidade de estrita dedução, verificabilidade por meio de dados observados. Isso não significa que os modelos formulados em linguagem ordinária devam ser desprezados ou recusados; um modelo verbal é melhor do que nenhum modelo, ou do que um modelo mal construído ou, ainda, modelos prematuros que falsificam a realidade e restringem o campo de visão (Bertalanffy, 1977). A matemática significa essencialmente a existência de um algoritmo que é muito mais preciso que o de qualquer linguagem ordinária, apresenta como característica a ênfase nos aspectos dos objetos ou eventos que derivam das propriedades gerais dos sistemas, mais do que de seu conteúdo específico.

Teorias de enorme influência e impacto não são matemáticas, como a psicanálise e a da seleção. Seu impacto excede de muito as construções matemáticas (Bertalanffy, 1977). A linguagem da matemática é eminentemente qualificada para servir como linguagem da Teoria Geral de Sistemas, precisamente porque essa linguagem é vazia de conteúdo e exprime apenas as características estruturais (relacionais) de uma situação (Rapoport, 1971). A TGS, ou pelo menos o seu aspecto matemático, pode ser encarada como um esforço para fundir os enfoques mecanicista e organicista, de modo a utilizar as vantagens de cada um (Rapoport, 1971).

De acordo com Bertalanffy (1977), todos os sistemas possuem três características comuns: 1 - é parte de um sistema maior e contém em si mesmo, vários subsistemas; 2 - cada parte, ou subsistema, de um sistema mais amplo tem um objetivo e contribui para que seja alcançado não só esse objetivo, mas também o do sistema maior onde se insere; 3 - os subsistemas são inter-relacionados, assim, qualquer alteração em uma das partes componentes provocará necessariamente mudanças nas outras partes ou subsistemas (www.iss.org/lum.LBV). A figura 3, mostra os parâmetros básicos comuns a todos os sistemas e a figura 4 mostra o relacionamento entre os elementos de um sistema, onde A e B simbolizam vários complexos.

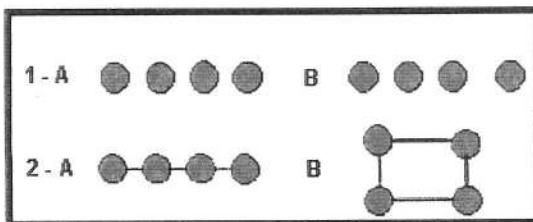


Figura 3 – Parâmetros básicos dos sistemas modificado de Siegel (1971).

Figura 4 - Complexo de elementos modificado de Bertalanffy (1977).

A noção de sistema é bastante primitiva, no sentido de que não se deixa facilmente definir em função de conceitos mais simples e, como toda noção primitiva, trata-se de conceito de grande extensão, ou seja, aplica-se a quase tudo o que existe e é complexo e organizado (Maciel, 1974).

Segundo Bertalanffy (1977), ao tratar de complexos de elementos pode-se fazer três diferentes distinções, de acordo com sua espécie, com seu número e de acordo com as relações dos elementos.

No caso 1, o complexo pode ser compreendido como a soma de elementos considerados isoladamente e suas características podem ser chamadas somativas e se mostram idênticas dentro e fora do complexo, podendo ser obtidas por meio da soma das características e do comportamento dos elementos conhecidos isoladamente. No caso 2, não somente os elementos

devem ser conhecidos, mas também as relações entre eles. Suas características podem ser chamadas constitutivas, ou seja, são aquelas que dependem das relações específicas no interior do complexo e, para compreendê-las, devemos conhecer não somente as partes, mas também as relações. Um sistema não é meramente uma totalidade de unidades (partículas, indivíduos), cada uma governada por leis de causalidade que operam sobre ela, mas, antes, uma totalidade de relações entre tais unidades. A ênfase é na complexidade organizada, isto é, na circunstância de que a adição de uma nova entidade introduz não apenas a relação dessa entidade para com as outras, mas, também, modifica as relações entre todas as outras entidades (Rapoport 1971 1976).

O problema do sistema é essencialmente o das limitações dos procedimentos analíticos. Isso costuma ser expresso em enunciados semimetafísicos, tais como evolução emergente ou o todo é mais do que a soma de suas partes (Bertalanffy, 1977). Procedimentos analíticos significam que uma entidade pode ser estudada resolvendo-se em partes e, por conseguinte, pode ser constituída ou reconstituída pela reunião dessas partes. Esses procedimentos são entendidos tanto em sentido material quanto em sentido conceitual.

Portanto, o significado da expressão “o todo é mais que a soma das partes” consiste simplesmente em que as características constitutivas não são explicáveis a partir das partes isoladas e as características do complexo comparadas às dos elementos parecem “novas ou emergentes.” A negação dessa posição, freqüentemente citada, deve ser considerada não como uma negação de uma conhecida tautologia mas, antes, como uma expressão da inadequação da posição mecanicista. O que se coloca é a redefinição das perguntas, para que os esforços sejam orientados para a procura das respostas certas (Rapoport 1971; Bertalanffy 1977).

Bertalanffy (1977) destaca que, em alguns sistemas o comportamento se explica pelas partes, em outros não, (Figura 4). Alguns bons exemplos de sistemas com propriedades emergentes são a água e os corais; ambos adquirem novas propriedades que já não são mais explicadas apenas pela soma das partes. Os solos, à medida que vão interagindo com o ambiente, evoluem e perdem as características da rocha de origem. As árvores e a floresta se encaixam bem no caso um da figura 4 e nos dão a idéia exata do todo. Uma árvore é um sistema como qualquer outro; a soma das árvores forma a floresta, mas o todo não é bem a floresta, é a teia complexa que dá o sentido exato do todo, ou seja, a biodiversidade (Odum 1998). A TGS enfatiza que os sistemas da realidade são abertos, interagem com os seus ambientes e que eles podem adquirir qualitativos ou propriedades novas, ou emergentes por interações, relações e inter-relações, resultando em evolução não-interrupta.

O fato de certos princípios aplicarem-se aos sistemas em geral, independentemente da natureza dos sistemas e das entidades em questão, explica o aparecimento de concepções e leis

correspondentes em diferentes campos da ciência. Assim, princípios como os de totalidade e soma, mecanização, ordem hierárquica, aproximação a estados estáveis, equifinalidade, etc., podem aparecer em disciplinas completamente distintas. O isomorfismo encontrado em vários domínios baseia-se na existência de princípios gerais dos sistemas (Bertalanffy, 1977).

2.5.3 - Abordagem Sistêmica: Princípios, Pressupostos e Aplicação

Onde houver sentido de todo, interação, inter-relação, todos organizados, complexidade organizada, eis aí um sistema de forma mais elaborada (Bertalanffy, 1968 e 1977).

Em lugar de reduzir uma entidade para as propriedades de suas partes ou elementos, a TGS focaliza no arranjo das relações entre as partes que os conectam em um todo.

Um sistema pode ser definido como um complexo de elementos em interação. A interação significa que os elementos P estão em relações R , de modo que o comportamento de um elemento de P em R é diferente de seu comportamento em outra relação R' . Os sistemas são freqüentemente estruturados de maneira que seus membros individuais são por sua vez sistemas do nível inferior seguinte. Cada superposição de sistemas é chamada ordem hierárquica. A cada um de seus níveis individuais aplicam-se igualmente os aspectos de totalidade e somatividade, mecanização progressiva, centralização, finalidade, etc (Bertalanffy, 1977). A figura 5 mostra a interação entre um complexo de elementos.

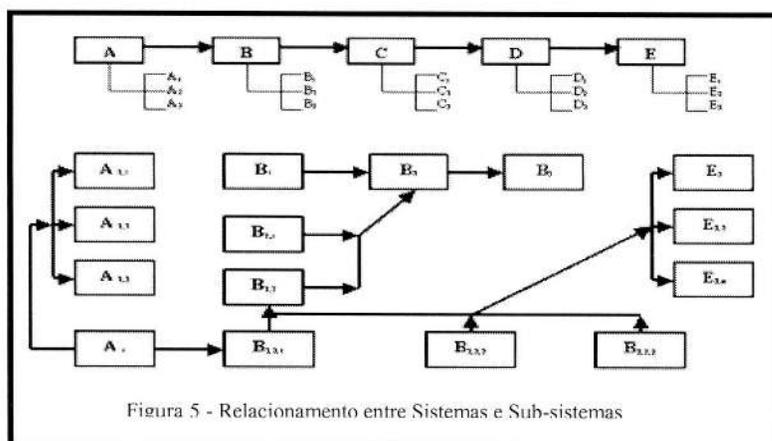


Figura 5 – Relacionamento entre sistemas e subsistemas modificado de Siegel (1971).

Um conjunto de conceitos fundamental é o de ordem hierárquica. A teoria da ordem hierárquica é um esteio para a Teoria Geral dos Sistemas (Bertalanffy, 1977), e fornece um arcabouço conveniente para subdividir e tratar de situações complexas ou gradientes extensos

(Novikoff, 1945). As teorias engendradas por essa concepção foram chamadas, entre outras coisas, de contribuições à Teoria Geral dos Sistemas.

Quanto mais estreitamente entrelaçada é a rede de relações, mais organizado é o sistema abrangido por essas relações. O grau de organização torna-se, então, o conceito central do ponto de vista da TGS. A prática de análise aplicada aos sistemas mostra que é preciso aplicar diversos modelos de sistemas, de acordo com a natureza do caso e os critérios operacionais (Bertalanffy, 1968 e 1977).

É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (Bertalanffy, 1977).

Novikoff (1945) considera o desenvolvimento como contínuo, porque envolve uma mudança eterna; porém, também é descontínuo, uma vez que passa através de uma série de diferentes níveis de organização. O princípio das propriedades emergentes nos faz entender uma importante consequência da organização hierárquica, à medida que os componentes ou subconjuntos combinam-se para produzir sistemas funcionais maiores, emergem novas propriedades que não estavam presentes no nível inferior (Novikoff, 1945). Embora as descobertas sobre um determinado nível ajudem no estudo do nível seguinte, elas nunca explicam a totalidade dos fenômenos que ocorrem no nível seguinte, o qual precisa ser estudado (Odum, 1988). Salt (1979, *in* Odum, 1988) sugeriu que se fizesse uma distinção entre propriedades emergentes, conforme a definição já dada, e propriedades coletivas, que são somas dos comportamentos dos componentes. Os dois tipos são propriedades do todo, porém as propriedades coletivas não abrangem características locais novas ou distintivas que resultam do funcionamento da unidade integrada.

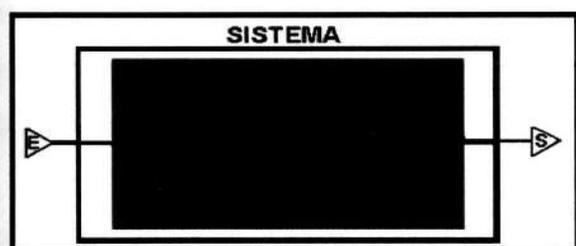
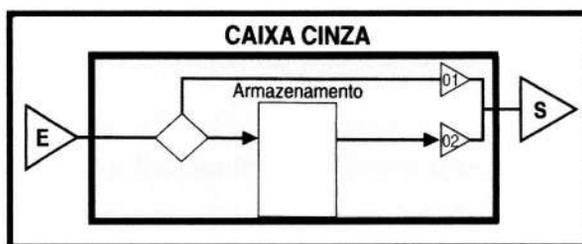
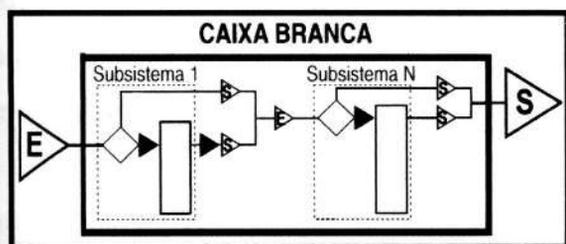
Teoricamente, quando as hierarquias são decompostas em seus vários níveis de sub sistemas, estes ainda podem interagir e se reorganizar para alcançar um nível superior de complexidade (Laszlo, 1972). Anshby (1962, *in* Bertalanffy, 1977), dizia que o estudo pode começar em qualquer ponto do espectro, desde que sejam considerados os níveis adjacentes, além do nível em questão, pois, como já foi assinalado, alguns atributos são previsíveis a partir das partes (propriedades coletivas), enquanto outros não o são (propriedades emergentes).

Mecanismos homeostáticos, ou seja, freios e contrapesos, forças e contra-forças, operam em tudo, tendendo a reduzir a amplitude das oscilações, quando as unidades menores funcionam dentro de unidades maiores (Odum, 1988). Patten (1978) indica que um estudo em nível de

sistema é, na verdade, uma hierarquia tripla: sistema, subsistema (nível imediatamente inferior) e supra-sistema (nível imediatamente superior).

A Teoria Geral de Sistemas abertos compreende um certo número de enfoques diferentes quanto ao estilo e às finalidades. Aplica-se, com exatidão e sucesso, em graus variáveis, a uma gama de fenômenos em ciência e tecnologia. No entanto, o próprio Bertalanffy (1977) adverte contra a descuidada expansão a campos para os quais seus conceitos não se ajustam. Verifica-se que cada sistema é um caso dependente do campo científico, portanto, é necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultantes da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferente, quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (Bertalanffy, 1977). Isso permite uma redução do problema em elementos que são simples o suficiente para serem analisados isoladamente mantendo, a todo momento, o contexto com cada elemento bem como o seu significado em relação ao problema como um todo (Mannion, 1991; Cowell & Thom, 1994).

A análise dos princípios gerais dos sistemas mostra que muitos conceitos considerados antropomórficos, metafísicos ou vitalistas são acessíveis a uma exata formulação, são conseqüências de definições inconsistentes dos sistemas e de certas condições dos sistemas (Bertalanffy, 1977). Chorley & Kennedy (1971) apresentam uma abordagem sistêmica na área ambiental onde os sistemas morfológicos, os sistemas encadeantes e a intersecção entre eles, geram os sistemas processo - resposta, a intervenção humana altera a distribuição de energia e massa, produzindo mudanças operacionais e dando origem aos sistemas de controle geográfico. As figuras 6, 7 e 8 mostram os sistemas em caixa branca, caixa cinza e em caixa preta.



Figuras 6, 7 e 8 - Sistema em caixa branca, caixa cinza e caixa preta, baseado em Chorley & Kennedy (1971) e Christofolletti (1999).

Para Argento (1987), a maior importância da adoção da abordagem sistêmica nos estudos ambientais consiste na rigidez de sua metodologia, permitindo, dessa forma, um maior rigor científico nos procedimentos da diagnose e controles ambientais.

2.6 Holismo e Reduccionismo

A filosofia da ciência, na procura de entendimento integral dos fenômenos, sempre foi holística, enquanto que a prática da ciência tem-se tornado cada vez mais reducionista, na procura de entendimento dos fenômenos através do estudo detalhado de componentes cada vez menores (Capra & Steindl Rast, 1999). Laszlo & Margenau (1972, *in* Odum, 1988) vêem na história da ciência uma alternância entre o pensamento reducionista e o holístico (reduccionismo-construcionismo e atomismo holismo são outros binômios usados para contrastar as abordagens filosóficas).

O conceito holístico de que o todo é mais do que a soma de seus componentes utilizado por Smuts (1926 e 1971, *Apud* Christofolletti, 1999), inicialmente foi sufocado, pois surgia como um conceito da metafísica. Com a aplicação da TGS, o termo foi resgatado e aplicado em termos de componentes e relações internas de unidades inseridas em seus níveis hierárquicos, sugerindo que cada sistema hierárquico aberto é todo e parte simultânea e interativamente.

A teoria da organização hierárquica da natureza estabelece que o universo é visto como uma estrutura organizada, em um todo e estratificado em níveis hierárquicos (Novikoff, 1945; O'Neill, 1988). Cada nível mais elevado possui níveis mais baixos de sistemas, cada um deles, com suas características qualitativas e quantitativas próprias. Koestler (1969) cunhou o termo "holon", para enfatizar a dicotomia da natureza e designar a estrutura de dependências dos biosistemas como estruturas intermediárias no âmbito da complexidade ambiental, agindo ambos como autônomos e auto-afirmando como conjuntos para seus subsistemas subordinados e como partes dependentes integrativas de seus supersistemas.

O conceito holístico concebe o todo como primário e freqüentemente maior que a soma de suas partes. Visando dirimir dúvidas quanto a essa questão, Bertalanffy (1950, 1968 e 1977), Capra (1983, 1999 e 2000), Odum (1988), Branco (1999) e Christofolletti (1999), só para citar alguns exemplos, chamam a atenção para o uso equivocado da idéia, que tem suscitado inúmeras discussões, prejudicando o uso do termo, pois a dificuldade normalmente está em delimitar o que se convencionou chamar de "todo" e, de "partes".

A idéia correta a ser assimilada seria a de que o todo, dependendo do sistema analisado, possui propriedades que nem sempre podem ser explicadas satisfatoriamente pelas características

de suas partes componentes. Dessa maneira, leva a considerar as condições de emergência das novas qualidades, que geralmente devem estar relacionadas com o arranjo dos elementos e com a estrutura do sistema. Essa abordagem é denominada de *holística*, definida como a concepção de que o todo possui propriedades que não podem ser bem explicadas em termos de seus constituintes individuais.

A abordagem reducionista que domina a ciência e a tecnologia, desde a época de Isaac Newton tem proporcionado boas contribuições para o entendimento dos fenômenos; a visão mecanicista do mundo tem suas origens no pensamento de René Descartes (Capra, 1983 e 2000). A abordagem reducionista também se enquadra como básica na pesquisa dos sistemas ambientais, sem contraposição com a holística. A exposição encontra-se direcionada para focalizar as concepções de mundo, as noções de unidade, totalidade e complexidade e os aspectos das abordagens holística e reducionista (Christofoletti 1990; Bertalanffy 1997; Capra 2000).

Segundo Capra & Steindl Rast (1999), o modo de pensamento racional analítico-reducionista-linear, nos leva à aprender certas coisas sobre a natureza, mas não se aprenderá outras, ao passo que se você utilizar o modo intuitivo-sintético-holístico-não-linear aprenderá outras coisas. Também é preciso compreender que não se pode utilizar apenas um enfoque. A ciência sempre necessita de ambos. O modo auto-afirmativo é uma maneira de pensar que categoriza, divide, desmonta, delinea. O outro é um modo de perceber padrões não-lineares, uma síntese de um padrão não-linear (Capra & Steindl Rast, 1999). A unidade representa a qualidade do que é um, único, só ou sem partes, sendo tudo o que pode ser considerado individualmente. A unidade constitui o componente indivíduo, mas não significa que seja simples; Bertalanffy (1977) mostrou como definir isso. A harmonia de conjunto estabelece-se como norma de caracterização, podendo inclusive ser composto por um agrupamento de seres individuais, considerados pelas relações mútuas que existem entre si, por seus caracteres comuns, por sua mútua dependência. Como exemplo temos a água. Uma molécula é exatamente igual a milhões de moléculas. Tomando um relógio como outro exemplo, basta uma pequena mola fora do seu lugar para que todo o sistema não funcione. Nesse caso, nem o todo (relógio), nem as partes (mola) têm maior preponderância sobre a outra.

O mais importante acerca da parte reside no fato de que deve encaixar precisamente no lugar que lhe cabe entre as demais partes, na totalidade do organismo que compõe (Capra 1983). A visão “orgânica” de mundo não é vantajosa para a construção de máquinas, nem para o confronto com os problemas técnicos existentes num mundo superpovoado. Assim, na vida diária, tanto a visão mecanicista quanto a visão orgânica do universo são válidas e úteis: uma,

para a ciência e a tecnologia; a outra, para uma vida espiritual plena e equilibrada (Capra 1983 e 2000; Capra & Steindl Rast, 1999). A idéia de rearranjo de elementos, até certo ponto, como as peças de uma máquina, facilitou a compreensão dos fenômenos de formação e de evolução um tanto difíceis de ser vislumbrados numa visão holística ou unificada Capra (1983).

Torna-se inadequado entender que haja oposição entre as perspectivas reducionista e holística. Elas se complementam e se tornam necessárias aos procedimentos de análise em todas as disciplinas científicas (Capra, 1983; Christofolletti, 1990; Branco, 1999). O que se busca não é a substituição de um enfoque pelo outro, mas coerência entre os dois enfoques. Portanto, a visão holística dentro da abordagem sistêmica sugere que se valorizem as interações e não só as inter-relações. A idéia correta a ser compreendida é que o todo contém propriedades diferentes que não são visíveis, ou perceptíveis, apenas pela análise da soma de suas partes.

Capra & Steindl Rast (1999) defendem um novo paradigma, chamado de holístico, ecológico ou sistêmico, onde a relação entre as partes e o todo é invertida. Esse novo arcabouço conceitual levanta imediatamente uma importante questão; se tudo está conectado com tudo, como podemos esperar entender qualquer coisa? Uma vez que, em última análise, todos os fenômenos naturais estão interconectados, para explicar qualquer um deles precisamos entender todos os outros, o que obviamente é impossível (Capra & Steindl Rast, 1999).

O que torna a ciência tão bem-sucedida é a descoberta de que podemos utilizar aproximações. Se nos satisfizemos com uma “compreensão” aproximada da natureza, poderemos descrever grupos selecionados de fenômenos, negligenciando outros que se mostrem menos relevantes. Assim, podemos explicar muitos fenômenos em termos de poucos e, conseqüentemente, compreender diferentes aspectos da natureza de forma aproximada, sem precisar entender tudo ao mesmo tempo, esse é o novo método científico (Capra, 1983 e 2000).

CAPÍTULO 3

MÉTODOS E TÉCNICAS

3 - METODOLOGIA

As questões ambientais, na atualidade, exigem soluções transdisciplinares baseadas em perspectivas integradas. Para enfrentar tal problema é preciso convergir, informações e contribuições adquiridas em cada um dos vários campos de estudo e ciências afins, a uma estruturação sistêmica que analise as relações de causa e efeito entre os componentes do sistema ambiental, estabelecendo as interações entre os mesmos.

Como proposta metodológica para estudar a complexidade dos processos que ocorrem no sistema microbacia do córrego Fonseca, optou-se pela Teoria de Sistemas, que permite o estudo das relações de interdependência existentes entre os componentes do meio natural, chegando-se ao conhecimento do seu funcionamento.

3.1- Procedimentos Metodológicos e Etapas do Trabalho.

O modelo conceitual adotado para essa pesquisa está alicerçado nas linhas mestras da TGS traçadas por Bertalanffy (1950, 1968 e 1977), aplicadas e divulgadas com a adoção da abordagem sistêmica à pesquisa ambiental por Chorley & Kennedy (1971), Chorley (1962), com apoio nas obras de Argento (1979, 1987) e Christofolletti (1999). A partir do entendimento e da estruturação deste embasamento teórico, foi possível desenvolver a operacionalização desta dissertação.

Segundo Chorley (1962) e Christofolletti (1980), sistemas podem ser definidos como conjuntos de objetos ou atributos e suas relações, organizadas para executar uma função particular. A bacia hidrográfica é vista como um sistema geomorfológico aberto, com entradas e saídas, no qual ocorrem trocas entre seus elementos estruturais e funcionais e constantes trocas de energia e matéria entre bacias hidrográficas contíguas e outros sistemas. Uma das principais características do sistema aberto é a sua estabilidade, onde o acréscimo ou a liberação contínua de energia encontram-se em perfeito equilíbrio. As repercussões de qualquer mudança ambiental induzida pelo homem, em uma bacia hidrográfica, podem ser transmitidas sobre uma vasta área a jusante, por via do impacto (Cunha & Guerra, 1996; Coelho Netto, 1997).

A bacia hidrográfica do córrego Fonseca é aqui analisada como um sistema, a interseção entre o sistema natural e o socioeconômico se dará pelas formas de uso e ocupação dos solos da bacia.

A Teoria de Sistemas centra o foco no estudo das relações, interações e inter-relações entre os componentes, permitindo o conhecimento do seu comportamento e funcionamento, conhecimento que por sua vez, depende da natureza dos sistemas e subsistemas envolvidos, dos seus componentes e de sua estrutura. Como exemplo de sistemas pode-se citar a bacia hidrográfica, a rede de drenagem, a precipitação, o sistema pedológico, a vegetação, etc.

Para o entendimento da complexidade dos processos que ocorrem no interior do sistema bacia hidrográfica, é necessário colocar em evidência suas relações internas, mostrando como os subsistemas estão organizados, hierarquizados e atuando uns sobre os outros. O conhecimento dos componentes do meio, sua estrutura e relacionamento, foi possível com a geração do diagnóstico agroambiental, que permite também, análises e prognóstico das condições ambientais, apoiado na caracterização de ofertas e restrições físicas e bióticas.

O método consistiu também, em gerar uma base de dados espaciais (BDE), composta de mapas temáticos na escala 1:10.000, mais informações socioeconômicas, constituindo assim, um conjunto de informações agro-socio-ambientais. Para isso contou-se com suporte de softwares e SIGs, tanto para análises cruzamentos e geração dos mapas, como para armazenamento e manipulação de dados geocodificados, onde foram gerados vários produtos temáticos. A forma de entrada de dados foi feita via digitalização e escanização, mediante a importação de arquivos.

O primeiro passo da metodologia consistiu na caracterização dos componentes ambientais da área de estudo através do diagnóstico agroambiental, que permitiu conhecer, registrar e enumerar as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos componentes ambientais, subsidiando a análise final da microbacia hidrográfica como um todo.

O próximo passo foi a compreensão do sistema natural. Essa etapa consistiu em proceder correlações, análises e sínteses para a análise final e avaliação da qualidade do sistema microbacia e subsistemas componentes. Para apoiar essa etapa, usou-se as informações dos elementos componentes do meio físico, gerados com o diagnóstico agroambiental e armazenados na Base de Dados Espaciais (BDE), considerando ainda, informações socioeconômicas e as áreas protegidas por legislação específica ou reservas existentes, visando compatibilizar a pressão de uso sobre o ambiente, com os problemas e impactos decorrentes do processo produtivo. Essas informações foram sobrepostas e interpostas em várias combinações com auxílio do SIG, resultando em cartas parciais e sintéticas, nas quais foram identificadas áreas consideradas como prioritárias para o uso e conservação ambiental.

A união e análise dos dados gerados nas duas etapas, ou seja, o enfoque sistêmico com a interposição e análise dos mapas temáticos, permitiu uma visão integrada dos condicionantes

físicos e antrópicos que atuam na área, possibilitando também, a avaliação da qualidade ambiental do sistema microbacia com seus respectivos subsistemas e partes componentes, e a montagem da base de dados em meio digital da área, facilitando o diagnóstico e prognóstico final, conforme as verdadeiras vocações destes recursos. Para cada subsistema identificado é apresentada, uma sinopse das principais potencialidades e limitações das terras (diagnóstico) e sugeridas suas principais vocações (prognóstico).

A base de dados espaciais (BDE) reuniu todas as informações em meio digital necessárias ao SIG, para análises, cruzamentos e geração de novos mapas interpretativos, de aptidão agrícola das terras, níveis de exigências para aplicação de insumos e corretivos, suscetibilidade à erosão, áreas de fragilidade e vulnerabilidade ambiental, vocação agroambiental da microbacia do córrego Fonseca, todos na escala 1:10.000.

O resultado desses procedimentos foi a definição e identificação de diferentes subsistemas, com características intrínsecas próprias, individualizados em unidades ambientais diferenciadas em função dos componentes ambientais, com suas características, potenciais e limitações descritos no capítulo cinco e apresentado na figura 33 (mapa de subsistemas da microbacia).

A execução do trabalho apoiou-se em várias etapas, contemplando as fases de campo, laboratório e gabinete. A etapa de campo englobou as atividades de coleta de amostras, mapeamento e a geração de dados básicos no campo, na escala 1:10.000, constituindo os elementos de comprovação da base sistêmica.

As dificuldades em conseguir informações setoriais básicas em escala adequada, disponíveis sobre a área que dessem suporte ao nível de análise desejado, que é o de pequena propriedade agrícola, obrigou a geração dos dados no campo, em escala compatível tendo em vista os objetivos à serem alcançados. A coleta de informações em séries de maior abrangência temporal, escassez de dados climatológicos e hidrológicos, em séries cronológicas confiáveis e de suficiente duração, entre outros, aliadas a algumas características específicas da área de estudo, como canal fluvial retificado e constantemente limpo, dificultaram a análise dos subsistemas no terceiro nível, bem como, a coleta e avaliação do volume de sedimentos carregados pelo trabalho fluvial, em série temporal, permitindo apenas a avaliação dos resquícios de elementos químicos presente nos sedimentos.

3.1.1- Métodos de Trabalho de Campo e de Gabinete

A primeira etapa, de base temática, envolveu a montagem da base de dados digitais, com mapas de altimetria, hidrografia, hipsometria, limites, edificações e malha viária, gerados a partir da restituição planialtimétrica, adquirida da Agrofoto S/A, na escala 1:10.000 com curvas de nível equidistantes de 10 em 10m, e a geração dos mapas temáticos de solos, declividade, geomorfologia, estrutura geológica, rede de drenagem, estrutura fundiária, uso atual e cobertura do solo, todos na escala 1:10.000, através do mapeamento e prospecção de campo, com apoio de fotografias aéreas na escala 1:30.000, cedidas pela CERJ-RJ.

Na segunda etapa de base sistêmica, complementou-se a base de dados com os mapas temáticos definitivos gerados na primeira etapa, mais as informações socioeconômicas e o mapa de subsistemas, compondo assim a base de dados espaciais (BDE), reunindo todas as informações em meio digital necessárias ao SIG, para análises, cruzamentos e geração de novos mapas interpretativos.

As fases seguidas com o uso do SIG podem ser divididas nos seguintes módulos: entrada de dados; armazenamento e gerenciamento da base de dados; interação; transformação e análises; exibição e saída de dados. Escolheu-se como software de SIG o Sistema de Informações Geográficas, desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (SGIVGA/INPE), ARCVIEW 3.1, o programa CAD e o CAD Overlay, tanto para análises, cruzamentos e geração dos mapas, como para armazenamento e manipulação de dados geocodificados, tendo por base os dados gerados nos levantamentos de campo e as informações contidas na BDE.

Na execução da etapa de campo, foram mapeados, geomorfologia, uso e cobertura dos solos, vegetação, delimitação da estrutura fundiária e dos subsistemas, além de ajustes na rede de drenagem, no mapa de declividade e nas informações geológicas. A legenda do mapa de solos da microbacia (Embrapa, 1993), foi convertida ao novo sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa, 1999). Concomitantemente, foram coletadas algumas amostras de solos, de água e de sedimentos em três setores da calha do córrego Fonseca, visando complementar as informações pedológicas, avaliar a qualidade da água e o teor dos sedimentos carregados. Foram coletadas também, informações sobre as áreas de proteção legal e levantados dados sobre a pluviosidade.

Visando a identificação, conceituação e ajustes das diferentes classes de solos mapeadas, foram registradas todas as características morfológicas importantes à conceituação das classes e fases a serem empregadas (fases de unidades de mapeamento) e, dados referentes à geologia, clima, vegetação, ocorrência de pedregosidade, rochosidade, erodibilidade, drenagem interna dos solos e fragilidade dos ambientes da área de trabalho. As observações das características morfológicas dos solos no campo e a coleta de amostras foram feitas com trado ou em cortes de

estrada nas vias que cortam a microbacia e, em trincheiras, correlacionando sempre às classes de solos identificadas *in loco* com as demais características ambientais pertinentes.

As amostras de solos coletadas foram enviadas aos laboratórios da EmbrapaSolos para realização das análises físicas e químicas, de acordo com os procedimentos contidos no Manual de Métodos de Análise de Solos (Embrapa, 1979). Os perfis provenientes do mapa-base (Embrapa, 1993), foram reclassificados, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999). As análises de água e sedimentos foram realizadas no laboratório de água, solo e planta da EmbrapaSolos (LASP).

As amostras de sedimentos foram coletas no fundo do leito do Córrego Fonseca, utilizando vasilhame limpo e acondicionando as amostras em sacos plásticos etiquetados. As amostras de água foram coletadas em recipientes de plástico de um litro descontaminados e colocadas em refrigeração, até a entrada no laboratório. Nos sedimentos foram feitas determinações dos elementos: Ca, Mg, K, Na, B, Mn, Mo, Fe, Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Al, Cd e Pb e determinada a composição granulométrica (areia, silte e argila). Nas amostras de água foram realizadas análises químicas e físico-químicas, verificando pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, partículas em suspensão, além do teor total dos macro e micro elementos, e dos elementos tóxicos.

De posse dos resultados analíticos e com os mapas preliminares já elaborados, procedeu-se a uma viagem de correlação para controle final dos trabalhos. Aproveitou-se essa fase para checar o mapa de declive, o mapa de geomorfologia, de subsistemas e a base cartográfica no campo, fazendo os ajustes necessários. Os resultados obtidos possibilitaram a elaboração das legendas definitivas e da legenda de identificação do mapa de solos, conforme Embrapa (1999).

O comportamento tecnológico e organizacional dos produtores rurais baseou-se nos dados e informações cedidos pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) de Nova Friburgo e através de conversas com alguns dos produtores da área, com o principal intuito de inferir o grau de modernização, tendências a mudanças, predisposição a novas tecnologias e o nível de conscientização e preocupação com as questões ambientais.

No gabinete foi efetuado a interpretação dos dados analíticos e descritivos dos perfis e amostras extras de solos, e das amostras de água e sedimentos, interpretações das correlações de campo para cartografia final, elaboração de legendas definitivas, confecção dos mapas definitivos e ajustes no mapa de declividade e de subsistemas; mais as fases seguidas com o uso dos SIGs e manipulação da BDE. A classificação definitiva dos perfis de solos foi efetuada de acordo com o novo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 1999).

3.1.2 - Métodos de laboratório

A descrição detalhada dos métodos utilizados em análises para caracterização dos solos, está contida no Manual de Métodos de Análise de Solo (Embrapa, 1979). As determinações são feitas na terra fina seca ao ar, proveniente do fracionamento subsequente à preparação da amostra. Os resultados de análises são referidos à terra fina seca a 105°C.

Análises Físicas: calhaus e cascalhos; terra fina; porosidade total; análise granulométrica; argila dispersa em água; grau de floculação; relação silte/argila.

Análises Químicas: pH em água e KCl normal; carbono orgânico; nitrogênio total; fósforo assimilável; cálcio e magnésio trocáveis; potássio e sódio trocáveis; valor S (soma de cátions trocáveis): alumínio extraível; acidez extraível ($H^+ + Al^{+++}$); hidrogênio extraível; valor T (capacidade de troca de cátions); valor V (percentagem de saturação de bases); percentagem de saturação com Na^+ ; percentagem de saturação por Al^{+++} ; ataque sulfúrico ($SiO_2, Fe_2O_3, Al_2O_3, TiO_2, K_2O$ e K_2O , relação Al_2O_3/Fe_2O_3).

Nas amostras de sedimentos foram feitas determinações dos elementos: Ca, Mg, K, Na, B, Mn, Mo, Fe, Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Al, Cd e Pb, pelo método de digestão em água régia e leitura em espectrofotômetro de emissão por plasma, além da determinação da composição granulométrica areia, silte e argila. Nas amostras de água foram feitas análises químicas e físico-químicas, sendo verificados pH, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, partículas em suspensão, além do teor total dos macro e micro elementos, e dos elementos tóxicos, utilizando-se o método de acidificação com ácido nítrico concentrado e leitura direta em espectrofotômetro de emissão por plasma.

3.2 - Base Sistêmica

De acordo com os princípios da Teoria Geral de Sistema, Chorley & Kennedy (1971) apresentam uma abordagem sistêmica na área ambiental onde os sistemas morfológicos, os sistemas encadeantes, ou em cascata, e a intersecção entre eles, geram o sistema processo-resposta. O sistema em cascata modela o caminho percorrido pelo fluxo de massa ou energia quando esta se transfere de um elemento do sistema para outro. Neste caminho há armazenadores e reguladores que podem ou não estar organizados em subsistemas. A intervenção do homem no sistema altera a distribuição de energia e massa, originando os sistemas de controle.

Nessa abordagem a análise ambiental é efetuada em níveis de complexidade. Quando se examina a estrutura do sistema, a nível de processo-resposta, os armazenadores e os reguladores

dos subsistemas, “chaves” do funcionamento do processo, sugerem a forma como a ação humana poderá intervir, alterando a distribuição de massa e/ou energia no sistema. Neste ponto recai, essencialmente, a função da análise, a nível de controle de um sistema ambiental. Este nível representa uma possibilidade de que os sistemas se valem para se ajustarem às novas condições de equilíbrios ambientais, alterando, para tanto, seus *outputs*. Os processos referem-se a relações de causa e efeito, ou a interações complexas, entre os componentes do sistema, envolvendo os fluxos de matéria e energia; como exemplo, temos a erosão do solo, desmatamentos, assoreamentos dos rios, etc. O caminho é definido à medida que limiares são atingidos nos reguladores. A entrada de um subsistema pode se originar da saída de outro. A figura 9 mostra a simbologia utilizada para retratar os componentes de um sistema.

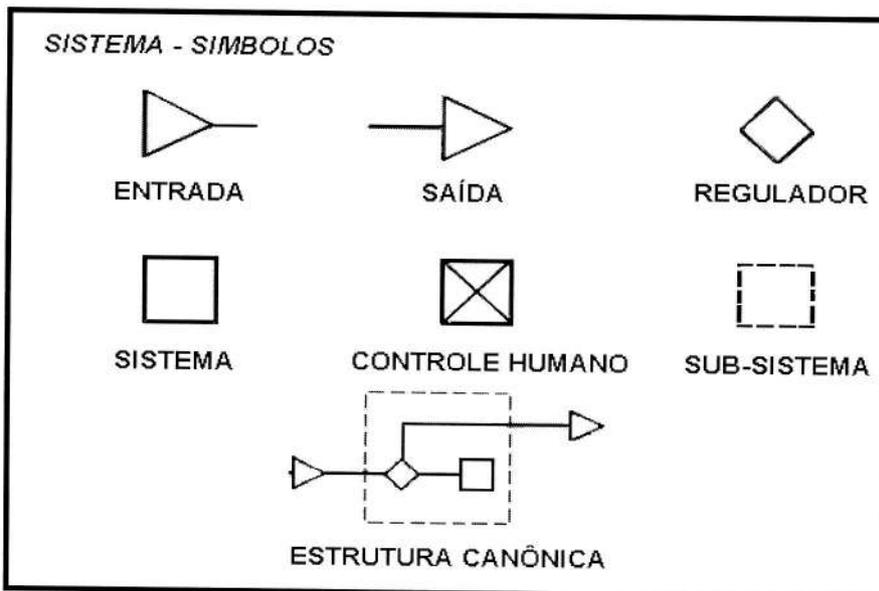


Figura 9 - Simbologia dos Sistemas, baseado em Chorley & Kennedy (1971).

A teoria sistêmica aplicada ao ambiente exerce marcante influência na definição dos padrões espaciais, permitindo que a análise ambiental seja examinada holisticamente em sua estrutura sistêmica, em unidades espacialmente delimitadas e, portanto, passíveis de serem mapeadas, garantindo assim, mais consistência na interpretação e elaboração de mapeamentos ambientais em escalas diversas (Argento, 1987).

Nesse sentido, a microbacia em estudo, como parte componente de um sistema mais amplo, “o sistema cristalino”, delimitada como um sistema ambiental; para a sua análise no nível morfológico, os subsistemas encontrados, conforme proposto em Argento (1987 e 2001),

foram: áreas de topos aplainados, áreas de declives abruptos, áreas de declives suaves, áreas de alvéolos intermontanos, baixo vale entulhado e lago interiorizado, cada um com suas respectivas partes componentes como: (encostas, calha, rampa, várzea, brejos, rios, etc).

Enquanto o primeiro nível de análise, trata da individualização, hierarquização e caracterização do sistema, partindo das partes componentes, o segundo nível de análise se refere aos fluxos de massa e /ou energia que circulam no interior do sistema, definidos pelas variáveis que interligam as partes componentes.

A noção hierárquica é que servirá de base para estruturar os fluxos de massa e/ou energia responsável pelo segundo nível de análise (encadeante). Esse nível destina-se a levantar os fluxos de massa e /ou energia que circulam entre as partes componentes do sistema. Destina-se a compreender as inter-relações entre as partes que interligam os subsistema e respectivas partes componentes. Nesse nível pode se dar diferentes tratamentos, de acordo com a complexidade do sistema estudado (caixa branca, caixa cinza ou caixa negra, figuras 6, 7 e 8).

Os subsistemas foram analisados, primeiramente, em nível morfológico onde se identificam, individualizam, hierarquizam e caracterizam os subsistemas e partes componentes do ambiente natural microbacia. São aí entrecruzados vários planos de informações que, associados a processos geradores, formas resultantes e natureza do terreno, fornecem o alicerce básico para a compreensão ambiental. Segundo, em nível encadeante, onde são considerados os fluxos de água e sedimentos que circulam no sistema microbacia, e fluem pelas partes componentes e subsistemas identificados. Os fluxos de energia/massa são os de águas superficiais e sedimentos transportados e depositados no fundo do canal fluvial. Em terceiro, a interação destes dois níveis de análise levará o estudo do problema a uma interpretação a nível de processo-resposta. Nesta fase de investigação, ficam traçadas as linhas mestras da circulação de água e de sedimentos, através das partes componentes dos sistemas já identificados.

Os três primeiros níveis de análise são fases diagnósticas, estes procedimentos integrando os três níveis de análise já referidos, constitui nos passos básicos para os procedimentos de uma diagnose ambiental. Os diagramas canônicos levantados são representativos dos subsistemas e podem ser considerados como verdadeiros fluxogramas, dando a visão global do aporte de sedimentos à calha do córrego Fonseca. Por fim, em quarto, um último nível, o de controle é analisado, quando do estudo do grau de degradação a que as encostas de alguns subsistemas estão sendo submetidas. Esse nível de análise procura estabelecer os controles ambientais e por isso está intimamente associado à noção de equilíbrio em sistemas. Esse nível de análise, refere-se a fase prognóstica do sistema. Somente poderá ser feito após a análise em nível de processo-

resposta. Destina-se a favorecer simulações, previsões e prognósticos analisados dentro de cada subsistema ou das respectivas partes componentes.

O nível de controle é, por conseguinte, um elemento sintetizador da compreensão do ambiente. Nele são identificados desequilíbrios ambientais, limites críticos ou limiares ambientais, ou ambientes que se apresentam com tendências a um alto grau de entropia. Naturalmente, ambientes considerados de equilíbrio contínuo (“*steady state*”) também são detectados em análise do tipo desenvolvido numa metodologia sistêmica (Argento, 1987).

Estes quatro níveis de análise geram modelos conceituais com diferentes graus de informações. Estes modelos são entidades operacionais utilizadas nas investigações que usam perspectiva sistêmica. “É com eles que são consubstanciadas e verificadas as hipóteses de trabalho e são eles que podem vir a constituir as conclusões formalizadas da pesquisa” (Xavier da Silva, 1974 *in* Argento, 2001).

Para a delimitação da bacia hidrográfica apoiou-se no conceito definido em Christofolletti (1980); Brasil (1987); Guerra (1997), ou seja, “conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes”, na base topográfica, na rede de drenagem e nos divisores de água da área. A delimitação física dos subsistemas componentes apoiou-se, a princípio, no esboço geológico e geomorfológico da área, na variação dos solos, do relevo e das cotas altimétricas. No entanto, tais critérios não apresentaram precisão e consistência diagnóstica, os limites entre uma unidade e outra não se mostraram satisfatórios, ou por ocorrer em trechos diferenciados da paisagem como serra e baixada ou pela dificuldade em estabelecer limites, como no caso da geomorfologia, do material decomposto “*in situ*” (encostas do cristalino), do material transportado (encostas coluviais). A melhor resposta ocorreu com o uso dos intervalos de classes do mapa de declividade, correlacionando bem as classes de declividade e relevo, com a compartimentação física dos subsistemas, conforme comprovado em Argento (1987).

3.3 - Caracterização dos Componentes da Microbacia - Bases Temáticas

No estado do Rio de Janeiro as escalas de maior detalhe e de melhor resolução disponíveis, em alguns de seus municípios, estão na faixa de 1:50.000. Com as dificuldades em conseguir dados na escala compatível aos objetivos propostos, todos os mapas temáticos necessários ao estudo da área, foram gerados no campo. Visando dar suporte ao nível de análise e atender ao tamanho da propriedade agrícola, onde os lotes mais utilizados são, em sua grande maioria, de 1 a 3 hectares. No decorrer do trabalho, os passos abaixo foram seguidos. A ordem

de apresentação não implica que tenham ocorridos nessa mesma seqüência. A figura 10 retrata a metodologia e esquematização dos passos seguidos na execução do trabalho.

3.3.1 - Material Cartográfico Básico

A primeira fase dos trabalhos consistiu na escolha e aquisição do material cartográfico básico, como fotografias aéreas (preto e branco) na escala 1:30.000, fornecidas pela CERJ-RJ e restituição planialtimétrica em meio analógico, na escala 1:10.000, com curvas de nível equidistantes em 10 metros como a mais indicada aos objetivos propostos, sendo que, a restituição planialtimétrica serviu de base cartográfica comum a mais de um mapa temático.

3.3.2- Digitalização e Escanerização dos Planos de Informação

A restituição planialtimétrica adquirida em meio analógico foi digitalizada por planos de informação (*layers*) obtendo-se, dessa forma, planos de informação da rede de drenagem, malha viária, curvas de nível, infra-estrutura viária e edificações, todos na escala 1:10.000. Nesta fase, busca-se apenas a aquisição dos componentes primários (pontos, linhas e polígonos), uma vez que na fase posterior de edição serão acrescentados os símbolos, legendas, textos, etc., constituindo assim, a base cartográfica em meio digital que irá servir a mais de um mapa temático. A entrada dos dados foi feita via mesa digitalizadora e escanerização em formato binário *TIFF*, com resolução de 300 *dpi* X 300 *dpi*. Para a escanerização e digitalização das informações coletadas no campo, escritório e gabinete escolheu-se como software o CAD Micro Station, que permite o uso do programa I-GEOVEC, o CAD 2000 e o CAD Overlay. Os SIGs utilizados foram o SPRING, sistema desenvolvido pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e o ARCVIEW 3.1, um computador Pentium III, mesa digitalizadora tamanho A0 e escaner de mesa. Todo este processamento teve por base um projeto em escala 1:10.000, projeção UTM/SAD 69 e unidades em metros, tanto para análises, cruzamentos e geração dos mapas, como para armazenamento e manipulação de dados geocodificados. Cada tema, capturado via mesa digitalizadora, foi introduzido no sistema SPRING, compondo um plano de informação (PI). Os dados capturados via escaner foram vetorizados num procedimento semi-automático com intervenção do operador, através do programa I-GEOVEC e salvos no formato *.Dgn e *.DXF, e do programa CAD OVERLAY, salvos no formato *.Dwg e *.DXF. Após a fase de entrada de dados, os arquivos gerados puderam ser importados e lidos pelo programa

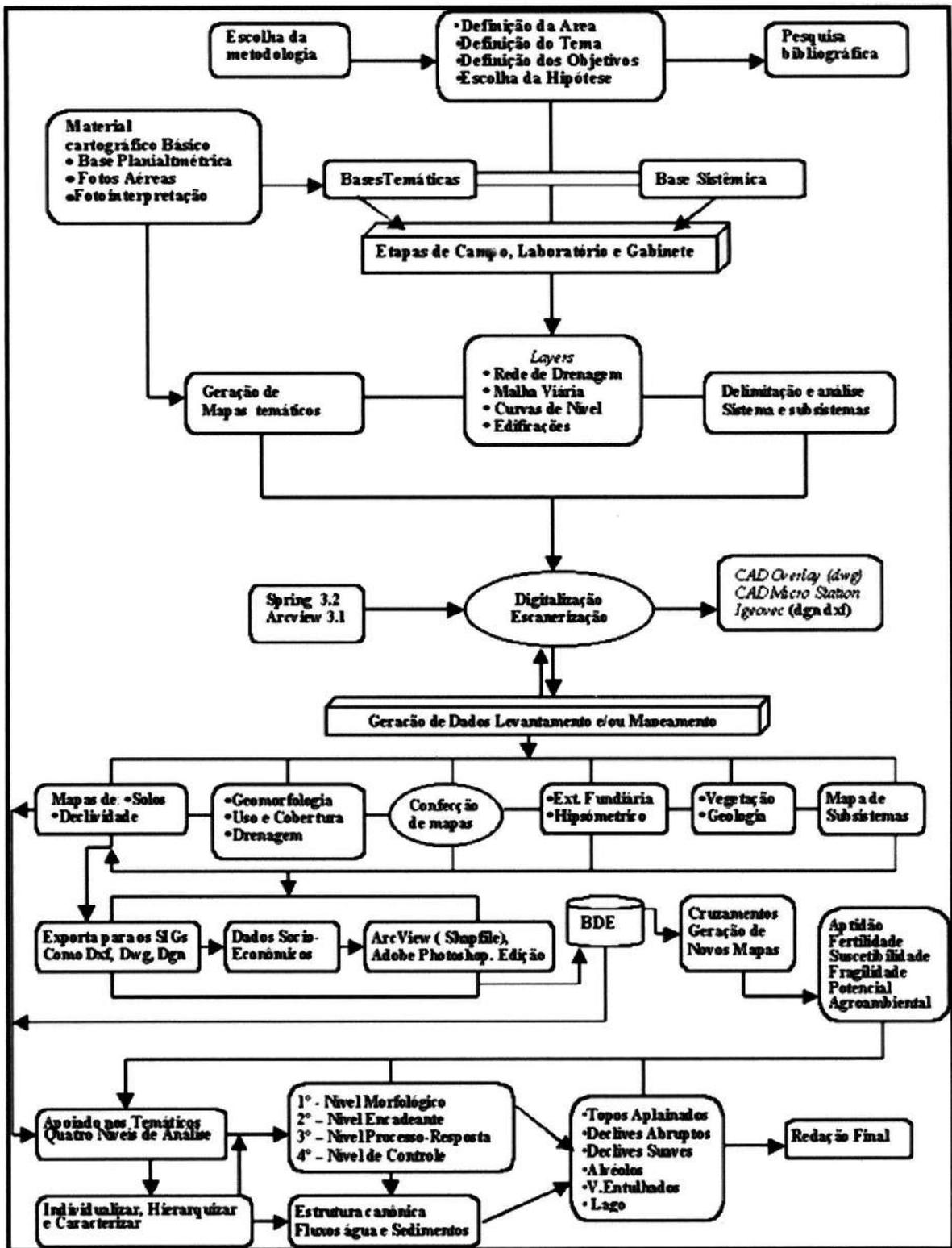


Figura 10 - Esquematização da metodologia e dos passos seguidos na execução da dissertação.

ARCVIEW 3.1. Os PI's transferidos para o sistema ARCVIEW 3.1 foram convertidos para o formato "Shapefile", onde foram processadas as interpretações e as reclassificações, tendo por base os dados gerados nos mapeamentos e as informações contidas na BDE (base de dados espaciais).

3.3.3 - Mapa de Declividade

O mapa de declividade facilita a visualização do grau de inclinação do relevo em intervalos de classes, possibilitando, através de uma análise integrada a outros mapas, obter resultados da interferência antrópica, sendo indispensável para o planejamento ambiental, principalmente em áreas de relevo acidentado.

Sobre a base cartográfica, na escala 1:10.000, com curvas de nível eqüidistantes em 10 metros, foi confeccionado o mapa de declividade da área, adotando-se as seguintes classes de declive: **A** (0-3%), **B** (3-8%), **C** (8-14%), **D** (14-20%), **E** (20-45%) e **F** (maior que 45%). A definição de intervalos de classes utilizados está de acordo com as características morfoestruturais da área, à escala e aos interesses de precisão e objetivos que se queria atingir. A classe de relevo ondulado com declives de 8% a 20%, conforme parâmetros utilizados em Embrapa (1988) foi subdividida nas classes de declive C e D. Nesse trabalho foi adotada a técnica convencional proposta por De Biase (1970 e 1992), com adaptações ao método do ábaco. Construiu-se um ábaco complementar, utilizado para as áreas que na carta topográfica apresentavam curvas de nível de igual valor, como os topos de morros e fundo de vales. Assim, para cada classe de declive a abertura mínima entre curvas foi de: **A** (3,3cm), **B** (1,25cm), **C** (0,7cm), **D** (0,5cm), **E** (0,2 cm) e **F** (menor que 0,2cm).

As classes de declividade utilizadas buscam revelar a influência da água e os impactos resultantes sobre a superfície, mas a análise final deve considerar variáveis, como a cobertura vegetal, o uso e ocupação do solo, ocorrência de blocos e/ou matações e a incidência de processos erosivos, dentre outras (Embrapa, 1998). O mapa de declividade, junto com o material da fotointerpretação, serviu entre outros fins, para apoiar a cartografia dos solos no campo, o mapeamento da geomorfologia e a delimitação dos subsistemas. Desta forma, o delineamento das unidades de mapeamento superpõe-se às classes de declives especificadas no mapa.

3.3.3.1 - Classes de Declividade

Os intervalos de classes de declive estão de acordo com os utilizados em (Embrapa, 1993 e Calderano Filho *et.al*, 1997).

Declive A - de 0 a 3%: superfície plana, em que o escoamento superficial é lento ou muito lento. Não oferece nenhuma dificuldade para o uso de máquinas agrícolas; não há significativa erosão hídrica.

Declive B - de 3 a 8% : superfície pouco inclinada, em que o escoamento superficial é lento ou médio. Todos os tipos de máquinas agrícolas podem ser usados.

Declive C - de 8 a 14%: superfície inclinada, em que o escoamento superficial é médio ou rápido. Todos os tipos de máquinas agrícolas podem ser usados, embora algumas dificuldades possam ser encontradas no uso de tipos grandes e pesados.

Declive D - de 14 a 20%: superfície muito inclinada, em que o escoamento superficial é rápido ou muito rápido na maioria dos solos. A maioria das máquinas agrícolas pode ser usada, mas, com dificuldades.

Declive E - de 20 a 45%: superfície fortemente inclinada, em que o escoamento é muito rápido para a maioria dos solos; somente os tipos mais leves de máquinas agrícolas e /ou de tração animal podem ser usados.

Declive F - declividade maior que 45%: superfície muito íngreme, onde o uso de qualquer tipo de máquina agrícola motomecanizado é difícil.

3.3.3.2 - Classes de Relevo

Para o relevo, os intervalos de classes estão de acordo com Embrapa (1988).

Plano - área de topografia horizontal, com desníveis muito pequenos e declividade menor que 3%.

Suave ondulado- área de topografia pouco acidentada, constituída de colinas ou outeiros, com diferenças de níveis de 50 a 100 m e com declividades de 3 a 8%.

Ondulado- área de topografia pouco acidentada, constituída de colinas ou outeiros, com declividades de 8 a 20%.

Forte ondulado- área de topografia acidentada, formada de outeiros ou morros, com diferença de níveis de 100 a 200 m e declividade de 20 a 45%.

Montanhoso- área de topografia acidentada, constituída de morros e montanhas, com declividades de 45 a 75%.

Escarpado- áreas escarpadas (aparado, itaimbé, frente de cuesta, falésia e flanco de serra), com declividades maiores que 75%.

3.3.4 - Carta Hipsométrica

A carta hipsométrica foi elaborada por meio da escanerização/vetorização das curvas altimétricas constantes na base planialtimétrica. As classes altimétricas foram estabelecidas com variação de 50 metros cada uma, diferenciadas por cores em *degradê*. As classes representadas são: inferior a 950m de altitude, 950 a 1000 m, 1050 a 1100 m, 1100 a 1150 m, 1150 a 1200 m, 1200 a 1250 m, 1250 a 1300m, 1300 a 1350m, 1350 a 1400m e superior a 1400 m. Tomando por base as curvas altimétricas escanerizadas/vetorizadas, foi gerado um modelo digital de elevação (MDE), utilizando para a elaboração as operações efetuadas via SIG-ARCVIEW.

3.3.5 - Mapa de Solos

Para a checagem da distribuição dos solos na paisagem, utilizou-se o mapa de declividade, o produto da fotointerpretação, a base cartográfica e o mapa gerado pela Embrapa (1993), como suporte à revisão. Visando complementar e ajustar o mapa base, coletaram-se amostras extras das classes de solos aluviais e cambissolos húmicos, posteriormente, foram feitos os ajustes e adições necessárias à legenda preliminar.

A classificação taxonômica final dos solos foi feita com base na interpretação dos resultados analíticos, adotando-se os “critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento,” em uso pela Embrapa (1999). Com os resultados das análises das amostras enviadas ao laboratório, foi elaborada a legenda de identificação dos solos, na qual as unidades cartográficas são compostas de unidades simples e associações.

As classes de solos identificadas foram subdivididas em unidades de mapeamento, considerando-se o tipo de horizonte A, características taxonômicas de natureza intermediária, grupamentos texturais, constituição macroclástica, profundidade, drenagem, capacidade de troca de cátions (atividade de argilas), tipo de vegetação e classes de declividade. A metodologia completa de trabalho de campo, escritório e laboratório, referente a prospecção e cartografia dos solos, encontra-se em Embrapa (1993).

A fase de vegetação é usualmente empregada para assinalar distinção de condições climáticas e ambientais prevalentes em áreas de solos que podem ser similares em morfologia, propriedades químicas, físicas ou constituição mineralógica. No presente caso, a diversificação da cobertura vegetal é escassa, compreendendo a floresta tropical perenifólia nas partes altas e a floresta tropical perenifólia de várzea nas partes baixas.

As fases de relevo e declividade, além de suas relações com a gênese do solo, têm implicações no escoamento superficial da água, erodibilidade e uso de maquinário agrícola. O mapa de declividade serviu como base cartográfica para a confecção do mapa final de solos. Desta forma, o delineamento das unidades de mapeamento superpõe-se às classes de declives especificadas no mapa.

Para as fases de drenagem, foram usadas as seguintes classes: acentuadamente drenado, bem drenado, moderadamente drenado, imperfeitamente drenado, mal drenado. A explicação de cada classe encontra-se em sistema brasileiro de classificação de solos (Embrapa, 1999).

3.3.6 - Uso e Cobertura do solo

O mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado no campo, com base nas fotografias aéreas, base planialtmétrica e sobreposição das cartas de hidrografia, malha viária, hipsométrico e estrutura fundiária. A carta de vegetação natural foi atualizada com informações de campo e auxílio de fotos e delimitada junto com o uso e cobertura. Alguns fragmentos de vegetação foram desconsiderados, quando da elaboração da carta de uso atual da terra, entre eles aqueles muito pequenos.

A falta de fotografias aéreas, em melhor escala, prejudicou a delimitação de parcelas pequenas ocupadas com agricultura intensiva. Considerando que a maioria dos lotes utilizados variam de 1 a 3 hectares e o uso dessas glebas ocorrem com associação de culturas, o mapa de estrutura fundiária, por mostrar apenas o proprietário principal, não mostrando o arrendatário, meheiro ou agregado, também não forneceu resposta satisfatória na delimitação das parcelas.

Assim, o mapa de uso foi apresentado de duas formas. Uma como uso e cobertura dos solos, mostrando as parcelas utilizadas e delimitadas em treze classes de uso, incluindo fragmentos de vegetação e outro como uso atual, mostrando as culturas alocadas por lote.

3.3.7- Esboço Geomorfológico

Foi elaborado a partir da fotointerpretação, consulta a fontes bibliográficas e cartográficas e trabalho de campo, apoiado na restituição plani-altimétrica, cartas topográficas, mapa de declividade, e informações geológicas. Os mapeamentos geomorfológicos vêm sendo aplicados em muitos projetos de diagnóstico e planejamento ambiental (Cooke e Doornkamp, 1990 *in* Argento, 1987). Segundo Argento (1996), o mapa geomorfológico contém informações sobre a morfologia do terreno e os processos atuantes que levam à compreensão da paisagem. São

exemplos as áreas instáveis sujeitas a desmoronamentos e onde a cobertura vegetal deve ser mantida e preservada; áreas estáveis que possibilitam a construção, evitam assoreamento do terreno, apresentam espaço físico compatível com futuras ampliações, etc. O mapa de feições procura representar a fisionomia da paisagem, identificando os ambientes de acumulação e transporte, caracterizando os processos morfogenéticos e a interferência antrópica.

3.3.8- Esboço Geológico

Todos os mapas aqui apresentados foram gerados com trabalho de campo na escala 1:10.000, com exceção do mapa geológico apresentado na escala 1:20.000, que foi produzido a partir da folha Duas Barras, na escala 1:50.000, do Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro (DRM, 1982). A partir desse mapa, foram extraídas informações sobre as unidades litológicas, incluindo para a área da microbacia, a unidade depósitos aluvionares, que não constava no mapa do DRM.

3.3.9 - Recursos Hídricos e Rede de Drenagem

Compreende o estudo de recursos hídricos superficiais, e o mapeamento da rede de drenagem com apoio nas fotografias aéreas e base planialtimétrica. Visando o potencial de uso quanto à qualidade e quantidade dos recursos hídricos, coletou-se amostras para determinar a qualidade da água do canal fluvial. Coleta de material na calha do rio para determinar, na medida do possível, levando em conta que o canal está retificado e é constantemente limpo, o teor dos sedimentos carregados pelo canal fluvial.

3.3.10 - Estudos Climáticos Pluviosidade

Utilizou-se dados e informações disponíveis dos totais mensais de precipitação da FIDERJ (1978), e dados de pluviômetros instalados pelos produtores agrícolas da microbacia.

3.3.11 - Informações Sócio-Econômicas

Compreendendo o levantamento dos principais tipos de culturas, estrutura fundiária, ocupação da terra, mercado, demografia, saúde, educação, baseado nas informações fornecidas pela Emater-Nova Friburgo. Coleta de informações sobre o histórico de uso da área e entrevistas

junto à alguns membros da comunidade envolvida com a agricultura local, buscando delinear o grau de percepção, e o nível de preocupação e trato com as questões ambientais.

3.3.12 - Áreas de Proteção Legal

Procurou-se observar de acordo com a legislação ambiental vigente, se a área de estudo não se encontra assinalada em leis oficiais, sob a tutela federal, estadual ou dos municípios, atendendo destinação específica para a função de parques naturais, reservas biológicas e florestais, estações ecológicas, sítios arqueológicos, mananciais, reservatórios, nascentes e ou terras indígenas e áreas protegidas pelo código florestal vigente e, portanto, sujeitas à fiscalização e ação dos órgãos ambientais competentes. As áreas que se revestem de interesse e valor em seu aspecto natural e que por este motivo, encontram-se sob a tutela de leis oficiais, têm seu uso limitado e dependente de autorização dos órgãos ambientais competentes.

3.3.13 - Mapa de Subsistemas

De acordo com os princípios da TGS, a microbacia em estudo, delimitada como um sistema ambiental, junto com as microbacias dos córregos Garganta e Canjiquinha fazem parte de um sistema ambiental maior, que é uma das cabeceiras do rio Grande, que por sua vez, juntas fazem parte do sistema cristalino. Essa superposição de sistemas é conhecida como ordem hierárquica. Patten (1978) indica que um estudo em nível de sistema é, na verdade, uma hierarquia tripla: sistema, subsistema (nível imediatamente inferior) e supra-sistema (nível imediatamente superior).

A delimitação, caracterização, individualização, hierarquização e análise do sistema Cristalino com seus respectivos subsistemas, buscou definir a estruturação física da microbacia de forma sistêmica, tendo na esculturação da paisagem, o pano de fundo para essa definição e delimitação.

O resultado desses procedimentos é a definição e identificação de diferentes subsistemas com características intrínsecas próprias, individualizados em unidades ambientais diferenciadas em função dos componentes ambientais, com suas características, potenciais e limitações. Os subsistemas identificados retratam unidades ambientais elementares compartimentadas, em função da escultura da paisagem, que contenham, em última análise, um maior nível de homogeneidade, menor nível de diversidade interna e maior coerência entre os componentes,

com características intrínsecas próprias que as individualizam, estando portanto, sujeitos às mesmas ofertas, restrições e limitações impostas pelo meio.

Nesse sentido, os subsistemas definidos, conforme a metodologia de espacialização ambiental adotada no presente trabalho, foram: topos aplainados, declives abruptos, declives suaves, alvéolos intermontanos, baixo vale entulhado e lago interiorizado, cada um com suas respectivas partes componentes como encostas, calha, rampa, várzea, etc.

Desse modo, o mapa de subsistemas apresenta uma espacialização dos diversos ambientes que integram a paisagem da área. Para cada compartimento ambiental identificado são apresentadas, de forma sinótica, as principais potencialidades e limitações das terras (diagnóstico) e sugeridas suas principais vocações (prognóstico).

3.3.14 - Revisão, edição, cruzamentos e geração de mapas em meio digital

Nessa fase, foi feita a digitalização ou escanerização de todo o material obtido nas etapas anteriores por prospecção de campo, complementando assim, a base de dados com os mapas temáticos de litologia, estrutura geológica, pedologia, geomorfologia, declividade, hipsometria, uso e cobertura do solo, estrutura fundiária, rede de drenagem, subsistemas, etc. Compondo todas as informações armazenadas em meio digital (Base de Dados Espaciais - BDE) necessárias ao SIG, para análises, cruzamentos e geração de mapas interpretativos. Foram acrescentados os símbolos, legendas, textos, etc., concluindo a base cartográfica final em meio digital, que serviu a mais de um mapa temático.

Após a digitalização e escanerização final, foi feita uma revisão geral, eliminação de erros que ocorreram pela digitalização como linhas duplas, não fechamento da linha, linha passando do seu limite, etc, contando para isso com a ajuda, do SIG. A seguir, foi feita a edição.

O processo de edição dos arquivos gerados inicia-se no próprio *software*, com a individualização dos objetos e sua distribuição em seus respectivos *Layers*. No entanto, a edição propriamente dita é realizada no SIG, que apresenta recursos e facilidades para a elaboração de apresentações gráficas.

Com os mapas digitalizados e limpos, passa-se então a uma nova fase que é a de gerar os mapas derivados ou interpretativos que resultam de interpretações, reclassificações por atributo e cruzamentos dos mapas de solos, declividade, informações geológica e geomorfológica, uso e cobertura dos solos, associados à integração das outras informações e características do meio físico, contidas na base de dados espaciais (BDE), permitindo a geração de mapas de: avaliação agroambiental das terras, aptidão agrícola das terras, susceptibilidade à erosão, níveis de

exigências para aplicação de insumos e corretivos, áreas de maior fragilidade e vulnerabilidade da microbacia, todos na escala 1:10.000.

As terras foram avaliadas quanto ao seu potencial agrícola, de acordo com método apresentado em Ramalho Filho & Beek (1995), com adaptações e sugestões contidas nas publicações da FAO. Para a avaliação da aptidão agrícola das terras fez-se uso dos SIGs, para armazenamento e manipulação de dados geocodificados, tendo por base os dados coletados no levantamento pedológico. Nos casos das unidades de mapeamento constituídas por mais de um componente (associações de solos), foi levado em consideração na representação cartográfica, a aptidão agrícola referente ao solo dominante.

Após a fase de entrada de dados, os Planos de Informações (PI's) foram transferidos para os SIGs, onde se processou as interpretações, as reclassificações por atributo, cálculo de áreas e os cruzamentos, gerando novos PI's, como o de aptidão agrícola, de fatores limitantes, susceptibilidade à erosão, fertilidade, potencial e limitações agroambiental e os de áreas de maior fragilidade ambiental. Na determinação dos graus de limitação, utilizou-se os dados contidos no relatório e mapa do levantamento pedológico e nos mapas temáticos gerados para a microbacia.

A utilização de Sistemas de Informações Geográficas é fundamental na geração de mapas interpretativos com resultados considerados promissores, conforme corroborado por Formaggio *et al.* (1992), Lopes Assad (1995) e Calderano Filho *et al.* (1999).

CAPÍTULO 4

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

O conceito de desenvolvimento sustentável despertou o interesse pela busca de entendimento e compreensão das estruturas espaciais, visando ao melhor aproveitamento dos recursos, a coibir as ações desordenadas, a evitar os desequilíbrios, bem como minimizar os riscos, garantindo assim, a sustentabilidade ambiental.

A busca da sustentabilidade passa pelo conhecimento das variáveis ambientais no seu conjunto, no planejamento das atividades produtivas e na avaliação dos riscos ambientais.

O diagnóstico agroambiental de microbacias hidrográficas, possibilita o conhecimento dos recursos da terra, a distinção de áreas potencialmente agricultáveis daquelas destinadas à preservação e recuperação ambiental, subsidiando a indicação de formas viáveis de exploração racional das terras, capaz de garantir a sustentabilidade dos ecossistemas e minorar a degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água.

4.1 - Área de Estudo

A área de estudo está localizada na parte noroeste do município de Nova Friburgo, no 2º distrito de Riograndina, na divisa dos municípios de Nova Friburgo, Sumidouro e Duas Barras, região serrana do estado do Rio de Janeiro, compreendida entre os paralelos de 22°10'15" e 22°12'40" de latitude sul e entre os meridianos de 42°33'15" e 42°33'40"W Gr., e o conjunto de coordenadas UTM (749000 a 753000) e (7543000 a 7547000).

Situada nos contrafortes da serra dos Órgãos, compreende toda a bacia do córrego Fonseca, fazendo limites com Duas Barras e Sumidouro, no divisor de águas dos córregos São Miguel e Dona Mariana, nas proximidades das serras do Monte Verde e do Paquequer. Ocupa aproximadamente extensão de 411,43 ha. A figura 11 mostra a localização da área de estudo.

4.2 - Caracterização da Microbacia

As dificuldades em conseguir informações setoriais básicas em escala adequada, disponíveis sobre a área, obrigou a geração dos dados no campo, tendo em vista os objetivos a serem alcançados. Na execução da etapa de campo, foram mapeados, geomorfologia, uso e cobertura dos solos, vegetação, delimitação da estrutura fundiária e dos subsistemas, além de ajustes na rede de drenagem, no mapa de declividade e nas informações geológicas. A legenda

A unidade rio Negro é caracterizada por rochas extensamente migmatizadas, cujo paleossoma, geralmente, é uma biotita gnaiss bandado, e o neossoma, um material quartzofeldspático de granulação fanerítica média a fina (DRM, 1982).

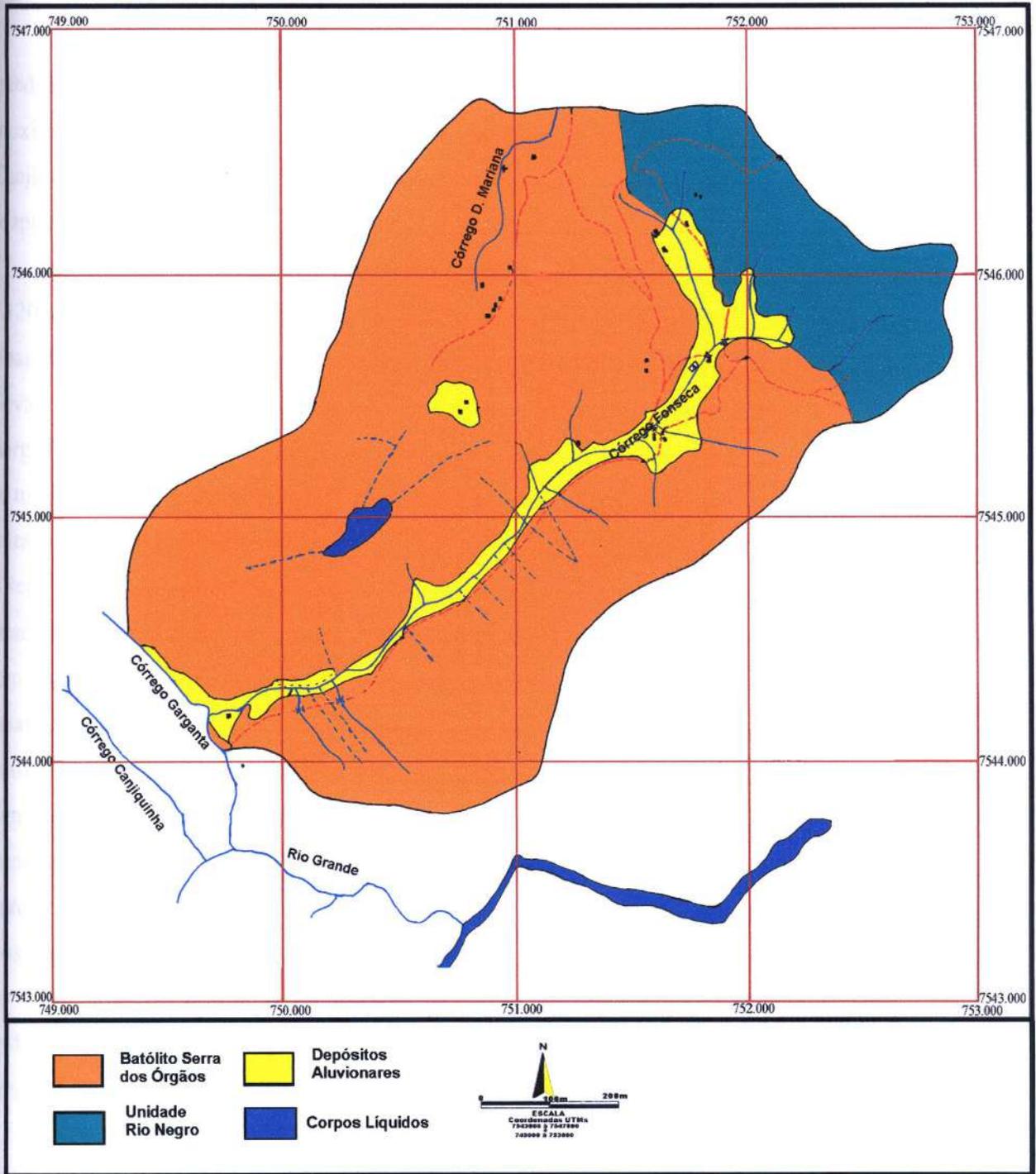
As rochas que constituem ambas as formações geológicas são atribuídas ao pré-cambriano e aparecem sempre constituídas por quartzo, microlina, plagioclásios e máficos como constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais freqüentes.

O material de origem dos solos é bastante diferenciado; os solos das encostas e partes mais altas têm origem essencialmente em produtos de alterações das rochas do Batólito serra dos Órgãos e da unidade Rio Negro e, em material de cobertura pseudo-autóctone influenciando até o desenvolvimento do horizonte B. Ocorre na área, extensão razoável de encostas coluviais de material transportado em fases diversas, em mistura com produtos da alteração das rochas acima citadas.

Na várzea, o material é constituído de sedimentos argilo-arenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao holoceno, proveniente de material carreado das encostas e depositado na calha do córrego Fonseca (Embrapa,1993; Calderano Filho *et.al.*, 1995). Em certos locais nota-se o aporte recente de material coluvial. A figura 12 mostra os blocos rochosos e salientes da unidade Batólito serra dos Órgãos e a figura 13, mostra o mapa geológico da área de estudo.



Figura 12 - Blocos rochosos e salientes da Unidade Batólito Serra dos Órgãos. Foto: B. Calderano Filho (2003).



(Modificado de DRM 1982).

Figura 13 - Mapa Geológico da Microbacia do Córrego Fonseca

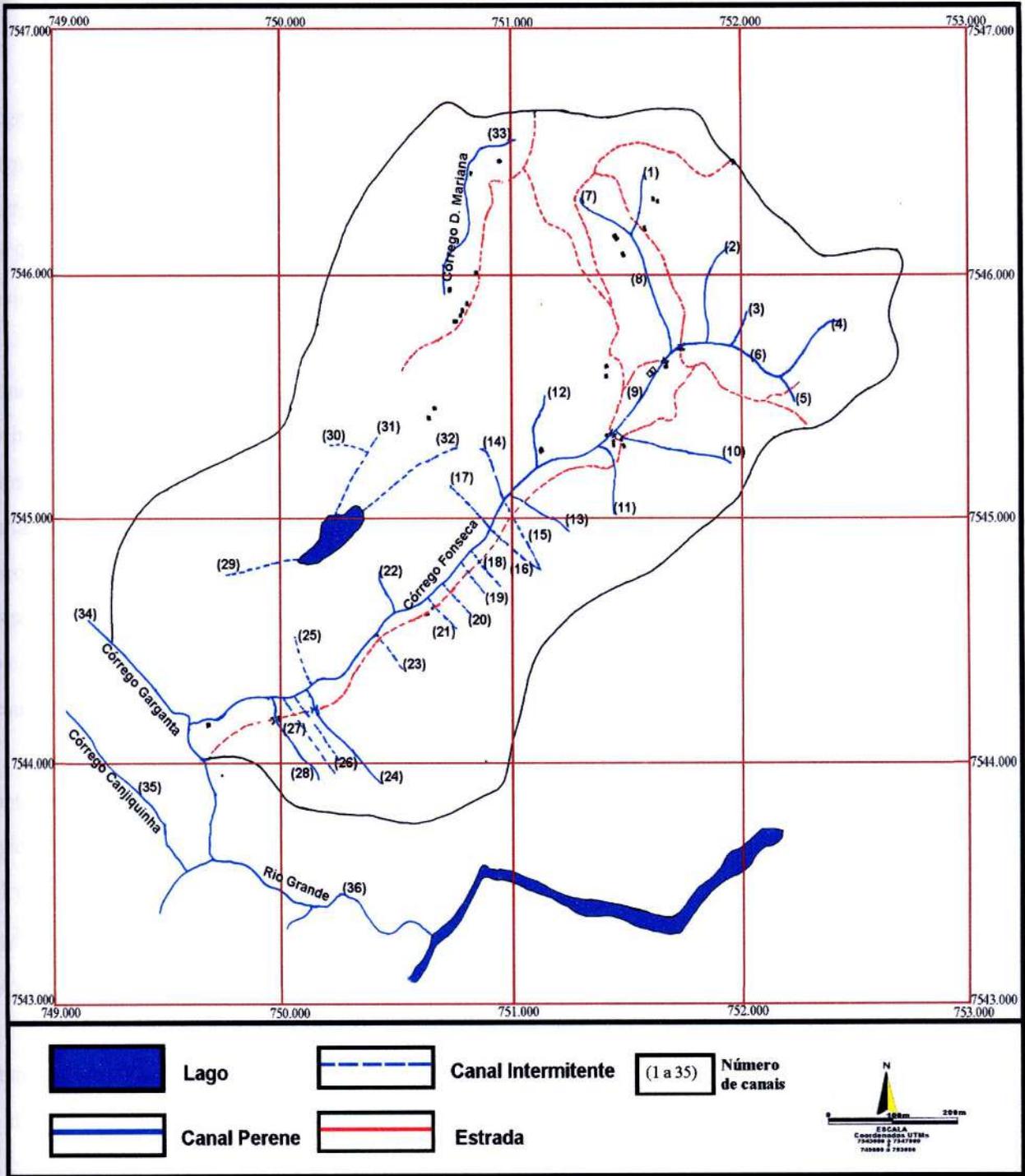
4.2.2 – Rede Hidrográfica

Posicionada no contraforte setentrional da serra dos Órgãos (serra do Mar), nas imediações das serras do Paquequer e Monte Verde, o principal coletor de águas nas proximidades é o rio Grande, que engorda o seu fluxo ao receber os córregos Fonseca, Garganta, Canjiquinha e seus tributários, com todo o volume de água captado na microbacia. São rios adaptados à estrutura geológica, fluindo em direções controladas pelo fraturamento regional.

O córrego Fonseca, principal curso d'água perene na área, tem sua nascente em cotas de 1.120 m; seu leito percorre 3 km em toda a extensão da microbacia, correndo encaixado nas cotas de 980 m, às vezes, entre encostas íngremes, paredões e blocos rochosos salientes que se elevam a centenas de metros acima de seu nível de base, sendo poucos os compartimentos alargados de sua planície aluvial. Seu curso tem declives suaves, perdendo altitude da ordem de 30 m, desde seu curso superior até desaguar no córrego Garganta, onde corre para o Canjiquinha, antes de desaguar no rio Grande.

A rede de drenagem têm conformação hierarquizada orientada pela tectônica e com um traçado característico, segundo a estrutura das rochas locais. É constituída de canais efêmeros e perenes com padrão dendrítico, subparalelo e paralelo, acompanhando as variações do relevo local. Os canais têm segmentos curtos em maioria e atravessam os compartimentos, no sentido semi-vertical, do divisor para a planície. Portanto, para constituírem exemplos da realidade ambiental, numerou-se a rede de canais, embora essa numeração não obedeça à hierarquia da rede de drenagem. O maior eixo de drenagem é o do córrego Fonseca, que corre mais próximo da vertente oeste de maior altitude que a vertente sudeste, com cotas de 1000 a 1150m. Isso considerando a bacia adjacente, já que o vale suspenso de falha está encaixado em altitudes mais elevadas. Segundo as regras do sistema de ordenação da rede de canais proposto por Horton (1945 *in* Christofolletti, 1980), modificado por Strahler (1952, *in* Christofolletti, 1980), a bacia de drenagem do córrego Fonseca é uma bacia de quarta ordem.

A área apresenta também um vale suspenso de falha Guerra (1997), contido entre os paredões e blocos desnudos do Batólito Serra dos Orgãos, delimitado entre as cotas de 1200 a 1350 m, em cujo interior ocorre um lago perene, alimento por canais afluentes e com um canal emissário que evita o seu transbordamento. A figura 12 mostra o vale suspenso e a figura 14, a rede de drenagem da microbacia corrigida.



(Org. B. Calderano Filho 2003)

Figura 14 - Mapa da Rede de Drenagem da Microbacia do Córrego Fonseca

4.2.3 - Geomorfologia

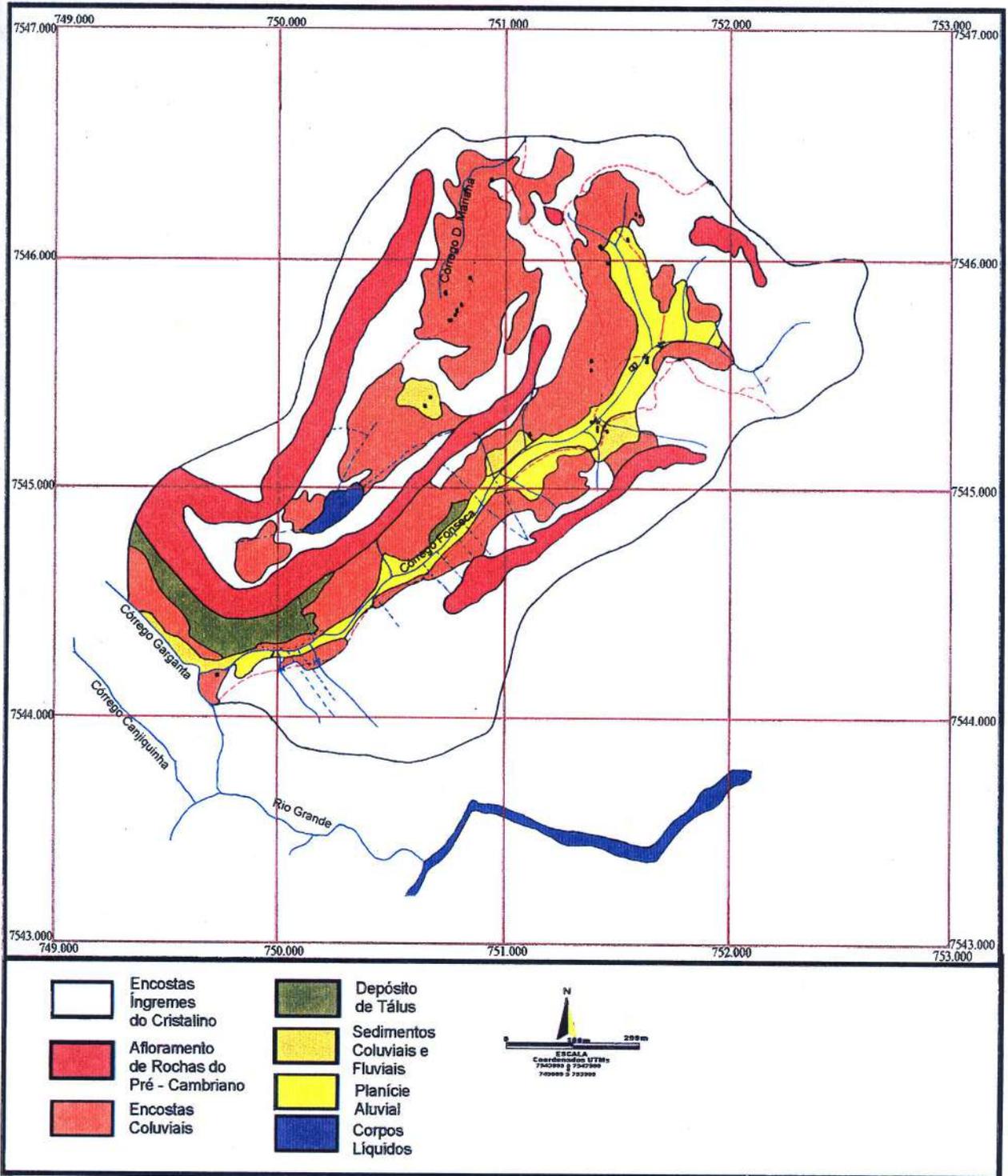
A área da microbacia insere-se no domínio das escarpas de blocos falhados, com segmentos da serra do Mar, localmente conhecidos como serra dos Órgãos. As serras do Paquequer e Monte Verde são as de maior destaque e expressão local. O vale é estreito com vertentes de altitudes diferenciadas e relevo acidentado típico da serra do Mar. A cota mais baixa de 950 m circunda o curso inferior do córrego Fonseca e a mais alta, de 1464 m, delimita o divisor d'água próximo ao vale suspenso.

Três unidades fisionômicas distintas caracterizam o relevo da área: a várzea do córrego Fonseca, uma seqüência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa e blocos rochosos salientes. A várzea apresenta relevo plano, com 0 a 3% de declive em quase toda a sua extensão. Em alguns locais o relevo é suave ondulado, com 3 a 8% de declive, observando-se variações de altitude e natureza dos sedimentos, e o aporte recente de material carreado das encostas (Calderano Filho *et.al.* 1995). A drenagem é impedida, com solos imperfeitamente drenados. As encostas do vale são íngremes ou discretamente abauladas, devido à natureza dos solos muito porosos e declive favorável a drenagem interna é boa. Observa-se, no entanto, em pequenas porções de anfiteatro, solos imperfeitamente drenados.

Os blocos rochosos e salientes apresentam-se como enormes blocos que se destacam nos pontos mais proeminentes da topografia (1.000 a 1.300 m), a dezenas de metros acima do vale regional, com aspecto de montanha desnuda sujeita à esfoliação, apresentando caneluras e sulcos, onde fixa-se vegetação rasteira de líquens, musgos e bromélias. Na zona que marca o sopé dos paredões e o início das encostas mais suaves, nota-se rica camada escura e humosa. O paredão descoberto, muito raramente tem continuidade até o fundo do vale.

Visando representar melhor a fisionomia da paisagem, identificando os ambientes de acumulação e transporte, elaborou-se o esboço geomorfológico da área, complementando, assim, as informações do relevo com o mapa de feições. A Figura 15 mostra o esboço geomorfológico. A legenda deste mapa foi delineada considerando as limitações impostas pela ocupação e uso agrícola intenso, caracterizando sempre que possível, os processos morfogenéticos e a interferência antrópica, conforme sugerido por Argento (1996), para mapeamentos na escala 1:50.000, com adaptações compatíveis com a escala de 1:20.000.

O esboço geomorfológico realizado (Figura 15) mostra que os afloramentos de rocha ocupam 12,98 % da área da microbacia, os depósitos de tálus com 2,18 % ocupam as áreas de sopé, as encostas do cristalino ocupam 39,32 % da área, as encostas colúviais 36,21 %, os terraços 2,85 %, a planície fluvial 6,25 % e o lago ocupa 0,18 %.



(Org. B. Calderano Filho 2003)

Figura 15 - Esboço Geomorfológico da Microbacia do Córrego Fonseca

4.2.4 - Declividade e Hipsometria

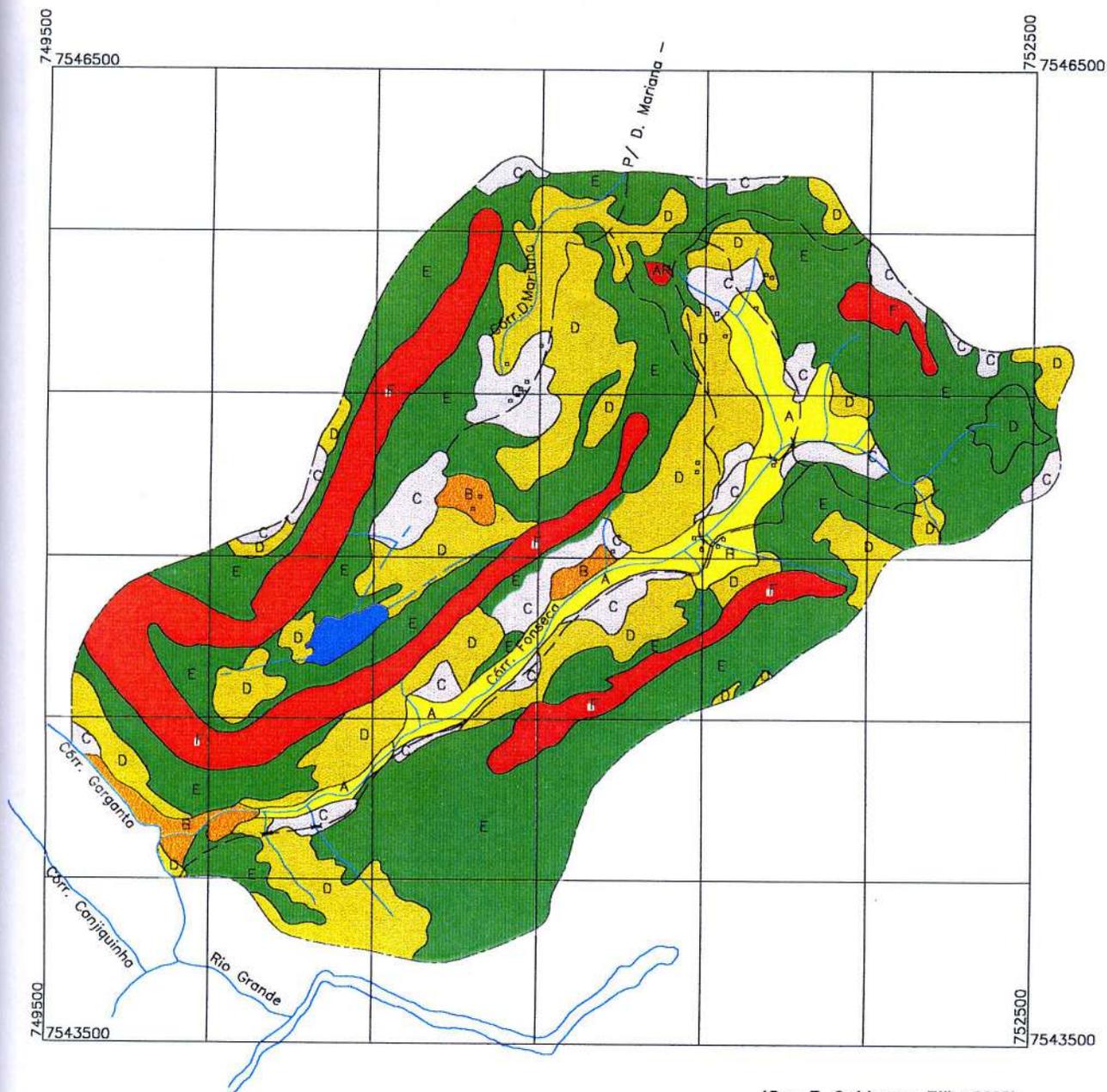
O relevo da área foi estudado mediante os componentes declividade e hipsometria. O mapa de declividade facilita a visualização do grau de inclinação do relevo em intervalos de classes, possibilitando, através de uma análise integrada a outros mapas, obter resultados da interferência antrópica, sendo indispensável para o planejamento ambiental, principalmente em áreas de relevo acidentado.

Sobre a base cartográfica, na escala 1:10.000, com curvas de nível equidistantes em 10 m, foi confeccionado o mapa de declividade da área, adotando-se as seguintes classes de declive: **A** (0-3%), **B** (3-8%), **C** (8-14%), **D** (14-20%), **E** (20-45%) e **F** (maior que 45%). A Figura 16 mostra o mapa de declividade da área. A definição de intervalos de classes de declives utilizadas está de acordo com as características morfoestruturais da área, a escala de trabalho, ao interesse de precisão e os objetivos propostos. Para o mapa de declividade adotou-se a técnica convencional proposta por De Biase (1970 e 1992), com adaptações no método do ábaco.

As classes de declividade utilizadas buscam revelar a influência da água e os impactos resultantes sobre a superfície, mas a análise final deve considerar variáveis, como a cobertura vegetal, o uso e ocupação do solo, ocorrência de blocos e/ou matacões e a incidência de processos erosivos, dentre outras (Embrapa, 1998).

O mapa de declividade, junto com as feições identificadas na fotointerpretação serviu entre outros fins, para apoiar a cartografia dos solos no campo, o mapeamento da geomorfologia e a delimitação dos subsistemas. Desta forma, o delineamento das unidades de mapeamento superpõe-se às classes de declives especificadas no mapa. Como os objetivos visam também a agricultura e conservação do solo, os limites estão de acordo com os definidos para construção de terraços.

A carta hipsométrica foi elaborada por meio da escanerização/vetorização das curvas altimétricas constantes na base planialtmétrica. As classes altimétricas foram estabelecidas com variação de 50 m cada uma, diferenciadas por cores em *degradê*. As classes representadas são: inferior a 950m de altitude, 950 a 1000 m, 1050 a 1100 m, 1100 a 1150 m, 1150 a 1200 m, 1200 a 1250 m, 1250 a 1300m, 1300 a 1350m, 1350 a 1400 e superior a 1400 m. Tomando por base as curvas altimétricas escanerizadas/vetorizadas foi gerado um modelo digital de elevação (MDE), utilizando para a elaboração, as operações efetuadas via SIG-ARCVIEW. A Figura 17 mostra o mapa hipsométrico da microbacia, as figuras 18 e 19 mostram a restituição planialtmétrica e o modelo digital de terreno.



(Org. B. Calderano Filho 2003).

CONVENÇÕES

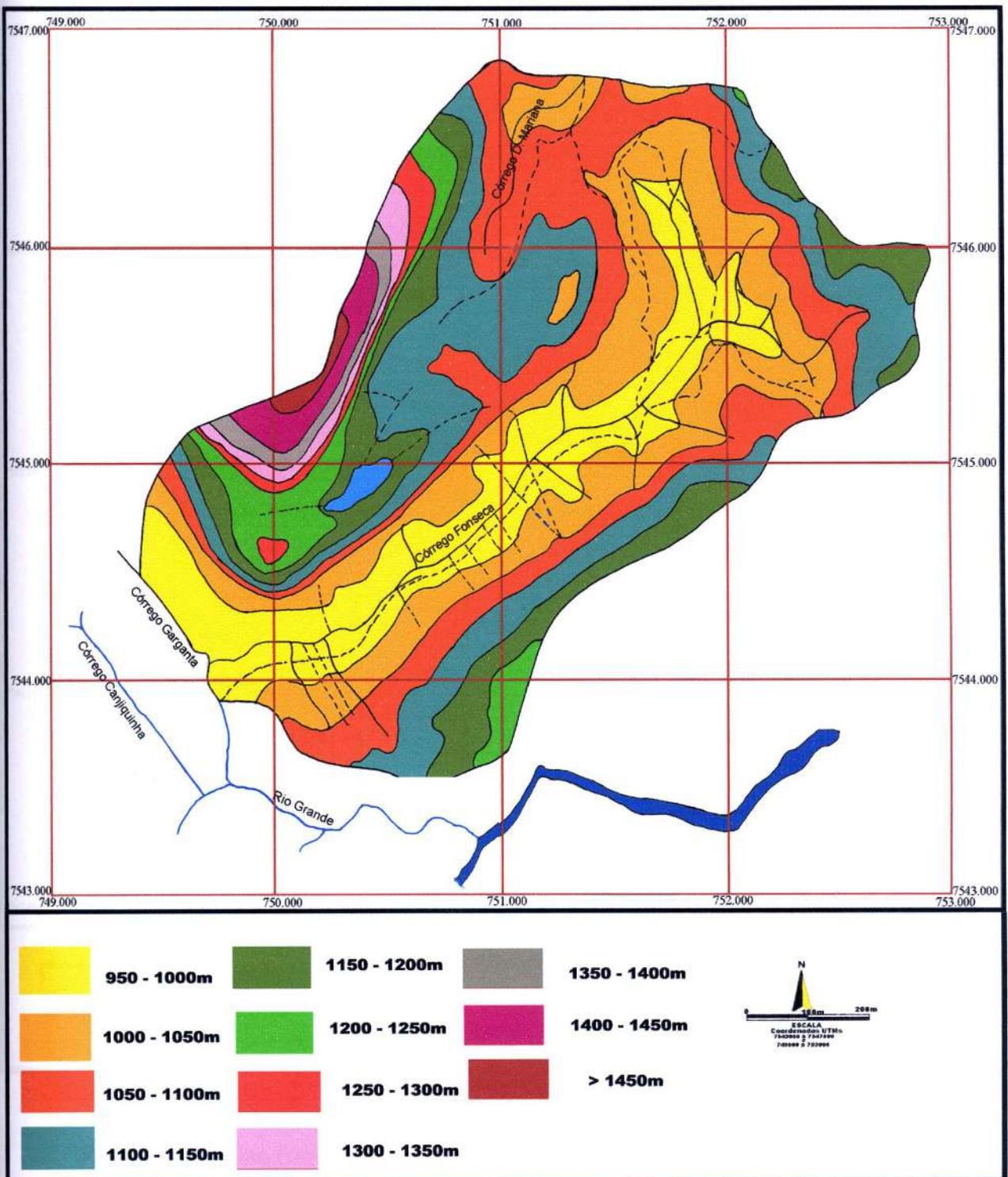
	Estrada
	Ponte
	Rio
	Limite da Área
	Limite entre grupos de aptidão agrícola
	Limite entre subgrupo de aptidão agrícola
	Edificações

FASES DE DECLIVIDADE

	A - 0 - 3 %
	B - 3 - 8 %
	C - 8 - 14 %
	D - 14 - 20 %
	E - 20 - 45 %
	F - > 45 %

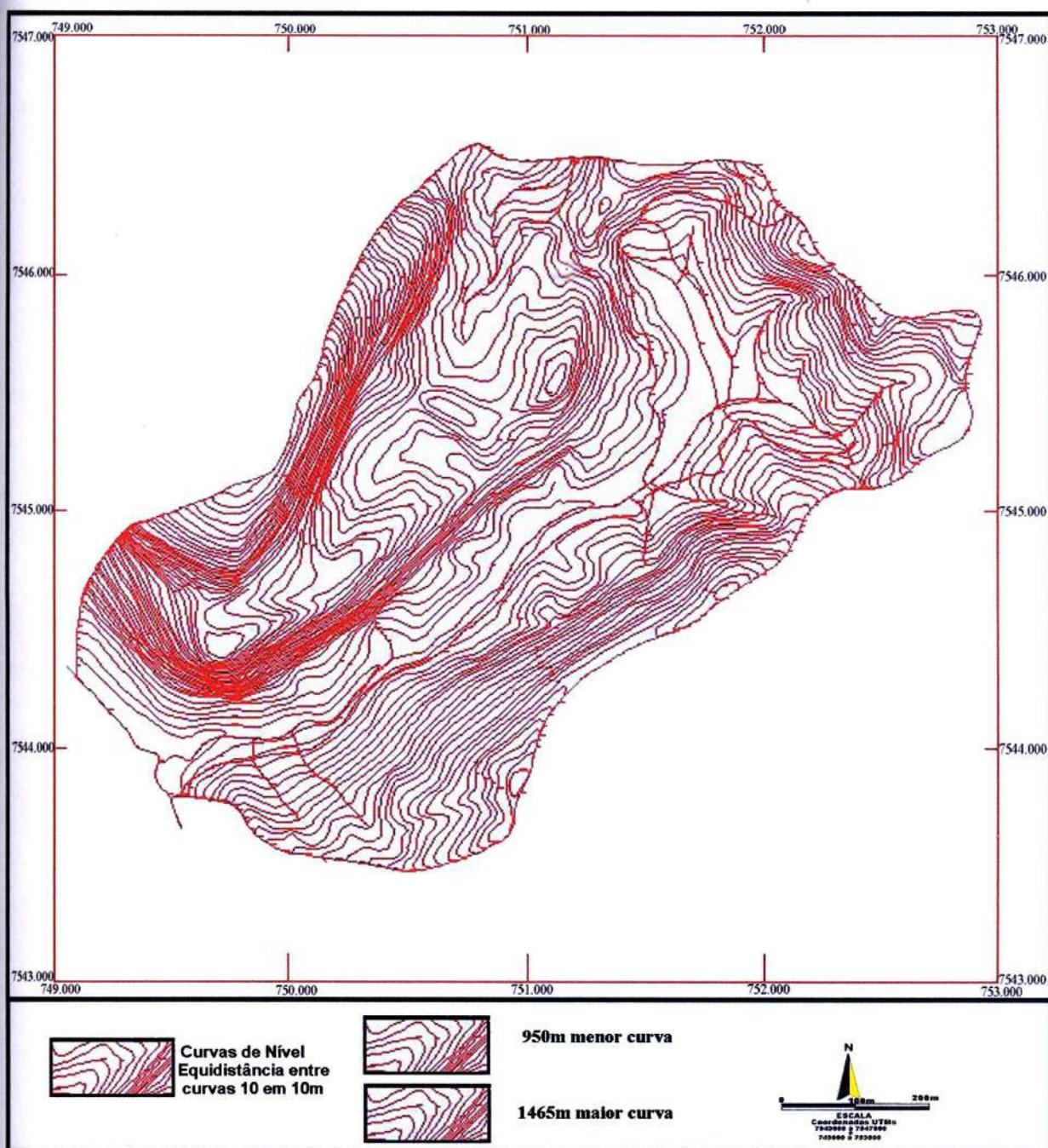
 N
CONJUNTO UTM 754.700,7.543.000 753.000,7.549.000 ESC.: 1:20.000

Figura 16 - Mapa de Declividade da Microbacia do Córrego Fonseca



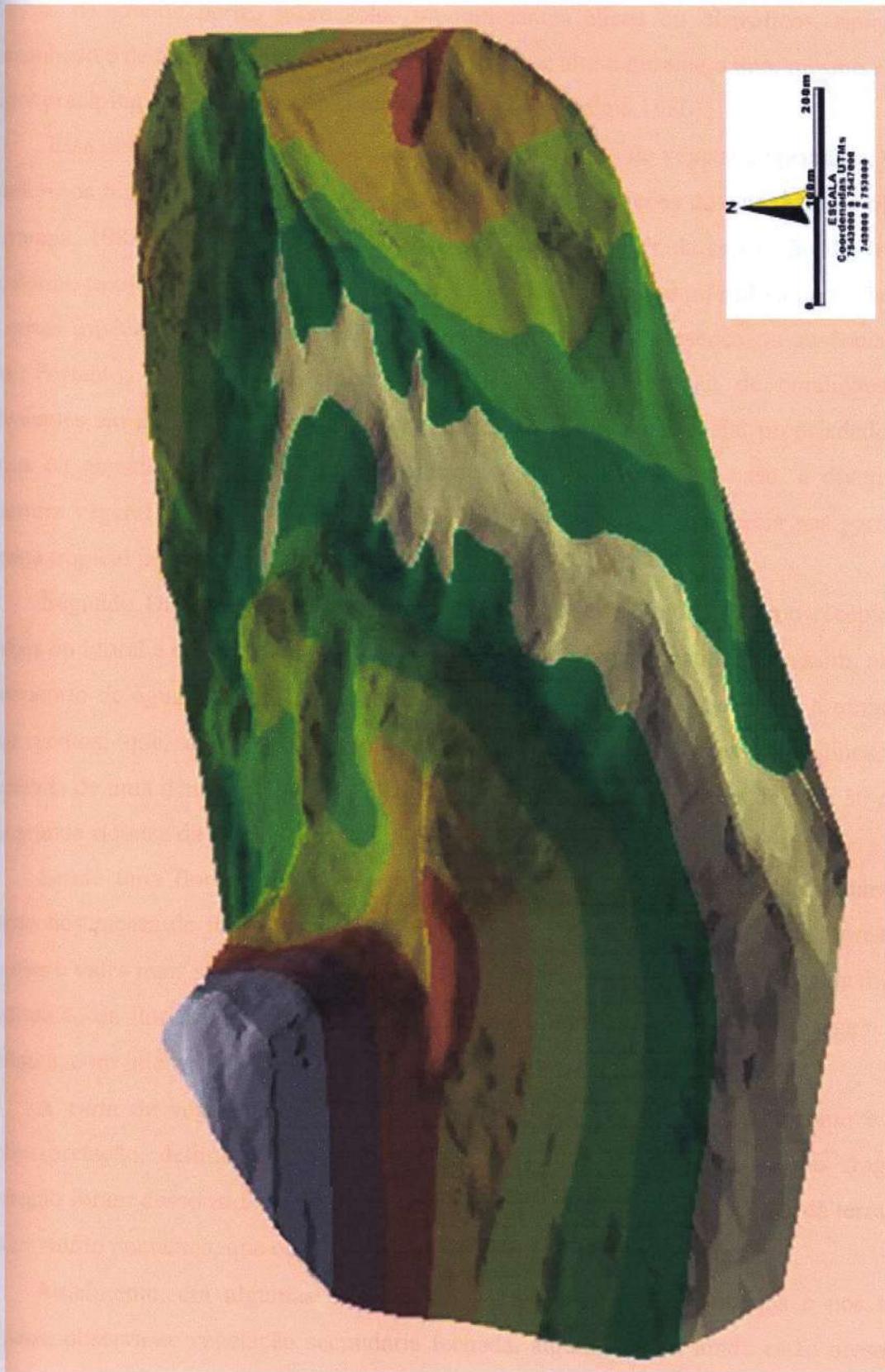
(Fonte: Restituição planialtmétrica)

FIGURA 17 - Mapa Hipsométrico da Microbacia do Córrego Fonseca



(Org. Braz Calderano Filho 2003)

Figura 18 - Base Cartográfica da Microbacia do Córrego Fonseca



(Org. B. Calderano Filho 2003).

FIGURA 19 - Modelo Digital de Terreno da Microbacia do Córrego Fonseca

4.2.5 – Vegetação

Na região, a vegetação natural é representada pela floresta tropical perenifólia, caracterizada assim, por apresentar vegetação exuberante, com formação densa e espécies arbóreas de grande porte, sobre solos predominantes álicos ou distróficos, típica de relevo montanhoso e de clima úmido. Sua folhagem pouco se altera durante o ano, mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica (Palmieri 1980, *in* Embrapa 1980).

Essa classificação da fitofisionomia se baseia no tipo de vegetação primária, onde buscase inferir os regimes térmico e hídrico do solo, além de condições de eutrofismo e oligotrofismo (Embrapa, 1988 e 1999). O regime térmico é inferido a partir da separação da vegetação em equatorial, tropical e subtropical. Quanto ao regime hídrico, este é inferido a partir da capacidade de certas espécies perderem ou não as folhas, em função da presença ou ausência de estação seca. Portanto, é usualmente empregada para assinalar distinção de condições climáticas prevalentes em áreas de solos que podem ser similares em morfologia, propriedades químicas, físicas ou constituição mineralógica (Embrapa, 1998). No presente caso, a diversificação da cobertura vegetal é escassa, compreendendo a floresta tropical perenifólia nas partes altas e a floresta tropical perenifólia de várzea nas partes baixas.

Segundo Domingues (1976) e Nimer (1977), a serra funciona como receptor de águas fluviais do litoral e como obstáculo que se interpõe aos ventos, constituindo, assim, um excelente reservatório de águas das chuvas. As encostas abruptas da serra condensam a umidade trazida pelos ventos, que, aliada à espessura e decomposição dos terrenos cristalinos, permite a existência de uma densa, exuberante e emaranhada floresta, com árvores de 20 a 30 m de altura, com grande riqueza de epífitas, trepadeiras e árvores dos mais variados portes.

Sendo uma floresta úmida e perenifólia, sua folhagem pouco se altera durante o ano, mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica. Nos trechos onde a floresta ocupava encostas e vales mais suaves, a vegetação encontra-se bastante alterada. Na área da microbacia, a substituição da floresta por atividades agrícolas imprimiu ao cenário uma paisagem de aspecto antrópico, com intensa ocupação do solo (Calderano Filho *et. al*, 1995).

A carta de vegetação natural foi atualizada com informações de campo e auxílio de fotointerpretação, delimitada junto com o mapa de uso e cobertura. Alguns fragmentos de vegetação foram desconsiderados, quando da elaboração da carta de uso atual da terra, entre eles aqueles muito pequenos, que ocorrem em toda a área recoberto as calhas.

Atualmente, em algumas encostas com declives muito acentuados e nos topos mais elevados, observa-se vegetação secundária fechada, algumas áreas ainda estão preservados em

matas nativas, onde predominam espécies características da Mata Atlântica. Do arvoredo natural, embora menos freqüente que outrora, ainda se encontram madeiras de lei como canelas (várias), óleo vermelho, angico, peroba, jacatirão e outras, em contraste com o efeito decorativo do murici, dos ipês, do fedegoso arbóreo, das quaresmeiras com suas flores arroxeadas e das embaúbas, com suas folhas argêntas (Embrapa, 1993 e Emater, 1994). Onde há exposição rochosa, nota-se uma camada de finíssima espessura, permitindo apenas a propagação de líquens, musgos e bromélias, e nos topos das rochas onde a declividade permite, acumula-se uma camada húmica rasa em contato direto com o substrato rochoso, ou associada a solos litólicos, favorecendo o aparecimento de vegetação de aspecto arbóreo. Na várzea, já modificada pelo uso, predomina ciperáceas e vegetação rasteira.

4.2.6 – Clima

Pela predominância de superfícies altas, o clima na região é ameno, o tipo climático predominante na área é o tropical mesotérmico brando super úmido (Nimer, 1977). A temperatura média anual é de 18°C. Seu verão é brando, com médias das máximas em torno de 24°C e mínimas de 13°C no inverno, sendo junho e julho os meses mais frios.

A posição de Nova Friburgo, situada a 845 m de altitude média na serra do Mar, confere-lhe uma pluviosidade anual bastante elevada, concentrada no verão.

Baseado nas normais climatológicas da série 1931-1970 (FIDERJ, 1978), o regime pluviométrico do município apresentou um total anual de 1947 mm em média, sendo dezembro o mês de maior índice, com 301,8 milímetros. A estação mais seca ocorre no mês de junho (25,6 mm), julho (22,9mm) e agosto (23,8 mm), porém não é significativa, porque as temperaturas são baixas e a evaporação é relativamente fraca. (Tabela 1 e Figura 20).

Comparado a outros municípios da região serrana, Nova Friburgo apresenta um clima mais seco em decorrência de estar abrigado pela encosta da serra (Nimer, 1977).

Considerando uma capacidade de armazenamento de água disponível pelo solo (CAD) de 100 mm/m, a deficiência hídrica ocorre de maio a setembro, embora só os meses de agosto e setembro apresentem valores acima de 5mm (Tabela 2 e figuras 20, 21 e 22).

Precipitação pluviométrica de 1.500 mm anuais e evapotranspiração potencial de 840 mm indicam classe de regime hídrico dos solos (característica do solo em fornecer água, não previsível pelos regimes pluviais) para a região, classificado como do tipo údico, enquanto que a temperatura média anual inferior a 22°C, com pequenas amplitudes térmicas ao longo do ano,

caracteriza um regime de temperatura do tipo térmico (Estados Unidos, 1975). O armazenamento de água no solo (Arm) é apresentado na tabela 2.

Tabela 1. Características meteorológicas em Friburgo, Período 1931-1970.

Meses	Temperatura do AR (°C)			Precipitação Pluviométrica			Umidade, Nebulosidade, Evaporação e Insolação			
	M. das Máx.	M. das Mín.	Média Compensada	Alt. total mm	Dias de Chuva	Máx. 24 h Alt. mm	Umidade Relativa %	Nebulo. (0-10)	Evapor. Total mm	Insola. H/d
Janeiro	27,0	16,4	21,0	263,9	18	114,4	82	7,0	45,5	143,1
Fevereiro	27,3	16,5	21,0	210,0	15	112,0	83	6,8	41,6	131,8
Março	26,8	15,8	20,4	196,6	16	125,8	84	6,6	40,4	136,9
Abril	24,6	13,7	18,2	85,9	11	55,3	84	6,3	35,7	140,8
Mai	22,9	10,9	15,7	39,7	8	47,8	85	5,7	35,8	150,8
Junho	22,0	9,2	14,3	25,6	7	36,4	85	5,5	32,2	142,1
Julho	21,3	8,8	13,8	22,9	5	52,4	84	5,4	36,3	148,8
Agosto	23,0	9,2	14,9	23,8	5	33,6	81	5,0	46,2	166,6
Setembro	23,8	11,7	16,8	45,0	8	57,7	80	6,4	47,7	120,7
Outubro	24,2	13,7	18,2	96,3	13	125,8	82	7,4	45,6	112,2
Novembro	24,8	14,7	18,2	185,5	15	99,6	82	7,5	43,2	130,4
Dezembro	25,6	16,0	20,2	301,8	19	165,4	83	7,5	44,2	125,9
total	24,4	13,0	17,8	1497,0	140	165,4	83	6,4	494,4	1650,1

Período 1931-1970 fonte: Ministério da Agricultura-Departamento Nacional de Meteorologia: Média das Máximas; Média das Mínimas; Média compensada; Altura total em mm; Dias de chuva; Máxima em 24 horas altura mm; Umidade relativa; Nebulosidade (0-10atm); Evaporação total; Insolação (horas/décimos).

(Fonte: FIDERJ 1978).

Tabela 2 – Balanço hídrico mensal de Nova Friburgo: Thornthwaite e Mather (1955)

Meses	Período 1931-1970									
	T °C	ETP %	P mm	P-ETP mm	NEG - AC mm	ARM mm	ALT mm	ER mm	DEF mm	EXC mm
Janeiro	21,0	103,5	263,9	160,4	0	100,0	0	103,5	0	160,4
Fevereiro	21,0	90,0	210,0	120,0	0	100,0	0	90,0	0	120,0
Março	20,4	88,2	196,6	108,4	0	100,0	0	88,2	0	108,4
Abril	18,2	66,9	85,9	19,0	0	100,0	0	66,9	0	19,0
Mai	15,7	51,3	39,7	-11,6	-11,6	89,0	-11,0	50,7	0,6	0
Junho	14,3	40,5	25,6	-14,9	-26,5	77,0	-12,0	37,6	2,9	0
Julho	13,8	39,4	22,9	-16,5	-43,0	64,0	-13,0	35,9	3,5	0
Agosto	14,9	47,0	23,8	-23,2	-66,2	51,0	-13,0	36,8	10,2	0
Setembro	16,8	57,0	45,0	-12,0	-78,2	45,0	-6,0	51,0	6,0	0
Outubro	18,2	75,2	96,3	-21,1	40,0	66,1	21,0	75,2	0	0
Novembro	19,2	82,5	185,5	103,0	0	100,0	33,9	82,5	0	69,1
Dezembro	20,2	97,4	301,8	204,4	0	100,0	0	97,4	0	204,4
total	17,8	838,9	1497,0	658,1	-	922,1	-	815,7	23,2	681,3

Período 1931-1970 fonte: Ministério da Agricultura-Departamento Nacional de Meteorologia: Temp = temperatura média compensada ; EP = evapotranspiração potencial; P = precipitação pluvial.; P-EP = pluviosidade menos evapotranspiração potencial; NG.ACUM = negativa acumulada; ALT = alteração; ER = evapotranspiração real; DEF = déficit hídrico; EXC = excesso; ARM = armazenamento no solo, com Capacidade de água disponível no perfil do solo (CAD) de 100 mm/m.

(Fonte: FIDERJ 1978).

A região estudada não conta com muitas estações meteorológicas com monitoramento contínuo. Em consequência das dificuldades encontradas na obtenção de dados meteorológicos, atualizados, procurou-se fazer uma caracterização das condições médias da região, em conformidade com a disponibilidade de tempo de execução dessa etapa de trabalho.

Dentro da microbacia o acompanhamento das precipitações diárias vem sendo feito, a partir do ano 2000, pelos próprios agricultores locais. Os dados coletados pelos agricultores, são apresentados nas figuras 21 e 22 e mostram a distribuição mensal das precipitações pluviais nos anos de 2000 e 2001. Comparando os dados coletados pelos produtores rurais com os da FIDERJ (1978), nota-se que as precipitações mensais na área da microbacia, são bem mais elevadas que as do município. Vale resaltar que os dados apresentados visam, apenas, fornecer um apanhado geral da área. Para uma análise mais confiável ao planejamento agrícola, deve-se avaliar as condições da realidade da microbacia, por um período mais longo.

Em Nova Friburgo as condições médias mostram precipitações mensais inferiores a 50mm, de maio a setembro (Tabela 1 e Figura 20). Para a localidade da microbacia, o período crítico e desfavorável ao crescimento das culturas está compreendido entre junho e setembro (Figuras 21 e 22).

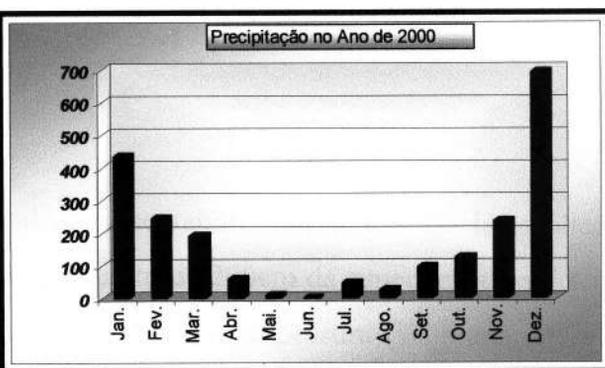
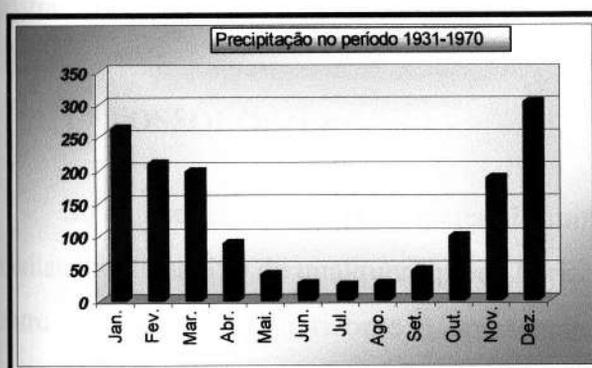


Figura 20 - Precipitação pluvial mensal no período de 1931-1970, (fonte: FIDERJ 1978)

Figura 21 - Precipitação pluvial mensal no ano 2000, (fonte: produtores rurais)



Figura 22 - Precipitação pluvial mensal no ano 2001 (fonte: produtores rurais)

4.2.7 – Solos

Predominam na área os seguintes tipos de solos: Latossolo Vermelho-Amarelo Álico, Álico Epidistrófico e Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico Álico e Álico Epidistrófico, Cambissolos Álicos, Álicos Epidistrófico e Distrófico, Húmicos e não Húmicos, Glei Húmico e Glei pouco Húmico Distróficos, Solos Aluviais Álicos e Solos Litólicos (Embrapa,1993).

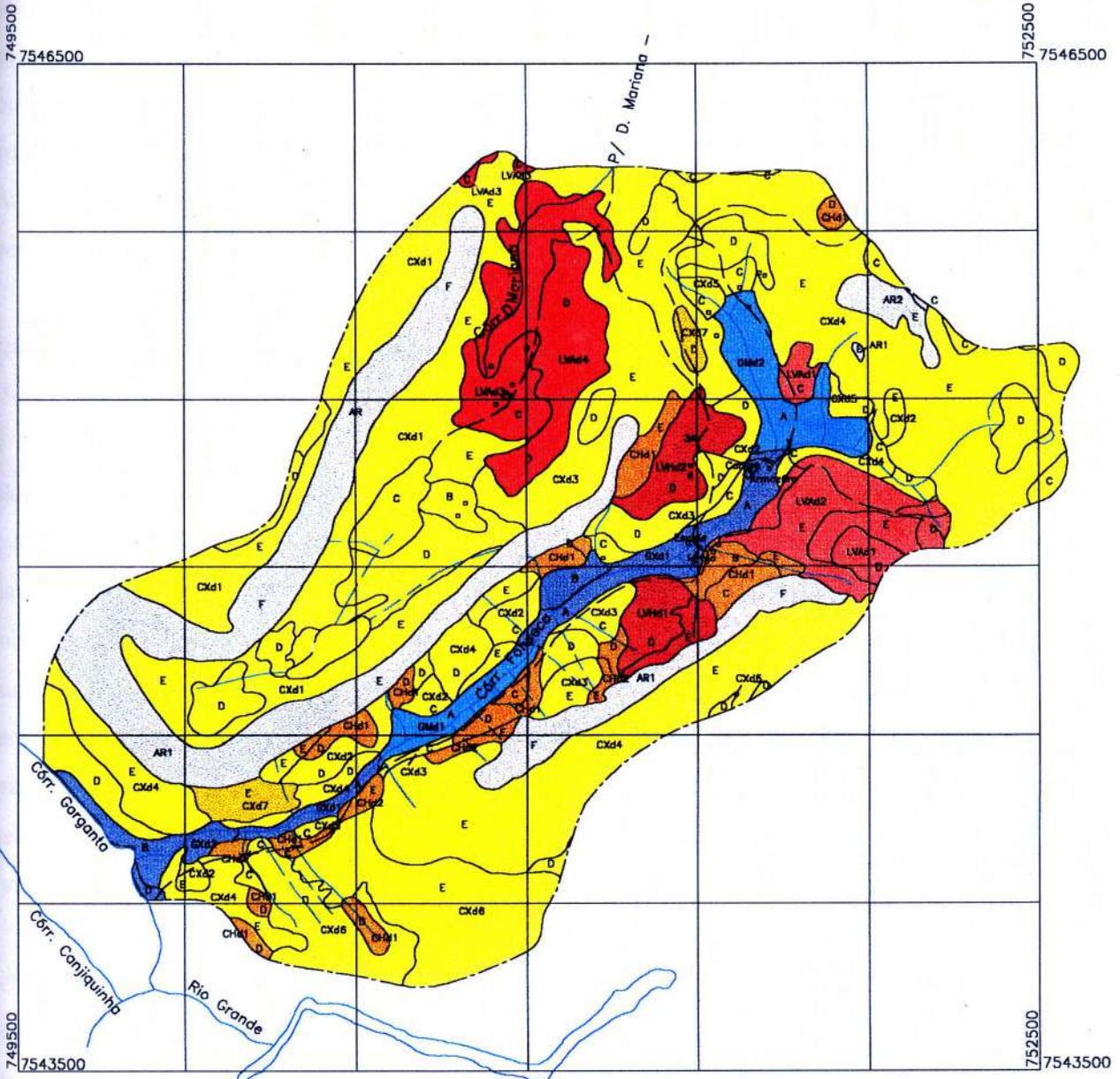
Visando criar subsídios para a caracterização pedológica de cada subsistema a ser descrito, a legenda do mapa base foi convertida para o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa,1999). Na tabela 3, são apresentadas as classes de solos convertidas e enquadradas no sistema de classificação, com respectivos símbolos constantes do mapa de solos atualizado. As informações completas sobre as classes de solos identificadas no campo, subdivisão de unidades de mapeamento, tipos de horizonte A e B, características taxonômicas de natureza intermediária, grupamentos texturais, constituição macroclástica, profundidade, drenagem, capacidade de troca de cátions (atividade de argilas), dados e descrição de perfis e classes de solos identificadas e registradas, encontram-se em (Embrapa,1993). A figura 23 mostra o mapa de solos atualizado da microbacia.

LATOSSOLOS (L)

Solos constituídos por material mineral, apresentando horizonte B latossólico, imediatamente abaixo de qualquer tipo de horizonte A, dentro de 200cm da superfície do solo ou dentro de 300cm, se o horizonte A apresentar mais de 150cm de espessura (Embrapa, 1999). Foram identificados na área o Latossolo Vermelho-Amarelo (solos com matiz 5 YR ou mais vermelhos e mais amarelos que 2,5 YR, na maior parte dos primeiros 100cm do horizonte B, inclusive BA), e em áreas de menor extensão, geralmente situadas em confluências de relevo, ocorre o Latossolo Vermelho-Amarelo Húmico.

LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO

Os Latossolos Vermelho-Amarelos foram separados em quatro unidades de mapeamento (LVAd1, LVAd2, LVAd3 e LVAd4), constituídas de solos distróficos, álicos e álicos epidistróficos, conforme consta no mapa de solos. Ocorrem como unidades simples e como membro principal em associação com cambissolo e latossolo húmico. Dentre as variações e



(Org. B. Calderano Filho 2003).

LEGENDA

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> LVAd1 LVAd2 LVAd3 LVAd4 LVHd1 LVHd2 CXd1 CXd2 CXd3 CXd4 CXd5 CXd6 CXd7 CHd1 CHd2 | <ul style="list-style-type: none"> GMd1 GMd2 GXd1 GXd2 AR1 AR2 |
|---|--|

CONVENÇÕES

- | | |
|--|---------------------------------|
| | Estrada |
| | Ponte |
| | Rio |
| | Limite da Área |
| | Limite de unidade de mapeamento |
| | Limite de declividade |
| | Edificações |
| | Amostra |
| | Perfil |

FASES DE DECLIVIDADE

- A - 0 - 3 %
- B - 3 - 8 %
- C - 8 - 14 %
- D - 14 - 20 %
- E - 20 - 45 %
- F - - > 45 %

N

CONJUNTO UTM
 754.700,7.543.000
 753.000,7.549.000
 ESC.: 1:20.000

Figura 23 - Mapa de Solos da Microbacia do Córrego Fonseca

inclusões nesta classe de solos, destacam-se solos com horizonte A mais espesso, solos pouco profundos, onde a soma de BA e BW não ultrapassa 70 cm de profundidade, não atendendo portanto, os requisitos do novo sistema de classificação para a classe dos Latossolos e pequenas ocorrências de cambissolo húmico e proeminente. Esses solos pouco profundos, com horizonte BW de 50 cm de espessura, ocorrem em áreas de material coluvial que no passado sofreram aporte de material oriundo de movimento de massa.

Os Latossolos apresentam boas propriedades físicas, são profundos, porosos, bem drenados, permeáveis elevada friabilidade, de textura argilosa e média (teores de argila entre 26 e 54%), muito intemperizados e, em consequência, de muito baixa fertilidade natural, alto grau de floculação no horizonte B, normalmente 100%, refletindo o alto grau de floculação dos colóides, resultando em elevada porosidade, maior resistência à erosão e bastante favoráveis ao desenvolvimento radicular de plantas cultivadas, em especial as espécies florestais. Essas qualidades permitem que sejam facilmente preparados para o cultivo. Apresentam relação molecular K_i baixa, inferior a 1,5 no horizonte B, baixa relação silte/argila menor que 0,7 e baixa saturação por bases e alta saturação por alumínio de 50 a 93% e valores de Al^{+3} de 0,1 a 2,4 cmol/kg de solo foram registrados. Ocorrem ainda, solos com relação molecular K_r baixa abrangendo solos predominantemente oxidícos e ácidos em profundidade, com pH em KCl ligeiramente superior que o pH em H_2O , soma de $S (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ e Na^+) + Al^{3+}$ inferior a 1,5 cmolc/kg de argila.

Distribuem-se por relevo ondulado e forte ondulado, sendo freqüentes nas classes de declive C, D e E. Sua principal limitação se prende à baixa disponibilidade de nutrientes e à toxicidade por Al^{+3} quando ácidos. A limitação ao enraizamento das plantas devido à presença de alumínio no subsolo tem sido citada como um dos fatores limitantes à produtividade das plantas. Nestes casos, é impossível obter-se boas produções com baixo nível de manejo. Uma vez eliminada tais limitações, tornam-se bastante produtivos. Quando ácidos os latossolos demandam práticas específicas, devido a retenção de ânions. Os de textura média apresentam maior possibilidade de estresse hídrico do que os solos de textura argilosa.

Devido à sua elevada permeabilidade interna e à baixa capacidade adsortiva, esses solos se qualificam como pouco filtrantes. Tal atributo permite esperar que, apesar de sua espessura, sejam grandes as possibilidades de contaminação dos aquíferos por material tóxico neles depositados (Oliveira, 1999).

A baixa atividade das argilas dos latossolos confere-lhes diminuta expansibilidade e contração, qualificando os de textura argilosa, como excelente material para piso de estradas. Por

serem solos fáceis de serem escavados e ainda bastante profundos e porosos, são muito apropriados para construções civis e aterros sanitários (Oliveira, 1999).

LATOSSOLO HÚMICO

Modalidade de Latossolo-Vermelho Amarelo, com horizonte A muito espesso, maior que 80cm, rico em matéria orgânica e bastante escuro, com baixa saturação por bases, saturação com alumínio trocável maior que 50%. O horizonte A húmico, é um horizonte mineral superficial de cor escura com valor e croma 4,0 ou menor, saturação por bases (V%) inferior a 65%, apresentando espessura e conteúdo de carbono orgânico, dentro dos limites especificados no SBCS (Embrapa, 1999).

Ocorrem na área solos com espessura do horizonte B latossólico maior que 50cm, em tomo de 70cm, espessura de A + B maior que 190cm, textura argilosa, grau de floculação alto no horizonte B, normalmente 100%, baixa relação silte/argila menor que 0,7, baixa capacidade de troca de cátions, relação molecular Ki muito baixa, com valores menores que 0,5 no horizonte B, evidenciando avançado estágio de evolução, relação molecular Kr baixa abrangendo solos predominantemente oxídicos e ácricos em profundidade, com pH em KCl ligeiramente superior que o pH em H₂O, soma de S (Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺ e Na⁺) + Al³⁺ inferior a 1,5 cmolc/kg de argila.

Distribuem-se por relevo ondulado e, em menor proporção, em relevo forte ondulado, ocorrendo nas classes de declives D e parte de E. Nesta classe distinguem-se duas unidades de mapeamento (LVAdh1 e LVAdh2), compreendendo solos álicos e álicos epidistróficos pelo uso, ambos de textura argilosa. Os latossolos húmicos requerem maior quantidade de corretivos para neutralizar a acidez.

CAMBISSOLOS

Solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, constituindo grupamento de solos pouco desenvolvidos. Ou seja, horizonte subsuperficial, subjacente ao A, Ap, ou AB, que sofreu alteração física e química em grau não muito avançado, porém suficiente para o desenvolvimento de cor ou de estrutura, e no qual mais da metade do volume de todos os subhorizontes não deve consistir em estrutura da rocha original. O horizonte B incipiente, para ser diagnóstico, tem no mínimo 10 cm de espessura. Alguns solos desta classe possuem características morfológicas similares às dos solos da classe dos latossolos, mas distinguem-se destes por apresentar uma ou mais das características

abaixo especificadas, não compatíveis com solos muito evoluídos: 4% ou mais de minerais primários alteráveis ou 6% ou mais de muscovita na fração areia total; capacidade de troca de cátions, sem correção para carbono, ≥ 17 cmolc/kg de argila; teores elevados em silte, de modo que a relação silte/argila seja $> 0,7$ nos solos de textura média ou $> 0,6$ nos de textura argilosa, e/ou relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (K_i) $> 2,2$ (Embrapa, 1999).

Duas classes de Cambissolos, constituindo 10 unidades de mapeamento, foram identificadas na área, compreendendo o Cambissolo Háptico de argila de atividade baixa Distrófico e o Cambissolo Húmico de argila de atividade baixa distrófico. Distribuem-se por toda a área mapeada, tendo sido mapeados como primeiro e segundo membro de associações, separados em função do tipo de horizonte A, da textura, presença de rochosidade, natureza intermediária e drenagem.

CAMBISSOLO HÁPTICO

Os cambissolos da área estudada podem ser separados em dois grupos, o primeiro tem argila de atividade baixa, porém, apresenta teores médios a altos em minerais primários facilmente decomponíveis, a relação silte/argila é alta, maior que 0,7, espessura de A + B variável de 60 a 120cm, a relação molecular K_i superior a 1,5, morfologia típica de cambissolos, vestígio de rocha semi-decomposta, horizonte C visível no perfil a partir de 100 a 120cm. Originam-se de materiais provenientes da alteração de rochas intrusivas granitóides do Batólito Serra dos Órgãos e biotita gnaisse da unidade Rio Negro.

O segundo grupo apresenta todas as características acima, mas difere do primeiro por apresentar relação K_i muito baixa, com valores menores que 0,5, inversão de cargas a partir de 90cm, com pH em KCl ligeiramente superior que o pH em H_2O , soma de $\text{S}(\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{K}^+ \text{ e } \text{Na}^+) + \text{Al}^{3+}$ inferior a 1,5 cmolc/kg de argila, evidenciando assim, o caráter ácrico em profundidade. Originam-se de material de cobertura pseudo-autóctone, influenciando até o desenvolvimento do horizonte B (Embrapa, 1993). O mapa geomorfológico mostra extensão razoável de encostas coluviais de material transportado, dado o vigor do relevo, não descarta-se a possibilidade de no passado a área ter sofrido grandes escorregamentos de massa. Como não foi feita a mineralogia na época de execução do levantamento, é impossível discutir a relação K_i e outras características, desses cambissolos.

Os cambissolos são encontrados nos declives E, D e parte de F, e em menor proporção em declive C. Foram constatados solos álicos, álicos epidistróficos e distróficos, desde bem a imperfeitamente drenados, rasos, pouco profundos e profundos, com horizonte A moderado e

proeminente, textura média/argilosa, argilosa/média e média. São, em geral, os solos mais utilizados e os que ocorrem em maior proporção na área. O comportamento desses solos é semelhante ao dos latossolos. Em posição localizada, na classe de declive F ocorrem associados à rochosoidade.

CAMBISSOLO HÚMICO

Trata-se de modalidade de cambissolo com horizonte A muito espesso. Distinguem-se da classe anterior por apresentar horizonte A húmico. O horizonte câmbico apresenta diversidade de cores, dominando cores de tonalidades amareladas e brunadas; predomina, solos com textura média, com elevados teores de silte e areia grossa. Originam-se da meteorização das rochas acima citadas, sendo usual a presença de fragmentos de rocha e/ou minerais primários facilmente decomponíveis no horizonte B. Ocorrem em toda a área em pequenas manchas, nos declives C, D e E, ocupando posições abaciadas e côncavas, entre os paredões rochosos e as encostas mais suaves, associados ou não, aos Latossolos Húmicos. A drenagem dessa classe de solo é variável.

GLEISSOLOS (G)

Solos constituídos por material mineral, com horizonte glei dentro dos primeiros 50cm da superfície do solo, ou entre 50 e 125cm, desde que imediatamente abaixo do horizonte A ou E, ou precedido por horizonte B incipiente, B textural ou horizonte C, com presença de mosqueados abundantes com cores de redução e satisfazendo, ainda, outros requisitos, conforme consta no SBCS (Embrapa, 1999).

Duas classes de Gleissolos, constituindo 4 unidades de mapeamento, foram identificadas na área, compreendendo o Gleissolo Háptico de argila de atividade baixa distrófico e o Gleissolos Melânico de argila de atividade baixa distrófico.

Os Gleissolos são permanente ou periodicamente saturados por água, salvo se artificialmente drenados. A água de saturação ou permanece estagnada internamente, ou a saturação é por fluxo lateral no solo. Em qualquer circunstância, a água do solo pode se elevar por ascensão capilar, atingindo a superfície do mesmo. Apresentam sérias limitações impostas pela presença de lençol freático a pouca profundidade. Como aeração inadequada, perda de N mineralizado e o ambiente redutor a que estão submetidos facilita a formação de compostos bivalentes de Fe e Mn, os quais são tóxicos (Oliveira, 1999). Devido à formação em sedimentos aluviais, os Gleissolos apresentam geralmente textura errática ao longo do perfil, às vezes, com

variações texturais muito grande entre os horizontes. A utilização de tais solos exige que sejam drenados, a fim de melhorar as condições de aeração na zona da rizosfera.

São solos inadequados para a construção de aterros sanitários, construções civis e como local para recebimento de efluentes, pela inexpressiva zona de aeração e a facilidade de contaminação dos aquíferos.

GLEISSOLOS MELÂNICOS

Solos com horizonte H hístico, com menos de 40cm de espessura, ou horizonte A húmico proeminente ou chernozêmico. A distinção entre Gleissolo Háplico e Gleissolos Melânico é feita através do horizonte A, que no Gleissolo Melânico apresenta as seguintes características: espessura de 20cm ou mais, cores preta, cinzenta muito escura ou cinzento-escura, contendo mais de 4% de carbono orgânico, pelo menos nos primeiros 20cm.

Esta classe compreende solos orgânicos-minerais rasos, pouco desenvolvidos, com horizonte A espesso, composto de elevados teores de matéria orgânica e camadas subjacentes, estratificadas, de natureza mineral; são solos gleisados com textura média, mal a muito mal drenados, de permeabilidade lenta na parte superficial do perfil e impedida nas camadas subjacentes, sob influência de lençol freático durante boa parte do ano.

O horizonte A é espesso, de coloração preta ou cinzenta-escura, em decorrência da acumulação de matéria orgânica proveniente de resíduos vegetais, seguindo-se camadas estratificadas descontínuas ou não, gleisadas, com cores cinzentas ou neutras. São solos de difícil drenagem devido aos pequenos desníveis em relação aos drenos naturais. São provenientes de deposição orgânica e de sedimentos aluviais, ambos referidos ao Holoceno. A vegetação dominante na área destes solos é a floresta tropical perenifólia de várzea, o relevo é plano, classe de declive (A) com desníveis inferiores a 3%. Morfologicamente, estes solos variam bastante de uma gleba para outra, encontrando-se intimamente associados ao gleissolo Háplico.

Esta classe é representada pelo Gleissolos Melânico álico epidistrófico, textura média. Apresenta argila de atividade baixa, elevados teores de alumínio trocável nas camadas subsuperficiais e baixa saturação de bases. Porém, nas camadas superficiais (Ap e C1), apresenta baixos teores de alumínio trocável. Ocorre como membro em associação ao Gleissolo Háplico álico e o distrófico.

Apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos agrícolas, em decorrência do lençol freático quase sempre na superfície, durante longo período do ano. Devido à falta de

desnível, torna-se mais difícil a drenagem destes solos que a dos Gleissolos Háplicos, o que exigirá também, a seleção de culturas adaptadas ao excesso de água.

GLEISSOLOS HÁPLICOS

São solos relativamente recentes, pouco desenvolvidos, que apresentam horizonte superficial orgânico-mineral, seguido de camadas estratificadas não consolidadas, de textura variável de média a argilosa, em geral gleisadas, imperfeitamente a mal drenados, apresentando permeabilidade lenta no horizonte superficial, a impedida nas camadas subjacentes. Podem ou não, apresentar descontinuidade de material de origem e inclusive serem constatadas camadas orgânicas em profundidade.

Via de regra, o horizonte A possui espessuras de 15 a 20cm, com cores cinzentas, bruno-acinzentadas e freqüentemente pretas, com teores de carbono orgânico de 2%, ou mais baixos nos primeiros 20cm. Apresentam argila de atividade baixa. Esta classe difere da anterior pela composição desordenada dos estratos, já que sofreram aporte recente de materiais arenosos/argilosos, provenientes das encostas. O material originário destes solos é proveniente de sedimentos fluviais ou colúvio-fluviais, referido ao Holoceno, oriundos da decomposição de rochas de áreas circunvizinhas, que são transportadas e depositadas ao longo dos cursos d'água.

O relevo é sempre plano, constituindo o principal fator de formação destes solos, tendo em vista, que condiciona uma má drenagem. A vegetação na área destes solos é a floresta tropical perenifólia de várzea.

Esta classe de solo é representada pelo Gleissolo Háptico distrófico álico, textura argilosa e o Gleissolo Háptico distrófico epieutrófico, textura média/argilosa. Ocorrem como membro principal em associação com Neossolo Flúvico álicos e como segundo membro em associação ao Gleissolo Melânico, textura média.

Apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos em decorrência do lençol freático, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água.

O Gleissolo Háptico distrófico álico (HGPa) são solos de elevadas exigências de fertilizantes e necessidade de calagem, em decorrência da baixa saturação de bases e elevados teores de alumínio trocável. São aptos à agricultura de subsistência desde que utilizado o manejo, adubação e corretivos adequados e época mais propícia à cultura.

O Gleissolo Háptico distrófico (HGPD) apresenta baixa saturação por bases, baixos teores de alumínio trocável nas camadas subjacentes e elevada saturação por bases e ausência de

alumínio trocável no horizonte superficial Ap, necessitando, em decorrência, de aplicações de corretivos em menor quantidade.

NEOSSOLOS

Solos constituídos por material mineral ou orgânico com menos de 40cm de espessura, não apresentando qualquer tipo de horizonte B diagnóstico e satisfazendo os requisitos constantes no SBCS (Embrapa, 1999).

Duas classes de Neossolos foram identificadas na área estudada, compreendendo o Neossolo Flúvico Tb distrófico, anteriormente designado por solos aluviais e o Neossolo Litólico distrófico, anteriormente designados por solos litólicos.

NEOSSOLOS LITÓLICOS

Solos com horizonte A com menos de 40cm de espessura, assente diretamente sobre rocha ou sobre horizonte C ou Cr, ou sobre material com 90% (por volume) ou mais de sua massa constituída por fragmentos de rocha com diâmetro maior que 2mm (cascalhos, calhaus e matacões) e que apresentam contato lítico dentro de 50cm da superfície do solo. Admite um horizonte B em início de formação, cuja espessura não satisfaz a qualquer tipo de horizonte B diagnóstico. Esta classe ocorre associada aos Cambissolos e Afloramento de Rocha.

Os Neossolos Litólicos são, por definição, solos que apresentam reduzida profundidade efetiva. Essa condição limita seu uso com agricultura devido ao reduzido volume de terra disponível para o enraizamento das plantas e para a retenção da umidade. Como a maioria dos Neossolos Litólicos, ocorre em relevo movimentado. São muito suscetíveis à erosão e apresentam sérias limitações a trafegabilidade. Seu uso requer, portanto, atenção especial no que diz respeito aos tratos conservacionistas.

NEOSSOLOS FLÚVICOS

Solos derivados de sedimentos aluviais com horizonte A assente sobre horizonte C, constituído de camadas estratificadas, sem relação pedogenética entre si, apresentando um ou ambos dos seguintes requisitos:

- decréscimo irregular do conteúdo de carbono orgânico em profundidade, dentro de 200cm da superfície do solo ou;

- camadas estratificadas em 25% ou mais do volume do solo, dentro de 200cm da superfície do solo.

Esta classe ocorre associada ao Gleissolo Háptico distrófico álico. Os Neossolos Flúvicos situam-se em planícies aluviais, sendo por isso virtualmente desprovido de limitações quanto à erodibilidade. Em razão do micro-relevo, os Neossolos Flúvicos apresentam profundidades efetivas variadas. Em média porém, pode-se dizer que predominam os solos profundos, sendo o fator limitante à presença do lençol freático, o qual, contudo, está sempre bem mais profundo do que nos Gleissolos, com os quais estes solos se associam na paisagem. São solos com textura variável, ocupando morfologicamente, posições de diques dentro da planície fluvial. De modo geral, as características destes solos variam muito, principalmente em função da natureza do material originário e apresentam permeabilidade muito condicionada pela natureza e seqüência dos estratos. São solos fáceis de serem preparados para o plantio e apresentam razoáveis teores de minerais primários intemperizáveis, especialmente micas.

Os Neossolos Flúvicos da área apresentam, em geral, boa permeabilidade e presença do lençol não muito profundo, tal atributo, juntamente com a baixa capacidade adsortiva, caracteriza-os como material inadequado para receber efluentes que contenham produtos prejudiciais às plantas, aos animais e ao homem, e para aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos devido à facilidade de contaminação dos aquíferos.

AFLORAMENTOS DE ROCHA

Constitui um tipo de terreno e não exatamente solos. Apresentada por exposição de diferentes tipos de rochas, brandas ou duras, nuas ou com reduzidas porções de materiais detríticos gnáissicos, não classificáveis como solos que correspondem a delgadas acumulações inconsolidadas e de caráter heterogêneo, formado por mistura de material terroso e largas proporções de fragmentos originados da desagregação de rochas locais.

- Legenda

A legenda de identificação contém a relação das unidades de mapeamento identificadas e delineadas durante o trabalho de campo. Na composição das associações, foi considerado em primeiro lugar o componente mais importante da mesma, sob o ponto de vista de extensão, usando-se o mesmo critério para os demais componentes da associação.

Tabela 3 - Legenda do mapa de solos, extensão e percentagem das unidades de mapeamento (org. B. Calderano Filho 2002)

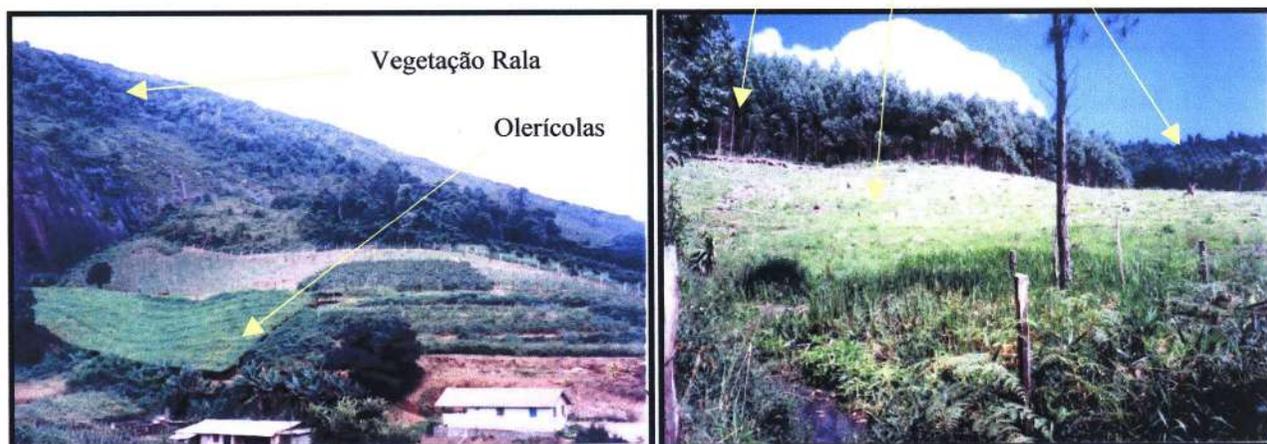
N ^o Ordem	Unidade Símbolos	CLASSES DE SOLOS	Área (ha)	%
1	LVAd1	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico, textura argilosa A moderado álico epidistrófico, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	1,48 3,97 3,86	0,36 0,98 0,94
2	LVAd2	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico, textura argilosa A moderado + CAMBISSOLO Tb textura média/argilosa A proeminente ambos álicos epidistróficos, fase floresta tropical perenifólia relevo forte ondulado. E	10,07	2,46
3	LVAd3	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico, textura argilosa + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico, textura média álico epidistrófico ambos A moderado, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado. Declives C	7,70	1,88
4	LVAd4	Associação de LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico típico A moderado + LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico A Húmico álico epidistrófico ambos textura argilosa, fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado. Declives D	19,42	4,74
5	LVAdh1	LAOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico A Húmico textura argilosa álico, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives D e E.	4,87 2,92	1,19 0,71
6	LVAdh2	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico A Húmico textura argilosa álico, epidistrófico fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives D	6,37	1,70
7	CXbd1	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico Tb A proeminente, textura média álico, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	10,29 13,95 4,48	2,51 3,40 1,09
8	CXbd2	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico Tb A proeminente, textura média/argilosa álico epidistrófico, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	4,07 3,57 5,59	0,99 0,87 1,36
9	CXbd3	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico Tb A moderado, textura argilosa/média álico fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	4,47 9,32 28,41	1,09 2,27 6,93
10	CXbd4	CAMBISSOLO HÁPLICO Distrófico Tb A moderado textura média/argilosa álico epidistrófico, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	5,95 19,45 80,79	1,45 4,75 19,72
11	CXbd5	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico Tb A moderado, textura média álico epidistrófico, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado imperfeitamente drenado. Declives C e D.	2,77 2,05	0,68 0,50
12	CXbd6	Associação de CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico textura média/argilosa + CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico textura média epidistrófico ambos álicos Tb latossólicos A moderado, fase floresta tropical perenifólia, relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	1,70 10,87 19,35	0,41 2,65 4,73
13	CXbd7	CAMBISSOLO HÁPLICO distrófico típico Tb A moderado, textura média, fase rochosa floresta tropical perenifólia, relevo forte ondulado. Declives D e E.	2,56 3,82	0,62 0,93
14	CHd1	CAMBISSOLO HÚMICO Tb textura média, álico fase floresta tropical perenifólia relevo ondulado e forte ondulado. Declives C, D e E.	4,56 9,16 4,62	1,11 2,24 1,13
15	CHd2	Associação de CAMBISSOLO HÚMICO Tb textura média, álico, fase floresta tropical perenifólia relevo forte ondulado + AFLORAMENTO DE ROCHA. Declive E.	2,70	0,67
16	GMd1	Associação de GLEISSOLO MELÂNICO Tb distrófico típico, textura média epidistrófico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico, textura argilosa ambos álicos, fase floresta tropical perenifólia de várzea relevo plano. Declive A.	4,93	1,20
17	GMd2	Associação de GLEISSOLO MELÂNICO Tb distrófico típico textura média epidistrófico + GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico textura argilosa/média epieutrófico, ambos álicos fase floresta tropical perenifólia de várzea relevo plano. A	10,18	2,48
18	GXbd1	Associação de GLEISSOLO HÁPLICO textura argilosa + NEOSSOLO FLÚVICO textura indiscriminada ambos Tb distrófico típico A moderado álicos, fase floresta tropical perenifólia de várzea, relevo plano e suave ondulado. Declive A e B.	10,61 4,65	2,59 1,13
19	GXbd2	Associação de GLEISSOLO HÁPLICO Tb distrófico típico textura argilosa/média epieutrófico + NEOSSOLO FLÚVICO Tb distrófico típico textura indiscriminada ambos A moderado álicos fase floresta tropical perenifólia de várzea relevo plano e suave ondulado. Declive B.	4,87	1,19
20	AR1	Associação de AFLORAMENTO DE ROCHAS + inclusão de NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico textura indiscriminada, A moderado, fase floresta tropical perenifólia, relevo forte ondulado e montanhoso. Declive F.	53,43	13,04
21	AR2	Associação de AFLORAMENTO DE ROCHAS + CAMBISSOLO HÁPLICO tb distrófico típico textura média/argilosa álico epidistrófico + inclusão de NEOSSOLO LITÓLICO distrófico típico textura indiscriminada, ambos A moderado fase floresta tropical perenifólia, relevo forte ondulado. Declive D e E.	1,20 4,17	0,29 1,02

4.2.8 - Uso e Cobertura do solo

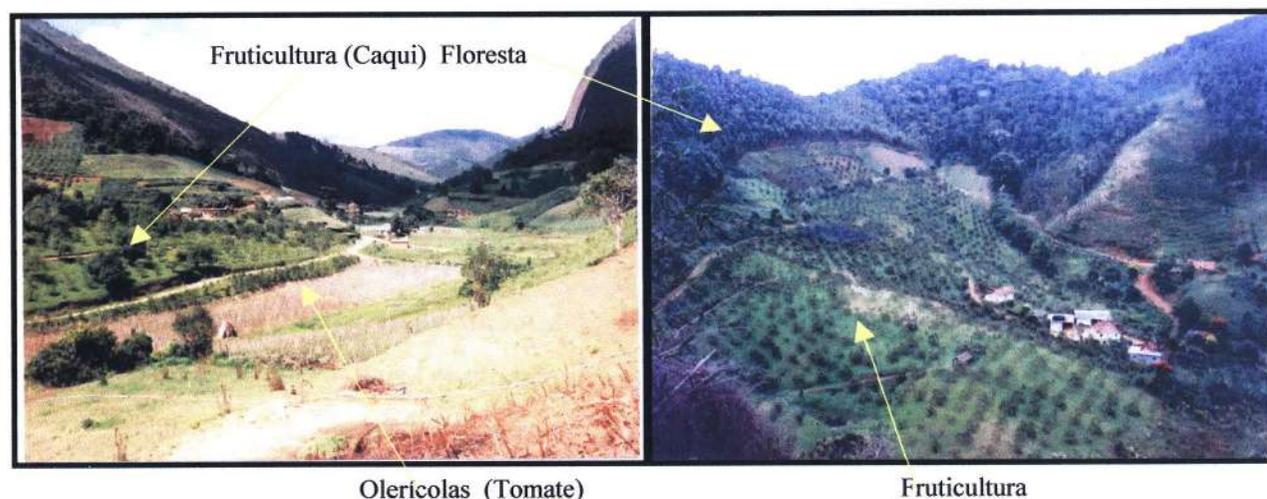
O mapa de uso e cobertura do solo foi elaborado através de trabalho de campo. A falta de fotografias aéreas em melhor escala prejudicou a delimitação de parcelas muito pequenas e ocupadas com agricultura intensiva. Considerando que a maioria dos lotes utilizados variam de 1 a 3 hectares e o uso agrícola dessas glebas possui culturas associadas, a delimitação das parcelas tornou-se comprometida.

Assim, o mapa de uso foi apresentado de duas formas. Uma como uso e cobertura das terras, mostrando as parcelas utilizadas e delimitadas em 14 classes de uso e cobertura, incluindo os fragmentos de vegetação e outro como uso atual, mostrando as culturas por tipo e alocadas por lote. As figuras 24, 25, 26 e 27 mostram as categorias e tipos de uso. As figuras 28 e 29 mostram os mapas de uso e cobertura do solo.

Eucaliptos, Pastagem e Pinus



Figuras 24 e 25 - Categorias e tipos de Uso (Foto: Calderano Filho 2002)



Figuras 26 e 27 - Categorias e tipos de Uso (Foto: Calderano Filho 2002)

O mapeamento de uso e cobertura das terras permitiu identificar e discriminar as seguintes categorias: afloramentos com vegetação rasteira, afloramentos com vegetação rala, mata, capoeira, pasto, áreas edificadas, silvicultura (reflorestamento de eucalipto, cipestre e de pinus), olerícolas (culturas de ciclo curto), fruticultura, de uso misto representado em associações de classes (pomar + cultura e associação de culturas), criação (ovelhas), áreas de pousio, áreas pontuais (água e toda superfície líquida, rios e lagos).

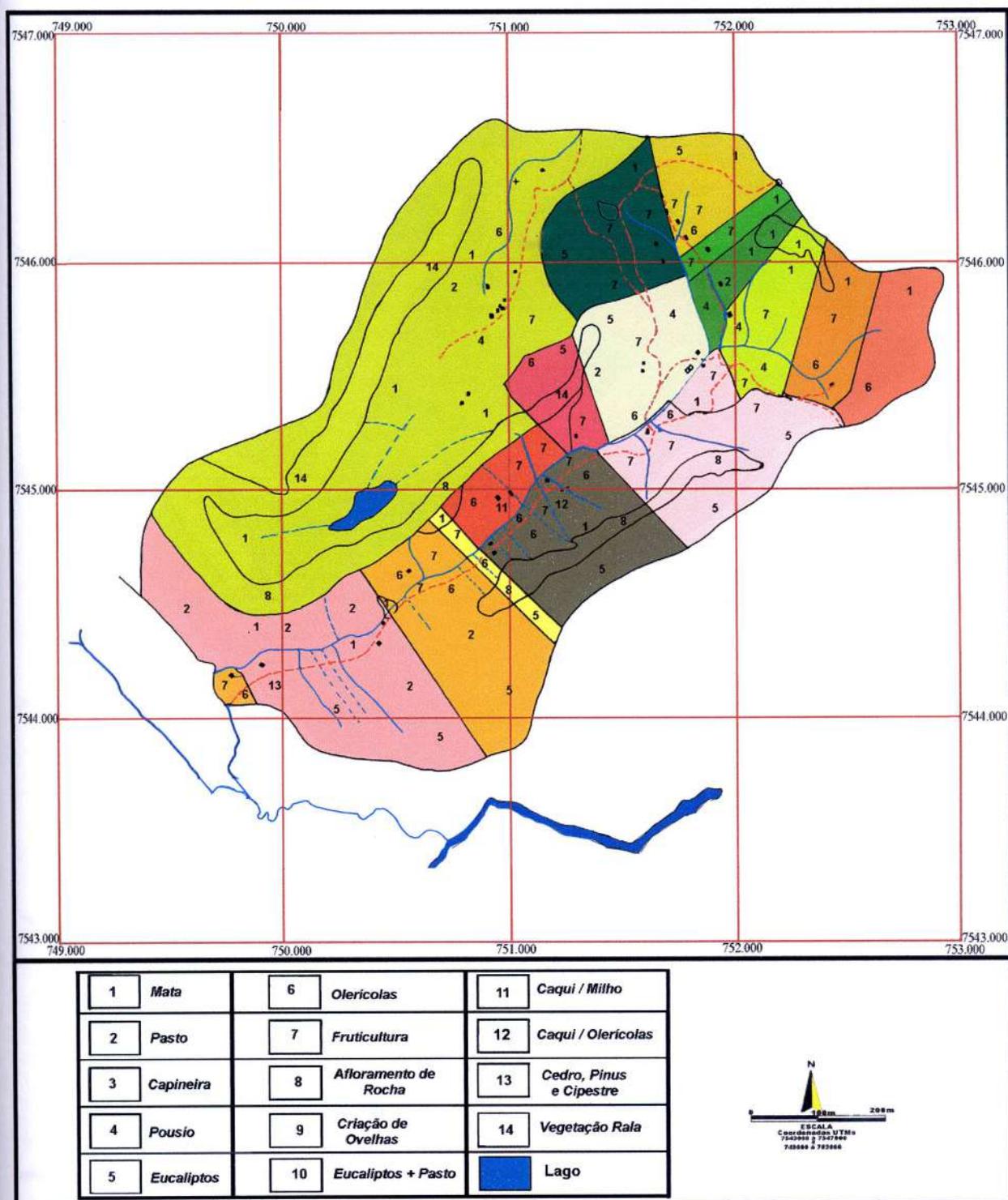
Vegetação rasteira: engloba afloramentos recobertos por líquens, musgos e bromélias.

Vegetação Rala: engloba vegetação de porte arbóreo arbustivo sobre afloramentos. Mata: representa as áreas que possuem cobertura vegetal arbórea densa, onde as copas se tocam. Trata-se de vegetação secundária, evidenciado por um grau maior ou menor de alterações de sua composição original. Capoeira: representa áreas onde a vegetação natural foi removida, seguida de utilização com agricultura e depois deixada de fora do processo produtivo por tempo suficiente para que a vegetação comece a se recompor, tornando a área de aspecto fechado, com ou sem presença de indivíduos arbóreos de porte elevado e, em geral, com muitos indivíduos de porte médio e baixo, além da presença de uma vegetação de pequeno porte que dificulta a entrada ou circulação de animais e pessoas no seu interior. Edificações: este tipo de utilização das terras foi conferido aos locais onde existe residências, edificações agrícolas como galpões ou outras edificações. Silvicultura: representa áreas de reflorestamento de cunho comercial, com plantio de eucalipto com idades variadas, cipestre e pinus. A principal plantação de eucalipto, está situada na área de propriedade do Sr. Jamiro e é constituída de eucalipto de várias espécies. Estes eucaliptais são comercializados pelos proprietários rurais e também como lenha e em pequenas obras (cercas, galpões, etc.). Pastagem: representa áreas onde o pasto predomina. Olerícolas: englobando várias culturas com destaque para tomate, pimentão, abobrinha e vagem. Ocorrem ainda nessa classe couve, repolho, mandioca, etc. fruticultura: constituído pelo plantio comercial de frutíferas como o caqui e a lima da pérsia, plantados em maior escala e de árvores frutíferas como abacate, atemóia, figo. Cultura consorciada: houve necessidade de combinação, onde as culturas ocupavam áreas muito pequenas para serem mapeadas individualmente, mas estavam agrupadas e eram numerosas demais para serem ignoradas.

Alguns fragmentos de vegetação foram desconsiderados quando da elaboração da carta de uso atual da terra, entre eles aqueles muito pequenos que recobriam parte das calhas.

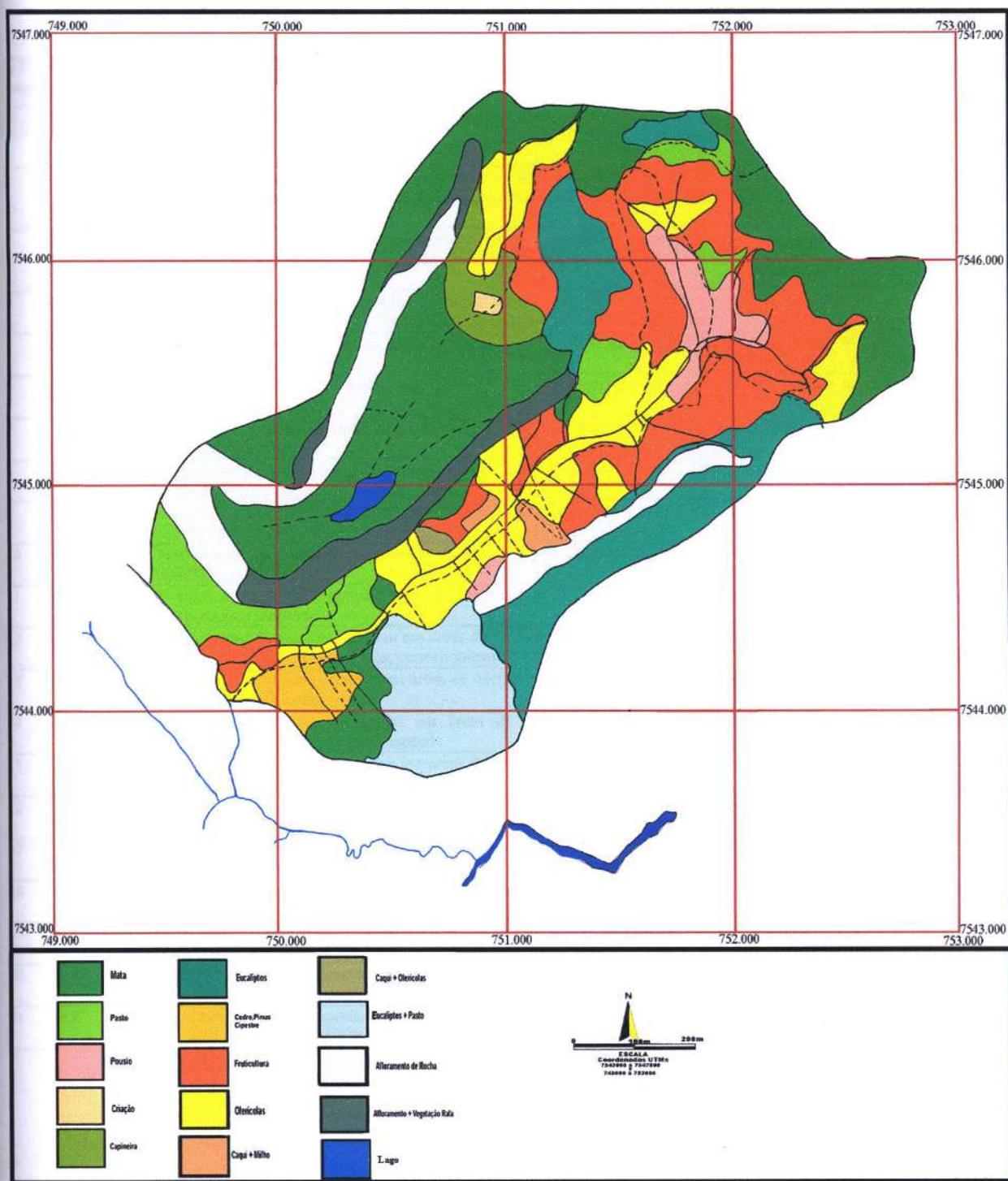
– Descrição sumária das unidades de mapeamento

Visando fornecer mais subsídios, à caracterização dos subsistemas a serem descritos no capítulo cinco, a tabela 4 mostra a caracterização sumária das unidades de mapeamento e os tipos de uso por classe.



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 28 - Mapa de Uso Atual das Terras da Microbacia do Córrego Fonseca



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 29 - Mapa de Uso e Cobertura dos Solos da Microbacia do Córrego Fonseca

Tabela 4 – Descrição sumária das unidades de mapeamento e tipos de uso (Org. B. Calderano Filho, 2003)

N ^o Ordem	Unidade Símbolos	CLASSES DE SOLOS	Uso atual
1	LVA _{d1}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive C, D e E. Ocorrem em 9,31ha, correspondente a 2,28% da área mapeada.	Reflorestamento de Eucalipto, pomar de lima abacate.
2	LVA _{d2}	Os solos componentes desta associação ocupam áreas de declive E. A proporção dos componentes é de 60 – 40%. Ocorrem em 10,07ha, correspondendo a 2,46% da área mapeada.	Cultivo de louro e pomar de lima.
3	LVA _{d3}	Os solos componentes desta associação ocupam áreas de declive C. A proporção dos componentes é de 80 – 20%. Ocorrem em 7,70ha, correspondendo a 1,88% da área mapeada.	Capim brachiaria, caqui e feijão.
4	LVA _{d4}	Os solos componentes desta associação ocupam áreas de declive D. A Proporção dos componentes é de 70 – 30%. Ocorrem em 19,42ha, correspondente a 4,74% da área mapeada.	Eucaliptos, feijão e pasto.
5	LVA _{dh1}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive D e E. Ocorrem em 7,79ha, correspondente a 1,90% da área mapeada.	Pomar de caqui.
6	LVA _{dh2}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive D e E. Ocorrem em 6,37ha, correspondente a 1,70% da área mapeada.	Fruticultura (lima, abacate e caqui).
7	CX _{bd1}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive C, D e E. Ocorrem em 28,72ha, correspondente a 7,00% da área mapeada.	Floresta natural e caqui
8	CX _{bd2}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive C, D e E. Ocorrem em 13,23ha, correspondente a 3,22% da área mapeada.	Olerícolas e caqui.
9	CX _{bd3}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive C, D e E. Ocorrem em 42,20ha, correspondente a 10,29% da área mapeada.	Reflorestamento de eucaliptos.
10	CX _{bd4}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive C, D e E. Ocorrem em 106,19ha, correspondente a 25,92% da área mapeada.	Caqui e eucaliptos
11	CX _{bd5}	Os solos desta unidade ocupam áreas de declive C e D. Ocorrem em 4,82a, correspondente a 1,18% da área mapeada.	Pomar de caqui.
12	CX _{bd6}	Os solos desta associação ocorrem em áreas de declive C, D e E. A proporção dos componentes é de 60 – 40%. Ocorrem em 31,92a, correspondente a 7,79% da área mapeada.	Reflorestamento de pinus e Pastagem
13	CX _{bd7}	Os solos desta unidade ocorrem em áreas de declive D e E. Ocorrem em 6,38ha, correspondente a 1,55% da área mapeada.	Pastagem.
14	CH _{d1}	Os solos desta unidade ocorrem em áreas de declive C, D e E. Ocorrem em 18,34ha, correspondente a 4,48% da área mapeada.	Pomar de caqui.
15	CH _{d2}	Os solos desta associação ocorrem em áreas de declive E. A proporção dos componentes é de 60 – 40%. Ocorrem em 2,70ha, correspondente a 0,67% da área mapeada.	Pasto e floresta.
16	GM _{d1}	Os componentes desta associação ocorrem em áreas de declive A. A proporção dos componentes é de 60 – 40%. Ocorrem em 4,93ha, correspondente a 1,20% da área mapeada.	Olerícolas
17	GM _{d2}	Os solos desta associação ocorrem em áreas de declive A. A proporção dos componentes é de 60 – 40%. Ocorrem em 10,18ha, correspondente a 2,48% da área mapeada.	Olerícolas.
18	GX _{bd1}	Os solos desta associação ocorrem em áreas de declive A e B. A proporção dos componentes é de 70 – 30%. Ocorrem em 15,26ha, correspondente a 3,72% da área mapeada.	Olerícolas e feijão.
19	GX _{bd2}	Os solos desta associação ocorrem em áreas de declive A e B. A proporção dos componentes é de 55 – 45%. Ocorrem em 4,87ha, correspondente a 1,19% da área mapeada.	Pomar de pêra e olerícolas.
20	AR1	Ocorrem em 53,43ha, correspondente a 13,04% da área mapeada.	Não
21	AR2	Os membros desta associação ocorrem em áreas de declive E. A proporção dos componentes é de 60 – 40%. Ocorrem em 5,37ha, correspondente a 1,31% da área mapeada.	Floresta.

4.3 - Informações Sócio-Econômicas

Compreendendo o levantamento de informações do sistema de produção, principais produtos, estrutura fundiária, ocupação da terra, mercado, demografia, saúde e educação, baseando em dados fornecidos pela Emater de Nova Friburgo, e coleta de informações sobre o histórico de uso da área com entrevistas junto à comunidade envolvida com a agricultura local, buscando delinear o grau de percepção e o nível de preocupação e trato com as questões ambientais.

(A) – Quadro Sócioeconômico

A economia agrícola da área se baseia na olericultura, fruticultura e reflorestamento comercial. As criações de suínos, aves e abelhas são basicamente de subsistência. Apenas uma propriedade, possui criação de ovelhas com fins comerciais. A produção é realizada, predominantemente, por pequenos agricultores, com mão-de-obra tipicamente familiar. A comercialização dos produtos é feita via associação de produtores ou no mercado do produtor de Nova Friburgo. Os principais produtos comercializados são caqui, lima e olerícolas diversas como: pimentão, vagem, abobrinha, repólho, jiló, ervilha e tomate (Emater, 1994). A produção dessas culturas varia em função de situações momentâneas como o preço.

De acordo com as informações de técnicos e agricultores e (Emater, 1994), foi obtida, uma média de 60 T/ha de repólho, 16 T/ha de abobrinha, 15 T/ha vagem, 29 T/ha de jiló, 21 T/ha de pimentão e 40 T/ha de tomate em 1994, além de outras olerícolas em pequenas áreas, algumas sob irrigação. Enquanto o caqui com total de 260 T, produziu em média 25 T/ha, a lima produziu 15 T/ha e o abacate 8T/ha. Isto demonstra, claramente, a importância da horticultura na economia da área. A idéia central é a diversificação de culturas, pois, no momento, a principal atividade é o plantio de tomate e repólho com irrigação e caqui. O grande potencial de diversificação da produção agrícola da área não está sendo aproveitado eficientemente, já que as atividades agrícolas estão basicamente concentradas na produção de hortaliças, durante apenas uma parte do ano.

No cultivo das hortaliças, o manejo dos solos e das culturas envolve o uso de quantidades razoáveis de fertilizantes orgânicos e químicos, o uso indiscriminado de agrotóxicos e o uso da irrigação por sulcos. Todas essas práticas são conduzidas mediante a utilização de um sistema de manejo de médio nível tecnológico. Alguns pequenos agricultores têm animais para produção de leite, com o objetivo de atender somente ao consumo familiar.

A produção agrícola de olerícolas possui em comum o alto rendimento por unidade de área, o caráter altamente perecível e a grande quantidade de defensivos e fertilizantes que requerem durante o ciclo vegetativo (Emater, 1994), além de envolver em grande medida o trabalho manual, demandando força de trabalho durante todo o ano. Já que a produção não é interrompida devido à prática de irrigação.

O uso constante da terra com culturas como repólho, abobrinha, vagem, jiló, pimentão e tomate, são os mais plantados ao lado de outras culturas em menor escala. As práticas empregadas, de modo geral, são as mesmas para todas as espécies, variando apenas os detalhes de tratos que são característicos de algumas delas, como por exemplo, a condução da vagem em

seu espaldar, o estaqueamento do pimentão e tomate e a desbrota no tomate (Emater, 1994). As demais técnicas (comuns a todas) são preparo cuidadoso do solo, uso de semente adquirida no comércio especializado (exceção às vezes para vagem); emprego de calcário e adubação química e orgânica, nem sempre precedida de análise de solo, controle químico de pragas e doenças, irrigação (parcialmente), seleção e classificação, de acordo com as exigências do mercado. As culturas perenes como o caqui, a lima e o abacate são os mais plantados; as práticas são uso de mudas produzidas na própria propriedade ou adquiridas de viveiristas, coveamento, emprego de calcário e adubação química e orgânica, nem sempre precedida de análise do solo, capinas ou roçadas do mato, poda (parcialmente) e enxertia muito usada nos pomares. Os mapas de uso e cobertura do solo, apresentado nas (figuras 28 e 29), mostram a distribuição das culturas por glebas.

As práticas agrícolas predominantes na olericultura são: adubação química e orgânica, nem sempre precedidas de análise do solo; controle químico de pragas e doenças; irrigação parcial e outros tratamentos culturais (capinas, desbrotas, desbastes, etc.) Na fruticultura, o uso de calagem e adubação química e orgânica do solo e tratamentos culturais, principalmente capina e poda.

Embora sem grandes problemas atuais de erosão, este é um fenômeno que ameaça constantemente toda a área de lavoura, particularmente as áreas de fruticultura, praticada normalmente em terrenos de encostas, às vezes íngremes e não adequados, do ponto de vista técnico. Práticas simples de conservação, como o plantio cortando as águas, são observados, ao lado de outros, feitos no sentido da declividade. Em alguns locais, a permanência do solo desnudo por longos períodos e a incipiente manutenção das estradas vicinais, ainda favorece a erosão. Nos pomares, quando não aproveitados para cultivos intercalares de olerícolas, já se observa a preocupação de não realizar a limpeza rigorosa de terreno (capinas), deixando a cobertura morta ou o mato como proteção.

(B)- Estrutura fundiária

A estrutura fundiária de Nova Friburgo caracteriza-se sobretudo pela presença significativa de pequenas propriedades rurais, que totalizam 94,1% dos estabelecimentos rurais correspondendo a 53,4% da área agrícola do município (Censo Agropecuário de 1995). Com destaque na proporção das propriedades com dimensões menores de 10 ha, que representam 63,5% do número total de estabelecimentos. Seguindo a tendência do município, a estrutura fundiária da microbacia se mostra fragmentada, com uma distribuição de terras incompatível com o número de famílias e de moradores na área, onde residem 44 famílias (Emater, 1994), num total de 261 pessoas, entre homens e mulheres, assim distribuídas na tabela 5.

Tabela 5 - Número de famílias e moradores na área da microbacia.

Faixa Etária	Homens	Mulheres	Sub-Total	%
De 0 a 7	-	-	22	8,42
8 a 14	-	-	49	18,77
14 a 25	23	21	44	16,85
26 a 65	56	73	129	49,42
Mais de 65	-	-	17	6,51
Total Geral			261	100%

(Fonte: Emater-Friburgo, 2001).

A distribuição fundiária entre um número reduzido de produtores, se explica pelo regime de posse da terra. Oficialmente os lotes estão no nome do patriarca ou matriarca, mas na realidade, a partilha dos lotes já foi feita e os filhos já constituíram suas próprias famílias. A participação dos parceiros e meeiros representam treze casos e, assim mesmo, são agregados ou membros da família como genros, parentes etc. A mão-de-obra familiar representa 90%, a mão-de-obra temporária 05% e a permanente 05%. O trabalho familiar e de parceiros também emprega trabalhadores assalariados, além de combinar outras formas de remuneração da força de trabalho.

Do total de produtores, 98% deles residem na área onde a atividade agrícola é desenvolvida através da exploração da propriedade rural pelo dono e morador da terra. Tal fato, gera um maior sentimento de zelo e cuidado com a terra e uma preocupação constante com o uso racional e a proteção e/ou manutenção da qualidade ambiental. Atualmente, os produtores estão conscientes de que cuidando bem de suas glebas, estarão protegendo o seu patrimônio e o sustento dos seus familiares. Com esse sentimento, percebe-se entre os produtores, um interesse crescente por práticas e técnicas sustentáveis, acessíveis ao padrão local, com baixos custos de implantação. Até mesmo porque essas práticas agregam valor aos produtos. A tabela 6 mostra a distribuição fundiária da microbacia.

Tabela 6 - Distribuição fundiária da microbacia.

Tamanho da Propriedade	Número de Proprietários	%
Até 3 ha	12	50,0
de 3,1 a 6 ha	3	12,5
de 6,1 a 12 ha	2	8,3
de 12,1 a 30 ha	5	20,8
mais de 30 ha	2	8,3
Total	24	100

(Fonte: Emater-Friburgo, 2001).

Outro fato interessante que se observa, embora o preço da terra seja elevado, assim como em todo o município de Friburgo, devido a ser cidade de veraneio bem próxima da metrópole Rio de Janeiro, não há tendência à especulação, a sub-utilização ou à conversão dessas áreas em uso urbano ou sítios de fins-de-semana. Muitos dos proprietários estão ligados à terra por laços de família, tendo herdado a terra de seus pais e os que adquiriram sítios na área por outros meios, admiram a beleza, a paz e a tranquilidade do lugar.

4.4 - Áreas de Proteção Legal

Procurou-se observar as áreas que se revestem de interesse e valor em seu aspecto natural, e que por este motivo, encontram-se assinaladas em documentos oficiais, sob a tutela federal, estadual ou municipal, atendendo destinação específica para a função de parques naturais, reservas biológicas e florestais, estações ecológicas, mananciais, reservatórios e nascentes. A área da microbacia não possui registro de nenhum parque ou reserva. As porções mais significativas de fragmentos florestais encontrados hoje no município, sob tutela da legislação como locais de preservação, é a reserva ecológica de Macaé de Cima, determinados no mapa Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, de 1994. Os fragmentos remanescentes de Mata Atlântica na região, onde pode-se priorizar trabalhos de preservação ambiental, encontram-se protegidos (juntamente com suas áreas de entorno) pelo código florestal vigente e, portanto, sujeitas à fiscalização e ação dos órgãos ambientais competentes.

As constituições estaduais, seguindo a linha da Carta Constitucional, possuem um capítulo especialmente dedicado à questão ambiental, embora ao longo do texto muitos outros pontos abordem o tema, quando são tratados aspectos como por exemplo, saúde, saneamento básico e agricultura. A Constituição do Estado do Rio de Janeiro prevê estabelecimento de política tributária com vistas à efetivação do princípio do “poluidor-pagador” e estímulo ao desenvolvimento de políticas de controle e recuperação ambiental. Ficando vedada a concessão de financiamentos governamentais e incentivos fiscais às atividades que desrespeitem padrões e normas de proteção ao meio ambiente. Dispõe ainda, que a utilização de recursos ambientais com finalidades econômicas será objeto de taxas correspondentes aos custos necessários à fiscalização, à recuperação e à manutenção dos padrões de qualidade ambiental. A Constituição Estadual é complementada com o projeto de lei nº 128/1987, que dispõe sobre a preservação do solo agrícola e adota outras providências.

Das observações e análises resultaram as seguintes indicações:

1. Terão que ser respeitadas todas as restrições de uso impostas no Art. 2º. do Código Florestal (Lei Federal nº. 4771, de 15 de setembro de 1965), a saber: A - ao longo dos rios (alterado pela Lei "F" nº. 7803 de 18/07/89 e Constituição Estadual, art. 265, I); B - ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais (respeitar a Lei Estadual nº. 1130 de 12/2/1987, art. 9º. inciso III, & único) e Constituição Estadual art. 265, I); Nota: Cabe salientar que, no Sumário para Fiscalização de Rios e Lagoas do Domínio Estadual - Portaria SERLA nº.15, de 18 de março de 1976, estão inseridas as instruções para fixação da largura das faixas "Non aedificandi", em cursos de água e lagoas, competindo a esta Entidade a demarcação das mesmas. C- nas nascentes (respeitar a redação da Lei Federal nº. 7754, de 14/4/89) e "olho d'água", seja qual for sua situação topográfica (respeitar a Resolução CONAMA nº. 04/85 e a Constituição Estadual, art. 265, inciso III); D - no topo de morros, montes, montanhas e serras (respeitar Resolução CONAMA nº. 04/85); E - nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45º equivalente a 100% na linha de maior declive;

2. É preciso considerar as áreas que abrigam exemplares ameaçados de extinção, raros, vulneráveis ou menos conhecidos da flora e da fauna, bem como aquelas que são usadas como local de pouso, alimentação ou reprodução de aves migratórias, que são, principalmente, as áreas chamadas popularmente de "brejo" (Constituição Estadual Art. 265, inciso IV e Resolução CONAMA 04/85).

4.5 - Avaliação da Suscetibilidade à Erosão, Fertilidade dos Solos e Aptidão agroecológica

De acordo com Beek (1978 *in* Weill, 1990), a avaliação de terras foi desenvolvida a partir da interpretação de levantamento de solos e da classificação de terras. As expressões "avaliação de terras" (*land evaluation*) e "classificação de terras" (*land classification*) denotam que seu objeto de estudo é a terra (*land*), sendo preferível o uso do termo "avaliação de terras". Para a FAO (1976), a avaliação de terras é o processo de estimar o desempenho (aptidão) da terra, quando usada para propósitos específicos, envolvendo a execução e interpretação de levantamentos e estudos das formas de relevo, solos, vegetação, clima e outros aspectos da terra, de modo a identificar e proceder à comparação dos tipos de usos da terra mais promissores, em termos da aplicabilidade aos objetivos da avaliação.

No Brasil avaliação de terras inicia-se com a metodologia desenvolvida pela Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo, do Ministério da Agricultura (Bennema, Beek e Camargo, 1964), aplicada a levantamentos de reconhecimento de solos e, ampliada pela (SUPLAN), MA

(Ramalho Filho et al, 1983 e 1995), com aplicação em todo os níveis de levantamento. Onde são considerados os sistemas de manejo A (baixo nível tecnológico), B (médio nível tecnológico) e C (alto nível tecnológico) (Ramalho Filho & Beek, 1995).

A avaliação das condições agrícolas das terras leva em consideração as condições do meio ambiente, propriedades físicas e químicas das diferentes classes de solos, assim como a viabilidade de melhoramento dos fatores limitantes. Consiste, basicamente, no posicionamento das terras, segundo características que são definidas em grupos, e que se hierarquizam mediante o tipo de utilização, evidenciando uma indicação de uso correto e adequado de uma determinada superfície de terra, tanto em função da viabilidade de melhoramento frente aos fatores básicos de limitação de uso, como em função dos graus de limitação que por ventura ocorram após a utilização de práticas agrícolas.

No presente estudo, por ser uma área pouco extensa de equilíbrio frágil, ocupada por pequenos produtores na serra do Mar, condicionada a fortes limitações quanto ao relevo vigoroso e a fertilidade natural dos solos e, sujeita as restrições da legislação ambiental vigente, usou-se as duas metodologias, direcionando a avaliação para as alternativas sustentáveis de utilização das terras.

Os graus de sustentabilidade à erosão resultam do cruzamento de informação contidas no mapa de solos e a avaliação das características genéticas dos solos, classes texturais, declividade e uso atual. As classes de declives adotadas foram: 0 a 3% (plano), 3 a 8% (suave), 8 a 14% (moderadamente ondulado), 14 a 20% (ondulado), 20 a 45% (forte ondulado), 45 a 100% (montanhoso); acima de 100% (escarpado).

A suscetibilidade dos solos à erosão diz respeito ao desgaste que a superfície do solo poderá sofrer, quando submetida a qualquer uso, sem medidas conservacionistas. Está na dependência das condições climáticas (especialmente do regime pluviométrico), das condições do solo (textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, capacidade de retenção de água, presença ou ausência de camada compacta e pedregosidade), das condições do relevo (declividade, extensão da pendente e micro relevo) e da cobertura vegetal. A Figura 30 mostra o mapa de suscetibilidade das terras à erosão.

4.5.1 - Graus de Limitação por Suscetibilidade a Erosão

Nulo (N) - Terras planas ou quase planas, declive inferior a 3%, onde o assoreamento superficial ou enxurrada (deflúvio) é muito fraco ou lento. O declive do terreno, não oferece riscos a erosão hídrica significativa, salvo, possivelmente, em vertentes cujas rampas sejam

muito longas e com solos altamente suscetíveis à erosão, ou quando recebem enxurradas de áreas vizinhas, situadas à montante e mais declivosas; engloba unidades com declive A.

Ligeiro (L) - Terras com declives suaves que apresentam em sua maior parte escoamento superficial lento ou médio. São terras pouco suscetíveis à erosão, relevo suave ondulado, declive entre 3% a 8%. No manejo recomenda-se práticas simples de conservação, como aração mínima, rotação de culturas, culturas em contorno; engloba unidades com declive B.

Ligeiro a Moderado (L/M) - Terras com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nas quais o escoamento superficial é médio ou rápido, para a maior parte das terras. Em alguns casos, a erosão hídrica oferece poucos problemas, ou então pode ser controlada com práticas simples; na maior parte das vezes, no entanto, práticas complexas de conservação do solo podem ser necessárias, para que as terras possam ser cultivadas intensamente. Estas terras podem apresentar erosão em ravinas e mesmo em forma de voçorocas, se utilizadas sem adoção de práticas conservacionistas.

Moderado (M) - Terras moderadamente suscetíveis à erosão, onde o escoamento superficial é rápido na maior parte da área, relevo ondulado, declive entre 8% a 14%, podendo ser maior para os latossolos e solos com condições físicas favoráveis. Terras dessa classe são facilmente erodíveis, exceto aquelas muito permeáveis. No manejo recomenda-se práticas como terraços com base larga, cordões, diques, aração mínima, rotação de culturas, culturas em contorno, pastoreio controlado; engloba unidades com declive C.

Forte (F) - Terras muito suscetíveis à erosão, o escoamento superficial é muito rápido, na maior parte da área. Relevo ondulado, declive entre 14% a 20%. Na maioria dos casos, a prevenção a erosão é difícil e dispendiosa, no manejo, práticas como terraços em patamar, em nível, banquetas individuais, interceptadores, controle de voçorocas, cobertura morta no inverno e viva no verão; engloba unidades com declive D.

Muito Forte (MF) - Terras fortemente suscetíveis à erosão, o escoamento superficial é muito rápido, relevo forte ondulado, declive entre 20% a 45%. Não são recomendadas ao uso agrícola intensivo sob pena de serem totalmente erodidas em poucos anos. Trata-se de terras ou superfícies nas quais deve ser estabelecida cobertura vegetal que evite seu arrasamento. No manejo, práticas como banquetas individuais, interceptadores, controle de voçorocas, cobertura morta no inverno e viva no verão, pastagem ou silvicultura com restrições, podendo ser antieconômico cultivar nessas áreas; engloba unidades com declive E.

Extremamente Forte (EF) - Terras altamente suscetíveis à erosão, relevo montanhoso e escarpado. Declives $> 45\%$. No manejo envolve práticas conservacionistas e técnicas

economicamente pouco viáveis, são reservadas à preservação da flora e da fauna ou revegetação; engloba unidades com declive F.

4.5.2 Avaliação da Fertilidade dos Solos

O fator deficiência de fertilidade torna-se decisivo no nível de manejo A, uma vez que o uso da terra está na dependência da fertilidade natural. Os graus de limitação atribuídos as terras são passíveis de melhoramento, somente nos níveis de manejo B e C.

O melhoramento da fertilidade natural de muitas terras que possuem condições físicas, em geral, propícias, é fator decisivo do desenvolvimento agrícola. De modo geral, a aplicação de fertilizantes e corretivos é uma técnica pouco difundida, e as quantidades aplicadas são insuficientes. Portanto, seu emprego deve ser incentivado, bem como o emprego de outras técnicas adequadas ao aumento da produtividade.

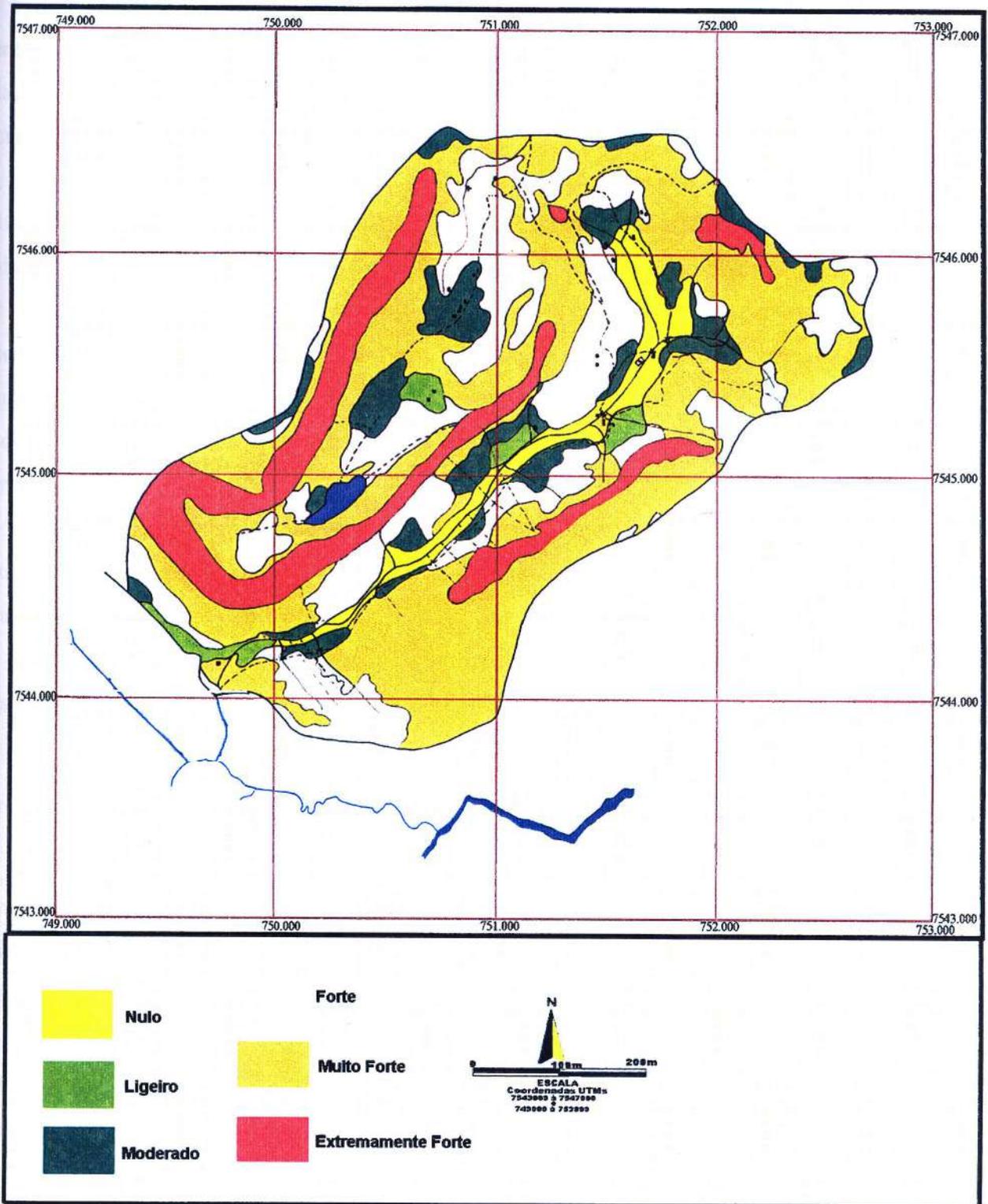
Na avaliação da fertilidade dos solos, foram tomadas como base os critérios definidos na metodologia de classificação da aptidão agrícola das terras e as recomendações de adubação para o Estado do Rio de Janeiro, entretanto, deve-se ressaltar que cada cultura tem as suas especificidades.

4.5.2.1 - Grau de Limitação por Deficiência de Fertilidade

Nulo (N) - Esse grau refere-se a terras que possuem elevadas reservas de nutrientes para as plantas, e não apresentam toxicidade por sais solúveis, sódio trocável ou outros elementos prejudiciais ao seu desenvolvimento. Praticamente, essas terras não respondem à adubação e apresentam ótimos rendimentos durante muitos anos (supostamente mais de vinte anos), mesmo quando as culturas são das mais exigentes. Solos pertencentes a esse grau apresentam, ao longo do perfil, mais de 80% de saturação por bases e soma de bases acima de 6 meq/100g de solo e são livres de alumínio extraível na camada arável. A condutividade elétrica é menor que 4 mmhos/cm a 25 °C.

Ligeiro (L) - Refere-se as terras com boa reserva de nutrientes para as plantas e sem a presença de toxicidade por excesso de sais solúveis ou sódio trocável, devendo apresentar saturação por bases maior que 50%, saturação por alumínio menor que 30% e soma de bases trocáveis sempre acima de 3 meq/100g de TFSA. A condutividade elétrica do extrato de saturação deve ser menor que 4 mmhos/cm a 25 °C e a saturação por sódio inferior a 6%.

Terras com essas características tem capacidade de manter boas colheitas durante vários anos (supostamente mais de dez anos), sendo pequenas as exigências de fertilizantes para manter



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 30 - Mapa de Suscetibilidade das Terras à Erosão

o seu estado nutricional.

Moderado (M) - Compreende as terras com limitada reserva de nutrientes para as plantas, referente a um ou mais elementos, podendo, inclusive, conter sais tóxicos capazes de afetar certas culturas. A condutividade elétrica pode situar-se entre 4 e 8 mmhos/cm a 25 °C e a saturação por sódio entre 6 e 15%.

Durante os primeiros anos de utilização agrícola essas terras permitem bons rendimentos, verificando-se, posteriormente (supostamente depois de cinco anos), um rápido declínio da produtividade. É necessário a aplicação de fertilizantes e corretivos após as primeiras safras.

Forte (F) - São terras com reservas muito limitadas de um ou mais elementos nutrientes, podendo conter sais solúveis em quantidades tais que apenas permitem o desenvolvimento de plantas com tolerância. Normalmente, se caracterizam pela baixa soma de bases trocáveis, pela condutividade elétrica que situa-se, quase sempre, entre 8 e 15 mmhos/cm a 25 °C e pela saturação por sódio acima de 15%.

Essas características se refletem nos baixos rendimentos da maioria das culturas e pastagens, desde o início da exploração agrícola, fato que exige correção das deficiências da terra desde o início de sua utilização.

Muito Forte (MF) - Compreende as terras mal providas de nutrientes e com remotas possibilidades de serem exploradas por quaisquer tipos de utilização agrícola.

4.5.2.2 - Classificação dos níveis de exigência para aplicação de insumos (fertilizantes e corretivos)

Os níveis de aplicação de insumos, com referência a aplicação de fertilizantes e corretivos, estão relacionados com os níveis de manejo B e C, definidos na metodologia de classificação da aptidão agrícola das terras. A figura 31 mostra o mapa de níveis de exigência para aplicação de insumos (fertilizantes e corretivos). Foram admitidos os seguintes níveis:

F1 - Baixo - Terras com exigências mínimas de fertilizantes para manutenção de seu estado nutricional. Para pertencer a esse nível, as terras devem apresentar algumas das seguintes características químicas: Capacidade de troca de cátions (T) acima de 8 meq/100g de solo; Saturação por bases (V) maior que 50% (exceto para solos com valor T menor que 3 meq/100g); Soma de bases (S) acima de 4 meq/100g; Alumínio extraível (Al^{+++}) abaixo de 0,3 meq/100g; Cálcio + Magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) maior que 3 meq/100g; Potássio (K) acima de 135 ppm; Fósforo (P) acima de 30 ppm; Saturação por sódio (Na^{+}) abaixo de 10%; e Condutividade Elétrica (C.E.) abaixo de 4 mmhos/cm a 25 °C.

F2 - Médio - Terras com moderada exigência de fertilizantes e baixa necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. Nesse nível, as terras devem apresentar algumas das seguintes características: Capacidade de troca de cátions (T) entre 6 e 8 meq/100g de solo; Saturação por bases (V) entre 50 e 35%; Soma de bases (S) abaixo de 4 meq/100g; Alumínio extraível (Al^{+++}) entre 0,3 e 1,5 meq/100g; Cálcio + Magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) abaixo de 3 meq/100g; Potássio (K) entre 45 e 135 ppm; Fósforo (P) entre 10 e 30 ppm; Saturação por sódio (Na^+) entre 10 e 20%; e Condutividade Elétrica (C.E.) entre 4 e 8 mmhos/cm a 25 °C.

F3 - Alto - Terras com altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. A terras pertencentes a esse nível devem apresentar algumas das seguintes características químicas: Capacidade de troca de cátions (T) entre 4 e 6 meq/100g de solo; Saturação por bases (V) abaixo de 35%; Soma de bases (S) abaixo de 3 meq/100g; Alumínio extraível (Al^{+++}) entre 1,5 e 4 meq/100g. Cálcio + Magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) abaixo de 2 meq/100g; Potássio (K) abaixo de 45 ppm; Fósforo (P) abaixo de 10 ppm; Saturação por sódio (Na^+) entre e 50%; e Condutividade Elétrica (C.E.) entre 8 e 15 mmhos/cm a 25 °C.

F4 - Muito Alto - Terras com altas exigências de fertilizantes e altas necessidades de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. Esse nível inclui terras com algumas das seguintes características: Capacidade de troca de cations (T) abaixo de 4 meq/100g de solo; Saturação por bases (V) abaixo de 35%; Soma de bases (S) abaixo de 3 meq/100g; Alumínio extraível (Al^{+++}) acima de 4 meq/100g; Cálcio + Magnésio ($Ca^{++} + Mg^{++}$) abaixo de 2 meq/100g; Potássio (K) abaixo de 45 ppm; Fósforo (P) abaixo de 10 ppm; Saturação por sódio (Na^+) acima de 50%; e Condutividade Elétrica (C.E.) acima de 15 mmhos/cm a 25 °C.

4.5.3 - Aptidão Agroecológica das Terras

Na atualidade o solo agrícola é considerado como patrimônio e não mais como recurso disponível, esse enfoque direciona o seu uso no sentido de explorá-lo de forma adequada, buscando preservá-lo e poupá-lo para o futuro. A legislação ambiental vigente, impõe restrições sérias ao uso de certas glebas. Nesse sentido, a avaliação das terras deve fornecer bases para um uso mais intensivo da terra, sem descuidar da sua integridade e da legislação ambiental em vigor.

A finalidade da avaliação agroecológica das terras é sugerir alternativas sustentáveis de utilização com menor índice de agressão, minimizando os efeitos negativos sobre o meio

ambiente. Onde, o uso mais adequado da terra deverá elevar seu nível de produção, sem destruí-la como um recurso.

Na avaliação das condições ecológicas e agrícolas das terras levou-se em consideração, com algumas modificações, em função das características da área de estudo, as bases e critérios do Sistema de Classificação de Aptidão de Uso da Terra (Benema, Beek & Camargo, 1965) e Avaliação da Aptidão agrícola das Terras (Ramalho Filho & Beek 1993). Os fatores físicos limitantes considerados para avaliar as condições agrícolas das terras são: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência do oxigênio, suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Para efeito da avaliação vale-se da atribuição de graus de intensidade de limitação a cada um dos cinco fatores limitantes, os graus de limitação admitidos são: nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte. A avaliação da aptidão agrícola das terras, com base nessa metodologia é mostrada na figura 52, em anexos.

Na elaboração da avaliação agroecológica considera-se as restrições, limitações, potencialidades e propriedades das unidades ambientais delimitadas, a legislação ambiental vigente, associadas aos aspectos geobiofísicos, socioeconômicos, ecológicos, de uso agrícola e perfil tecnológico do agricultor. As interações dos fatores e aspectos acima citados, conjugando com as limitações apresentadas pelos ecossistemas e restrições impostas pela legislação ambiental, orienta na definição das classes de aptidão agroecológica de cada unidade ambiental e nas recomendações de uso, mostrando as áreas agricultáveis e não agricultáveis. Sendo que os critérios da legislação ambiental prevalecem sobre os demais e orienta a definição das indicações e recomendações de uso por unidade ambiental.

Para isso, define-se unidades ambientais, com base na estrutura e escultura da paisagem, considerando que estas refletem características e qualidades estáveis do meio. As unidades delimitadas retratam um maior nível de homogeneidade, menor nível de diversidade interna e maior coerência entre os componentes. Nas unidades delimitadas cabem, quase que somente, manejos adequados em decorrência das limitações das terras, já estarem agrupadas nos solos e nas condições ambientais distintas.

A aptidão agroecológica estimula o aproveitamento racional e sustentado das terras, define áreas de preservação e/ou recuperação das qualidades ecológicas de terras degradadas, bem como sugere atividades de recuperação para fortalecer ecossistemas frágeis. Sistema similar com enfoque na avaliação agroecológica, pode ser encontrado em Embrapa (1990, 1992a e 1992b); Witter *et.al.* (1991, 1993a e 1993b) e Embrapa projeto Desusmo.

Na avaliação agroecológica Palmieri (1998), com base nos critérios do sistema de classificação de (Benema, Beek & Camargo, 1965), considera a legislação ambiental, o estágio

de degradação das terras, as qualidades e propriedades de unidades pedoambientais, associadas aos aspectos ecológicos e de uso agrícola, através das interações dos aspectos do meio físico-físico, biótico e socioeconômico. Onde, define sistemas agrícolas e agroflorestais em função da oferta ambiental, levando-se em conta as limitações naturais dos pedoambientes da área de estudo. Admite no trabalho as classes Boa, Regular, Restrita e Inapta para culturas perenes, anuais e pastagem. Considera além dos parâmetros citados, tipo e forma das encostas, fitofisionomia da vegetação florestal, inferência de clima, espessura e textura do solo.

Com base nos conceitos acima, a indicação de alternativas sustentáveis de utilização das terras para a área de estudo, mostrando as áreas agricultáveis e não agricultáveis é apresentada na figura 32 e descritas abaixo nas classes: aptas para lavoura de ciclo curto, aptas para lavoura perenes e sistemas agroflorestais, passíveis de recuperação (quando degradadas) e inaptas para qualquer tipo de atividade (áreas de preservação).

Áreas de Preservação Ambiental - São ecossistemas frágeis, nos quais predomina fragmentos florestais e vegetação rupestre, relevo montanhoso na grande maioria, com blocos rochosos salientes e escarpas de granito, intercalados com afloramentos rochosos que ocorrem associados a solos rasos. Inclui predominantemente, áreas protegidas por lei com declive maior que 45%, terras inaptas ao uso agrícola sustentado, fato que decorre de fortes limitações do solo, relevo, rochosidade e suscetibilidade à erosão extremamente forte. São impróprias ao uso agrícola e destinadas à preservação permanente (flora e fauna), de acordo com a legislação ambiental vigente, ou por situarem-se em relevo acidentado, pela presença de remanescentes de mata Atlântica, ou para proteção de nascentes e manutenção de cursos d'água.

Áreas de Recomposição de Matas- ecossistemas frágeis de relevo pouco movimentado, com partes onduladas incluindo topos aplainados, com 8 a 20% de declive, susceptíveis a violentos processos erosivos devido à posição delicada que ocupam na paisagem sobrepondo os declives abruptos. Compõe-se, predominantemente, por terras desmatadas, com ocorrência de solos profundos e pouco profundos, intercalados com solos rasos, não recomendadas ao uso agrícola. Considerando que podem causar impactos negativos de grandes dimensões ao meio ambiente, devem ser destinadas à preservação permanente. A cobertura florestal deve ser reconstituída sob pena de se perderem as terras mais férteis. Recomenda-se, a reconstituição das áreas desmatadas com espécies nativas, a apicultura poderá ser uma atividade permitida nessas áreas. São áreas de grande importância no reabastecimento das águas subterrâneas das bacias adjacentes.

Áreas Propícias ao Cultivo de Culturas Perenes e ou Sistemas Agroflorestais - terras que apesar de frágeis, são capazes de suportar o cultivo de culturas perenes (fruticultura) ou sistemas

agroflorestais. Inclui áreas de relevo forte ondulado, com 20 a 45% de declive, sujeitas a legislação específica, a retirada da floresta depende da autorização e aprovação do IBAMA. Ocorrência dominante de terras que permitem, em sua quase totalidade, apenas o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais, onde o uso de mecanização fica restrito a algumas práticas culturais. O relevo forte ondulado, predomínio de solos de textura média, a suscetibilidade dos solos à erosão e a baixa fertilidade natural, são os principais fatores restritivos da área. O principal risco é com a erosão acelerada com perda de horizonte A. Essas terras apresentam, na sua maioria, grau de limitação forte por susceptibilidade à erosão. O desmatamento, a inclinação, o tipo de solo e o regime das chuvas explicam os maiores cuidados e preocupações com essa unidade, uma vez que a ampliação dos riscos que aí ocorrem estão na dependência direta do uso, manejo e das práticas agrícolas adotadas. Não recomenda o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a camada superficial dos solos, devendo ser prioritariamente exploradas com lavouras climaticamente adaptadas. O cultivo de lavouras perenes deve seguir técnicas de conservação de solos para controle da erosão e a escolha das cultivares atender às exigências do mercado.

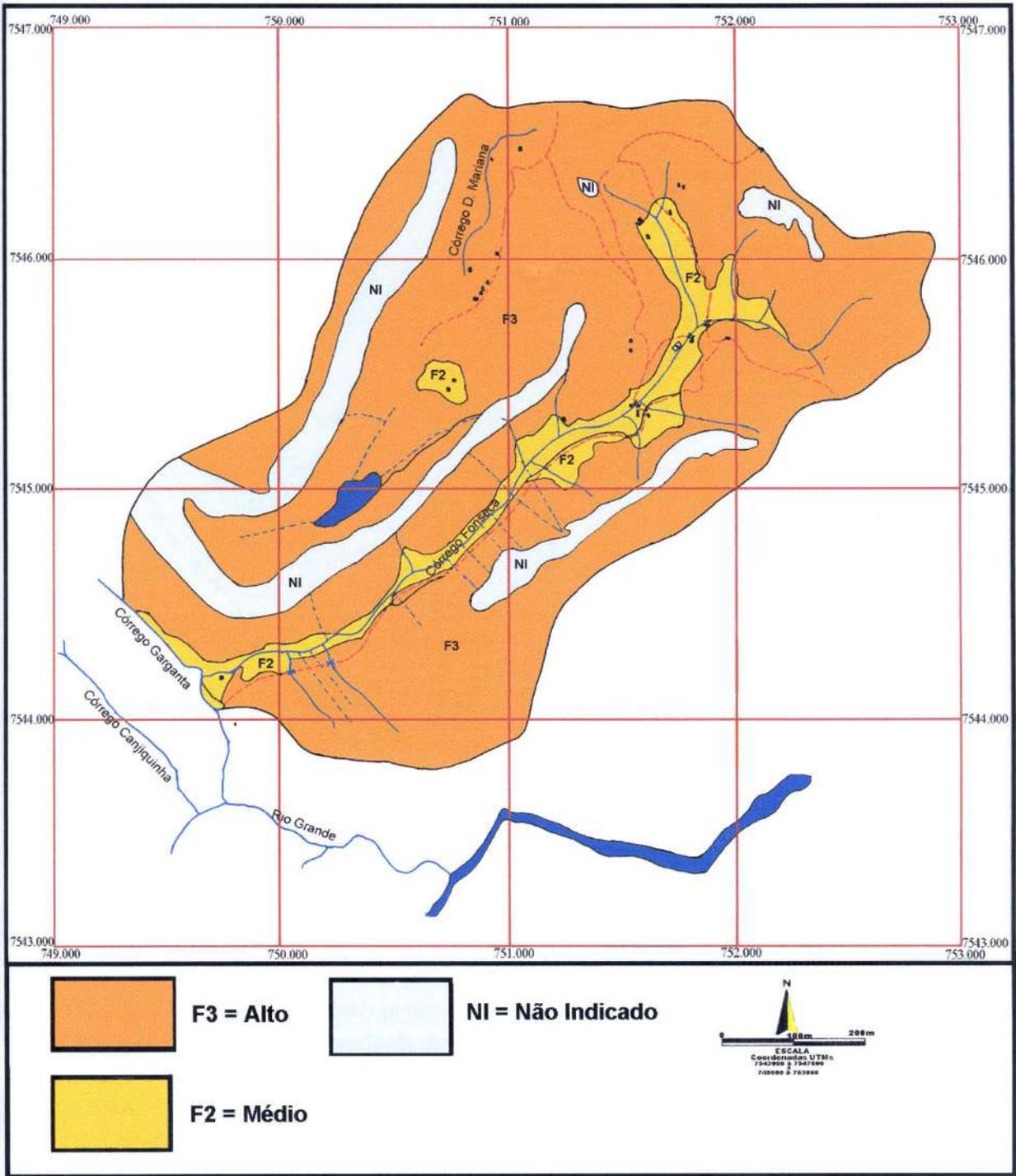
Áreas Propícias à Produção Agrícola - Áreas agricultáveis com 8 a 20% de declive, sem restrições quanto a legislação ambiental. Inclui, encostas coluviais de relevo ondulado com trechos suave ondulados, com ocorrência marcante de material deposicional. Compõe-se, predominantemente, de solos que somam boas condições de uso agrícola, apresentando boa profundidade e boas condições de permeabilidade, não apresentando camadas impeditivas em profundidade que impeçam ou dificultem o desenvolvimento das raízes, ocasionalmente, ocorrem solos com drenagem imperfeita, fase rochosa e solos intergráides com a classe dos Latossolos, profundos e pouco profundos de textura variada. Também ocorrem, inclusas, vertentes curtas e cabeceiras de drenos, que requerem práticas conservacionistas intensivas, a fim de evitar o aparecimento de sulcos e voçorocas e terras de menor potencial, que devem ser preservadas ou reflorestadas, como as calhas e cabeceiras de drenos.

A posição na paisagem, relevo, textura e erodibilidade dos solos, ocorrência da falta de água disponível durante certo período do ano, limitação ao uso de implementos agrícolas permitindo apenas, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais de pequeno porte e o risco de contaminação de aquíferos e fontes localizadas no sopé da serra, são os principais fatores limitantes da unidade. Exigem um manejo que minimize as perdas da matéria orgânica no solo, com cuidados especiais no uso de água de irrigação e no tráfego de máquinas. Nas encostas usadas com agricultura, as medidas anti-erosão são uma obrigação e entradas de fertilizantes orgânicos e inorgânicos, para suprir as deficiências de fertilidade dos solos, são

exigidas. Embora ocorra pequenas áreas no sopé das encostas abruptas com condições de solos e de declive favoráveis ao uso agrícola, essas atividades não devem ser incentivadas. Ao contrário, deve-se estimular o reflorestamento. Essas áreas têm grande importância na manutenção de alguns minadouros e no reabastecimento das águas subterrâneas da bacia adjacente.

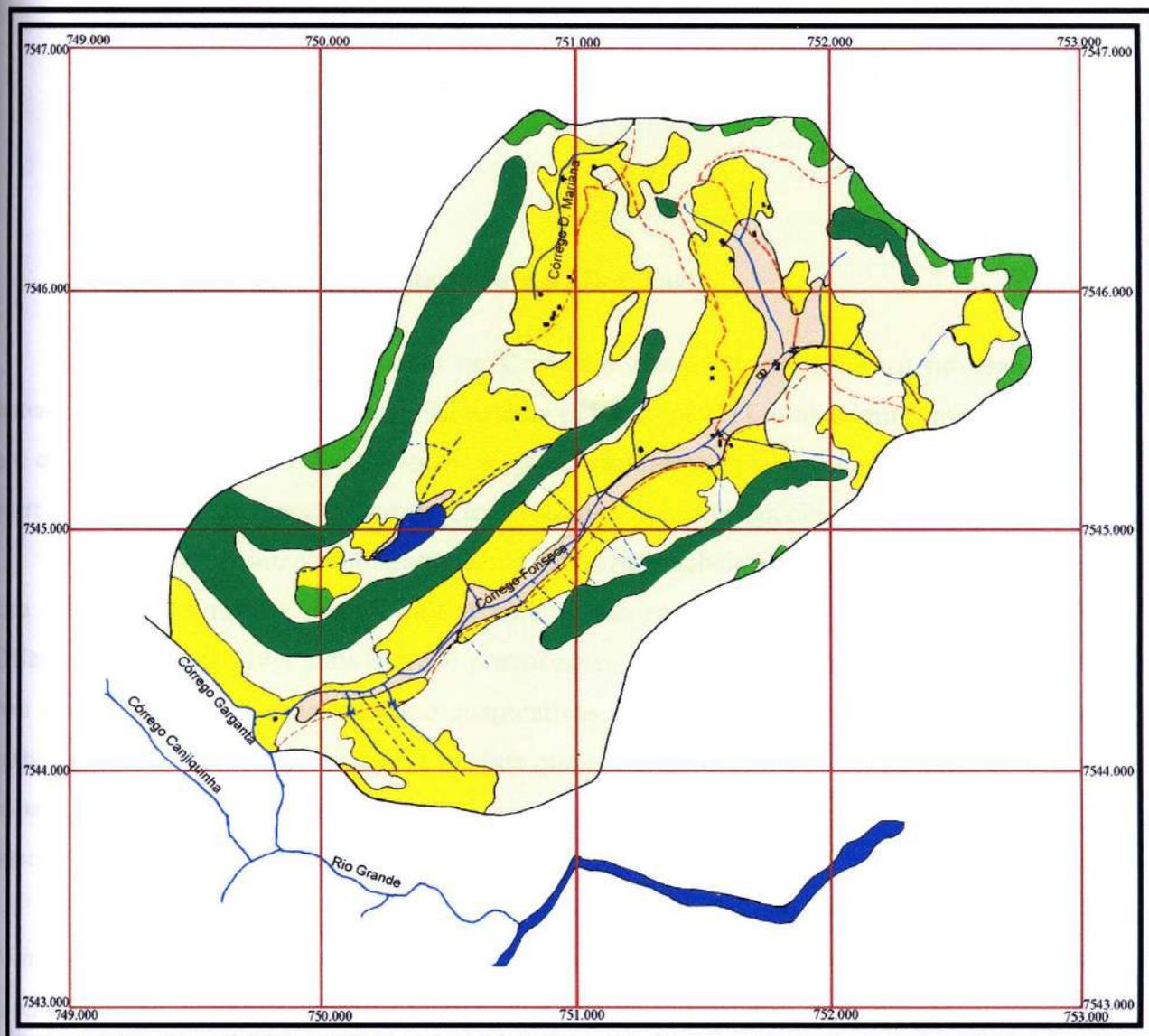
Áreas Propícias à Produção de lavouras de ciclo curto - Áreas agricultáveis com 3 a 8% de declive, sem restrições quanto a legislação ambiental. Inclui áreas baixas de relevo suave ondulado, entulhadas com depósitos sedimentares de material argilo-arenosos, com maior umidade, sujeitas a menores riscos de inundações e que são desfavoráveis às culturas sensíveis ao excesso de água durante a estação chuvosa. Compõe-se, de solos com profundidade variada e drenagem imperfeita, mas com melhores condições de fertilidade natural. De modo geral, as características dos solos variam muito, principalmente em função da natureza do material originário, apresentam permeabilidade muito condicionada pela natureza e seqüência dos estratos, mas, pode-se dizer que predominam solos com profundidade razoável, sendo o fator limitante, a presença de lençol freático relativamente pouco profundo. Os riscos de salinização, contaminação e de inundação são as principais limitações. No manejo das águas de irrigação será fundamental o controle ou prevenção da salinização. Apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos em decorrência do lençol freático, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água.

Áreas de Produção de Hortaliças e Preservação - Áreas agricultáveis com 0 a 3% de declive, prioritárias à produção de culturas de ciclo curto, mas sujeitas a legislação específica. Inclui terras de baixada relevo praticamente plano, com meandros ou depressões, são superfícies encaixadas no fundo achatado do vale, normalmente margeando o rio, com depósitos sedimentares de material argilo-arenosos. Compõe-se, predominantemente, de terras com maior umidade sujeitas a inundações periódicas e prejudiciais à maioria das culturas, com sérias limitações por excesso de água e deficiência de aeração, as quais só permitem o desenvolvimento de culturas não adaptadas mediante trabalho de drenagem artificial. As terras que compõem essa unidade permitem apenas, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais, mesmo assim, após drenagem adequada. Em termos de recomendações e limitações possui características semelhantes as áreas de relevo suave ondulado, mas segundo a legislação ambiental em vigor, deve-se manter a floresta ao longo da calha do Rio. Os riscos de salinização, contaminação e de inundação são as principais limitações. No manejo desse compartimento, cuidados devem ser tomados no que diz respeito ao encharcamento do solo, durante as chuvas, devido à pequena inclinação do terreno e com relação aos riscos de salinização e contaminação de corpos d'água, por agrotóxicos ou por dejetos humanos e de animais.



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 31 - Mapa de Níveis de Exigências para Aplicação de Insumos e Corretivos.



- 1 PA** APA - Áreas de relevo montanhoso a escarpado, declive > que 45%, com afloramentos rochosos, impróprias ao uso agrícola e destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação ambiental vigente.
- 2 RM** RM - Áreas frágeis de relevo pouco movimentado, com partes onduladas, declives de 8 a 20%, não recomendadas ao uso agrícola devido à posição delicada que ocupam na paisagem, destinadas à recomposição da cobertura florestal e preservação permanente.
- 3 CPSA** CPSA - Áreas de relevo forte ondulado, com 20 a 45% de declive, sujeitas a legislação específica, a retirada da floresta depende da autorização e aprovação do IBAMA. Indicadas ao cultivo de culturas perenes e/ou sistemas agroflorestais.
- 4 PALCC** PALCC - Áreas agricultáveis com 3 a 20% de declive, sem restrições quanto a legislação ambiental. Inclui áreas baixas com 3 a 8% de declive, desfavoráveis às culturas sensíveis ao excesso de água.
- 5 PHP** PHP - Áreas agricultáveis com 0 a 3% de declive, prioritárias à produção de culturas de ciclo curto, mas sujeitas a legislação específica com restrições de uso ao longo dos rios. Inclui terras de baixada relevo praticamente plano sujeitas a inundações periódicas.
- 6 CL** Corpos Líquidos

Figura 32 - Áreas Agricultáveis e de Preservação Permanente da Microbacia do Córrego Fonseca.

CAPÍTULO 5

BASE SISTÊMICA

5.1 -Modelo Conceitual Adotado Para a Microbacia

A área da microbacia inserida no Cristalino apresenta, no tempo e no espaço, uma correspondência à referida definição de sistema (Chorley, 1971), pois admite limites definidos por conteúdos geológicos, pedológicos e geomorfológicos, partes componentes e relações internas e externas; por conseguinte, tem uma estrutura que interliga objetos e atributos.

A teoria da organização hierárquica da natureza estabelece que o universo é visto como uma estrutura organizada, em um todo e estratificado em níveis hierárquicos (Novikoff, 1945; O'Neill, 1988). Cada nível mais elevado possui níveis mais baixos de sistemas, cada um deles, com suas características qualitativas e quantitativas próprias. Essa superposição de sistemas é conhecida como ordem hierárquica. A medida que os componentes ou subconjuntos combinam-se para produzir sistemas funcionais maiores, emergem novas propriedades que não estavam presentes no nível inferior (Novikoff, 1945).

Segundo Argento (2001), a montagem de um sistema em correspondência a um segmento do mundo real deve ser feita visando um objetivo específico; os limites mapeáveis também devem estar voltados para os objetivos do sistema a ser montado. Se o objetivo for, por exemplo, a análise do processo de irrigação, os limites operacionais do sistema, devem ser detectados com base nos fatores litológicos que condicionam a infiltração e o escoamento superficial e subsuperficial.

Aspectos como matéria, energia e estrutura devem ser sempre abordados na composição dos sistemas. As múltiplas interações inerentes aos subsistemas que compõem o Sistema Cristalino são aqui analisados, segundo uma metodologia sistêmica, em quatro níveis de complexidade: 1^o - nível morfológico; 2^o - nível encadeante; 3^o - nível processo resposta e 4^o - nível de controle, conforme proposta de Chorley & Kennedy, (1971) e Argento, (1987). Diagramas representativos de modelos conceituais destes níveis de análise foram estabelecidos dando uma visão geral desses subsistemas ambientais. De acordo os princípios apresentados acima, a microbacia em estudo, delimitada como um sistema ambiental, junto com as microbacias dos córregos Garganta e Canjiquinha, fazem parte de um sistema maior que são as cabeceiras do rio Grande, que por sua vez, juntas, estão contidas e fazem parte de um sistema ainda maior, que é o sistema Cristalino.

O procedimento adotado, em dividir o espaço analisado em diferentes compartimentos e componentes espaciais, serve, principalmente, para facilitar a percepção ambiental de forma integrada. O nível de percepção aqui utilizado procura realçar os arranjos espaciais diferenciados que ocorrem na área. Assim, os subsistemas identificados retratam unidades ambientais elementares, compartimentadas em função da escultura da paisagem, que contenham em última análise, um maior nível de homogeneidade, menor nível de diversidade interna e maior coerência entre os componentes, com características intrínsecas próprias que as individualizam, com limites definidos por conteúdos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e altimétricos, estando portanto, sujeitos às mesmas ofertas, restrições e limitações impostas pelo meio (ecológicas).

A intersecção entre os sistemas naturais e os sistemas sócio-econômicos pode ser analisada centrando o foco nos valores humanos, carga cultural inerente aos indivíduos, grupos e/ou atores envolvidos no processo. Exemplos desse enfoque são encontrados nas obras de Gallais (1977), Sauer (1998), Corrêa (1999), e tantas outras.

Outra forma consiste praticamente em analisar o sistema natural, agregando a ação antrópica junto com as informações sócio-econômicas. Como as relações homem-meio se refletem nas formas de uso e ocupação, a análise dessas formas, revela os vários graus de sensibilidade ou fragilidade do meio, ante o impacto das ações humanas.

Daí a importância em se conhecer as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos componentes ambientais. Isso nos permite conhecer a capacidade de suporte dos recursos solo/água, inferir ou medir a capacidade de resposta desses componentes, verificar até que ponto o uso tem causado impactos ambientais danosos, estabelecer graus de sensibilidade ou fragilidade e avaliar o estágio de degradação ou qualidade do ambiente. Em outras palavras, nos permite, avaliar as alterações sofridas pelo sistema ante o impacto das atividades produtivas, suas repercussões e influências sobre a qualidade do ambiente e o regime hídrico e sugerir formas de usos alternativos mais condizentes com o equilíbrio ambiental.

Nesse contexto buscou integrar a abordagem sistêmica com o diagnóstico agroambiental, visando fornecer subsídios para o planejamento agroambiental da microbacia, mediante o estudo sistêmico de seu meio físico. O modelo operacional adotado, distingue os diferentes subsistemas e respectivas partes componentes, fornece um retrato das condições ambientais atuais, avalia suas características e qualidades, o estágio de degradação das encostas submetidas ao processo produtivo, o teor dos sedimentos carregados para a calha do rio e quais as conseqüências em termos do agravamento do problema de degradação ambiental. O resultado desses procedimentos é a definição e identificação de diferentes compartimentos com características intrínsecas próprias, que permitem a sua individualidade e o reconhecimento dessas características, seus

potenciais e limitações descritos mais a frente e apresentados nas figuras 33 e 51 (mapa de subsistemas e mapa agroambiental da microbacia) e tabelas 13 e 14 (matriz diagnóstica dos subsistemas e características das unidades ambientais delimitadas).

Cabe lembrar que tanto o termo como o diagnóstico ambiental, já é de uso corrente na literatura e muito realizado por instituições como IBGE, Embrapa, Universidades e tantas outras. O termo agroambiental, de uso mais recente na Comunidade Européia, Embrapa, IAC e outras instituições, procura enfatizar os componentes ambientais e agrícolas e suas relações, direcionando o pensamento para o conceito de agroecossistema.

A compreensão do sistema natural e sua dinâmica envolve a análise das interações entre o substrato (litologia, relevo e solos), as condições climáticas, o uso e cobertura atual, aliados às informações sócio-econômicas e confrontados com a legislação ambiental vigente. Os diferentes compartimentos foram caracterizados com suas formas de relevo, rede de drenagem, estrutura fundiária, tipo de vegetação, tipos de solos, ofertas ecológicas ou potencialidades, limitações e restrições ao uso.

Buscando harmonizar a exploração dos recursos disponíveis, com a racionalidade produtiva e a geração de renda, orientou o trabalho no sentido de integrar os espaços destinados à conservação ambiental e o uso com a sustentabilidade do ambiente.

Os resultados gerados e o conhecimento do sistema com seus respectivos subsistemas identificados na microbacia, através da metodologia utilizada, forneceu subsídios para a sugestão de um conjunto de procedimentos e medidas, descrito no capítulo seis, como medidas agroambientais e recomendação de um sistema de monitoria ambiental.

O emprego dessa abordagem pode ainda proporcionar subsídios para uma maior precisão e agilidade no manejo das práticas de uso e conservação do solo e da microbacia na busca de ações sustentáveis.

5.2 - Análise, identificação e delimitação do sistema e subsistemas

A delimitação, caracterização, individualização, hierarquização e análise do sistema ambiental microbacia, com seus respectivos subsistemas, buscou definir a estruturação física do espaço de forma sistêmica, tendo na esculturação da paisagem (relevo e formas) o pano de fundo para essa definição e delimitação.

A superposição das informações contidas na BDE, como: dados geológicos, climáticos, geomorfológicos (hipsometria e declividade), de vegetação, de tipos de solo e de hidrografia e drenagem, descritos em maior detalhe no capítulo quatro e sintetizados na tabela 13 (matriz

diagnóstica dos subsistemas), aliados às informações de fotointerpretação e trabalho de campo, forneceram o alicerce básico para a delimitação e análise dos subsistemas e representação de um diagrama para discriminar os diferentes subsistemas e suas respectivas partes componentes (Figuras 33 e 34). Segundo a metodologia adotada, foi possível estabelecer seis subsistemas componentes, separados em sete diferentes compartimentos ou unidades ambientais, apresentados esquematicamente nas figuras 33, 35, 36, 37, 38, 39 e 51 e tabela 19, descritos mais a frente de acordo com a sua localização geográfica e suas características ecológicas dominantes.

Como já mencionado, a análise sistêmica foi efetuada em quatro níveis: 1º - nível morfológico; 2º - nível encadeante; 3º - nível processo-resposta e o 4º - nível de controle. Procurou-se, ainda, identificar os atuais padrões de manejo dos solos, e, na medida do possível, sugerir alguns cuidados relativos ao seu uso e manejo e à capacidade de suporte dos recursos solo/água, com o objetivo de conhecer, as alterações sofridas, ou que vem sofrendo o sistema ante o impacto das atividades produtivas e as repercussões e influências que estas alterações têm sobre a qualidade ambiental e o regime hídrico.

A análise do nível de controle é complementada com o capítulo seis, onde são descritas as unidades ambientais delimitadas, as avaliações feitas referentes à qualidade ambiental da área e sugeridos um conjunto de procedimentos e medidas agroambientais, visando alcançar objetivos ambientais, reduzir os efeitos dos impactos causado com o processo produtivo e fornecer mais subsídios ao planejamento agroambiental da microbacia.

Como a análise de sistema deve ser orientada pelo problema, a hierarquização dos subsistemas será iniciada pelo subsistema topos aplainados (S1), passando pelos declives abruptos (S2), declives suaves (S3), alvéolos intermontanos (S4), baixo vale entulhado (S5), e finalizada nos corpos líquidos (S6, calha do rio e lago interiorizado), ou seja, de S1 a S6, uma vez que pretende-se que o sistema seja entendido no que diz respeito às relações que têm efeito sobre a avaliação de suas características e qualidades, a qualidade e estágio de degradação das encostas submetidas ao processo produtivo, o teor dos sedimentos carreados para a calha do rio e quais as conseqüências em termos do agravamento do problema de degradação ambiental. Com esses procedimentos, será possível sugerir e indicar práticas diferenciadas por segmentos, compartimentos, zonas homogêneas ou glebas.

5.2.1 - Limites Operacionais e Elementos de Comprovação

Técnicas de campo, relacionadas à identificação e caracterização de cada subsistema componente do sistema microbacia, assim como a coleta de amostras de água e de sedimentos

fluviais (de fundo), aliados à análise de documentos de base cartográfica, de fotointerpretação, de trabalhos de campo, laboratório, mapeamentos temáticos, interposição e processamento de dados temáticos com apoio de SIGs, constituíram-se suportes básicos para a execução do trabalho.

Para a delimitação e demarcação cartográfica da área da microbacia, apoiou-se na base planialtmétrica, na rede de drenagem e nos divisores de água da área, alicerçados na fotointerpretação. As figuras 16, 17 e 18, mostram a delimitação da área da microbacia com suas respectivas cotas altimétricas e classes de declive.

Os limites operacionais estabelecidos para a presente investigação compreendem toda a bacia e curso do córrego Fonseca, um dos afluentes nas cabeceiras do rio Grande. Situada nos contrafortes da serra dos Órgãos, os divisores d'água da microbacia constituem os limites internos da área de estudo, enquanto que os limites externos são nos divisores de águas dos córregos São Miguel e Dona Mariana, nas proximidades das serras do Monte Verde e do Paquequer.

As informações das cartas, contidas na BDE, serviram de alicerce para a demarcação dos limites operacionais da presente investigação. Essas informações confrontadas no campo, aliadas à análise integrada dos mapeamentos realizados, resultou numa primeira imagem dos subsistemas e respectivas partes componentes, encontradas na área do Cristalino (Pré-Cambriano), gerando-se assim a área básica representativa dos subsistemas considerados.

A delimitação e demarcação cartográfica dos subsistemas componentes apoiou-se a princípio, no esboço geológico e geomorfológico da área, na variação dos solos, variação do relevo e cotas altimétricas. No entanto, tais critérios não apresentaram precisão e consistência diagnóstica, para a delimitação dos subsistemas. Os limites entre uma unidade e outra não se mostraram satisfatórios, ou por ocorrer em trechos diferenciados da paisagem, como serra e baixada, ou pela dificuldade em estabelecer limites, como no caso do mapa geomorfológico, do material decomposto "*in situ*" (encostas do cristalino), do material transportado (encostas colúvias), dificultando assim a delimitação e hierarquização dos subsistemas. A melhor resposta ocorreu com o uso dos intervalos de classes do mapa de declividade, correlacionando bem, as classes de declividade e relevo com a compartimentação física dos subsistemas, conforme já comprovado por Argento (1987).

As bases temáticas, ou produtos cartográficos que constituíram-se nos elementos de comprovação, são detalhados no capítulo quatro, onde de forma sintética são:

Base Cartográfica: a análise desta base auxiliou a demarcação dos divisores d'água da microbacia hidrográfica, a demarcação de canais, lago e brejos, a distinção de áreas de plantio,

matas e limites (Figura 18). A partir da delimitação da microbacia foi traçada a rede de drenagem com seus respectivos canais perenes e intermitentes, corrigidos no campo para toda a bacia. A figura 14 mostra a rede de drenagem.

Mapa Geológico: o resultado deste mapeamento contribuiu para a caracterização dos subsistemas, mas, devido à sua homogeneidade não forneceu tanta informação para a demarcação dos limites dos subsistemas, com exceção da área ocupada pelo baixo vale entulhado. A figura 13 mostra o esboço geológico.

Mapa Geomorfológico: o resultado deste mapeamento procurou representar a fisionomia da paisagem, identificando os ambientes de acumulação e transporte, caracterizando os processos morfogenéticos e a interferência antrópica. A figura 15 mostra o esboço geomorfológico da área de estudo.

Mapa de solos: subsidiou a caracterização pedológica de cada subsistema. Com o mapa na escala de 1:10.000 foi possível correlacionar tipos de solo aos subsistemas existentes. As tabelas 3 e 4 mostram as unidades, extensão e percentagem das unidades de mapeamento, a figura 23 mostra os principais tipos de solo, que ocorrem na área.

A incidência de solos, dos tipos Neossolos Flúvicos, Gleissolos Melânicos e Gleissolos Háplicos, forneceu subsídio para a demarcação da área do subsistema baixo vale entulhado e sua planície de inundação, enquanto que a ocorrência de solos do tipo Neossolos Litólicos associados a afloramento de rochas, ajudou a delimitar e subdividir o subsistema declives abruptos. Da mesma forma, isto acontece com as áreas de colúviação, em que ocorrem solos Cambissolos e Latossolos rasos, distróficos e álicos.

Mapa de Declividade: esse mapa subsidiou a delimitação dos subsistemas. As classes de declividade utilizadas buscam revelar a influência da água e os impactos resultantes sobre a superfície, mas a análise final deve considerar variáveis, como a cobertura vegetal, o uso e ocupação do solo, ocorrência de blocos e/ou matacões e a incidência de processos erosivos, dentre outras (Calderano Filho, *et.al* 1997).

A figura 16 mostra o mapa de declive e a tabela 7 mostra as classes de declive e a abertura mínima e máxima entre curvas para cada classe de declive adotada.

Mapa de Uso da Terra: apoiou a caracterização dos subsistemas ambientais. Qualquer intervenção na natureza, com atividades produtivas como a agricultura, traz conseqüências e alterações no uso do solo. Portanto, o uso e ocupação do solo permitem a ligação entre o sistema natural e o sócio-econômico. O mapa de uso foi apresentado de duas formas, uma como uso e cobertura dos solos, mostrando as parcelas utilizadas e delimitadas em treze classes, incluindo fragmentos de vegetação e outro, como uso atual mostrando as culturas alocadas por lote. A

tabela 4 mostra o uso atual por unidade de solo mapeada. As figuras 28 e 29 mostram os mapas de uso atual da terra.

Mapas de Suscetibilidade à erosão e Níveis de Exigência de Insumos: o conjunto destes mapas, descritos em outros capítulos, apoiou a caracterização dos subsistemas ambientais. As figuras 30 e 31 mostram os mapas de suscetibilidade à erosão e de níveis de exigência de insumos.

5.3 - Modelo Operacional do Sistema Microbacia

Tanto os sistemas como subsistemas e respectivas partes componentes são conjuntos estruturados de objetos e/ou atributos. Todos apresentam limites bem definidos e funções, internas e externas. A distinção entre eles passa pelo *zoom* da escala; considerando que diferentes escalas fornecem diferentes respostas, um sistema pode, em determinada escala, ser entendido como subsistema ou, até mesmo, uma parte componente (Argento 2001). Desta forma, a variação da escala e dos objetivos norteiam a delimitação do sistema, subsistema e respectivas partes componentes.

Após o levantamento dos elementos de comprovação, o passo seguinte da metodologia empregada para estabelecer os modelos representativos das características ambientais nas áreas do Cristalino, foi a criação do modelo operacional da área em estudo. Os modelos são a representação gráfica, esquemática, ou numérica de uma realidade. Em síntese, são entidades operacionais utilizadas nas investigações que usam a perspectiva sistêmica. O modelo operacional discrimina os diferentes subsistemas e respectivas partes componentes.

Kirkby (1987), cita o conceito de modelos como abstração da realidade, para Haines-Young & Petch (1986 *in*: Chorley & Haggett, 1967) um modelo é uma ferramenta que permite fazer predições do comportamento da realidade, em geral, um modelo processa informações para gerar nova informação.

A metodologia sistêmica procurou, em primeiro lugar, estabelecer modelos conceituais a nível morfológico, onde são individualizados, hierarquizados e caracterizados cada subsistema e respectivas partes componentes, para, posteriormente, analisar os fluxos de massa/energia, que circulam no interior do sistema, o que representa o nível encadeante. Depois disso, são finalmente analisados os níveis de processo resposta e controle.

Board (1967, *in*: Chorley & Haggett, 1967), argumenta que modelos podem ser uma teoria, uma lei, uma hipótese ou uma idéia estruturada. Pode ser uma função, uma relação ou uma equação. Pode ser uma síntese de dados. E, mais importante do ponto de vista geográfico,

pode incluir também argumentos sobre o mundo real por meio de representações no espaço (para produzir modelos espaciais) ou no tempo (para produzir modelos históricos). Para o referido autor o mapa pode ser, com muita facilidade o ponto de contato entre “o enfoque quantitativo moderno e o tradicional”.

É relativamente fácil visualizar os mapas como modelos representativos do mundo real, mas é importante compreender que eles são também modelos conceituais que contêm a essência de generalizações da realidade. Nessa perspectiva, mapas são instrumentos analíticos úteis que ajudam os investigadores a verem o mundo real sob uma nova luz ou até a proporcionar-lhes uma visão inteiramente nova da realidade Board (1967, *in*: Chorley & Haggett, 1967).

O estudo da organização espacial não varia apenas em relação à escala adotada; ele pode desenvolver-se mediante modelos, tais como: modelos estáticos, dinâmicos e experimentais, o conceitual, o de escala ou ainda o matemático, podendo este último ser de cunho determinístico, ou de cunho probabilístico ou estocástico (Chorley & Haggett, 1967; Argento, 1987). Os modelos aqui elaborados são dos tipos estático e conceitual. O conceitual têm como base operacional o suporte geomorfológico; são, essencialmente, apresentados em forma de diagramas. O primeiro atendendo ao nível morfológico e o segundo, aos níveis encadeante e de processo-resposta, mediante um diagrama canônico, em que aparecem os fluxos de massa e energia, circulantes nos sistemas. As figuras 34, 40, 41, 42, 43, 44, 45 e 46 mostram os diagramas canônicos dos subsistemas analisados e os fluxos de água e sedimentos.

5.4 - Análise do Sistema Microbacia em Nível Morfológico

A perspectiva sistêmica, em nível morfológico, objetiva, como mencionado, a individualização, hierarquização e caracterização das partes componentes do sistema. Nesta fase, foram consideradas, para efeitos práticos, a forma, a natureza e a localização das componentes espaciais do sistema cristalino. A área da microbacia insere-se no domínio das escarpas de blocos falhados, com segmentos da serra do Mar localmente conhecidos como serra dos Órgãos. O vale é estreito com vertentes de alturas diferenciadas e relevo acidentado, típico da serra do Mar; com padrões representados por serras e morros íngremes, pontiagudos. A cota mais baixa de 950 m circunda o curso inferior do córrego Fonseca e, a mais alta de 1464m delimita o divisor d'água no vale suspenso.

Três unidades fisionômicas distintas caracterizam o relevo da área: a várzea do córrego Fonseca, uma seqüência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa e os blocos rochosos e salientes.

A várzea apresenta relevo plano, com 0 a 3% de declive em quase toda a sua extensão. As encostas do vale são íngremes, ou discretamente abauladas, com aparecimento de ombreiras provocadas pelo ciclo atual, devido à natureza dos solos muito porosos e declive favorável; a drenagem interna é boa. Observa-se, no entanto, em pequenas porções de anfiteatro, solos imperfeitamente drenados. Os blocos rochosos e salientes apresentam-se como enormes blocos, que se destacam nos pontos mais proeminentes da topografia (1.000 a 1.300 m), a dezenas de metros acima do vale regional, com aspecto de montanha desnuda, sujeitos à esfoliação, apresentando caneluras e sulcos, onde se fixa vegetação rasteira de líquens, musgos e bromélias. Na zona que marca o sopé dos paredões e o início das encostas mais suaves, nota-se uma rica camada escura e humosa. O paredão descoberto, muito raramente tem continuidade até o fundo do vale.

Posicionada no contraforte setentrional da serra dos Órgãos (serra do Mar), nas imediações das serras do Paquequer e Monte Verde, que são as de maior destaque e expressão local. O principal coletor de águas nas proximidades é o rio Grande, que engorda o seu fluxo ao receber os córregos Fonseca, Garganta, Canjiquinha e seus tributários, com todo o volume de água captado na microbacia. Tratam-se de rios adaptados à estrutura geológica, fluindo em direções controladas pelo fraturamento regional. O córrego Fonseca, principal curso d'água perene na área, tem sua nascente em cotas de 1.120 m, seu leito percorre 3 km em toda a extensão da microbacia, correndo encaixado nas cotas de 980 m. Sua planície aluvial está contida, entre encostas íngremes, paredões e blocos rochosos salientes que se elevam a centenas de metros acima de seu nível de base, poucos são os seus compartimentos alargados. A rede de drenagem é constituída de canais efêmeros e perenes com padrão dendrítico, subparalelo e paralelo, acompanhando as variações do relevo local, o maior eixo de drenagem é o do córrego Fonseca, que corre mais próximo da vertente de maior altura (Figura 14).

Exposições extensas de rochas do Batólito Serra dos Órgãos, constituído, em sua maior parte, por leucogranito, biotita-granito e granodiorito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplitos e pegmatitos, relativamente despidas de vegetação; são muito freqüentes, principalmente nas partes mais altas do relevo. A Unidade Rio Negro, que também ocorre na área, é caracterizada por rochas extensamente migmatizadas, cujo paleossoma, geralmente é um biotita-gnaiss bandado, e o neossoma, um material quartzofeldspático de granulação fanerítica média a fina.

Segundo as regras do sistema de ordenação da rede de canais proposto por Horton (1945) e, modificado por Strahler (1952, *in*: Christofolletti, 1980), a bacia de drenagem do córrego Fonseca é uma bacia de quarta ordem. A área apresenta também um vale suspenso de falha

(Guerra, 1997), delimitado entre as cotas de 1200 a 1350 m, contido entre os paredões e blocos desnudos do Batólito Serra dos Órgãos, em cujo interior ocorre um lago perene, alimentado por canais afluentes e com um canal emissário que evita o seu transbordamento.

A vegetação natural é representada pela floresta tropical perenifólia, caracterizada assim, por apresentar vegetação exuberante, com formação densa e espécies arbóreas de grande porte. Sendo uma floresta úmida e perenifólia, sua folhagem pouco se altera durante o ano, mesmo nos meses de menor precipitação pluviométrica. Nos trechos onde a floresta ocupava encostas e vales mais suaves, a vegetação encontra-se bastante alterada. Na área da microbacia, a substituição da floresta por atividades agrícolas imprimiu ao cenário uma paisagem de aspecto antrópico, com intensa ocupação do solo.

Pela predominância de superfícies altas, o clima na região é ameno, o tipo climático predominante na área é o tropical mesotérmico brando super úmido (Nimer, 1977). A temperatura média anual é de 18 °C. Seu verão é brando, com médias das máximas em torno de 24 °C e mínimas de 13 °C no inverno, sendo junho e julho os meses mais frios. A estação mais seca ocorre no mês de junho (25,6 mm), julho (22,9 mm) e agosto (23,8 mm), porém não é tão significativa, porque as temperaturas são baixas e a evaporação é relativamente fraca.

Como mencionado na metodologia, os subsistemas definidos na microbacia, identificados como principais subsistemas do Cristalino, são: topos aplainados, declives abruptos, declives suaves, alvéolos intermontanos, baixo vale entulhado e o lago interiorizado. A correspondência entre a realidade ambiental e o diagrama elaborado pode ser feita com a consulta às figuras 33 a 46 (distribuição espacial dos subsistemas do Cristalino e diagramas dos subsistemas). Cada um com suas respectivas partes componentes como encostas, calha, rampa, várzea e etc.

O mapa de subsistemas (Figura 33), apresenta uma espacialização dos diversos ambientes que integram a paisagem da área. Para cada compartimento ambiental identificado são apresentadas, no nível de controle descrito mais a frente, de forma sinótica, as principais potencialidades e limitações (diagnóstico). No capítulo seis, no item unidades ambientais são sugeridas suas principais vocações (prognóstico), ainda nesse capítulo são apresentadas a avaliação da qualidade ambiental, vulnerabilidade e suscetibilidade a riscos. A sobreposição e análise dos dados de uso do solo com os dos subsistemas delimitados e unidades ambientais definidas, possibilitou a geração de um mapa de vocações agroambientais, Figura 51.

Em prosseguimento à metodologia adotada, esses subsistemas serão objeto de análise detalhada nos itens posteriores. Para cada subsistema identificado é apresentado uma tabela com as características ambientais por subsistema, e uma figura que documenta a localização geográfica de cada um deles, encontrado na microbacia.

A caracterização dos subsistemas está alicerçada no diagnóstico agroambiental gerado durante os trabalhos de campo e se apóia na interposição dos produtos cartográficos contidos na BDE, como: mapas de solo, geologia, geomorfologia, declividade, uso atual da terra, rede de drenagem, capacidade de uso do solo etc. Por ser uma área pequena, alguns componentes como clima, geologia, rede de drenagem, para não se tornar repetitivo, serão citados apenas quando houver alguma variação.

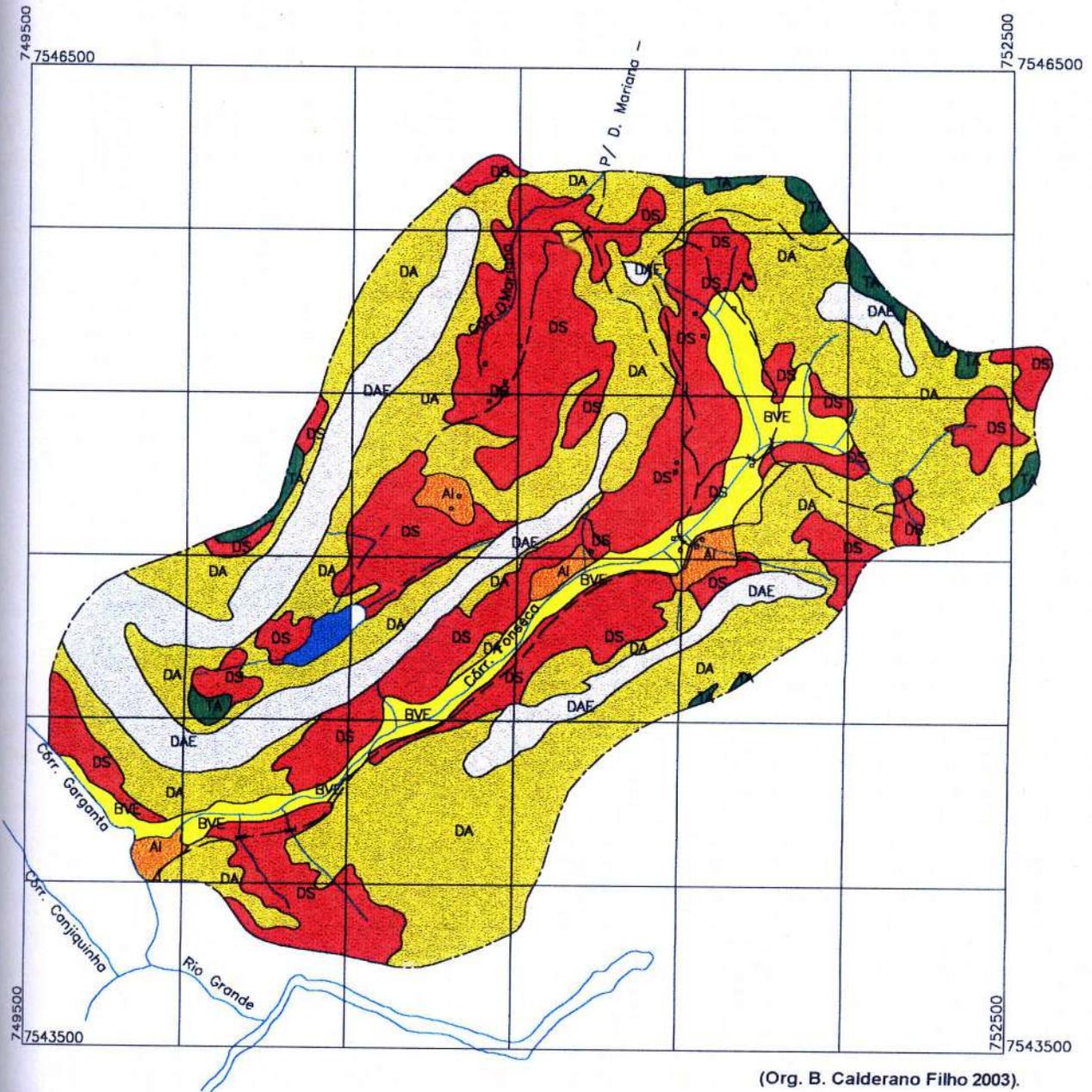
As informações cartográficas contidas na BDE serviram de base para individualizar os subsistemas e a definição das unidades ambientais. Os critérios descritos acima, aliado às classes de declividades, análise da base topográfica, na escala 1:10.000, e trabalho de campo permitiu a delimitação, que seguiu o mesmo critério para todos, e o mapeamento desses compartimentos.

As tabelas 3, 4, 7, 13 e 19 mostram os dados que subsidiaram a caracterização dos subsistemas e a subdivisão e definição das unidades ambientais. Sendo que a tabela 13 representa a matriz esquemática das características ambientais dos subsistemas delimitados, enquanto a tabela 19 mostra as unidades ambientais.

Tabela 7 - Classes de declividade e abertura entre curvas de nível

Subsistemas	Classe de Declive	Abertura entre Curvas	Intervalos entre Curvas	Área ha	%	
T. Aplainados - S1	D -14 - 20% C - 8 - 14%	D - 0,5cm C- 0,7cm	0,5cm a 0,7cm* 0,7cm a 1,25cm*	7,74	1,88	
D. Abruptos - S2	F - > 45%	F - < 0,2cm	< 0,2cm	53,43	12,98	
	E - 20 - 45%	E - 0,2 cm	0,2 cm a 0,5cm*	170,78	41,50	
D. Suaves - S3	D -14 - 20%	D - 0,5cm	0,5cm a 0,7cm*	101,56	24,68	
	C - 8 - 14%	C - 0,7cm	0,7cm a 1,25cm*	40,45	9,83	
Alvéolos Intermontanos - S4	B - 3 - 8%	B - 1,25cm	1,25cm a 3,3cm*	11,74	2,85	
B. Vale Entulhado -S5	A - 0 - 3%	A - 3,3cm	> 3,3cm	25,72	6,25	
Lago Interior - S6	-	-	-	0,75	0,18	
* valores mínimos e máximos				Total	411.43	100

(Org. Calderano F.2003)



CONVENÇÕES

- Estrada
- Ponte
- Rio
- Limite da Área
- Limite entre subsistemas
- Edificações

SISTEMA E SUBSISTEMA

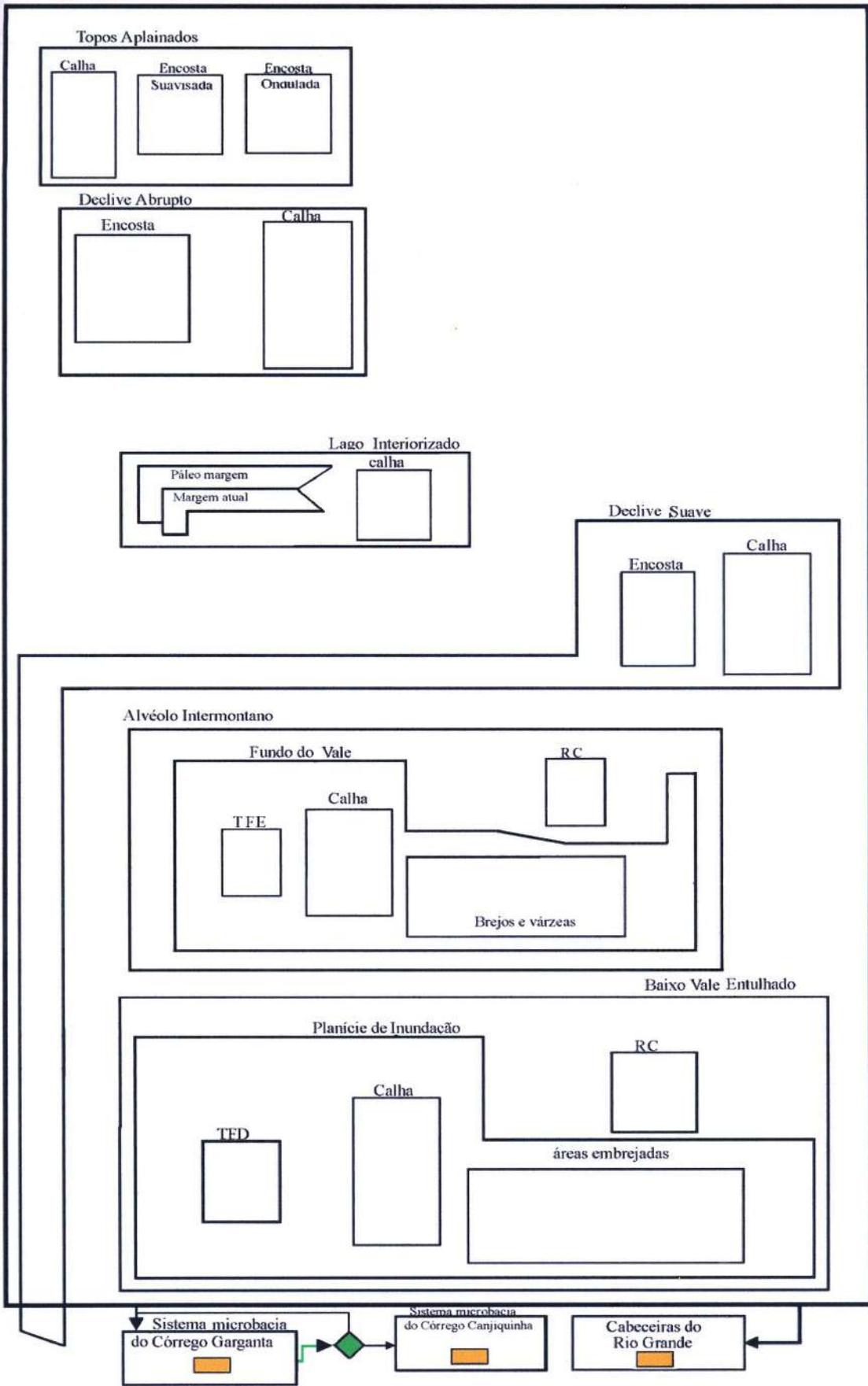
- TA - Topos aplainados
- DAE - Declives abruptos escarpados
- DA - Declives abruptos
- DS - Declives suaves
- Al - Alveolos
- BVE - Baixo vale entulhado
- Lg - Lago

CONJUNTO UTM
754.700,7.543.000
753.000,7.549.000

ESC.: 1:20.000

Figura 33 - Mapa de Subsistemas da Microbacia do Córrego Fonseca

SISTEMA CRISTALINO



(Org. B. Calderano Filho 2003)

Figura 34 - Diagrama Canônico dos Subsistemas em Nível Morfológico

5.4.1- Subsistema Topos Aplainados - (S1)

Como o próprio nome indica, esta unidade geoambiental corresponde à parte mais elevada da paisagem. Ocorrem em pequenas áreas dentro dos limites da microbacia. Essas superfícies pouco movimentadas descontínuas de relevo suavizados, relacionadas aos declives abruptos, praticamente sobrepondo-os, constituem os topos aplainados.

A delimitação dessas unidades baseou-se na presença de áreas situadas entre curvas de nível, cujos intervalos fossem superiores a 0,5cm e inferiores a 1,25cm, esse intervalo na carta topográfica é coincidente com as classes **C** e **D** no mapa de declividade, o que corresponde à classe de relevo ondulado. Este critério nos fornece áreas, cuja declividade esteja entre 8 e 20% (Tabela 7). O relevo muito movimentado da microbacia e a falta de fotografias aéreas em melhor escala, dificultou o acesso, durante os trabalhos de campo, de todas as áreas onde ocorrem este subsistema.

O subsistema topos aplainados constitui-se das seguintes partes: superfície ondulada ou plana e calhas com escoamento difuso e intermitente; funcionando praticamente nas épocas de precipitação. É um ambiente sujeito à maior umidade, graças à suavização do relevo, maior infiltração e à riqueza em matéria orgânica do horizonte A mais espesso. Ocupam, pequenas extensões, sem declividade marcante e geralmente são áreas geradoras de clásticos. Nesse ambiente o escoamento é difuso e os poucos canais se tornam visíveis apenas na época das chuvas, mesmo assim, pode-se caracterizá-los como efêmeros com padrão, subparalelo e paralelo acompanhando as variações do relevo local. Dada a profundidade dos solos e a umidade local, já se sustenta uma vegetação mais robusta composta de fragmentos da mata atlântica.

Ocorrem, neste subsistema rochas intrusivas granitóides arqueanas, do Batólito Serra dos Órgãos e numa pequena porção a NE, rochas atribuídas à Unidade Rio Negro, ambas do Pré-cambriano.

Nos topos aplainados, em função da altitude, os solos apresentam horizonte A mais espesso. Predominam solos do tipo Cambissolo Háplico, acompanhado de Cambissolo Húmico Álico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. As unidades mapeadas são mostradas na tabela 8, constituídas em grande maioria de solos com textura média e textura argilosa, em menor proporção, com limitações de fertilidade e problemas de conservação.

Qualitativamente são áreas que apresentam restrições moderada a forte quanto ao seu uso; não possuem grandes limitações quanto à declividade, embora as condições de textura e fertilidade dos solos limitam o uso, são áreas susceptíveis à erosão. Práticas conservacionistas

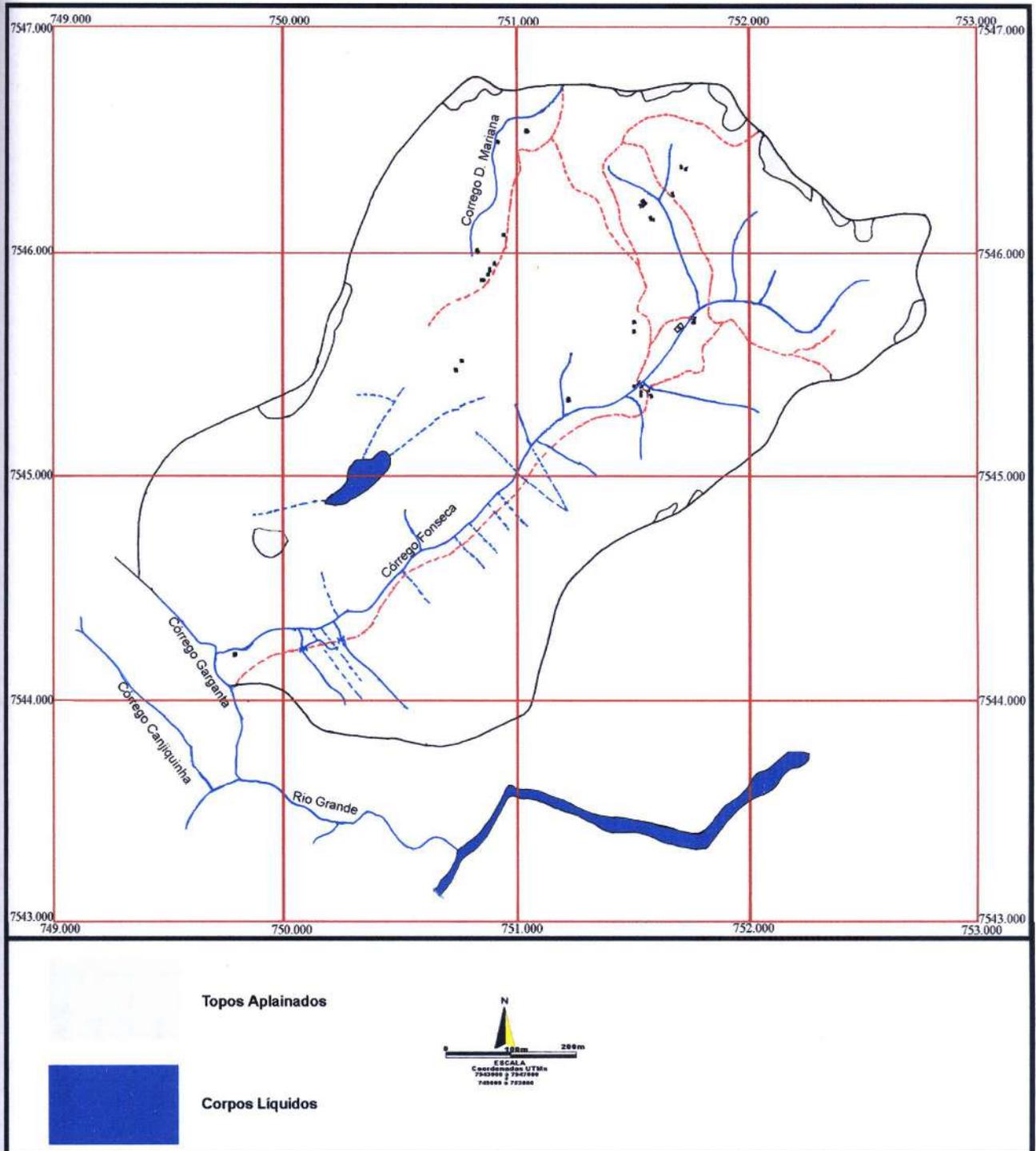
visando a preservação do solo e da água, devem ser acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destas terras, quando submetidas ao processo produtivo.

No declive C a superfície é inclinada, e o escoamento superficial é médio ou rápido. A erodibilidade sob cultivo varia amplamente com o solo e as práticas de manejo, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada. No declive D a superfície é muito inclinada, e o escoamento superficial é rápido, ou muito rápido, na maioria dos solos, que provavelmente sofrem erosão sob cultivo, exceto os mais permeáveis, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada a forte, uma vez que há maior risco de perda do horizonte A. São terras com altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. Com impedimentos muito fortes quanto ao uso de mecanização, as práticas de conservação do solo estão no nível alto. Não são indicados para culturas que exponham ou revolvam muito a superfície do solo.

Em conseqüência das características apresentadas, aliadas ao regime pluviométrico reinante e o relevo, fazem da erosão hídrica o principal risco nesse compartimento. É um ambiente onde a atividade agrícola não deve ser incentivada, devido à posição delicada que ocupam na paisagem, são mais indicados para preservação. O uso atual da terra, nesta área, compreende reflorestamento com eucaliptos, presença de florestas e pequenas ocorrências de capim.

Os topos aplainados estão sujeitos às mesmas restrições ecológicas ambientais quanto à legislação ambiental vigente, que os declives abruptos apresentados mais a frente. Ocupam extensão de apenas 1,88 % da área (figura 35). Considerando que essas áreas servem, de divisores das águas fluviais, deveriam ser dedicadas prioritariamente à preservação ambiental. Pela grande importância no processo de captação das águas das chuvas e na realimentação das águas subterrâneas da bacia adjacente. Portanto, as áreas de topos aplainados tornam-se impróprias ao uso agrícola e destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação ambiental vigente, ou por situarem-se em relevo acidentado, pela presença de remanescentes de Mata Atlântica, ou para proteção de nascentes de cursos d'água.

A Figura 42 mostra o diagrama canônico do subsistema topos aplainados, a figura 35 mostra a distribuição espacial desse subsistema e a Tabela 8 mostra as características ambientais acima descritas.



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 35 - Mapa de Distribuição do Subsistema Topos Aplainados

SUBSISTEMA	PARTES COMPONENTES	DECLIVE E RELEVO	ÁREA (HA) E %	CLASSES DE SOLOS	ÁREA HA POR CLASSE DE SOLO	% POR CLASSE DE SOLO	USO E COBERTURA	VOCAÇÕES
S1 Topos Aplainados -TA	Encosta com superfície plana ou ondulada calha	C - 8 - 14% Relevo ondulado Altitudes 1120, 1180 e 1450 m	5,54	1(LVAd1); 10 (Cxd4); 7(Cxd1); (LVAd3)	1 (1,01); 7 (0,68) 10 (3,86);	1 (0,25); 7(0,17) 10 (0,92)	Reflorestamento com eucaliptos, floresta e pouca pastagem.	Fruticultura, apicultura e preservação ambiental
	Encosta com superfície plana ou ondulada calha	D -14 -20% Relevo ondulado Altitudes 1120, 1180 e 1450 m	2,2	14 (CHd1); 7 (Cxd1); 12 (Cxd6);	14 (0,62) 7 (1,21) 12 (0,37)	14 (0,15) 7 (0,29) 12 (0,10)	Reflorestamento com eucaliptos, floresta e pouca pastagem natural	Preservação ambiental, e apicultura
Total das classes C e D					7,74	1,88%		

(Org. B. Calderano Filho 2003).

Tabela 9 - Algumas características ambientais do subsistema declive abrupto

SUBSISTEMA	PARTES COMPONENTES	DECLIVE E RELEVO	ÁREA (HA) E %	CLASSES DE SOLOS	ÁREA HA POR CLASSE DE SOLO	% POR CLASSE DE SOLO	USO E COBERTURA	VOCAÇÕES
S2 Declives Abruptos - DA S2.1	Encosta	F - > 45% S2.1 Relevo montanhoso e escarpado Altitudes 1050 a 1150m e 1020 a 1400 m	53,43 12,98%	20 (AR1)	53,43	12,98	Floresta rala, mata, afloramento de rocha e pouco eucaliptos	Preservação ambiental; apicultura
	Calha	E - 20 - 45% S2.2 Relevo Forte ondulado Altitudes 1000 a 1200m	170,78 41,50%	1(LVAd1) 2(LVAd2)5 (LHd1); 7 (Cxd1)8 (Cxd2); 9 (Cxd3)10 (Cxd4); 12 (Cxd6)13 (Cxd7); 14 (CHd1)15 (CHd2); 21 (AR2)	1 (3,86) 2 (10,07) 5 (2,92); 7 (4,48) 8 (5,59); 9 (28,41) 10 (80,79); 12(19,35)13 (3,82); 14 (4,62) 15 (2,70); 21 (4,17)	1 (0,94) 2 (2,46) 5 (0,71); 7 (1,09) 8 (1,36); 9 (6,93) 10 (19,72)12 (4,73) 13 (0,93); 14 (1,13) 15 (0,67); 21 (1,02)	Reflorestamento de eucaliptos, pinus, cedro, cultivo de louro, fruticultura, floresta, pastagem natural, olerícolas pousio, caqui/milho	Fruticultura, culturas adaptadas, preservação ambiental; apicultura
Total das classes E e F					224,21	54,48%		

(Org. B. Calderano Filho 2003).

5.4.2 - Subsistema Ambiental Declive Abrupto (S2)

As razões aventadas anteriormente e os mesmos procedimentos adotados para a delimitação do subsistema topos aplainados, foram aqui repetidos. A delimitação dessas unidades baseou-se na presença de curvas de nível, com intervalos inferiores a 0,2cm, na carta topográfica e coincidente com a classe **F** no mapa de declividade, o que corresponde à classe de relevo montanhoso e escarpado. Este critério nos fornece áreas, cujo declive das encostas esteja acima de 45%, para o relevo montanhoso e > 75%, para o relevo escarpado (Tabela 7). Para as encostas íngremes classe **E** no mapa de declividade (declives entre 20 a 45%), os intervalos entre curvas foram de 0,2 a 0,5cm, o que corresponde à classe de relevo forte ondulado.

Obviamente, um caráter residual está embutido nesta delimitação, pois, o estabelecimento dos intervalos de classes de declives obedece limites mínimos e máximos em termos de gradiente, até que todos, dentro de uma dada classe estabelecida caiam dentro de uma faixa com características específicas dentro dos limites estabelecidos. Muitas vezes, áreas próximas a um declive de 20%, apresentam características ambientais diferentes daquelas próximas a declives de 45%, exigindo tratamento diferenciado. Isso obriga adotar novas definições estreitando a amplitude quando necessário, para subdivisão da classe ou aplicação específica para diferentes tipos de uso e manejo.

Como o próprio nome indica, esta unidade geoambiental corresponde às elevações íngremes em formas de serras e/ou elevações ou encostas abruptas do Cristalino. O relevo é vigoroso, variando de forte ondulado a montanhoso, com altitudes de 1000 a 1400 m. As elevações íngremes, em formas de serras com relevo montanhoso a escarpado, comumente apresentam afloramentos de rocha, abrangendo especialmente a unidade declive abrupto, propriamente dito, ou declive abrupto escarpado, se assim, os quiser diferenciar. A unidade também abrange outras elevações, ou encostas abruptas com menor altitude do que as serras, praticamente desprovidas de afloramentos de rochas, onde as encostas apresentam material do Cristalino decomposto "*in situ*" com predomínio de relevo forte ondulado (Figura 36 e Tabela 9).

O subsistema declive abrupto é constituído pelas partes componentes encosta e calha (Fig.34); como visto, são ambientes que possuem declives acima de 20% com relevo bastante movimentado, apresentando-se sob a forma de serras e encostas íngremes. São exemplos na área da microbacia as serras do Paquequer e Monte Verde, como parte do conjunto de serras com maior expressão e destaque local, (Figuras 47, 48, 49 e 50) e o alto dos Micheis na chegada a área, como parte do conjunto de encostas íngremes.

As formações geológicas deste subsistema pertencem ao Pré-cambriano, as unidades são as mesmas descritas no subsistema topos aplainados. As rochas de ambas as unidades, aparecem sempre constituídas por quartzo, microlina, plagioclásios e máficos como constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais freqüentes.

O subsistema declive abrupto é área de lotes com maior tamanho e baixa ocupação com edificações pelas condições topográficas. Corresponde a 54,48% da área total da microbacia, apresenta, no entanto, 41,50% de área com uso diverso, que se instalaram a partir da derrubada da floresta ou após o abandono da cultura do café. Nesse relevo movimentado o cultivo do café no passado, gerou, com bastante freqüência, desenvolvimento de processos erosivos, iniciando assim um processo de degradação, que levou a um aumento das cargas de sedimentos transportados em épocas de chuva e acúmulo na calha do córrego Fonseca, causando o entulhamento e alagamentos de sua planície de inundação, o que obrigou a retificação do seu canal.

Visando conter o processo erosivo, com o acompanhamento da extensão rural local (Emater), implantou-se a fruticultura comercial, tendo no caqui e lima da pérsia as principais culturas. Com essas medidas o processo erosivo vem diminuindo, mas a erosão ainda é um dos principais problemas apontados pelos agricultores, embora ocorra em proporções muito menores que as do passado suas marcas ainda são visíveis em alguns locais da paisagem.

Qualitativamente, os declives abruptos são áreas que apresentam severas restrições quanto ao seu uso, pois possuem grandes limitações quanto à declividade, à textura e fertilidade dos solos, e principalmente, quanto a serem áreas bastante susceptíveis à erosão. A análise qualitativa deste subsistema está alicerçada no diagnóstico gerado e dados agroambientais coletados em cada área individualizada, dentro do próprio subsistema.

Nas elevações íngremes em forma de serras, encontram-se grandes afloramentos rochosos, ocupando principalmente as altitudes mais elevadas e os picos, com relevo montanhoso e escarpado. Atingem altitudes comumente variando entre 1.060 e 1.460m, em sua parte mais elevada a oeste da área e 1040 a 1080m na parte menos elevada a sudeste da área. Compondo este subsistema ambiental, os afloramentos de rochas pré-cambrianas caracterizam localmente os blocos rochosos e salientes, que em alguns locais apresentam-se despídos de vegetação, com caneluras, sujeitos à esfoliação e deslocamentos. Nesses locais acumula-se uma fina camada de regolito, onde instala-se vegetação rasteira de líquens e bromélias. Essa forma do relevo integra a unidade geomorfológica afloramentos rochosos do Pré-cambriano.

Nesse ambiente, a cobertura vegetal varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e vegetação rasteira de líquens e bromélia, sendo que a primeira apresenta aspecto de floresta rala,

mas com porte arbóreo-arbustivo, ocupa as partes mais altas e elevadas onde os afloramentos se associam a pouca profundidade dos solos neossolos litólicos e a inclusão de solos cambissolos. A segunda ocorre onde acumula-se uma fina camada de regolito.

Nesse ambiente o fluxo é difuso em grande maioria e orientado em menor proporção, com canais efêmeros com padrão subparalelo e paralelo acompanhando as variações do relevo local e, funcionando praticamente nas épocas de precipitação. A unidade predominante é o Afloramento de Rocha, associado a Neossolos Litólicos e inclusão de solos Cambissolos, unidade AR1 no mapa de solos. É um ambiente com restrições, com classe de fertilidade (NI), não indicadas para uso agrícola, indicados para preservação. A capacidade de uso do solo, neste ambiente, não se apresenta tecnicamente favorável à agricultura, por restrições pedológicas e quanto à ocupação humana, por restrições topográficas. Ocupam 53,43 ha, correspondendo a 12,98 %, enquanto as elevações com menor altitudes que as serras, ocupam 170,78 há e 41,50 % da área.

Essas áreas são de grande importância no processo de captação das águas das chuvas e na realimentação das águas do lago localizado no vale suspenso e contido entre as cotas altimétricas de 1100 e 1200m, e das águas subterrâneas da bacia adjacente. Sua importância também está no fato de contribuir para a manutenção de minadouros existentes no sopé da serra, que alimentam a rede de canais fora da época das chuvas. Por conseguinte, devem ser dedicadas prioritariamente à preservação ambiental da flora e da fauna.

Para facilitar a análise qualitativa deste compartimento, considerando o tamanho de sua área, a posição na paisagem, a altitude em que se encontra, o vigor do relevo, composição geológica, variedade de tipos de solos que predominam, cobertura vegetal e uso, o subsistema declives abruptos foi separado em duas unidades ambientais (S2.1) e (S2.2), descritos em separado no capítulo seis.

As outras elevações com menor altitude do que as serras caracterizam localmente as encostas íngremes do cristalino, constituídas por seqüência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa. Compondo esse ambiente, dada a profundidade e maior variedade dos tipos de solos que aí ocorrem, sustenta-se vegetação mais robusta e densa composta de fragmentos da mata atlântica. A fisionomia e porte da floresta nesse ambiente, varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e o capoeirão, em qualquer caso, com porte arbóreo-arbustivo; essa variação se dá de acordo com a posição da encosta. Nas encostas soalheira expostas ao sol no período da tarde, a fisionomia da vegetação é menos viçosa, na época de menor precipitação, devido ao maior ressecamento do solo. Enquanto nas encostas noruega, expostas aos raios de sol pela

manhã, o solo conserva mais umidade e a vegetação apresenta-se com mais viço durante todo o ano.

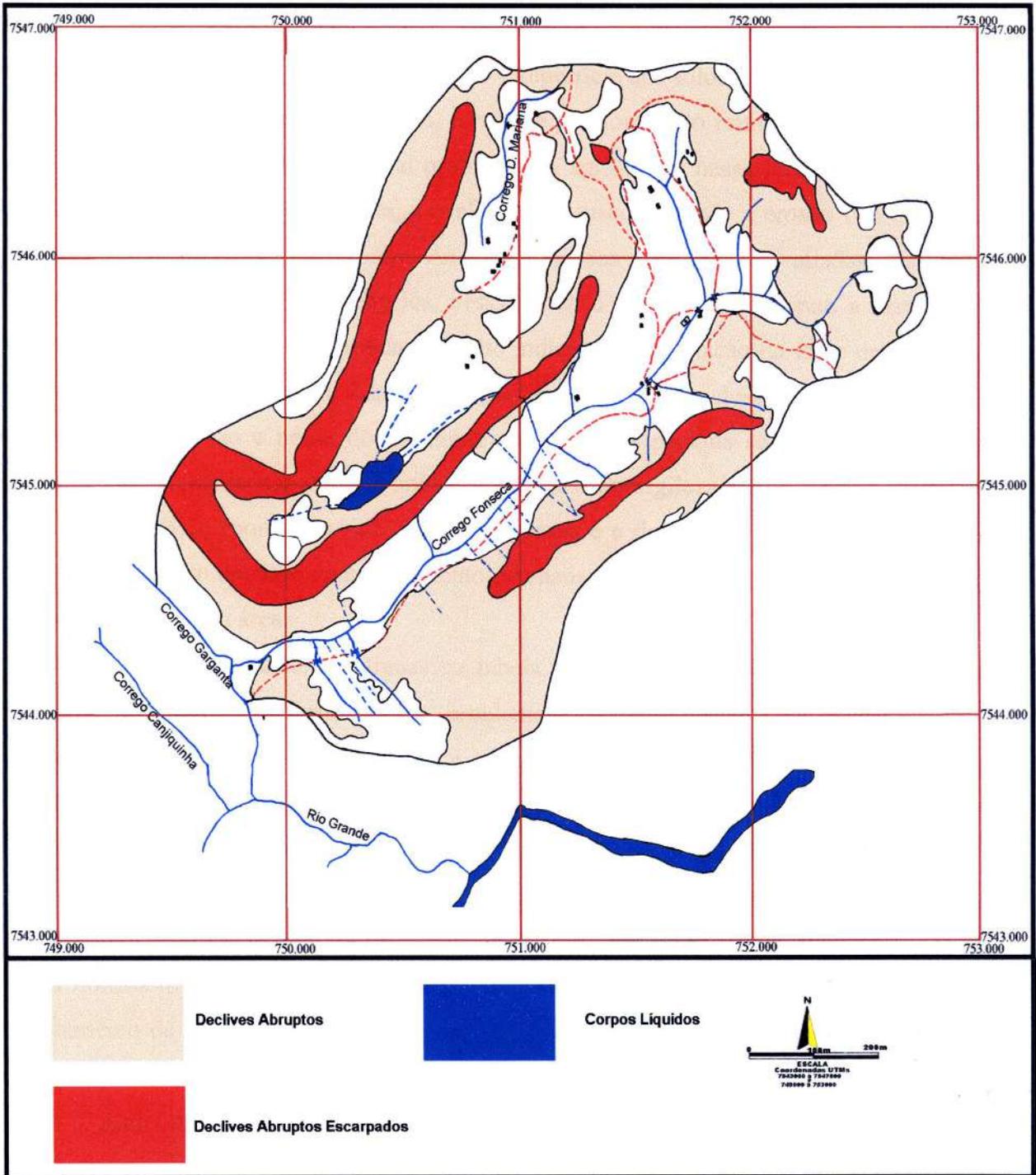
São elevações residuais com menor altitude do que as serras e praticamente desprovidas de afloramentos de rochas. Essa forma do relevo integra a unidade geomorfológica encostas íngremes do cristalino. No limite superior faz divisa com os afloramentos rochosos do pré-cambriano, no limite inferior faz divisa com as encostas colúvias. Em duas pequenas manchas localizadas nas partes mais baixas, em área de contato ou sopé com os afloramentos, ocorrem depósitos de tálus. O relevo é predominantemente forte ondulado com cotas altimétricas acima de 1000 m. Esta unidade está em áreas de nascentes, o fluxo é orientado, os canais são de 1ª e 2ª ordem, efêmeros e perenes, com padrão dentrítico e subparalelo acompanhando as variações do relevo local.

Os solos que recobrem essa unidade são predominantemente do tipo Cambissolos Háplicos álicos e Cambissolos Húmicos, seguido de Latossolo Vermelho Amarelo e Vermelho-Amarelo Húmico e pequena ocorrência de afloramento de rocha que ocorre associado a Cambissolos e Neossolos litólico, Tabelas 3 e 9.

São solos com baixa fertilidade natural, altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. Exigem a adoção de práticas conservacionistas diversificadas em função da sua textura e o relevo onde ocorrem. Em declividades de 20 a 45% com superfície fortemente inclinada, o escoamento é muito rápido para a maioria dos solos; somente os tipos mais leves de máquinas agrícolas podem ser usados. A erodibilidade dos solos nesta classe varia amplamente com o tipo e propriedades dos solos.

De acordo com os dados das tabelas 3 e 9, nota-se a predominância de solos do tipo Cambissolos com textura média/argilosa no relevo forte ondulado. Os solos com textura média/argilosa, ocupam 101,01 ha, o que corresponde a 59,14% da área total desse compartimento, seguido dos solos de textura argilosa/média com 28,41 ha, equivalentes a 16,63% e os de textura média com 18,74 ha, equivalentes a 10,97 %. A menor ocorrência fica com os solos de textura argilosa com 13,83 ha, correspondendo a 8,09%. Sendo que as unidades 9, 10 e 12 (Cxd3, Cxd4 e Cxd6), são as de maior expressão e ocorrência na área. Esses resultados referem-se aos dados da tabela 9 combinados com os dados da tabela 3.

A análise qualitativa deste subsistema está alicerçada no diagnóstico gerado e dados agroambientais coletados em cada área individualizada, dentro do próprio subsistema. Qualitativamente são áreas que apresentam severas restrições quanto ao seu uso, possuindo fortes limitações quanto à declividade, baixas condições de fertilidade dos solos, e são muito



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 36 - Mapa de distribuição do Subsistema Declives Abruptos

susceptíveis ao processo erosivo. Práticas conservacionistas diversificadas visando a preservação do solo e da água, devem ser acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destas terras, quando submetidas ao processo produtivo intenso. Não aconselha o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a superfície dos solos.

As características edafoambientais, o regime pluviométrico reinante e o uso intenso das terras, faz da erosão hídrica o principal problema da agricultura nesse local. Em consequência das características apresentadas acima, a avaliação da suscetibilidade à erosão fica na classe de terras fortemente suscetíveis à erosão. As características apresentadas, aliadas aos atributos inerentes a classe dos solos Cambissolos, nessa situação de relevo, conferem a esse ambiente elevado grau de fragilidade. Considerando o alto índice de precipitação na faixa de 1400 a 1800 mm em média, torna o sistema bastante frágil, expondo a área desse compartimento a um elevado risco de erosão e perda do horizonte superficial A para os solos de textura média e média/argilosa, enquanto que para as unidades com textura argilosa/média o risco maior é com as estradas vicinais, expondo ao risco de desabamento e a deterioração das suas condições de trafegabilidade. Além do risco de escorrimento de encostas, que embora não tenha sido avaliado ele é possível em toda a área.

As unidades mapeadas mostradas na tabela 9, são constituídas em grande maioria de solos com limitações de fertilidade e problemas de conservação. As possibilidades de mecanização situam-se no nível baixo, isto é, com limitações mais graves ao uso de máquinas e equipamentos agrícolas. São áreas com impedimentos muito fortes, quanto ao uso de mecanização. As práticas de conservação do solo estão no nível alto a muito alto.

O uso atual da terra é diversificado nesse subsistema, compreende a fruticultura, o reflorestamento com eucaliptos, pinus e cipestre, capineiras, presença de florestas, capoeira e pasto. A floresta mais robusta encontra-se no limite superior da classe dividindo o espaço com o reflorestamento de eucaliptos, o capoeirão pontilha algumas glebas nas partes intermediárias e baixas, recobrando as calhas. O reflorestamento de pinus e cipestre restringe a uma gleba no final da área, a fruticultura com caqui e lima, ocupa o terço médio e inferior da classe, o pasto restringe a uma área específica no sopé do paredão rochoso sobre o depósito de tálus, a capineira e o capim estão restritos ao vale suspenso.

Ocorrem nesse compartimento áreas com problemas diversos, cuja recomendação de uso será vista em maior detalhe no nível de controle e no capítulo seis, tais como: áreas desmatadas com moderado desenvolvimento de processos erosivos, com erosão em sulcos moderada, áreas degradadas, tecnologicamente recuperáveis ao uso agrícola, onde o desenvolvimento de processos erosivos atingiu grau avançado, ocasionando a remoção parcial da camada superficial

do terreno. Área de relevo forte ondulado, com afloramentos rochosos, imprópria ao uso agrícola e destinada à preservação permanente, de acordo com a legislação vigente.

A capacidade de uso do solo, neste ambiente, não se apresenta uniforme e tecnicamente favorável à agricultura como um todo. É um ambiente com indicações de uso e de práticas conservacionistas diferenciadas, em função das restrições que apresenta quanto às propriedades e atributos das classes de solos que aí predominam, do relevo, da posição onde ocorrem na paisagem e do grau de declive, estando sujeito ao desenvolvimento de processos erosivos. Seu uso exige que as práticas agrícolas sejam introduzidas sob a ótica conservacionista, acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destes solos; dependendo do tipo de exploração poderá ser antieconômico o cultivo nessas áreas. Algumas áreas apresentam limitações um pouco mais forte de uso, em virtude do relevo, não sendo indicadas para culturas que exponham ou revolvam muito a superfície do solo, sendo de uso prioritário com culturas perenes (fruteiras).

A Figura 36 mostra a distribuição do subsistema declives abruptos; a Tabela 9 mostra as características ambientais acima descritas e a Tabela 13 representa a matriz esquemática das características ambientais dos subsistemas.

5.4.3 - Subsistema Ambiental Declives Suaves (S3)

Os procedimentos adotados para a delimitação dos subsistemas topos aplainados e declives abruptos, foram aqui repetidos. A delimitação dessas unidades ambientais coincide com a presença de áreas situadas entre curvas de nível, com intervalos superiores a 0,5cm e inferiores a 1,25cm. Esse intervalo na base topográfica é coincidente com as classes de declividade **C** e **D**, o que corresponde a classe de relevo ondulado. Este critério nos fornece áreas, cuja declividade esteja entre 8 a 14% e 14 a 20%, conforme Tabela 7.

Como o próprio nome indica, esta unidade geoambiental corresponde às partes menos elevadas das encostas, com terrenos compostos de material transportado de outros setores e aí depositados. Apresentam grande colúviação, com muitas rampas de colúvio, em contato direto com as áreas planas e suaves onduladas. Essas superfícies, pouco movimentadas, descontínuas, de relevo ondulado, constituem o subsistema declives suaves. Essa forma do relevo integra a unidade geomorfológica encostas colúvias. No limite superior faz divisa com as encostas íngremes e/ou elevações abruptas do cristalino relacionadas ao subsistema declives abruptos, em certos locais ocupa a posição de sopé com os blocos desnudos do pré-cambriano; no limite inferior faz contato com os alvéolos e o baixo vale entulhado. O relevo é predominantemente

ondulado com cotas altimétricas entre 1000 e 1050 m na porção mais rebaixada da microbacia, e cotas de 1150 a 1200 m na porção mais elevada, onde delimita o vale suspenso. Esta unidade está em áreas de nascentes, os canais são de 1ª e 2ª ordem, o fluxo é canalizado com canais efêmeros em maioria e poucos canais perenes, com padrão dentrítico e subparalelo acompanhando as variações do relevo local.

Obviamente, um caráter residual também estaria embutido nesta classificação, pois, muitas vezes, áreas próximas a um declive de 20% (classe D), apresentam características ambientais diferentes daquelas próximas a declives de 9% (classe C). Visando eliminar o resíduo, a amplitude de variação da classe de relevo ondulado, foi subdividida nos intervalos de classes de 8 a 14% (classe C), e 14 a 20% (classe D). Este critério forneceu áreas, cuja declividade estava entre 14 a 20% para as encostas onduladas (classe D), com intervalos entre curvas de 0,5cm a 0,7cm. Para as encostas onduladas mais suavizadas (classe C), com declives entre 8 a 14%, os intervalos entre curvas foram de 0,7 a 1,25cm. O que corresponde à classe de relevo ondulado.

A caracterização desse subsistema também está alicerçada nos mapas produzidos com o diagnóstico ambiental. O subsistema declive suave é constituído das seguintes partes: encosta e calhas (Figura 34). A formação geológica deste subsistema pertence ao Pré-Cambriano, em que predominam rochas do Batólito Serra dos Órgãos e da Unidade Rio Negro, somadas a grande mistura de material de colúviação de fases diversas, muitos constituídos de material pré-edefizado com retrabalhamento local, como se pode constatar pelo material de origem dos solos. Tal fato levou a separação da classe dos solos Cambissolos em dois grupos. Um com relação K_i típica da classe dos Cambissolos e outro com relação K_i muito baixa (< 1), muito próxima a classe dos Latossolos, apesar de preencherem no perfil de solo, todos os requisitos de morfologia típica dos Cambissolos.

No subsistema declive suave, pelas condições topográficas que apresenta, há alta densidade de ocupação, concentrando 60% das edificações e residências dos produtores e, onde os módulos são intensamente utilizados com cultivo de fruticultura e olerícolas. Corresponde a 141,43 ha, ocupando 34,51% da área total da microbacia. Apresenta no relevo moderadamente ondulado 40,45 ha, com 9,83% da área e, no relevo ondulado, 101,56 ha correspondendo a 24,68%. São áreas ocupadas com uso diverso, que se instalaram a partir da derrubada da floresta ou após o abandono da cultura do café.

O que restou da cobertura vegetal nesse ambiente, varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e capoeira recobrando as calhas, em qualquer caso, com porte arbóreo-arbustivo. A presença de áreas de pousio e vegetação arbórea e arbustiva, principalmente de capoeira em

Tabela 10 - Algumas características ambientais do subsistema Declives Suaves

SUBSISTEMA S3	PARTES COMPONENTES	DECLIVE E RELEVO	ÁREA (HA) e %	CLASSES DE SOLOS	ÁREA HA POR CLASSE DE SOLO	% POR CLASSE DE SOLO	USO E COBERTURA	VOCAÇÕES
Declives Suaves - DS S3.1	Encosta Calha terraços fluviais erosivos	C - 8 - 14% - S3.1 Relevo ondulado Altitudes 1000 a 1100m e 1100 a 1150 m	40,45 9,83%	3 (LVAd3),7(Cxd1), 8 (Cxd2), 9 (Cxd3),10 (Cxd4), 11 (Cxd5), 12 (Cxd6),14 (CHd1), 21 (AR2)	3 (7,70), 7 (6,69), 8 (4,07), 9 (4,47), 10 (5,95), 11 (2,77), 12 (1,70), 14 (4,56), 21 (1,20)	3 (1,88), 7 (1,64), 8 (0,99), 9 (1,09), 10 (1,45), 11 (0,68), 12 (0,41), 14 (1,11), 21 (0,29)	Eucaliptos, cedro cipreste, olerícolas, pousio, cultivo de louro, fruticultura, floresta capineira, ovelhas e caqui/ milho	Olerícolas, Fruticultura
				1(LVAd1), 4 (LVAd4), 5(LHd1), 6 (LHd2), 7 (Cxd1), 8(Cxd2), 9 (Cxd3), 10 (Cxd4), 11 (Cxd5), 12 (Cxd6), 13 (Cxd7), 14 (CHd1)	1(3,97), 4 (19,42), 5 (4,87), 6 (6,97), 7 (13,95), 8 (3,57), 9 (9,32), 10 (15,45), 11 (2,05), 12 (10,87),13 (2,56), 14 (9,16)	1(0,98), 4 (4,74), 5 (1,19), 6 (1,70), 7 (3,40), 8 (0,87), 9 (2,27), 10 (3,78), 11 (0,50), 12 (2,65), 13 (0,62), 14 (2,24)	Reflorestamento, eucaliptos, pinus pousio, cultivo de louro, capineira, criação de ovelhas, fruticultura, floresta capoeira, pastagem	Fruticultura e culturas adaptadas preservação ambiental apicultura
DS- S3.2	Encosta Calha terraços fluviais erosivos	D - 14 - 20% - S3.2 Relevo ondulado Altitudes 1000 a 1050 m 1100 a 1150 m	101,56 24,68%					
Total das classes C e D					142,01	34,51%		

(Org. B. Calderano Filho 2003).

regeneração, mostra o tipo de uso mais significativo das áreas do subsistema declive suave. Em alguns locais deste subsistema aparece a presença de terraços fluviais erosivos, onde o relevo apresenta declividade menos acentuada, identificando ser local fornecedor de material a ser depositado nas áreas de menor cota altimétrica.

Como visto na descrição dos declives abruptos, o processo erosivo embora, ocorra em menor proporção que no passado, suas marcas ainda são visíveis em alguns locais da paisagem. Esse subsistema ocorre nas classes de declives C e D, pontilhando toda a área; no declive C a superfície é inclinada, e o escoamento superficial é médio ou rápido. Todos os tipos de máquinas agrícolas poderiam ser usados, embora algumas dificuldades possam ser encontradas no uso de tipos grandes e pesados. A erodibilidade sob cultivo varia amplamente com o solo e as práticas de manejo. No declive D a superfície é muito inclinada, e o escoamento superficial é rápido ou muito rápido na maioria dos solos. A maioria das máquinas agrícolas poderiam ser usadas, mas, com dificuldades, e os solos provavelmente sofreriam erosão sob cultivo, exceto os mais permeáveis.

O subsistema declive suave apresenta solos da classe dos Cambissolos Háplicos, Cambissolos Húmicos, Latossolos Vermelho-Amarelo e Latossolos Vermelho-Amarelo Húmicos. Na classe dos Latossolos ocorrem variações de solos rasos com horizonte diagnóstico B no limite da profundidade exigida para a classe. Na classe dos Cambissolos Háplicos ocorrem solos com drenagem imperfeita, solos com fase rochosa e solos intergráides com a classe dos Latossolos. O maior predomínio é de Cambissolos Háplicos e Latossolo Vermelho-Amarelo, alguns com a fertilidade do horizonte superficial melhorada pelo uso constante da adubação, constituindo solos epidistróficos, apesar de apresentar o caráter álico em profundidade, o que demonstra que este subsistema vem sendo muito mais utilizado com agricultura, do que os subsistemas descritos anteriormente. As principais unidades mapeadas que ocorrem nesse subsistema são mostradas na tabela 10. As informações detalhadas das classe de solos, atributos e propriedades de cada classe são mostradas nas tabelas 3 e 4 e descritas no capítulo 4.

Os dados constante na tabela 3, combinados com os dados da tabela 10, mostram no declive C que os solos com textura média/argilosa, ocupam 11,72ha correspondendo a 2,85% da unidade, os de textura média ocupam 16,28 ha correspondendo a 3,97 %, seguidos dos solos de textura argilosa/média que ocupam 4,47 ha equivalendo a 1,09%, e os de textura argilosa correspondem a 9,18 ha e 2,24% da unidade. Desses totais os Latossolos ocupam 9,18 ha equivalendo a 2,24%, os Cambissolos são os de maior expressão e ocorrência, participam com 27,91ha e 6,8% e a menor ocorrência fica com os solos Cambissolos Húmicos com 4,56 ha e 1,11% da unidade **S3.1**.

Enquanto no declive D os solos com textura argilosa correspondem a 35,23 ha e 8,61% da unidade, seguidos dos solos de textura média/argilosa com 33,89 ha e 8,27% da unidade, os solos de textura argilosa/média ocupam 9,32 ha e 2,27%, e os de textura média correspondem a 27,72 ha e 6,76 % da unidade. Sendo que os latossolos ficam com 23,39 ha e 5,72 %. Os latossolos húmicos ficam com 11,84 ha e 2,89%, os cambissolos mantêm o predomínio com 61,77 ha e 15,06%, os cambissolos húmicos correspondem a 9,16 ha e 2,24% da unidade **S3.2**.

A análise qualitativa deste subsistema está alicerçada no diagnóstico gerado e dados agroambientais coletados em cada área individualizada, dentro do próprio subsistema. Qualitativamente são áreas que apresentam restrições moderada a forte quanto ao seu uso, não possuem grandes limitações quanto à declividade, embora as condições de textura e fertilidade dos solos permaneçam, são áreas susceptíveis à erosão. Práticas conservacionistas visando a preservação do solo e da água, devem ser acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destas terras, quando submetidas ao processo produtivo intenso.

As características edafoambientais, o regime pluviométrico reinante e o uso intenso das terras, principalmente com olerícolas, faz da erosão hídrica e a possibilidade de contaminação dos cursos d'água os principais problemas da agricultura local. Em consequência das características apresentadas acima, aliadas às características inerentes da classe dos solos Cambissolos, na situação de relevo ondulado declive D, a suscetibilidade à erosão das terras fica na classe forte, uma vez que há maior risco de perda do horizonte A para os solos de textura média e média/argilosa, enquanto que para as unidades com textura argilosa/média o risco maior é com desabamentos nos cortes das estradas vicinais e a deterioração das suas condições de trafegabilidade. Os latossolos, embora com baixa suscetibilidade a erosão nas condições naturais, apresentam erosão hídrica quando utilizados com agricultura intensiva devido a declividade elevada. Para o uso destas áreas recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas, diversificadas em função da textura, do relevo e a posição onde ocorrem na paisagem, acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destes solos.

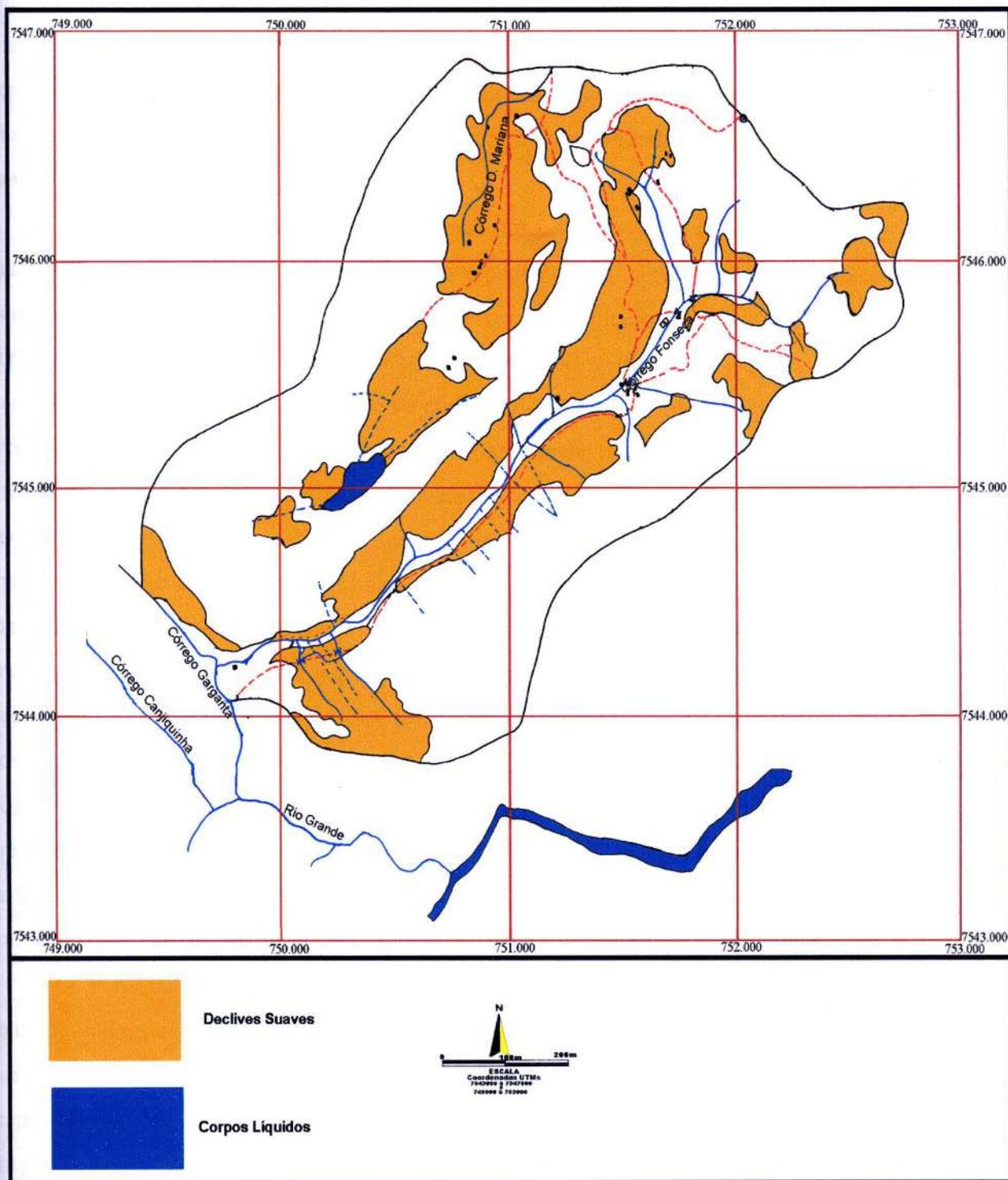
Na situação de declive C, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe moderada. As unidades mapeadas mostradas nas tabelas 3 e 10, constituídas em grande maioria de solos, com limitações de fertilidade e problemas de conservação. São terras com altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional. As possibilidades de mecanização situa-se no nível médio, isto é, com limitações moderadas ao uso de máquinas e implementos agrícolas. Na situação de declive D apresenta limitações mais fortes ao uso de mecanização e as práticas de conservação do solo ficam no nível alto.

Vale esclarecer que o fato de colocar a possibilidade de uso de máquinas agrícolas, serve apenas para mostrar o desempenho e rendimento das máquinas ante as limitações edafambientais da área, não significando, portanto, que seu uso seja recomendado para a microbacia, principalmente o uso de máquinas e implementos pesados, já que os solos são em maioria de textura média no horizonte superficial, o que provocaria a sua compactação contribuindo, ainda mais, para o processo erosivo.

O uso atual da terra é bastante diversificado nesse subsistema. Compreende a fruticultura com caqui, lima da pérsia, abacate, figo e atemóia; as olerícolas com tomate, abobrinha, pimentão vagem, etc; o reflorestamento com eucaliptos, cedro e cipreste; capineira; criação de ovelhas; presença de florestas e capoeira; pequenas ocorrências de capim e áreas de pousio. Nas áreas de relevo ondulado, com declives de 14 - 20%, predomina a produção de fruteiras de clima tropical (caqui, lima da pérsia, abacate). Nas áreas de relevo ondulado, com declives de 8 - 14%, predomina a produção de olerícolas e pequenos plantios de milho verde, feijão de corda, figo e atemóia.

Para o plantio de olerícolas usa-se alguma irrigação suplementar, mais para suprir a periodicidade no fornecimento de água, do que para suprir déficits na quantidade ocasionalmente fornecidas pelas chuvas. No vale suspenso, o uso é com criação de ovelhas, capineira, caqui, olerícolas e pasto.

As áreas de declive, entre 14 a 20%, apresentam limitações um pouco mais fortes de uso, em virtude do relevo e textura dos solos, como visto acima, impossibilitando a mecanização e requerendo a adoção de práticas conservacionistas durante sua exploração. Não são indicados para culturas que exponham ou revolvam muito a superfície do solo, sendo de uso prioritário com culturas perenes (fruteiras). Nas áreas de declive, entre 8 a 14%, com plantio de olerícolas irrigadas, principalmente com tomate, os maiores cuidados devem ser quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados, como os agrotóxicos, que podem contaminar as águas do córrego Fonseca. Para as outras culturas, os cuidados especiais são com a erosão, para não perder a riqueza em matéria orgânica dos solos com horizonte A Húmico e proeminente, onde se concentra boa parte das áreas cultivadas, nesse compartimento. A textura média do horizonte superficial, sua espessura e riqueza em matéria orgânica, os tornam bem mais friáveis aumentando-lhes as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados. A Figura 37 mostra a distribuição do subsistema declives suaves; a Tabela 10 mostra as características ambientais acima descritas e a Tabela 13, representa a matriz esquemática das características ambientais dos subsistemas.



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 37 - Mapa de distribuição do Subsistema Declives Suaves

5.4.4 - Subsistema Alvéolos Intermontanos (S4)

A delimitação espacial dessas unidades coincide com a presença de áreas situadas entre curvas de nível, com intervalos superiores a 1,25cm e inferiores a 3,33cm. Esse intervalo na base topográfica é coincidente com a classe de declividade **B**, o que corresponde a classe de relevo suave ondulado. Este critério nos fornece áreas, cuja declividade esteja entre 3 a 8%, conforme tabela 7.

Como o próprio nome indica, esta unidade geoambiental corresponde às partes suavizadas localizadas nas áreas baixas, são espaços que se apresentam relativamente planos, e constrictos entre as encostas colúviais, com terrenos entulhados por material deposicional, que foram carregados das partes mais elevadas ou recobertos pelo processo de sedimentação, ou depositados pela inundação da várzea do córrego Fonseca. Tais áreas deposicionais ocorrem em três glebas localizadas, em duas dessas, na parte mais rebaixada da microbacia, apresentam limites superiores ora com as áreas das encostas colúviais, ora com a área do depósito de tálus, enquanto o limite inferior está em contato direto com a planície do córrego Fonseca. Outra mancha, na parte mais elevada da área, constitui o próprio fundo de uma área entulhada por material deposicional, denominada aqui de vale suspenso. É a superfície mais plana entre as encostas, apresentando limites superiores ora com a área de declive abrupto, ora com áreas de declive suave. Essas áreas suavizadas, pouco elevadas, descontínuas, de relevo suave ondulado, constitui o subsistema alvéolos intermontanos. Essa forma de relevo integra a unidade geomorfológica sedimentos colúviais e flúviais, compondo a planície de inundação. O relevo é predominantemente suave ondulado, ocorrendo em duas situações altimétricas, uma entre as cotas de 950 a 980m, margeando a calha do córrego Fonseca, outra entre as cotas de 1150 a 1160 m, constricto entre as encostas.

O subsistema alvéolos intermontanos constitui-se das seguintes partes: rampas de colúvio, calha, terraços flúviais deposicionais e brejos ou várzeas (Figura. 34). São subsistemas que apresentam topografia relativamente plana e ligeiramente elevada, o bastante para não sofrer grandes inundações. Constituem planos fracamente inclinados e sua altitude original lhes garante um gradiente quase imperceptível, a partir de seu contato inicial com o subsistema declive suave, até a planície de inundação. Os alvéolos, por serem áreas de baixo gradiente, possibilitam a formação de terraços flúviais deposicionais, caracterizados como áreas de parada temporária dos clásticos. O fundo semiplano do vale é a essência do próprio alvéolo.

A formação geológica deste subsistema pertence à unidade depósitos aluvionares, compreendendo aluviões flúviais recentes e formações alúviais e colúviais mais antigas,

referidas ao Holoceno, proveniente de material carregado das encostas e depositado na calha do ribeirão. Em certos locais nota-se o aporte recente de material coluvial. Este subsistema apenas se assemelha ao de declives abrupto e suave, por estar contido em áreas cobertas pelo Cristalino. No entanto, as feições características do Cristalino não se apresentam nos componentes, já que o processo deposicional mascara estas tendências.

Por ser uma área deposicional bem caracterizada, ou seja entulhada de material oriundo dos subsistemas anteriormente comentados, praticamente plana e com presença de relativa quantidade de umidade, o que proporciona extraordinária facilidade de ocupação, são muito usadas com o plantio de olerícolas. Possuem solos como os Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos, seguidos de Cambissolos Háplicos e Cambissolos Húmicos, em menor proporção. Após a obra de retificação e limpeza da calha do córrego Fonseca, os Gleissolos e Neossolos tiveram sua drenagem e seu potencial melhorado para a prática agrícola. Em áreas próximas às calhas fluviais e onde o gradiente se aproxima de zero, ainda acumula maior umidade e aparecem áreas como os brejos ou várzeas, encontrados no interior dos alvéolos intermontanos. Estes componentes apresentam Gleissolos Háplicos e Neossolos Flúvicos, característico da planície de inundação.

No subsistema alvéolos, pelas condições topográficas que apresentam, a densidade de ocupação concentra 20% das edificações e residências dos produtores, os módulos são intensamente utilizados com cultivo de olerícolas. Ocupam 11,74 ha, correspondente a 2,85% da área total da microbacia. A Figura 38 mostra a distribuição espacial desse subsistema.

O que restou da cobertura vegetal nesse ambiente, varia de fragmentos de floresta tropical perenifólia e capoeirão, e vegetação com porte arbustivo nas áreas de pousio. Esse subsistema ocorre nas classe de declive B, pontilhando a área em pequenas manchas. Nesse declive a superfície é pouco inclinada, e o escoamento superficial é lento ou médio. Todos os tipos de máquinas agrícolas poderiam ser usados. A erodibilidade dos solos sob cultivo varia com o tipo de solo e as práticas de manejo adotadas.

O uso da terra neste subsistema ambiental é caracterizado, em sua maioria, por olerícolas (vagem, pimentão, abobrinha, tomate, couve etc.) as vezes com irrigação suplementar, feijão de corda, milho verde, pousio, cultura de caqui, horta doméstica, e fragmentos de floresta protegendo as calhas.

O subsistema alvéolos apresenta na classe dos Gleissolos, solos com fertilidade melhorada pelo uso. Na classe dos Cambissolos Húmicos solos com drenagem imperfeita, e na classe dos Neossolos Flúvicos, solos com textura errática ao longo do perfil. O maior predomínio é de Gleissolos Háplicos que ocorrem associados aos Neossolos Flúvicos, os Cambissolos

Háplicos ocorrem localizados em apenas uma mancha no vale suspenso, e os Cambissolos Húmicos em pequenas proporções. Alguns Gleissolos têm a fertilidade do horizonte superficial melhorada pelo uso constante da adubação, constituindo classe de solos distróficos epieutróficos. O mesmo ocorre com os Neossolos Flúvicos, apesar de apresentarem o caráter álico em profundidade, o que demonstra que este subsistema também vem sendo muito utilizado com agricultura. As principais unidades mapeadas, que ocorrem nesse subsistema, são mostradas na tabela 11. As informações detalhadas das classe de solos, atributos e propriedades de cada classe são mostradas na tabela 3 e descritas no capítulo quatro.

Os dados constantes na tabela 11, mostram no declive B que os solos Gleissolos Háplicos, textura argilosa, associados a Neossolos Flúvicos álicos, textura indiscriminada, ocupam 4,65ha, correspondendo a 1,13% da unidade; os Gleissolos Háplicos, textura argilosa/média, epieutróficos, ocupam 4,87 ha, correspondendo a 1,19 %. Juntos ocupam 9,52ha, correspondente a 2,32% da área. Os solos Cambissolos Háplicos ocupam 1,20ha, equivalendo a 0,29% e os Cambissolos Húmicos ocupam 1,02ha, equivalendo a 0,25%, sendo ambos de textura média; a menor ocorrência do subsistema S4, fica com os Cambissolos Húmicos. Esses resultados referem-se aos dados da tabela 3 combinados com os da tabela 11.

A análise qualitativa deste subsistema está alicerçada no diagnóstico gerado e dados agroambientais coletados em cada área individualizada, dentro do próprio subsistema. Qualitativamente são áreas que não apresentam restrições quanto ao seu uso, não possuem limitações quanto à declividade; as condições de fertilidade dos solos melhoram em algumas classes, em outras permanecem, são áreas com possibilidades de sofrer inundações. Práticas conservacionistas visando à preservação do solo e da água, devem ser acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destas terras, quando submetidas ao processo produtivo intenso.

Em conseqüência das características apresentadas acima, a suscetibilidade à erosão das terras fica na classe ligeira, uma vez que há maior risco de perda do horizonte A para os solos de textura média, enquanto que para as unidades com textura argilosa, o risco maior é com a drenagem. Para o uso destas áreas recomenda-se a adoção de práticas conservacionistas simples em função da textura, do relevo e a posição onde ocorrem na paisagem, acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destes solos e controle da umidade. São terras com moderadas exigências de fertilizantes e baixa necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional (Figura 31).

Como visto anteriormente, no plantio de olerícolas usa-se alguma irrigação suplementar. Nessas áreas de olerícolas irrigadas, principalmente com tomate, os maiores cuidados devem ser

Tabela 11 - Algumas características ambientais do subsistema Alvéolos Intermontanos

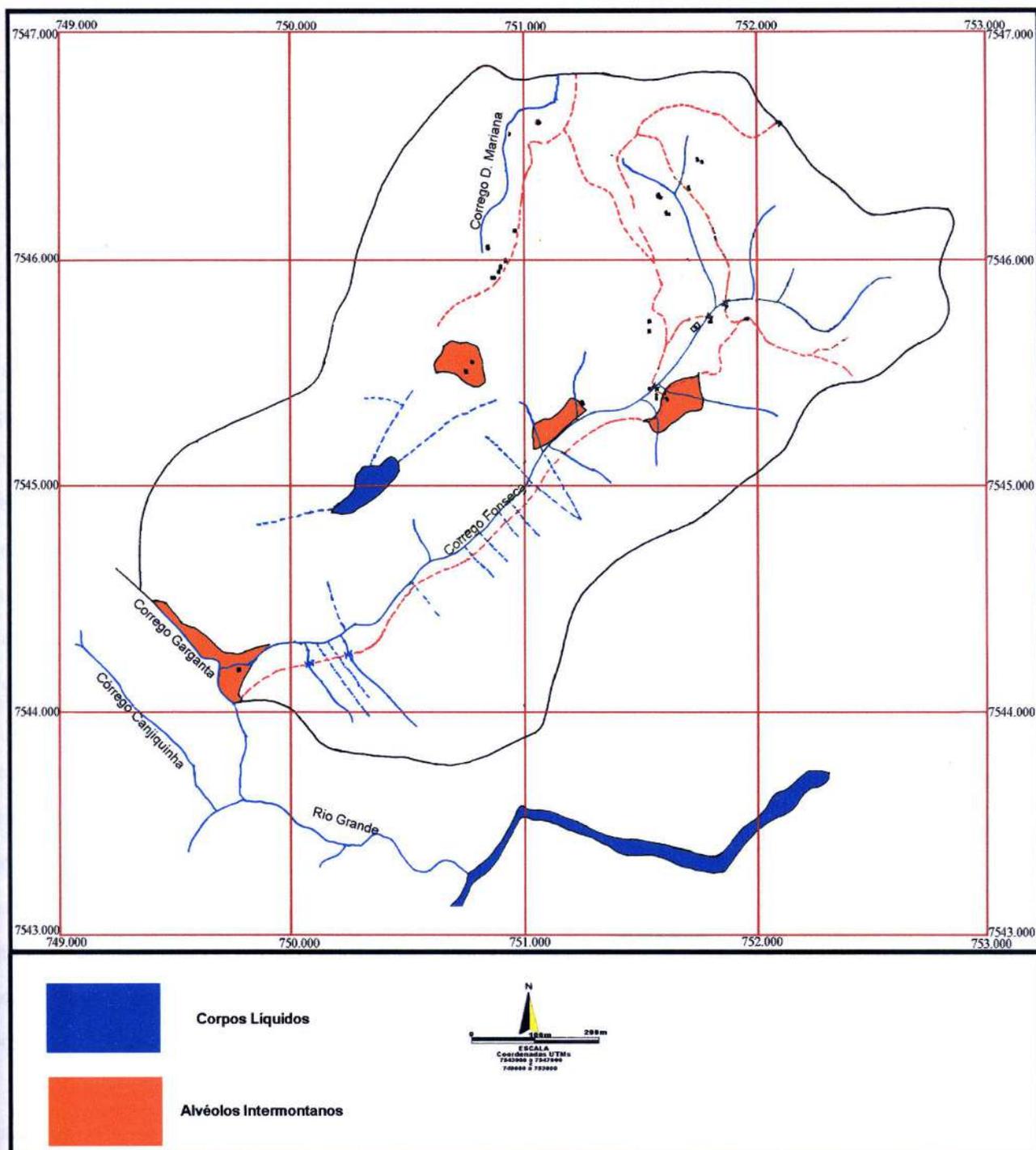
SUBSISTEMA S4	PARTES COMPONENTES	DECLIVE E RELEVO	ÁREA (HA) E %	CLASSES DE SOLOS	ÁREA HA POR CLASSE DE SOLO	% POR CLASSE DE SOLO	USO E COBERTURA	VOCAÇÕES
Alvéolos Intermontanos AI -	Rampas de colúvio, Calha terraços fluviais deposicionais brejos ou várzeas	B - 3 - 8% Relevo suave ondulado Altitudes 990 a 1000m e 1000m	11,74 2,85%	7(Cxd1), 14 (CHd1), 18 (GXbd1), 19 (GXbd2)	7 (1,20), 14(1,02), 18 (4,65), 19 (4,87)	7 (0,29), 14 (0,25), 18 (1,13), 19 (1,19)	Fruticultura (pêra e caqui), pousio olerícolas, capineira capoeira, milho verde e feijão de corda	Fruticultura, Olerícolas e culturas adaptadas
Total da classes B					11,74	2,85		

(Org. B. Calderano Filho 2003).

Tabela 12 - Algumas características ambientais do subsistema Baixo Vale Entulhado

SUBSISTEMA S4	PARTES COMPONENTES	DECLIVE E RELEVO	ÁREA (HA) E %	CLASSES DE SOLOS	ÁREA HA POR CLASSE DE SOLO	% POR CLASSE DE SOLO	USO E COBERTURA	VOCAÇÕES
Baixo Vale Entulhado - BV	Planície de inundação com calha fluvial, terraços fluviais deposicionais e brejos	A - 0 - 3% Relevo plano Altitude 950 a 990m	25,72 6,25%	16 (GMd1); 17 (GMd2) 18 (GXbd1);	16 (4,93) 17(10,18) 18 (10,61);	16 (1,20) 17 (2,48) 18 (2,59)	Fruticultura, pousio, olerícolas, cultivo de louro, capoeira, milho verde, feijão de corda	Olerícolas e culturas adaptadas
Total da classes B					25,72	6,25		

(Org. B. Calderano Filho 2003).



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 38 - Mapa de distribuição do Subsistema Alvéolos Intermontanos.

quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados, como os agrotóxicos, que podem contaminar as águas do córrego Fonseca, além da possibilidade de salinização.

A textura errática dos Neossolos, a predominância de solos com textura média, a espessura e a riqueza em matéria orgânica, os tornam bem mais friáveis, aliado a presença de lençol freático mais próximo à superfície, aumenta-lhes as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados.

5.4.5 - Subsistema Baixo Vale Entulhado (S5)

A limitação dessa unidade ambiental foi feita com base nas informações cartográficas contidas na BDE. Por ser uma área de processo deposicional marcante, apresenta uma topografia quase plana e homogênea. Compreende toda uma feição geomórfica, quase sempre abaixo da curva de nível de 1000 m. Por esta razão, ao critério da declividade associou-se o da altitude e feição geomórfica para demarcação desta unidade espacial. A delimitação espacial dessa unidade coincide, em grande parte, com a presença de áreas situadas entre curvas de nível, com intervalos superiores a 3,33cm. Esse intervalo na base topográfica é coincidente com a classe de declividade A, o que corresponde à classe de relevo plano, cujas áreas situam-se entre 0 a 3% de declividade, conforme Tabela 7.

Esta unidade geoambiental corresponde às partes baixas, são espaços que se apresentam relativamente planos e constrictos entre as encostas colúvias, com terrenos entulhados por material deposicional, que foram carregados das partes mais elevadas ou recobertos pelo processo de sedimentação, durante as inundações periódicas da várzea do córrego Fonseca, constituindo o baixo vale entulhado. Tais áreas deposicionais, integram a unidade geomorfológica planície de inundação ou várzea do córrego Fonseca; apresentam limites superiores, ora com a área de declive suave, ora com áreas de declive abrupto, enquanto seus limites inferiores são com a própria unidade.

A caracterização desse subsistema também está alicerçada nos mapas produzidos com o diagnóstico ambiental. Este subsistema é constituído por rampas de colúviação e planície de inundação. Na planície de inundação estão presentes a calha fluvial, os terraços fluviais deposicionais, e áreas embrejadas (Figura 34).

De forma genérica, o baixo vale entulhado abrange os baixos cursos com a planície de inundação do córrego Fonseca que é o maior eixo de drenagem da área. São as áreas de menores cotas altimétricas. O fundo plano do vale ocupa a maior parte areal do subsistema e, por conseguinte, é a essência do baixo vale entulhado. É área que apresenta ligeira inclinação, desde

a cabeceira até a desembocadura do córrego Fonseca, em direção às microbacias dos córregos Garganta e Canjiquinha, tributários da bacia do rio Grande. O terreno, basicamente, é constituído de antigos depósitos fluviais, que entulharam o baixo vale dos canais, por força de sua topografia plana e propensão à presença de áreas permanentemente inundadas; era comum no passado, a transformação de pequenos espaços em brejos.

Nestas áreas, predomina a unidade geológica depósitos aluvionares compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao Holoceno, proveniente de material carregado das encostas e depositados na planície do ribeirão, constituídos em maioria de sedimentos areno-argilosos. Em certos locais, nota-se o aporte recente de material coluvial. São áreas valorizadas por serem relativamente planas e possuem solos com fertilidade melhor em relação aos outros subsistemas descritos, com presença de relativa quantidade de umidade, o que proporciona extraordinária facilidade de ocupação agrícola, principalmente com olerícolas. Em áreas próximas às calhas fluviais e onde o gradiente se aproxima de zero, era comum no passado áreas temporariamente inundadas, caracterizando os brejos, encontrados no interior do baixo vale. Com a obra de retificação do córrego Fonseca e rebaixamento de seu leito, atualmente são áreas não mais submetidas às inundações periódicas, e as antigas áreas de brejo que apresentavam sérias restrições, quanto ao uso, foram incorporadas ao processo produtivo, sendo usadas com o plantio de olerícolas.

As áreas do baixo vale entulhado, por força de sua topografia, permitem, igualmente aos alvéolos intermontanos, a presença de ocupação. Concentram-se aí 20% das edificações e residências dos produtores, os módulos são subdivididos entre os membros da família e intensamente utilizados com cultivos de olerícolas. Corresponde a 25,72 ha, ocupando 6,25% da área total da microbacia. A presença de áreas de pousio e vegetação arbustiva, principalmente de capoeira em regeneração, mostra o uso significativo das áreas do subsistema baixo vale entulhado (Tabela 12). A Figura 39 mostra a distribuição espacial desse subsistema.

Esse subsistema ocorre na classe de declive A, margeando toda a calha do córrego Fonseca. A superfície é plana e o escoamento superficial é lento ou muito lento, não oferecendo nenhuma dificuldade para o uso de implementos agrícolas; não há significativa erosão por água.

O uso da terra neste subsistema ambiental é caracterizado, em sua maioria, por olerícolas pimentão, vagem, abobrinha, inhame, mandioca, tomate, às vezes com irrigação suplementar, feijão de corda, milho, pomar de pêra, caqui consorciado com milho, pousio e vegetação arbustiva.

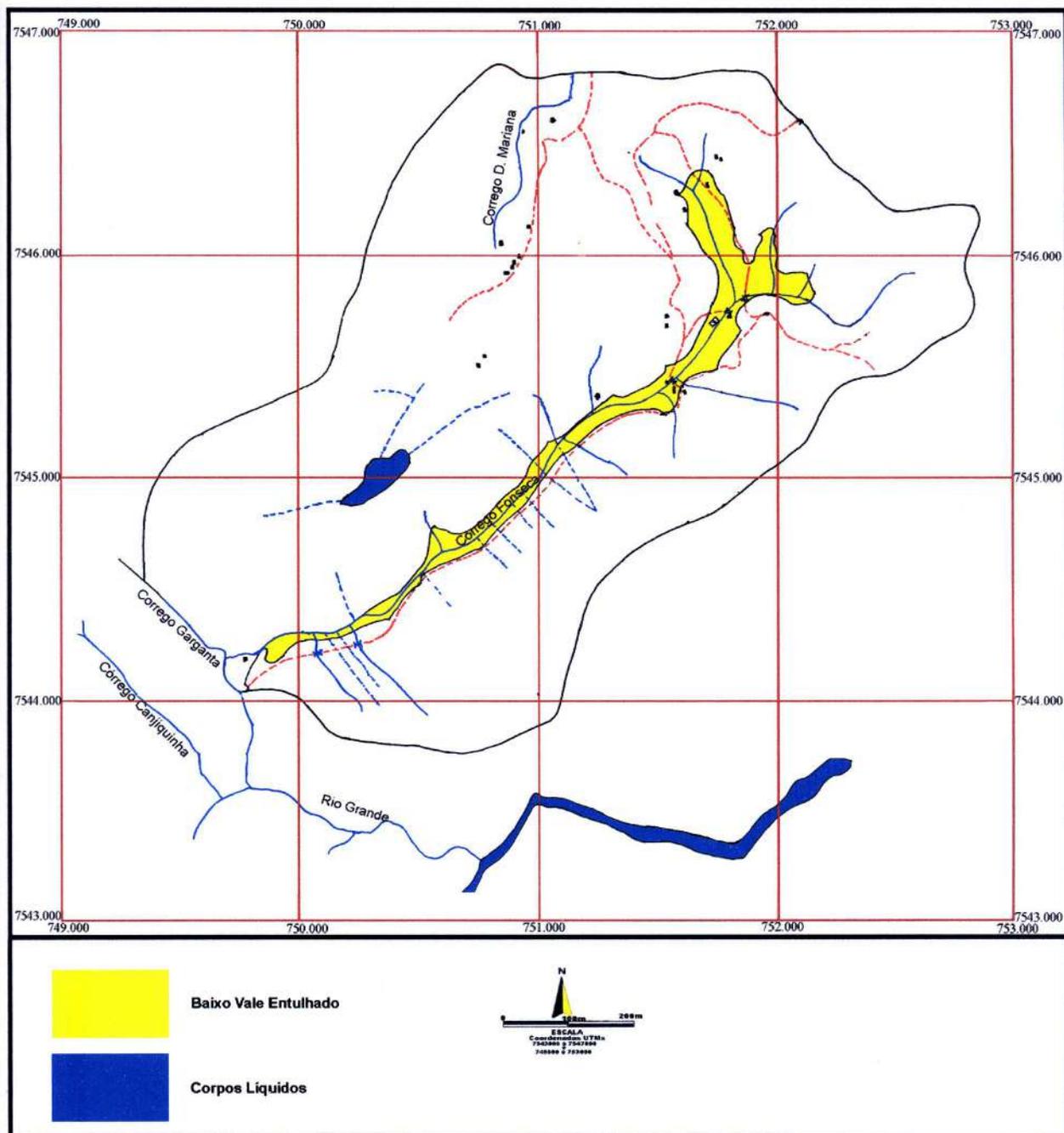
O subsistema baixo vale entulhado por ser uma área deposicional bem caracterizada, ou seja entulhada de material oriundo dos subsistemas anteriormente comentados, apresenta

predominantemente solos dos tipos Gleissolos Melânicos e Gleissolos Háplicos, associados com Neossolos Flúvicos, e pequenas inclusões de Cambissolos de várzea, típicos da planície de inundação. Na classe dos Neossolos Flúvicos ocorrem solos com textura errática ao longo do perfil e na classe dos Gleissolos ocorrem solos com fertilidade melhorada pelo uso. O maior predomínio é de Gleissolos Melânicos, seguidos de Gleissolos Háplicos que ocorrem associados a Neossolos Flúvicos. Alguns Gleissolos têm a fertilidade do horizonte superficial melhorada pelo uso constante da adubação, constituindo classe de solos distróficos epieutróficos, o mesmo ocorrendo com os Neossolos Flúvicos apesar de apresentarem o caráter álico em profundidade, o que demonstra que este subsistema, vem sendo muito utilizado com agricultura. As principais unidades mapeadas, que ocorrem nesse subsistema, são mostradas nas tabelas 3 e 12. As informações detalhadas das classe de solos, atributos e propriedades de cada classe são mostradas na tabela 3 e descritas em maior detalhe no capítulo quatro.

Os dados constante na tabela 12, combinados com os dados da tabela 4, legenda expandida, mostram no declive A que os solos Gleissolos Melânicos, unidades GMa1 e GMa2, ocupam 15,11ha, correspondendo a 3,68%. Desse total 60% corresponde ao Gleissolo Melânico e 40% ao Gleissolo Háptico. Enquanto o Gleissolo Háptico associado a Neossolos Flúvicos, textura indiscriminada, unidade (GXa1), ocupam 10,61ha correspondendo a 2,59%, desse total 70% corresponde ao Gleissolo Háptico e 30% aos Neossolos Flúvicos. Isso dá aos Gleissolos Háplicos maior expressão e ocorrência no subsistema **S5**, a menor ocorrência fica com os solos Neossolos Flúvicos. Esses resultados referem-se aos dados da tabela 12 combinados com os da tabela 4.

A análise qualitativa deste subsistema está alicerçada no diagnóstico gerado e dados agroambientais coletados em cada área individualizada, dentro do próprio subsistema. Qualitativamente, são áreas que não apresentam atualmente restrições quanto ao seu uso, não possuem limitações quanto à declividade, as condições de fertilidade dos solos são melhores em relação aos subsistemas descritos anteriormente, são áreas com possibilidades de sofrer inundações. Práticas conservacionistas visando a preservação do solo e da água, devem ser acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destas terras, quando submetidas ao processo produtivo intenso.

Em conseqüência das características apresentadas acima, a suscetibilidade das terras à erosão fica na classe nula, uma vez que não há risco de perda do horizonte A para os solos de textura média, enquanto que para as unidades com textura argilosa, o risco maior é com a drenagem. Para o uso destas áreas recomenda-se cuidados com a prática de irrigação para não salinizar os solos, adoção de práticas conservacionistas simples em função da textura, do relevo e



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 39 - Mapa de distribuição do Subsistema Baixo Vale Entulhado.

Tabela 13 - Matriz Diagnóstica das características ambientais dos subsistemas

SUBSISTEMAS	ÁREA (HA)	RELEVO E DECLIVE	SOLOS	LITOLOGIA	GEOMORFOLOGIA	DRENAGEM	USO E COBERTURA
Topos Aplainados - TA	7,74	Ondulado C - 8 a 14% D - 14 a 20% Altitudes 1120 a 1180m e 1450 m	Latossolo Vermelho Amarelo Cambissolo Háptico e Cambissolo Húmico.	leucogranito, granodiorito e biotita granito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplítos e pegmatitos; pequena porção de biotita gnaisse bandeado sempre constituídas por quartzo, microlina, plagioclásias e máficos como constituintes essenciais e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais frequentes.	Encostas do cristalino, constituídas por material de decomposição "in situ" com sequência de encostas e colinas circundadas por exposição rochosa caracterizam essa unidade local	Canais efêmeros com padrão dendrítico, subparalelo e paralelo acompanhando as variações do relevo local	Floresta, Reflorestamento com eucaliptos e pouca pastagem natural
			Afloramento de Rocha associado a Neossolo Litólico e inclusão de cambissolos Hápticos	leucogranito, granodiorito e biotita granito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplítos e pegmatitos; sempre constituídas por quartzo, microlina, plagioclásias e máficos de constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais frequentes.	Domínio das escarpas e blocos falhados, com Segmentos da serra do Mar, localmente conhecidos como serra dos Órgãos. Afloramentos de rocha pré-cambrianas caracterizando localmente os blocos rochosos e salientes.	Canais efêmeros com padrão dendrítico, subparalelo e paralelo acompanhando as variações do relevo local	Vegetação de Liqueus, Musgos e Bromélias, recoberto as encostas rochosas. Floresta rala e reflorestamento de eucaliptos.
Declives Abruptos - DA	53,43	Montanhoso e Escarpado F - > 45% Altitudes 1050 a 1150m 1020 a 1400 m	Cambissolo Háptico, Cambissolo Húmico; Latossolo Vermelho Amarelo; Latossolo Húmico; Afloramento de Rochas e inclusão de Neossolo Litólico. Solos álicos e distróficos com textura média, argilosa e média/argilosa.	leucogranito, granodiorito e biotita granito, cortados, ocasionalmente, por veios de aplogranitos, aplítos e pegmatitos; pequena porção a NE biotita gnaisse bandeado sempre constituídas por quartzo, microlina, plagioclásias e máficos como constituintes essenciais, e titanita, magneto-ilmenita e apatita, como acessórios mais frequentes.	Escarpas e blocos falhados, com segmentos da serra do Mar, (serra dos Órgãos.) Localmente essa unidade é caracterizada por Encostas do Cristalino, constituídas por material de decomposição "in situ" circundadas por exposição rochosa. Inclui-se depósitos de talus ocupando as áreas de sopé.	Canais efêmeros e perenes com padrão dendrítico, subparalelo e paralelo acompanham do as variações do relevo local	Reflorestamento com pinus, eucaliptos e cedro, cultivo de louro, fruticultura (lima, abacate e caqui), floresta natural, pastagem, pouso pouca olerícolas e consorcio caqui/milho
			Cambissolo Háptico, Húmico Latossolo Vermelho Amarelo Vermelho Húmico. Solos álicos e distróficos com textura média média/argilosa e argilosa.	Depósitos coluvionares de fases diversas, em mistura com produtos de alterações das rochas do Batólito Serra dos Órgãos, unidade Rio Negro e material pré-édaftizado.	Canais efêmeros e perenes com padrão dendrítico, subparalelo e paralelo acompanham do as variações do relevo local	Reflorestamento com pinus e eucaliptos, Fruticultura (lima, abacate e caqui) floresta natural, Olerícolas e feijão Pastagem, pouso, capineira, ovelha, caqui/milho verde	
Declives Suaves - DS	101,56	Ondulado D - 14 a 20% Altitude 1000 a 1150 m	Cambissolo Háptico, Húmico Latossolo Vermelho Amarelo Vermelho Húmico. Solos álicos e distróficos com textura média média/argilosa e argilosa.	Depósitos coluvionares de fases diversas, em mistura com produtos de alterações das rochas do batólito Serra dos Órgãos, unidade Rio Negro e material pré-édaftizado.	Encostas coluviais constituídas de material trasportado, inclusão de depósitos de talus ocupando as áreas de sopé.	Idem anterior	Reflorestamento de cedro, cipreste e eucalipto, Pomar de caqui, lima abacate, Pastagem e Capim brachiaria, Olerícolas e feijão Floresta natural
			Cambissolo Háptico, Húmico Latossolo Vermelho Amarelo e inclusão de afloramento de rocha. Solos álicos e distróficos com textura média média/argilosa e argilosa.	Depósitos coluvionares de fases diversas, em mistura com produtos de alterações das rochas do batólito serra dos órgãos, unidade rio negro e material pré-édaftizado.	Idem anterior	Reflorestamento de cedro, cipreste e eucalipto, Pomar de caqui, lima abacate, Pastagem e Capim brachiaria, Olerícolas e feijão Floresta natural	
Alveólos Intermontanos - AI	11,74	Suave ondulado B - 3 a 8% Altitudes 990 a 1000 m e 1100m	Cambissolo Húmico Gleissolo Háptico e Neossolo fluvico, Solos álicos e distróficos	Sedimentos argilo arenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao Holoceno	Áreas entulhadas com rampas de colúvio e poucos terraços. Vale suspenso de falha contido entre os blocos e paredes desnudos do batólito serra dos órgãos e encostas coluviais.	Idem anterior	Fruticultura (pera e caqui) Olerícolas, feijão, capineira, milho verde e capoeira

(Org. B. Calderano Filho 2003).

Baixo Vale Entulhado - BVE	25,72	Plano A - 0 a 3% Altitude 950 a 990 m,	Gleissolo Metânico Neossolos Flúvicos, Solos állicos, distrofic e epieutrófic s.	Sedimentos argilo-arenosos, compreendendo aluviões fluviais recentes e formações aluviais e coluviais mais antigas referidas ao Holoceno	Planície de inundação com várzea do córrego Fonseca	Maior eixo de drenagem é o córrego Fonseca, que corre mais próximo da vertente de maior altura.	Olerícolas, (caqui e pêta) capoeira feijão, fruticultura
Lago	0,75	1170 a 1190m	Sedimentos Silto - Areno - argilosos	Sedimentos Silto - Areno -argilosos	Leito do lago	Lago perene alimentad do por canal afluentes, com canal emissário que evita o seu transbordamento.	Floresta natural.

(Org. B. Calderano Filho 2003).

a posição onde ocorrem na paisagem, acompanhadas por cuidados na restituição e manutenção da fertilidade destes solos e controle da umidade.

São terras com moderadas exigências de fertilizantes e baixa necessidade de calagem para manutenção e correção de seu estado nutricional.

As práticas de conservação do solo estão no nível mais alto, sendo a drenagem o principal fator limitante. Os Gleissolos Melânicos são solos de difícil drenagem, devido aos pequenos desníveis em relação aos drenos naturais. Apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos agrícolas, em decorrência do lençol freático quase sempre na superfície, durante longo período do ano. Devido à falta de desnível, torna-se mais difícil a drenagem destes solos que a dos gleissolos Háplicos, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água. Como visto anteriormente, no plantio de olerícolas usa-se alguma irrigação suplementar, mais para suprir a periodicidade no fornecimento de água do que para suprir déficits nas quantidades fornecidas pelas chuvas. Nas áreas com plantio de olerícolas irrigadas, principalmente com tomate, os maiores cuidados deve ser quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados, como os agrotóxicos, que podem contaminar as águas do córrego Fonseca, além da possibilidade de salinização dos solos.

A textura errática dos Neossolos, a predominância de solos com textura média, a espessura e a riqueza em matéria orgânica os tornam bem mais friáveis, aliado à presença de lençol freático mais próximo à superfície, aumenta-lhes as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados.

Os Gleissolos são solos inadequados para a construção de aterros sanitários, construções civis e como local para recebimento de efluentes, pela inexpressiva zona de aeração e a facilidade de contaminação dos aquíferos.

5.4.6 - Subsistema Lago Interiorizado (S6)

O subsistema lago interior foi enfatizado, em decorrência da presença do lago existente no vale suspenso. Na verdade, este subsistema espacial deve ser visto, no modelo genérico, com certa reserva, pois é representativo apenas, de uma área específica, por sua importância ecológica, como alimentador de águas da microbacia subjacente e econômico-social, foi incluído, em separado, como subsistema espacial. O subsistema lago interiorizado constitui um importante subsistema ambiental. Ele age, na realidade, como controlador dos fluxos de água e de sedimentos que nele aportam. Este subsistema se compõe de margens, bordas atuais e fundo do lago. Este lago é um dos locais de aporte de água e sedimentos, que circulam na microbacia.

Na periferia são encontrados solos cambissolos e latossolos, que se encontram recobertos por floresta. Este subsistema age também como fornecedor de água para as áreas circunvizinhas, cujas águas têm boa conservação ecológica.

Esse lago exerce grande influência local no fluxo de água circulante na microbacia, age como armazenador e, por conseguinte, um regulador da água disponível no período de baixa precipitação. Tal fato tem levado os proprietários, diretamente dependentes de suas águas, a moverem ações judiciais, pelo direito de uso permanente de suas águas.

5.5 - Análise do Sistema Microbacia em Nível Encadeante e Processo-Resposta

O tratamento empregado, neste item, consiste na apresentação dos fluxos de água superficial e de sedimentos, que permeando os subsistemas componentes da área de estudo, a integram como um sistema ambiental. São mostrados primeiramente, a descrição desses fluxos documentados através de diagramas canônicos, apresentando os fluxos de água e sedimentos pelos subsistemas e suas partes componentes, e conjuntamente a exemplificação de situações reais, correspondentes ao diagrama apresentado, no qual estão associados os níveis morfológicos, relatados no item anterior e o encadeante. As informações aqui apresentadas são baseadas essencialmente nos trabalhos de campo e inferidas das obras de Argento (1979 e 1987).

O entendimento e apreensão da dinâmica inerente ao ambiente Cristalino pode conduzir a uma orientação para estudos posteriores. A dinâmica da circulação de águas superficiais tem na precipitação (p), o seu principal *input*, enquanto a evaporação, o escoamento superficial nas calhas dos rios e a irrigação, são os principais *outputs*. A chuva pode atingir todos os subsistemas que compõem o Cristalino, ou apenas, parte deles. A compreensão integrada desta dinâmica é fundamental para o entendimento do fluxo de sedimentos e por conseguinte, o respectivo aporte à planície fluvial do córrego Fonseca.

É importante lembrar o fato da microbacia constituir-se em área pequena e bastante homogênea em alguns aspectos, como é o caso da rede de canais detalhado no capítulo quatro. Com exceção do rio Fonseca, maior eixo de drenagem, os outros canais (efêmeros e perenes) com padrão dentrítico e subparalelo acompam as variações do relevo local, em maioria tem segmentos curtos, e atravessam quase todos os subsistemas simultâneamente, no sentido semi-vertical, do divisor para a planície. Portanto, para constituírem exemplos da realidade ambiental, numerou-se a rede de canais, embora essa numeração não obedeça à hierarquia da rede de drenagem.

Fluxo de Sedimentos

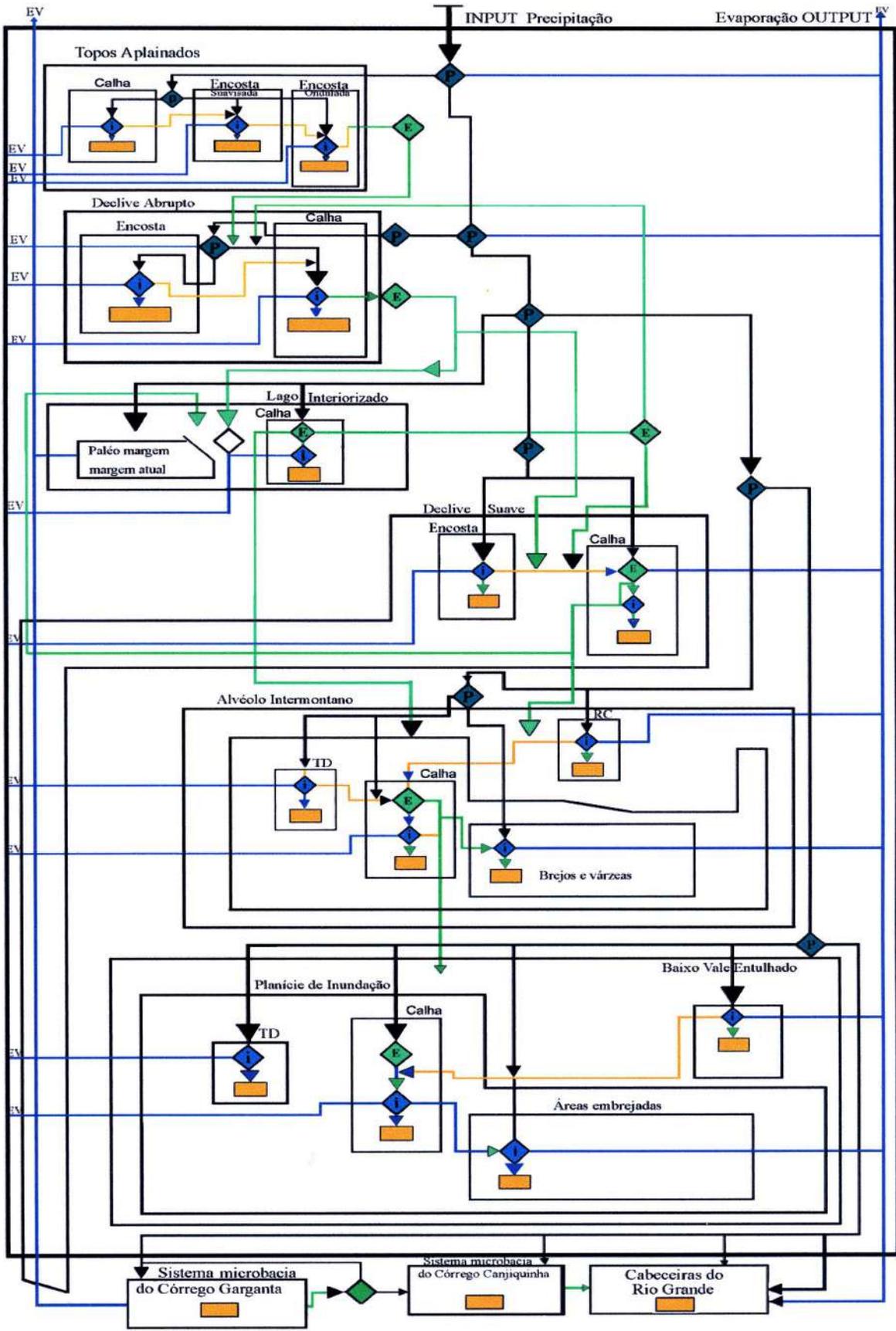
A compreensão do fluxo de sedimentos (Fig. 41) está alicerçada na análise do fluxo de águas superficiais, pois a água é o principal agente transportador desses sedimentos. Para o perfeito entendimento da análise do fluxo de sedimentos, que permeia os subsistemas componentes da microbacia, é necessário desencadear o processo a partir das encostas localizadas no subsistema topos aplainados e declives abruptos. Estas componentes espaciais são as áreas geradoras de clásticos. Estes clásticos, cuja constituição pedológica consta de descrição anterior no estudo em nível morfológico, são materiais depositados nas próprias encostas, ou materiais que se locomovem por gravidade, atingindo as áreas do subsistema declives suaves ou as calhas fluviais, onde iniciam um processo de transporte, tendo como agente a água. Parte deste material que alcança as calhas existentes no declive abrupto se deposita, forrando o fundo da calha e parte escoia com as águas atingindo os outros subsistemas. As calhas localizadas em áreas desse subsistema, além dos sedimentos que já vem sendo transportados de montante, recebem, ainda, um contingente de material, proveniente do vale suspenso, ou, em alguns casos, do Lago interiorizado. Este lago, serve de armazenador de sedimentos, que se depositam em seu fundo e age como elemento regulador e selecionador do material não depositado que vão aportar nos subsistemas alvéolos intermontanos e declives abruptos.

As calhas localizadas no fundo do vale e nos alvéolos intermontanos recebem fluxos de sedimentos, oriundos das áreas situadas a montante do rio, assim como material originário das áreas de colúvio. A primeira distribuição significativa de sedimentos, que ocorre no Sistema microbacia, processa-se nas áreas dos alvéolos intermontanos (Fig. 41) através dos reguladores (TF), terraços fluviais e (D), depósitos existentes na calha. Eles explicitam uma situação de deposição de sedimentos nos terraços fluviais e nas áreas embrejadas. Estes brejos, em época de cheias, sofrerão o aporte de grande quantidade de material, sendo que parte dele retorna ao leito fluvial, quando as águas do rio baixam de volume e outra parte fica depositada no local.

No Baixo Vale Entulhado, o fluxo de sedimentos processa-se da mesma forma e a calha se apresenta com material representativo de todas as áreas a montante. O fluxo de sedimentos é carreado pelas águas superficiais e atinge a planície de inundação.

5.5.1 Análise dos Fluxos no Sistema Topos Aplainados S1

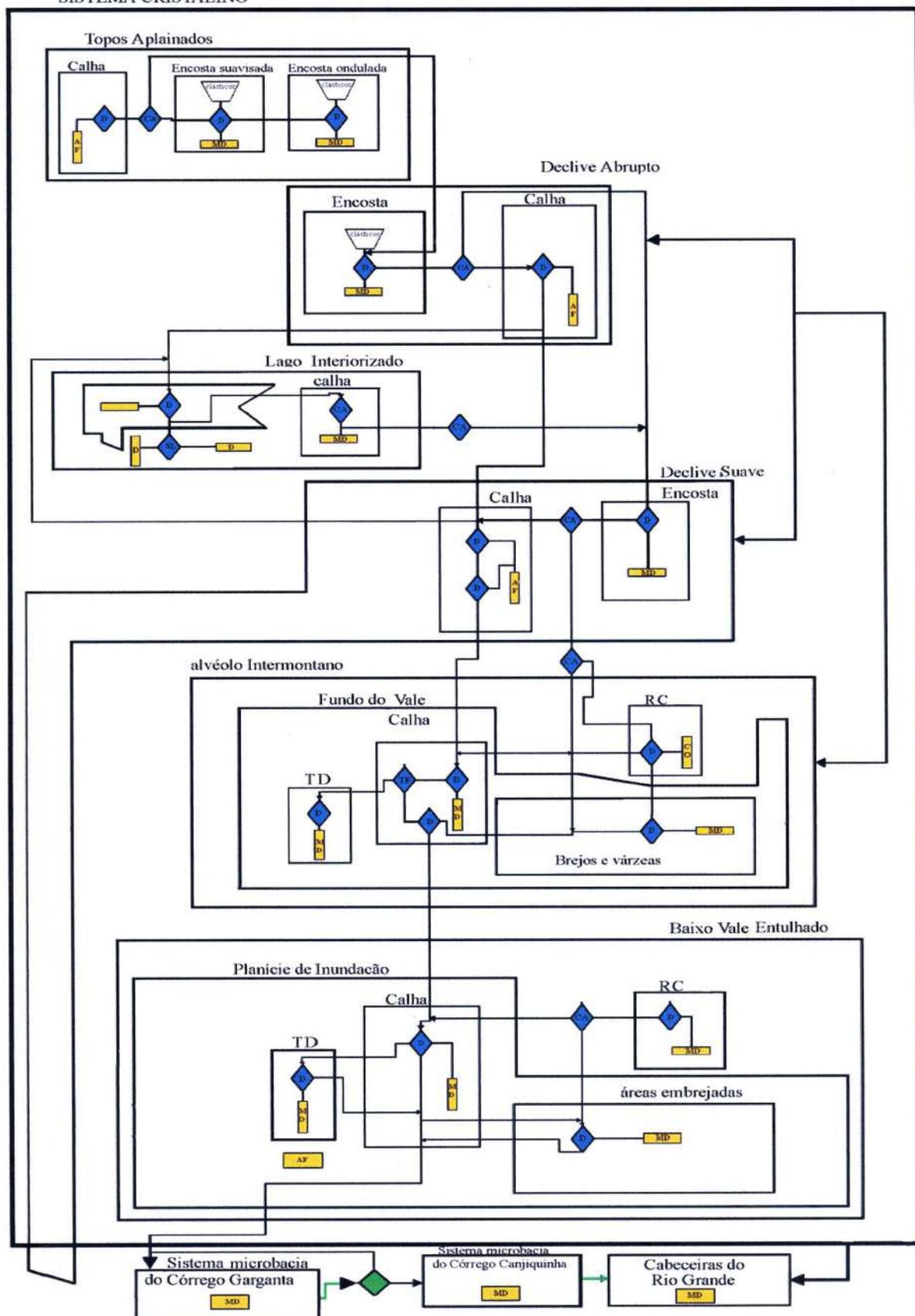
Caso a precipitação atinja todo o sistema microbacia, o desencadeamento do processo se inicia no subsistema topos aplainados. A topografia desta área, descrita quando do estudo do



(Org. B. Calderano Filho 2003)

Figura 40 - Diagrama Canônico do Fluxo de Água

SISTEMA CRISTALINO



(Org. B. Calderano Filho 2003)

Figura 41 - Diagrama Canônico do Fluxo de Sedimentos

nível morfológico, obriga o fluxo a um escoamento em grande parte difuso (não canalizado), e parte concentrado nas calhas de canais efêmeros, fluxo este que se apresenta com pequena extensão.

Parte da água que não fica no sistema, desloca-se indo alimentar as microbacias vizinhas, e outra parte escoo pelas componentes encosta e calha desse subsistema, distribuindo-se, como se segue: parte se infiltra e é armazenada no lençol subterrâneo (LS); parte evapora (EV); parte escoo pelas calhas fluviais e parte penetra no subsistema declive abrupto.

O fluxo d'água, acima descrito, é observado no diagrama representativo dos fluxos de água superficial e de sedimentos das Figuras 40 e 41.

Esquemáticamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo d'água mostrado no diagrama da figura 42, as seguintes situações:

Entrada - por precipitação direta, pelo escoamento das águas encosta abaixo, por canais efêmeros.

Processamento - escoamento em grande parte difuso e parte concentrado nas calhas de canais efêmeros, geralmente com poder de infiltração e evaporação variável, em função da topografia.

Saídas - por evaporação e infiltração, por escoamento superficial para as áreas de declives abruptos.

O fluxo de sedimentos, de forma geral, repete o fluxo de águas superficiais. Esquemáticamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo de sedimentos mostrado no diagrama da figura 41, as seguintes situações:

Entrada - pela decomposição do manto, com formação dos clásticos, nas áreas desmatadas pela ação antrópica e sedimentos originados por movimento de massa.

Processamento - aprofundamento dos canais por força de gravidade.

Saída - sedimentos com granulometria variável, grosseiros com presença de matações e elevados teores de matéria orgânica. Baixa porção de argila e silte, em época de seca e maior concentração de areia grossa e presença de silte, argila e matéria orgânica, em épocas de cheias.

5.5.2- Análise dos Fluxos no Subsistema Declives Abruptos S2.1 e S2.2

Nos subsistemas declive abrupto, em sua porção (S2.1), as águas chegam por precipitação direta, enquanto em sua porção (S2.2), além da precipitação direta, as águas chegam pela contribuição oriunda do subsistema topos aplainados. Estas águas escoam ou pelas partes componentes, laje rochosa (encosta rochosa) e caneluras, ou pela encosta e calha e se distribuem

nessas duas unidades, como se segue: nos declive abrupto escarpado (S2.1) grande parte escoam pelas partes laje rochosa (encosta rochosa) e caneluras, parte evapora (EV); e finalmente parte penetra no subsistema declive abrupto (S2.2), ou diretamente no subsistema declive suave, através de um escoamento difuso, em maioria e parte concentrado nas caneluras. Nos declive abrupto propriamente dito (S2.2) parte da água se infiltra e é armazenada no lençol subterrâneo (LS); parte evapora (EV); parte escoam pelas calhas fluviais e finalmente parte penetra no subsistema declive suave, através de um escoamento concentrado em canais efêmeros e perenes. Esta distribuição dos fluxos está indicada no diagrama, pelos reguladores I (infiltração) e CA (escorre pela calha). As calhas no declive abrupto recebem, por conseguinte, águas que escoam pelas encostas e as da precipitação.

Exemplos de situações reais, correspondentes ao exposto acima, mostram a integração entre os níveis morfológico e encadeante, aqui representados pelo fluxo de águas superficiais e servem de base, para a análise em nível de processo-resposta. O fluxo d'água superficial, descrito no subsistema declive abrupto, apresenta como principais aspectos de situações reais os canais (2, 3, 4, 5, 7, 10, 11, 14, 15, 16, 17, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30 e 32. Figura 14). Esquemáticamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo d'água mostrado no diagrama da figura 43, as seguintes situações:

Entrada - por precipitação direta, por nascentes (lençol subterrâneo, não considerado no fluxograma), pelo escoamento das águas encostas abaixo, por canais secundários e ravinações.

Processamento - No caso um (S2.1), escoamento difuso pelas encostas rochosas e caneluras, baixo poder de evaporação e infiltração inexistente. No caso dois (S2.2), escoamento concentrado na calha, geralmente de canais efêmeros e perenes, baixo poder de infiltração e evaporação.

Saídas - por evaporação e infiltração, por escoamento superficial para as áreas de declive mais suave.

O fluxo de sedimentos, de forma geral, repete o fluxo de águas superficiais para o declive abrupto (S2.2), enquanto no declive abrupto (S2.1) esse fluxo ou é inexistente ou é ínfimo. Esquemáticamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo de sedimentos mostrado no diagrama da figura 41, as seguintes situações:

Entrada - pela decomposição do manto, com formação dos clásticos, nas áreas desmatadas pela ação antrópica e sedimentos originados do movimento de massa.

Processamento - aprofundamento dos canais por força de gravidade.

Saída - sedimentos grosseiros com presença de matações. Baixa porção de argila, em época de seca e maior concentração de areia grossa e presença de silte e argila, em épocas de cheias.

5.5.3- Análise dos Fluxos no Subsistema Declives Suaves S3

O fluxo de água que escoam pelas calhas, no declive abrupto, é *input* no declive suave. Assim, além da precipitação, o escoamento das águas não canalizadas e as águas constrictas nas calhas fluviais, constituem as principais entradas deste subsistema, que tem como componentes: a encosta, a calha e os terraços fluviais erodidos. A água da chuva que cai diretamente na encosta, que agora apresenta um declive mais suave, tende a seguir o procedimento anterior: parte vai alimentar o lençol subterrâneo (LS), parte evapora e o restante escoam pela superfície, ou chega às calhas fluviais. Nesse subsistema, as calhas recebem águas provindas da precipitação, que chegam pelos cursos do subsistema declive abrupto e das que escoam pelas encostas. Parte dessas águas é armazenada nos lençóis subterrâneos, parte evapora, parte atinge os terraços fluviais, propensos a serem erodidos e parte escoam pelas calhas atingindo os alvéolos intermontanos.

O fluxo d'água superficial, descrito no subsistema declive suave, apresenta como principais aspectos de situações reais os canais (1, 6, 7, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 26, 27, 29, 30, 31, 32, e 33, figura 14). Na figura 44, estão alguns exemplos reais de *inputs* e *outputs*, no subsistema declive suave, que esquematicamente apresentam as seguintes situações:

Entrada - por precipitação direta, pelas calhas ou caneluras originárias do declive abrupto, por escoamento superficial e pela prática de irrigação.

Processamento - escoamento concentrado na calha, geralmente com canais efêmeros e perenes, baixo poder de evaporação e maior poder de infiltração do que no declive abrupto.

Saídas - por evaporação, infiltração e irrigação; por escoamento superficial para as áreas dos alvéolos intermontanos.

O fluxo de sedimentos, de forma geral, repete o fluxo de águas superficiais. Esquematicamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo de sedimentos mostrado no diagrama da figura 41, as seguintes situações:

Entrada - pela decomposição do manto de intemperismo, pela erosão das margens, sedimentos oriundos das áreas desmatadas pela ação antrópica e originados do movimento de massa dos subsistemas que o antecedem.

Processamento - aumento da vazão; aumento do transporte fluvial e incremento dos processos fluviais erosivos e formação de colúvios.

Saída - sedimentos finos e areias grosseiras e elevados teores de matéria orgânica concentradas na calha fluvial.

5.5.4- Análise dos Fluxos no Subsistema Alvéolos Intermontanos S4

O subsistema alvéolos intermontanos é composto pelas partes: área de colúviação, calha, terraços fluviais deposicionais e brejos. Áreas de colúviação recebem águas provindas do subsistema declive suave, além das águas da própria precipitação. Parte desta água alimenta os lençóis subterrâneos; parte evapora e parte escoar, atingindo as calhas fluviais ou as áreas embrejadas. Esta distribuição está representada no regulador (ES), que indica o acompanhamento do fluxo de água, nesta componente espacial, já descrita no nível morfológico. A dinâmica dos fluxos de água superficial está diretamente vinculada à calha do rio, que, de uma maneira geral, corta longitudinalmente o alvéolo. A calha recebe águas, além das águas da precipitação, as dos subsistemas localizados à montante, das áreas com presença de colúvios e por escoamentos geralmente não canalizados. Esta massa d'água se destina: parte aos lençóis subterrâneos, parte à evaporação, parte atinge as áreas embrejadas, parte se dirige, em épocas de cheias excepcionais, aos terraços fluviais deposicionais e parte continua escoando pela própria calha, até atingir o baixo vale entuhlado. O regulador ES (escoa), existente na calha, indica esta distribuição. Os valores de topografia quase plana, com calhas de baixo gradiente ao longo do perfil longitudinal, apresentam comumente terraços fluviais deposicionais. Ai chegam, em época de cheias excepcionais, águas originadas das calhas e, ao atingir esta componente espacial, parte dela se infiltra, parte evapora e parte continua seguindo o leito do rio em direção ao baixo vale entuhlado.

O fluxo d'água superficial, descrito no subsistema alvéolo intermontano, apresenta como principais aspectos de situações reais os canais (9, 10, 11, 12, 14 e 31, figura 14). Na figura 45, estão alguns exemplos reais de *inputs* e *outputs*, no subsistema alvéolos intermontanos, que esquematicamente apresentam as seguintes situações:

Entrada - por precipitação direta, pelas calhas que atravessam o subsistema declive suave, pelo escoamento superficial provindo das áreas de colúvio e pela prática de irrigação.

Processamento - escoamento com facilidade de extravasamento na época de cheias; áreas propícias à inundação; presença de brejos com inundações periódicas, maior poder de evaporação e grande poder de infiltração, por causa do espesso pacote sedimentar.

Saída - por evaporação e infiltração, por escoamento superficial para áreas do baixo vale entuhlado e pela prática da irrigação.

O fluxo de sedimentos, de forma geral, repete o fluxo de águas superficiais. Esquematicamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo de sedimentos mostrado no diagrama da figura 41, as seguintes situações no subsistema alvéolos:

Entrada - sedimentos originários dos morros isolados e áreas de colúviação; material formador dos terraços fluviais, material em solução e em suspensão oriundo de canais semi-abandonados, existentes no fundo plano do vale e dos canais localizados à montante do alvéolo.

Processamento - áreas de inundações periódicas, com grande aporte de sedimentos grosseiros e finos, decorrentes do fluxo de cheias; retenção de material nas áreas deprimidas, transformadas em brejos; maior quantidade de material presente na lâmina d'água, superior à capacidade de ser transportado e formação de meandros atuais e abandonados.

Saída - sedimentos finos e grosseiras e elevados teores de matéria orgânica concentradas nas áreas deprimidas e na calha fluvial.

5.5.5- Análise dos Fluxos no Subsistema Baixo Vale Entulhado S5

Interessante é que a precipitação nem sempre exerce grande influência, na dinâmica do fluxo de águas superficiais, nos subsistemas alvéolos intermontanos e baixo vale entulhado. Chuvas torrenciais ocorridas à montante podem ser suficientes para gerar forte transporte de água, através das calhas. Ao penetrar em uma área de declividade baixa, como a do fundo do vale nos alvéolos e planície de inundação do baixo vale entulhado, onde o leito do rio é pouco profundo, as águas podem extravasar e inundar áreas vizinhas embrejadas, muito embora não estejam ocorrendo precipitações locais. Este fenômeno é comum em áreas tropicais, sendo responsável por inundações rápidas. As águas que escoam dos alvéolos tendem a atingir o subsistema baixo vale entulhado. Este subsistema também apresenta como componentes espaciais: áreas de colúvios, planície de inundação, além da presença de terraços. A circulação de águas pelos componentes desse subsistema se processa de maneira idêntica a ocorrida nos alvéolos intermontanos. A diferença é que se trata de um subsistema em contato direto com a planície fluvial, localizado em áreas de mais baixa altitude. Tais condições levam, em época de cheias, a um extravasamento das calhas fluviais e ao espraiamento das águas, pela planície de inundação (área intimamente associada ao mecanismo do fluxo, aqui descrito).

Do subsistema baixo vale entulhado, as águas podem continuar seu fluxo à jusante indo alimentar o córrego Garganta ou, dirigir-se à planície fluvial.

Na figura 46, estão algumas evidências reais de *inputs* e *outputs* nas áreas do baixo vale entulhado. Esquemáticamente, o baixo vale entulhado apresenta as seguintes situações:

Entrada - por precipitação direta, pelas calhas que passam pelos declives suaves ou alvéolos intermontanos, por escoamento superficial decorrente das áreas de colúviação e pela prática de irrigação.

Processamento - escoamento com facilidade de extravasamento na época de cheias; áreas propícias à inundação; presença de grandes pântanos com inundações periódicas e águas carregadas de ácidos húmicos, grande poder de evaporação e infiltração.

Saídas - por evaporação e infiltração; por escoamento superficial para os córregos Garganta e Canjiquinha e pela prática da irrigação.

O fluxo de sedimentos, de forma geral, repete o fluxo de águas superficiais. Esquemáticamente, na realidade ambiental, constituem exemplos, correspondentes ao fluxo de sedimentos mostrado no diagrama da figura 41, as seguintes situações:

Entrada - sedimentos originários dos morros isolados e áreas de colúviação; pelo extravasamento do dique marginal entram, neste subsistema, material formador dos terraços fluviais, material em solução e em suspensão oriundo de canais semi-abandonados, existentes no fundo plano do vale e dos rios localizados à montante da planície fluvial.

Processamento - áreas de inundações periódicas, com grande aporte de sedimentos grosseiros e finos, decorrentes do fluxo de cheias; retenção de material nas áreas deprimidas, transformadas em brejos; maior quantidade de material presente na lâmina d'água, superior à capacidade de ser transportado e formação de meandros atuais e abandonados.

Saída - sedimentos finos e grosseiros e elevados teores de matéria orgânica concentradas nas áreas deprimidas e na calha fluvial e sedimentos em suspensão para os córregos Garganta e Canjiquinha.

5.5.6- Análise dos Fluxos no Subsistema Lago Interiorizado S6

O subsistema lago interior foi enfatizado, em decorrência da presença do lago existente no vale suspenso. Na verdade, este subsistema espacial deve ser visto, no modelo genérico, com certa reserva, pois é representativo, apenas de uma área específica. Por sua importância ecológica, como alimentador de águas da microbacia subjacente e econômico-social, foi incluído, em separado, como subsistema espacial. Além das águas da precipitação, o lago recebe águas dos canais que nele desaguam, após atravessarem os declives suaves; parte deste fluxo se infiltra, parte evapora, parte fica retida e parte caminha por um canal emissário passando pela laje rochosa do declive abrupto (S2.1), indo atingir novamente os declives suaves, já no vale do córrego Fonseca (microbacia subjacente).

Esse lago exerce grande influência local no fluxo de água circulante na microbacia, age como armazenador e, por conseguinte, um regulador da água disponível no período de baixa

precipitação. Tal fato tem levado os proprietários, diretamente dependentes de suas águas, a moverem ações judiciais, pelo direito de uso permanente de suas águas.

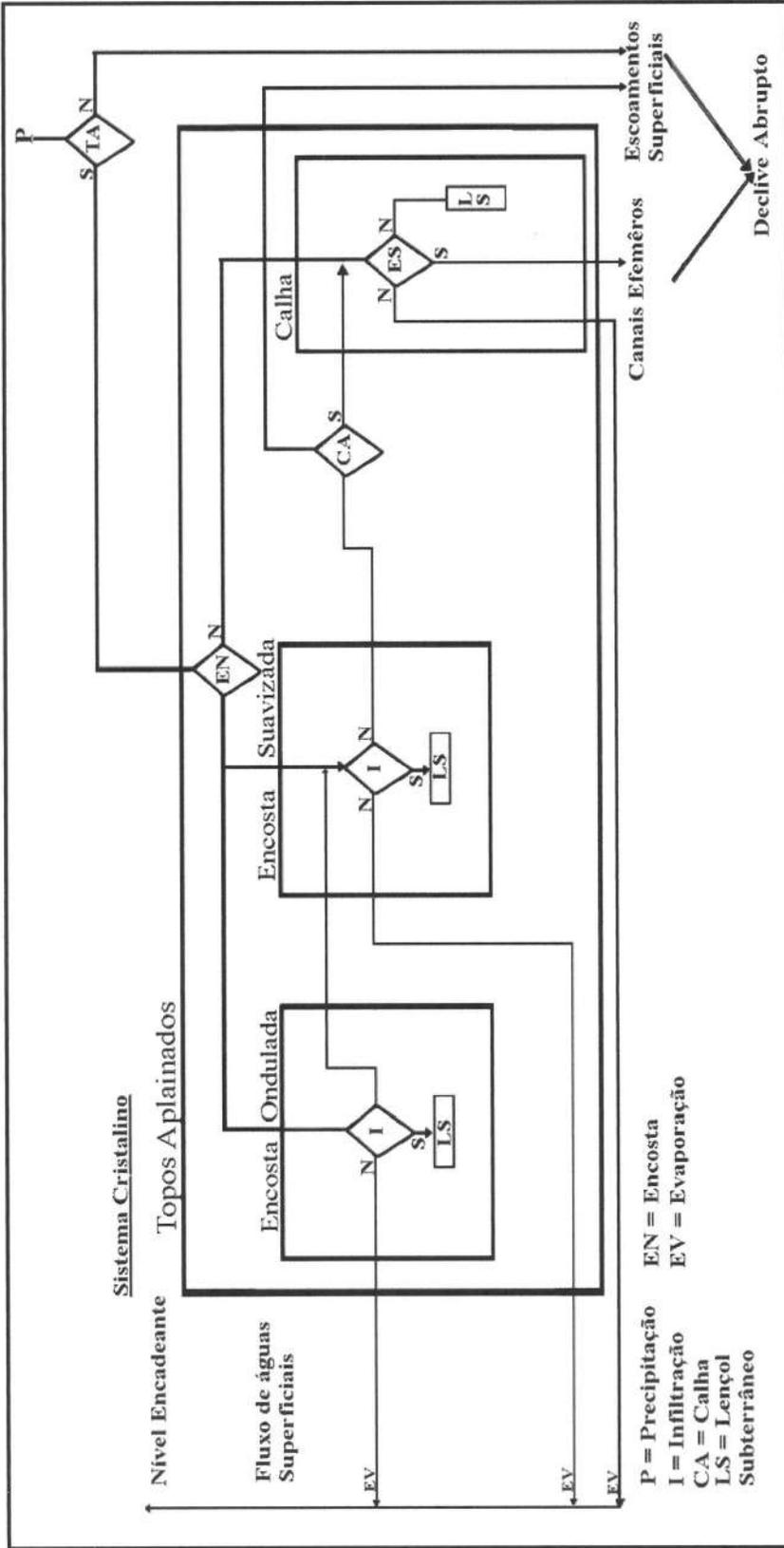
Na realidade ambiental, constituem exemplos desse subsistema lago interiorizado, correspondente ao diagrama da figura 40, as seguintes situações:

Entrada - por precipitação direta, pelo escoamento superficial das calhas do declive suave.

Processamento - área armazenadora de água, alto poder de evaporação em função da lâmina d'água.

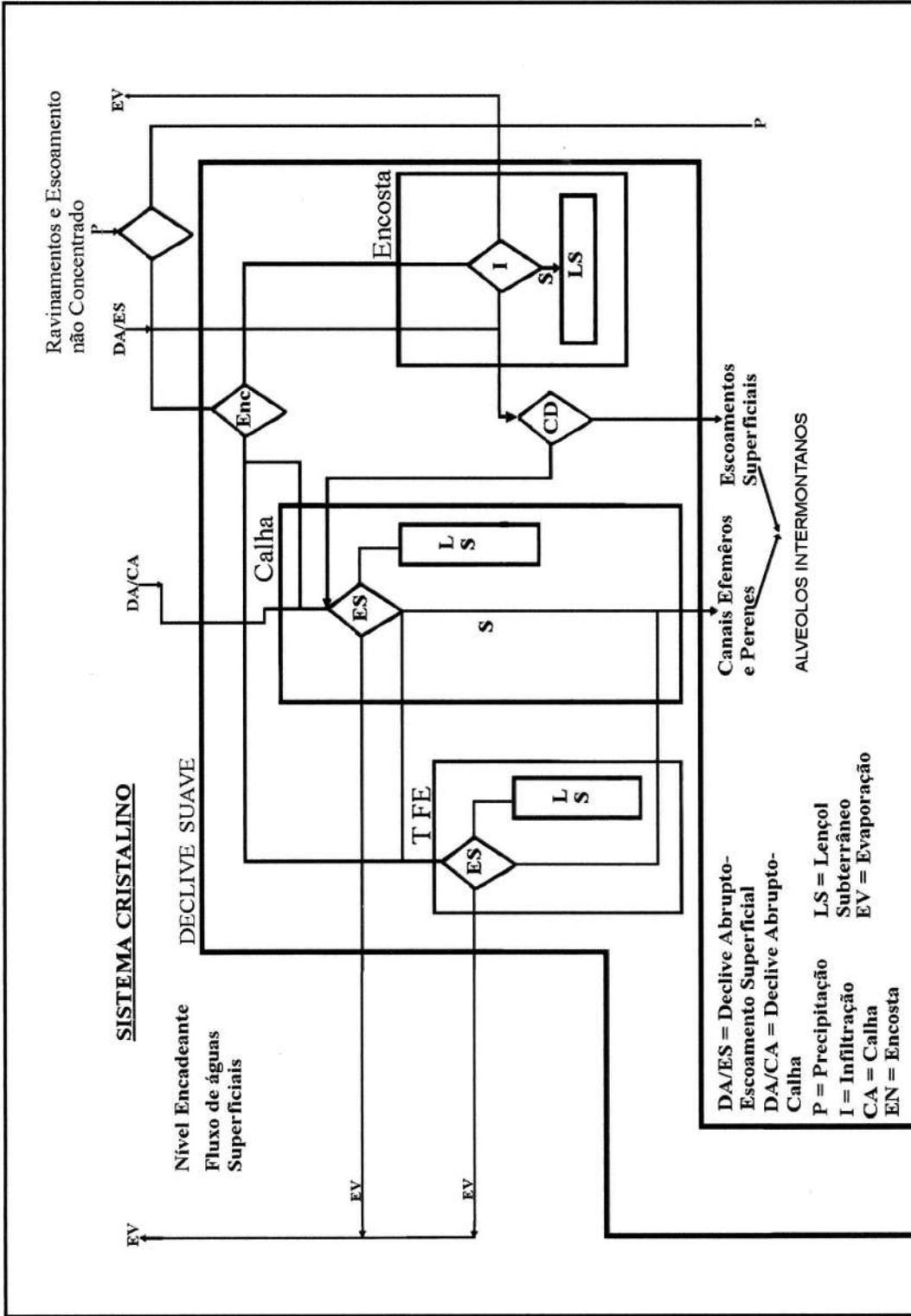
Saída - por evaporação, infiltração e para a planície do córrego Fonseca por calha fluvial, através de um canal emissário.

O lago interiorizado é ambiente de deposição sedimentar. O material que aí chega tem sua origem nos subsistemas situados mais à montante. Este material cobre o fundo e forma áreas colmatadas em suas bordas.



(Org. B. Calderano Filho 2003)

Figura 42 - Diagrama Canônico dos fluxos de água no Subsistema Topos Aplainados



(Org. B. Calderano Filho 2003).

Figura 44 - Diagrama Canônico dos Fluxos de água no Subistema Declive Suave



Figura 47 - Vista dos Subsistemas Declives Abruptos (S2.1) e Declives Suaves



Figura 48 - Vista dos Subsistemas Declives Abruptos (S2.2) e Declives Suaves



Figura 49 - Subsistemas Declives Abruptos (S2.2) e Declives Suaves



5.6 - O Nível de Controle nos Subistemas Ambientais

A ocupação das paisagens e a produção agrícola, sem preocupação com o planejamento, têm comprometido a capacidade de suporte dos sistemas naturais, submetendo-os ao desgaste, acelerando a degradação dos recursos naturais disponíveis e ampliando a necessidade de estudos, a níveis de controle. Uma das principais características do sistema aberto é a sua estabilidade, onde o acréscimo ou a liberação contínua de energia encontram-se em perfeito equilíbrio. Alguns desequilíbrios ambientais não se transformam em problemas maiores, ao longo do tempo, porque se ajustam a um tipo de estado de equilíbrio contínuo.

No nível de processo-resposta, já visto, no qual são analisados os fluxos de água e sedimentos, que circulam no interior do sistema, ficaram bem delineados os reguladores pelos quais o homem pode e deve exercer controles e, conseqüentemente, influenciar o tipo de relacionamento entre as partes componentes. Neste ponto recai, essencialmente, a função da análise, a nível de controle de um sistema ambiental. Este nível representa uma possibilidade de que os sistemas se valem para se ajustarem às novas condições de equilíbrios ambientais, alterando, para tanto, seus *outputs*.

Alguns dos processos de degradação e alterações ambientais identificados na área de estudo são induzidos pela atividade humana e estão, basicamente, relacionados com os processos de degradação da qualidade dos solos, instalação de processos erosivos com perda da matéria orgânica e conseqüente redução da produção e da produtividade, bem como degradação da qualidade d'água, devido ao uso de agrotóxicos, a prática da irrigação e, à contaminação de cursos d' águas com dejetos humanos e animais, exigindo um maior controle ambiental.

Estes eventos estão intimamente relacionados com o aumento do aporte de sedimentos nos subistemas Cristalino, estendendo-se as áreas da planície fluvial do córrego Fonseca. No passado, a área da microbacia foi ocupada com cultura de café que deixou marcas profundas, onde o processo erosivo atingiu grau avançado, ocasionando a remoção parcial da camada superficial do terreno. Fato que levou a retificação do canal do córrego Fonseca com aprofundamento de seu leito, para evitar o assoreamento e os constantes alagamentos de sua planície fluvial e incorporar novas áreas ao processo produtivo.

As florestas ou a cobertura são fundamentais para a manutenção de um bom estado de conservação do solo, em áreas de relevo montanhoso. O desmatamento associado ao preparo do solo e aproveitamento das encostas para utilização agrícola podem acabar degradando totalmente a área, sobretudo quando o plantio não obedece práticas conservacionistas e anti-erosivas.

A erosão do solo reflete uma quebra do equilíbrio ambiental que, por sua vez, desencadeia uma seqüência de fatos que alteram substancialmente a qualidade do ambiente. Sob as condições de clima tropical úmido e fortes declives, desprovidos de cobertura vegetal, os processos morfogenéticos são ativados e a degradação do solo assume proporções indesejáveis.

Quando se examina a estrutura do sistema, a nível de processo-resposta, os armazenadores e os reguladores dos subsistemas, “chaves” do funcionamento do processo, sugerem a forma como a ação humana poderá intervir, alterando a distribuição de massa e/ou energia no sistema. Os reguladores, na visão sistêmica, podem ser, então, considerados como pontos de limiares.

Com base nos fluxogramas apresentados anteriormente, (Figuras 34, 40, 41, ...a 46) sobre a estrutura morfológica, processo-resposta e as características distintas de cada subsistema, analisaremos alguns pontos em que a ação de controle pode ser efetuada. Em resumo, este nível de análise evidencia algumas condições que levam a previsões e a tentativas de se evitarem desequilíbrios ambientais. A análise do nível de controle é complementada com o capítulo seis, onde são descritos as unidades ambientais delimitadas e reforçada as ações de controle, feitas as avaliações referente a qualidade ambiental e sugeridos um conjunto de medidas agroambientais, visando alcançar objetivos ambientais e reduzir os efeitos dos impactos causado com o processo produtivo.

A área de estudo é uma área de “equilíbrio frágil ocupada por pequenos agricultores que implantaram recentemente olerícolas irrigadas e reflorestamento de eucaliptos, atividades que vêm comprometendo o equilíbrio ambiental e cuja pressão sobre os recursos irá com certeza degradar o sistema como um todo. O equilíbrio ecológico dessas áreas é de grande relevância para a manutenção do sistema como um todo.

Alguns segmentos não são propícios ao uso agrícola, mas é de grande importância na captação das águas de chuvas e realimentação da bacia adjacente, assim como na manutenção de minadouros existentes no sopé da serra. Além de abranger ambientes que guardam características favoráveis para abrigar e preservar espécies animais e vegetais, particularmente devido à sua posição na paisagem, devem ser dedicadas prioritariamente à preservação ambiental (flora, fauna, recursos hídricos, solos, etc). Por isto devem ser reservados para preservação.

O plantio de tomate irrigado, exige um controle rígido, por ser uma cultura que exige grandes aplicações de pesticidas, devido à incidência de pragas e doenças e muitos tratamentos culturais. Os cuidados devem ser redobrados, principalmente quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados, como os agrotóxicos. Considerando que nas partes baixas predominam solos dos tipos Gleissolos Melânicos e Háplicos e Neossolos Flúvicos com

características que aumentam as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados. A prática da irrigação deve ser feita sob controle constante e manejo apropriado, para não salinizar os solos e contaminar as águas do córrego Fonseca por agrotóxicos e da bacia do Rio Grande como um todo.

No subsistema topos aplainados, a ação controladora deverá ser exercida de maneira rígida, pois desta dependerá o estado de equilíbrio dos outros subsistemas, à jusante. Um dos principais fatores da manutenção do estado de equilíbrio contínuo deste subsistema é a manutenção da cobertura do solo e a presença de floresta. Parte dessa área encontra-se recoberta com reflorestamento de eucaliptos. O maior controle deve ser feito aí, uma vez que os produtores não adotam o corte seletivo, recomenda-se efetuar o corte seletivo, evitando deixar o solo desnudo, ou revegetar com espécies nativas e variedades rasteiras com potencial melífero.

No subsistema declive abrupto, a ação controladora também deverá ser exercida de maneira rígida, para a manutenção do estado de equilíbrio dos outros subsistemas. A presença da cobertura do solo é um dos principais fatores de manutenção desse equilíbrio. É área responsável por grande parte da geração dos clásticos transportados a distâncias diferentes e qualquer alteração, poderia acarretar vários problemas nos outros subsistemas. Obviamente, a retirada da cobertura vegetal poderá desencadear mudanças no fluxo e no escoamento superficial, alterando assim o padrão de descarga dos rios e de sedimentação.

A ocupação humana e o cultivo de terras deveriam ser evitados nessas áreas, mas devido à escassez de áreas disponíveis e descapitalização dos produtores, pode-se indicar explorações e cuidados distintos em cada uma de suas partes componentes, em função de suas distintas potencialidades. As encostas são os ambientes que apresentam maior necessidade de controle, pois são ambientes com uso agrícola da área.

Os declives abruptos são ambientes que exigem preservação. O uso desse subsistema exige a adoção de práticas conservacionistas protetoras do solo e mantenedoras das condições de fertilidade, para controlar a erosão e suprir as deficiências químicas dos solos. Algumas glebas, no limite superior da classe de declive, são mais indicadas para preservação ou destinadas à revegetação com espécies florestais nativas, outras para o reflorestamento com espécies econômicas.

A preservação das condições ambientais, nas nascentes, também é fundamental para a manutenção dos fluxos d'água nos rios de maior ordem, onde deve-se manter a floresta recobrando as calhas neste subsistema. Onde o desenvolvimento de processos erosivos atingiu grau avançado, ocasionando a remoção parcial da camada superficial do terreno, recomenda-se reconstituir a camada orgânica, através da aplicação de adubos orgânicos e revegetação com

espécies arbóreas, arbustivas ou herbáceas. Na posição intermediária, onde ocorre erosão moderada ou moderado desenvolvimento de processos erosivos, em virtude do cultivo com café há muitos anos atrás, a revegetação com espécies florestais econômicas, ou fruteiras de clima tropical, é boa opção, desde que as práticas agrícolas sejam introduzidas sob a ótica conservacionista.

As áreas de declives suaves têm uso agrícola mais intenso, o que torna necessário maior controle ambiental, estando mais sujeitas à degradação, devido a prática da irrigação. As principais áreas a serem preservadas, neste subsistema, são as situadas na proximidade das regiões de declive abrupto. O uso do solo deve ser realizado mediante o emprego de práticas agrícolas conservacionistas. São exigidos também, cuidados especiais nas áreas com olerícolas irrigadas, considerando a ocorrência de solos com horizonte A Húmico e proeminente, essas características aumentam as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados. A prática da irrigação deve ser feita sob controle constante e manejo apropriado, para não salinizar os solos.

Embora haja pequenas áreas no sopé das encostas abruptas e escarpadas, com condições de solos e de declive favoráveis ao uso agrícola, essas atividades não devem ser incentivadas. Ao contrário, deve-se estimular o reflorestamento. Essas áreas têm grande importância na manutenção de alguns minadouros, no reabastecimento das águas subterrâneas da bacia adjacente. O equilíbrio ecológico dessas áreas é de grande relevância e deve ser preservado.

Nos alvéolos intermontanos, a manutenção dos fluxos de água e de sedimentos é função do estado de controle nos subsistemas referidos anteriormente. A desobstrução dos canais e a correção do fluxo são medidas que devem ser efetuadas, periodicamente, a fim de que a área não sofra grandes inundações.

De modo geral, os alvéolos e o baixo vale entulhado, são as áreas mais favoráveis à ocupação humana e ao uso agrícola do solo, já que sua topografia praticamente plana e a natureza dos solos não oferecem grandes obstáculos a estas atividades, não necessitando portanto, de práticas sofisticadas de conservação. Mas medidas de controle são, por conseguinte, também necessárias, no nível de controle cuidados devem ser tomados com relação aos riscos de salinização e de inundação que são as principais limitações.

O baixo vale entulhado pode exigir um controle ambiental nos moldes dos alvéolos, pois o fluxo de sedimentos nos canais fluviais é grande e qualquer obstrução, causada no leito do rio, pode gerar processos danosos de entulhamento do canal. Os brejos que ocupavam algumas glebas neste subsistema, acompanhando as margens do rio, com a obra de retificação da calha do rio Fonseca, foram alterados e incorporados à área de plantio.

Para que possa haver uma integração harmoniosa entre a ocupação humana e a preservação deste ambiente, a utilização deste espaço deverá ser efetuada de maneira racional. No nível de controle, cuidados devem ser tomados com relação aos riscos de salinização e contaminação por agrotóxicos. No manejo das águas de irrigação será fundamental o controle ou prevenção da salinização e contaminação. Adubações de manutenção devem ser feitas visando manter a fertilidade das terras e atender às exigências das culturas.

O lago interiorizado age como controlador natural das águas, que circulam no sistema. Por sua importância ecológica, como alimentador de águas da microbacia subjacente e econômico-social, o subsistema lago interiorizado constitui um importante subsistema ambiental. Este subsistema age também, como fornecedor de água para as áreas circunvizinhas, suas águas tem boa conservação ecológica. Esse lago exerce grande influência local no fluxo de água circulante na microbacia, age como armazenador e, por conseguinte, um regulador da água disponível no período de baixa precipitação.

Assim, o fundo do vale e os alvéolos, são áreas repositórias de problemas não controlados à montante. O interrelacionamento desses fatos, entre os vários subsistemas, poderá ser percebido através dos diagramas canônicos referentes aos fluxos de água e de sedimentos (Figuras 40 a 46). A análise aqui desenvolvida se baseou, essencialmente, em critérios qualitativos. No entanto, a análise a nível de controle poderá também ser considerada através de uma abordagem quantitativa. O sistema poderá ser dito controlado, ou seja, em estado de equilíbrio contínuo (*steady state*), quando o somatório dos *inputs* for igual ao somatório dos *outputs* e ainda dos armazenadores. Formalmente, isto é assim apresentado:

I = input

O = output $S(I) - (S(O) + S(A)) = 0$

A = armazenadores

Concluindo, para o nível de controle dos subsistemas e a fim de minimizar as perdas de solo, as áreas de maior declive devem ser permanentemente mantidas com matas. No entanto, quando houver necessidade de culturas em declives, deve-se usar práticas conservacionistas, para fornecer maior proteção ao solo. No capítulo seis são mencionadas um conjunto de medidas e técnicas sugeridas.

Evitar o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a camada superficial do solo, bem como, o uso de máquinas e implementos agrícolas pesados, pois o solo compactado oferece maior facilidade à erosão diferencial. De preferência usar culturas que forneçam um maior manto protetor ao solo. Sempre que possível manter as calhas coletoras recobertas com

vegetação, bem como as fontes e nascentes protegidas, e na medida do possível manter o fluxo canalizado.

Evitar que as encostas permaneçam nuas por longos períodos, bem como proteger as margens e encostas ao longo das estradas. Pode-se usar plantas gramíneas de raízes profundas e boa capacidade de absorção d'água; e valas coletoras de diâmetro e declive suficiente no leito das estradas para escoamento de águas pluviais mais violentas.

O controle das voçorocas, a correção e retificação dos leitos dos rios, com a construção de diques marginais artificiais, que impeçam o solapamento das margens, são também algumas medidas indicadas para o controle da erosão.

O processo erosivo desenvolvido pelos vários agentes modeladores da superfície e a ação danosa que o homem vem exercendo na natureza, rompendo o equilíbrio ambiental, podem trazer conseqüências prejudiciais à economia de uma região.

Os efeitos da erosão nem sempre são prontamente notados, pois, muitas vezes, se processam cumulativamente e em período de tempo relativamente lento. Assim o solo vai perdendo, com o tempo, seu potencial produtivo, até chegar ao limite crítico de manutenção da produção.

À medida em que a erosão progride, a atividade agrícola diminui e se torna cada vez mais difícil; em decorrência, a população desta área atingida sofre as conseqüências desse fato, física e economicamente.

A análise da microbacia será complementada na capítulo seis, onde serão apresentado de forma sintética as potencialidades, riscos ambientais, prognóstico, qualidade do ambiente etc; por unidade agroambiental, os critérios em sua delimitação visaram fornecer mais subsídios ao planejamento. O sistema de controle é, portanto, um nível de análise fundamental para o planejamento ambiental e a ele deve estar associada a idéia da diagnose ambiental. A partir daí, poderão ser feitas previsões que viabilizarão controles futuros, ponto essencial ao efetivo planejamento.

CAPÍTULO 6

PLANEJAMENTO AGROAMBIENTAL

6.1 - Sistema Natural e o Processo de Planejamento da Microbacia

Voltado para o interesse de gerar subsídios ao planejamento agroambiental, é natural que a maior ênfase de controle ambiental esteja relacionada com a agricultura e as condições ambientais. Como já mencionado, o modelo operacional adotado, procurou discriminar os diferentes subsistemas com suas respectivas partes componentes, fornecer um retrato das condições ambientais atuais, avaliar suas características e qualidades e o estágio de degradação das encostas submetidas ao processo produtivo. Buscou ainda, detectar os riscos inerentes do processo produtivo adotado, quais as conseqüências em termos do agravamento do problema de degradação ambiental e de forma qualitativa e semi-quantitativa, avaliar a qualidade do ambiente e o teor dos sedimentos carreados para a calha do rio.

A montagem da base de dados espaciais da área (BDE), reuniu em meio digital, todas as informações e dados gerados nas etapas descritas nos capítulos quatro e cinco, que possibilitou uma visão integrada dos condicionantes físicos e antrópicos que atuam na área, a avaliação da qualidade do sistema microbacia com seus respectivos subsistemas e partes componentes, facilitando o diagnóstico e prognóstico final, conforme as verdadeiras vocações destes recursos. Possibilitou também, análises, cruzamentos e geração de novos mapas interpretativos com apoio do SIG, como: aptidão agrícola, fertilidade, suscetibilidade à erosão, áreas de vulnerabilidade ambiental, uso projetado ou agroambiental da microbacia do córrego Fonseca.

A orientação principal desse capítulo é no sentido de integrar os espaços destinados à conservação ambiental e o uso com a sustentabilidade do ambiente, buscando harmonizar a exploração racional dos recursos disponíveis, com a racionalidade produtiva e a geração de renda. Considerando que a identificação de unidades ambientais, avaliação de riscos e da qualidade do ambiente, estão entre os objetivos listados. Procurou-se sugerir um conjunto de procedimentos e medidas, cuja finalidade é alcançar objetivos ambientais, através do uso de boas práticas agrícolas, indicando quando possível, usos alternativos.

6.1.1 Interação entre a Agricultura e o Ambiente e Processos de Degradação

As relações entre a agricultura e o ambiente são altamente complexas. A atividade agrícola implica em uma série de processos biofísicos e específicos do local em que ocorrem.

Tem-se observado que a falta de informações detalhadas, visando suprir as demandas voltadas aos estudos de solos, planejamento de uso de solos e conservação das terras, a nível de propriedade rural, têm concorrido para um manejo atual no sentido da degradação ambiental.

A agricultura, desde suas primeiras manifestações, vem modelando paisagens, dando origem a ambientes semi-naturais únicos com biodiversidade própria, e grande variedade de habitats e espécies que dependem da continuação da atividade agrícola. Esse meio ambiente semi-natural único foi conceituado, dentro de um enfoque sistêmico, como agro-ecossistema por Odum (1988), FAO (1993) e outros, para diferenciá-los dos ecossistemas naturais.

Ao intervir e transformar o ecossistema natural, a atividade agrícola introduz no sistema elementos exteriores, utiliza ou consome recursos naturais e produz novos elementos físicos ou biológicos. Assim, o processo de degradação inicia-se logo na abertura de novas áreas, quando o homem rompe o equilíbrio ecológico, alterando as condições naturais, sem reconhecer a importância da interação dinâmica existente entre os componentes ambientais (clima, solo, relevo, água, vegetação, fauna e atividade biológica).

Em alguns casos, as atividades humanas através das práticas agrícolas conseguem melhorar as condições estruturais, dando mais sustentabilidade a alguns sistemas ambientais considerados de equilíbrio frágil, ajudando a preservar paisagens, habitats, bem como a melhorar uma gama de condições favoráveis e benéficas aos processos ambientais. Em outros, promovem ou facilitam a degradação de suas condições ambientais, causando danos ao ambiente e comprometendo a qualidade dos alimentos produzidos, como exemplos pode-se citar a acumulação de pesticidas no solo, na água e alimentos, compactação e erosão dos solos, utilização excessiva de água para irrigação, contaminação da água por dejetos humanos e de animais.

Em agroecossistemas de relevo movimentado, em regiões montanhosas de clima úmido, como a área de estudo, submetida a elevados índices de precipitação, é impossível o desenvolvimento de atividades agrícolas sem causar deterioração nas condições dos solos, principalmente quando se adota o modelo tradicional com uso de máquinas, implementos e práticas agrícolas sem considerar as limitações e fragilidades naturais dos componentes ambientais que ocorrem nesses ecossistemas.

A relação desejável entre agricultura e ambiente é bem expressa pelos termos “agricultura sustentável”. De acordo com a Comunidade Européia (COM, 1999 e 2000) e FAO (1993), uma perspectiva mais ampla de sustentabilidade inclui, no entanto, um vasto conjunto de aspectos ligados às terras e ao seu uso, como a proteção de paisagens, habitats e biodiversidade, e objetivos como a qualidade do solo, da água potável e do ar. Nesta perspectiva mais ampla, a

utilização das terras e recursos naturais para a produção agrícola deve ter em conta a proteção do ambiente e do patrimônio cultural. Por fim, a sustentabilidade deve também refletir as preocupações da sociedade quanto à função social da agricultura, à manutenção da viabilidade das comunidades rurais e a um padrão de desenvolvimento equilibrado. A agricultura sustentável deve, pois, desempenhar funções de produção, ambientais e sociais.

A degradação das terras é o principal fator responsável pela falta de sustentabilidade e declínio da produção agrícola e conduz a outros problemas como os efeitos da degradação sobre o aumento dos riscos de inundações, sedimentação de canais, deslizamentos de terras, contaminação e poluição do solo e água.

A degradação é a redução ou perda de uma ou mais das características produtivas do solo, para a FAO (1983), é o processo complexo que ocasiona o declínio da capacidade produtiva do solo. A degradação se refere a deterioração das condições da qualidade do solo, é o status atual dessas condições, ela difere de uma avaliação de riscos, que é uma previsão de possibilidades (Van Lynden, 1997). Pode ser induzida por fatores e processos tais como: uso inadequado da terra, desmatamento e simplificação de ecossistemas. Lal (1994) distinguem tres tipos de degradação do solo: física, química e biológica.

Em regiões de clima tropical úmido, a água é o agente imediato e decisivo do processo erosivo, atuando desde a fase de alteração da rocha (intemperismo químico) até a fase de remoção e transporte das partículas desagregadas. O poder erosivo das chuvas é violento, principalmente em áreas movimentadas de declives acentuados, levando à perda do horizonte subsuperficial do solo, conteúdo de matéria orgânica e nutrientes, ou mesmo, deslizamentos e movimentos de massa.

Os processos e fatores de degradação das terras podem ser de ordem natural, que demonstram a potencialidade da área com relação aos problemas, e de ordem antrópica, que provocam e aceleram a evolução dos mesmos. Da mesma forma, os fatores causadores dessas alterações geralmente interferem em mais de um processo, naturalmente sob diferentes proporções.

Alguns dos processos de degradação e alterações ambientais identificados na área de estudo estão, basicamente, relacionados com os processos de degradação da qualidade dos solos, instalação de processos erosivos com perda da matéria orgânica e conseqüente redução da produção e da produtividade, bem como degradação da qualidade d'água, devido ao uso de agrotóxicos, a prática da irrigação e a contaminação de cursos d' águas com dejetos humanos e animais e a devastação das florestas nativas, devido à exploração não-sustentável da vegetação primária e secundária.

A intensidade da degradação depende de características locais específicas, como geologia, topografia, clima e características dos solos. Sua origem está geralmente associada ao uso e manejo inadequados dos recursos solo e água, derivados em sua maioria das pressões de uso e fatores socioeconômicos, e assim como, o impacto de muitos processos, empobrecedores, benéficos ou poluentes é afetado por essas características, pressões e fatores.

Embora os sistemas de conservação utilizados nas lavouras, tendem a induzir o ambiente do solo a melhores condições de refrigeração, umidade, temperatura, disponibilidade de nutriente e aeração (Mielke *et al.*, 1986 *Apud* Doran e Linn, 1994). O potencial e magnitude de sua saúde ou qualidade em atividades biológicas, fluxos de água e equilíbrio dos nutrientes, é altamente dependente do clima, da posição na paisagem e das características e propriedades dos solos (Doram *et al.*, 1997).

Estes fatores regulam as atividades biológicas, fluxos de água, equilíbrio de nutriente e, em última instância, determinam a produtividade dos solos e a qualidade ambiental. Deste modo, a avaliação específica da qualidade e saúde do solo é crítica para a avaliação das potencialidades da terra, como determinantes de práticas de gerenciamento, da produtividade e da qualidade ambiental (Doram *et al.*, 1997).

Apesar do tema degradação e qualidade ser vasto em suas várias formas, causas e enfoques e, dentre os principais causadores, as práticas agrícolas e a erosão são os que mais se destacam, expondo a área de estudo aos maiores riscos, vamos nos ater, na análise qualitativa e semi-quantitativa dos solos, da água e na erosão causada pelo escoamento superficial e enxurrada.

Em última instância, as considerações que serão abordadas nesse capítulo se referem à suscetibilidade dos solos a erosão, vulnerabilidade e qualidade ambiental, avaliadas de forma qualitativa, com ênfase na identificação de estratégias de manejo do solo e água, bem como as ações mitigadoras de prevenção, controle e recuperação, que resultem na redução das perdas de solo por erosão, visando a conservação do solo e água, elevação da produtividade agrícola e melhoria na qualidade da água.

Observe-se pelas informações apresentadas no trabalho, que as indicações de uso e da qualidade dos solos, baseiam-se nos resultados do levantamento de solos, não em estudos com o propósito específico de estudar a qualidade ou saúde física, química e biológica dos solos, embora sejam assuntos concernentes ao tema qualidade, no presente capítulo muitos serão colocados de forma sintética. Deve-se, no caso de projetos específicos com esse objetivo, serem realizados estudos e análises específicas que venham fornecer de modo mais preciso as indicações do meio físico e biótico, referentes às suas limitações e potencialidades. Sugerem-se

pesquisas nas áreas de manejo e fertilidade, irrigação, uso e manejo dos agrotóxicos e de monitoramento do impacto ambiental das práticas relacionadas ao uso dos agrotóxicos e dos fertilizantes químicos, definição de indicadores necessários para avaliar a função ambiental da agricultura e adequados para medir a eficiência ambiental.

O presente capítulo limita-se, a uma primeira etapa de avaliação dos componentes ambientais e da caracterização das unidades ambientais, seguida de uma etapa de elaboração de uma proposta de manejo agroambiental, onde identifica-se os atuais padrões de manejo e procura sugerir cuidados relativos ao uso e manejo do solo e água, acolhendo a visão dos agricultores, enfocando principalmente as interações entre os dados produzidos e o ponto de vista dos agricultores com as questões agrícolas e ambientais. Apresenta assim, um conjunto de procedimentos e medidas agroambientais visando alcançar objetivos ambientais, elevar a produção agrícola, garantindo a renda.

6.2 - Qualidade Ambiental

A qualidade ambiental pode ser entendida como a condição em que se encontra a área ou ecossistema em função de suas propriedades, atributos ou dotes naturais, ou o grau de comprometimento ante o impacto das atividades produtivas. É um conceito de difícil definição por envolver vários outros, como: estabilidade, fragilidade, sensibilidade, vulnerabilidade, suscetibilidade e outros similares, em graus diferenciados. Visto que há diferentes enfoques que atendem os preceitos e a resposta dos componentes como solos e água ao próprio conceito de qualidade e o que se considera como tendo qualidade.

O fato é que qualquer atividade produtiva, ou ação transformadora, irá alterar a qualidade primitiva de uma área ou ecossistema, embora a mudança não signifique perda ou ganho no novo quadro da qualidade. Isso vai depender da estabilidade ou fragilidade dos componentes ambientais e do tipo de ação transformadora, ou seja, da maior ou menor vulnerabilidade dos componentes ante a pressão da atividade.

A vulnerabilidade, por sua vez, é entendida como o lado fraco que pode ser atacado iniciando-se um processo de degeneração. Enquanto a fragilidade pode ser entendida como a capacidade de resistir ou não as transformações.

Para Kruijf & Schouten (1987), a vulnerabilidade de um ecossistema ou de uma determinada área pode ser definida como a incapacidade de lidar com fatores que causam stress, incluindo fatores naturais, baseando-se nas forças internas necessárias para que se mantenham as características essenciais do ecossistema, considerando-se os limites do mesmo. Enquanto Batisdas (1995 *Apud* Lumbreras *et. al*, 1999), considera a vulnerabilidade como sendo o resultado

de qualidades essenciais do ecossistema, tais como: estabilidade, persistência e potencial de restauração.

Nesse sentido, tanto a qualidade, como a vulnerabilidade e a fragilidade envolvem graus distintos de sensibilidade, estabilidade e suscetibilidade dos componentes ambientais, a determinado risco, proveniente de qualquer alteração em seu equilíbrio, causada ou por fatores de ordem natural ou provocada pela interferência da ação humana. Por sua vez, a sensibilidade pode ser compreendida como a capacidade de resposta, ou intensidade do sinal de resposta, que indica a menor diferença ou alteração, mediante a intensidade do sinal de entrada. Enquanto a suscetibilidade refere-se ao desgaste que determinado componente poderá sofrer quando submetido ao uso, sem medidas protetoras.

Tomando como exemplo o recurso solo, os atributos, propriedades e características, físicas, químicas e biológicas, inerentes à sua gênese, lhe condiciona e proporciona um efeito protetor que está relacionado à capacidade que tem o solo de inativar os efeitos negativos de um determinado impacto que produz ou pode produzir modificações significativas, ou como sua capacidade de amortizar os efeitos negativos em sua qualidade. Assim, os solos diferem enormemente em sua susceptibilidade de melhoramento e degradação.

Nesse sentido, conceitos como o de sensibilidade, vulnerabilidade, suscetibilidade e outros similares, que demonstram as importantes diferenças de comportamento dos solos frente a uma mesma carga de agentes agressores, têm sido amplamente utilizados, buscando diferenciar os riscos potenciais de diferentes atividades ou para prever as conseqüências da continuação das atividades sob as condições atuais. Ou ainda, para estimar os impactos potenciais e o planejamento das atividades permitidas e proibidas em cada tipo de solo delimitado. Assim, a sensibilidade pode ser definida como a velocidade com que se produz os estragos seqüenciais nas propriedades do solo, em resposta ao impacto de um determinado agente. É um conceito relacionado à capacidade amortizadora do solo, onde a maior capacidade implica em menor sensibilidade.

Para Smith & Theberge (1986), a avaliação da fragilidade de áreas naturais relaciona-se à suscetibilidade a uma dada perturbação. Uma alta fragilidade implica em uma probabilidade alta de extinção ou danos a uma espécie, sistema ou paisagem.

O diagnóstico das características edafambientais, dominantes em determinado ecossistema, nos permite, entender e reconhecer as ofertas e restrições ecológicas a que estão submetidos, inferindo assim, a sua capacidade de resistir ou não às transformações e quais interferências podem romper o seu equilíbrio, provocando ou não a sua degeneração, já que mudar todos mudam, mas não significa necessariamente que vão degenerar.

Essas ofertas e restrições ambientais condicionam as componentes ambientais a um determinado nível de instabilidade ou estabilidade. Requerendo, portanto, atenção especial a sua gestão ambiental, já que qualquer alteração em seu equilíbrio pode ter conseqüências graves. A maior ou menor sensibilidade do ambiente ante as influências sofridas está na dependência direta dos componentes individualizados, que por sua vez é função da interação de seus atributos e propriedades ou até mesmo de sua carga genética (hereditária).

Assim, teríamos graus distintos de instabilidade e estabilidade em função de cada recurso separadamente e em função das ações e interferências implementadas em cada recurso, dentro de determinado grupo de atividades, ou seja, para os solos, água, relevo, vegetação etc, ou para ações específicas como: agricultura (tipos de práticas etc), mineração (retirada de areia da calha etc). A análise total seria obtida conjugando com a de cada componente, o que resultaria na qualidade do ambiente como um todo.

Para Dokuchaev (1846 *in*: Mateo, 1984), o solo era o produto da paisagem e, ao mesmo tempo, seu espelho e reflexo do complicado sistema de inter-relações no complexo meio natural (Joffe, 1949; Mateo, 1984; Simonson, 1989). Espelho por refletir, através de sua morfologia expressa no perfil de solo, todos os fatores de formação, permitindo inferir a sua gênese.

De acordo com Doran (1997), assim como a água, o solo é um recurso natural vital e essencial para a civilização humana mas, diferentemente da água, o solo não é reciclável na escala de tempo humano. Estima-se que a natureza leva de 100 a 400 anos para construir uma camada de um centímetro de solo fértil, pela interação do clima, topografia, microorganismos, organismos vivos (plantas e seres humanos), e material de origem com o passar do tempo; deste modo, o recurso solo é essencialmente não-reciclável na escala de tempo humano (Lal, 1994; Jenny, 1980, *in*: Doran, 1997).

Como um sistema vivo o solo é um corpo natural, dinâmico e vital para a função de manutenção dos ecossistemas terrestres e representa um equilíbrio sem igual entre o meio biótico e abiótico. A percepção, ou certeza de que solo é um corpo "vivo", é dada pela observação de que o número de organismos vivos em uma colher de chá de solo fértil (10g) pode exceder a nove bilhões, uma vez e meia a população humana da Terra (Lal, 1994; Jenny, 1980, *in*: Doran, 1997).

Considerando os fatores acima mencionado, a qualidade ou saúde do solo pode ser definida como a capacidade contínua dos solos, em manter o funcionamento e proteção dos ecossistemas dentro dos limites de uso terrestre, sustentar a produtividade biológica, promover a qualidade do ambiente e da água, funcionando como um filtro, manter as plantas, animais e a saúde humana (Doran *et al.*, 1996; *in*: Doran, 1997).

Porém, definir e avaliar a qualidade ou saúde do solo é complicado pela necessidade de

considerar as funções múltiplas do solo, em manter a produtividade e bem-estar ambiental e integrar o meio físico, substâncias químicas e atributos biológicos do solo, que definem essas funções (Papendick & Parr, 1992 e Rodale Institute, 1991; *in*: Doran, 1997).

Os levantamentos de solos são ferramentas importantes para o planejamento de uso das terras. Além de mostrarem a distribuição espacial das diversas classes de solos, fornecem informações essenciais sobre as características químicas, físicas, mineralógicas e também sobre as condições ambientais dos solos, segundo critérios referentes às condições das terras que interferem direta ou indiretamente no comportamento e qualidade do meio ambiente (Palmieri & Larach, 1996).

Assim, pode-se encontrar na literatura diferentes enfoques como mapas de risco, sensibilidade, vulnerabilidade, degradação física etc, como o projeto SOVEUR, coordenado pelo ISRIC e FAO, com a participação de várias universidades e centros de pesquisa europeus, que avalia a vulnerabilidade e o estatus da degradação das terras na Europa Central e Oriental (ISRIC & FAO, 2000). O importante é que todos ajudam a tomar decisões sobre o uso do solo evitando custos de recuperação futuras, onde às vezes a degradação após instalada é irreversível.

Cabe observar que para o propósito específico de estudar a qualidade ou saúde física, química e biológica dos solos, algumas análises específicas como condutividade elétrica, densidade aparente e real e mineralógicas etc, deveriam ter sido realizadas, quando da execução do levantamento de solos, portanto, a qualidade aqui, como já mencionado, se limitará a uma avaliação qualitativa.

A avaliação da qualidade ambiental foi elaborada conjugando as informações geradas nos capítulos quatro e cinco, tendo por base fundamental a interação dos componentes ambientais com informações socioeconômicas, aliadas aos resultados dos dados coletados em campo e complementadas com avaliações da vulnerabilidade, suscetibilidade das terras, capacidade de uso e condições de fertilidade.

As informações completas sobre atributos e propriedades dos solos, bem como resultados de análises, encontram-se detalhadas em relatório técnico de solos (Embrapa, 1993).

6.2.1 - Avaliação da Suscetibilidade à Erosão

A avaliação da suscetibilidade dos solos à erosão é apresentada no capítulo quatro, seção 4.5, juntamente com a avaliação da fertilidade atual dos solos e aptidão agrícola das terras, onde estão detalhados os critérios adotados bem como, os graus de limitações utilizados.

A erosão hídrica constitui um ciclo pernicioso e cruel para o homem do campo, que depende da atividade agrícola para sua subsistência, a medida que causa baixa na produtividade e

aumenta os custos de produção. A redução da produtividade empobrece o colono e, a médio e longo prazo irá provocar o êxodo rural, engrossando os problemas das grandes cidades.

As causas da erosão englobam ações antrópicas de agressão ao solo e desequilíbrio do meio ambiente como o desmatamento impróprio e exagerado, o manejo irracional do solo com o uso de práticas não adequadas à capacidade e características de cada ecossistema, a utilização de monoculturas, o superpastoreio, o manejo inadequado da água e do solo em áreas irrigadas, a pressão socioeconômica sobre o uso da terra, entre muitas outras.

A erosão do solo é condicionada pela evolução do meio físico e a ação do homem como agente modificador das condições naturais. Os fatores naturais mais importantes estão ligados à natureza do solo (erodibilidade), à morfologia do terreno (declividade) e clima (erosividade das chuvas). Os fatores antrópicos se relacionam à ocupação das terras e às características de cada cultivo, os quais são referenciados pelo uso atual através de seu uso-manejo e de práticas conservacionistas. A água, considerada isoladamente, é o agente mais importante agindo como desagregante ou como transportador.

Os processos erosivos que se desenvolvem nas encostas fazem parte de uma complexa relação que depende de inúmeras variáveis, internas e externas. Entretanto, vários fatores como litologia, estrutura das rochas, grau de intemperismo, tipos de solo, morfologia da área e vegetação, condicionam a maior ou menor susceptibilidade de uma área à ocorrência de processos erosivos.

De acordo com Hudson (1971), erodibilidade é a capacidade com que o solo se deixa erodir, sendo dependente de variáveis físicas e mineralógicas, como: textura, estrutura, mineralogia e profundidade. Alguns atributos mineralógicos e químicos do solo afetam a erodibilidade de maneira indireta.

As variáveis, atributos e propriedades do solo que interferem no processo erosivo, como: profundidade, permeabilidade, textura, estrutura, densidade aparente, porosidade, teor de matéria orgânica, teor e estabilidade dos agregados, pH do solo, óxidos de ferro (hematita e goethita) e alumínio (gibbsita), fertilidade, matéria orgânica, morfologia da encosta, importância da cobertura vegetal, têm sido demonstradas no meio científico em trabalhos de autores como Wischmeier et al., 1971; Bertoni & Lombardi Neto, 1990; Resende et. al, 1985 e 1992; Guerra, 1998 e 1999, e outros.

6.2.2 - Avaliação da Vulnerabilidade Ambiental

A vulnerabilidade ambiental das terras varia em função dos solos, do clima, tipos de uso, uso de produtos químicos etc, sua avaliação abrangem a análise do potencial e riscos (Batjes &

Bridges, 1997). Ela fornece um estatus da situação atual, difere da avaliação de riscos que são previsões futuras (ISRIC & FAO, 2000). A análise empírica da fragilidade envolve estudos básicos do relevo, da litologia, da estrutura do solo, do uso da terra e do clima (Ross, 1996).

Segundo a FAO (1976), terra consiste em um segmento da superfície do globo, definido no espaço e reconhecido em função de características e propriedades compreendidas pelos atributos da biosfera, que sejam razoavelmente estáveis ou ciclicamente previsíveis, incluindo aquelas da atmosfera, do solo, do substrato geológico, da hidrologia e resultado das atividades humanas, atuais e futuras, até o ponto em que estes atributos exerçam influência significativa no uso presente ou futuro da terra pelo homem. É um termo mais abrangente do que solo, envolvendo vários outros atributos do meio físico como propriedades do substrato, drenabilidade, abastecimento de água, topografia, clima e cobertura vegetal. Também podem ser considerados, fatores sócio-econômicos como localização em relação aos centros de comercialização, povoados e outras terras ocupadas, tamanho dos lotes e da área e benfeitorias (Estados Unidos, 1989).

A avaliação da vulnerabilidade das terras envolvem as interações entre geologia, pedologia, geomorfologia e geotecnia. Em uma abordagem qualitativa da vulnerabilidade das terras, pode-se relacionar a suscetibilidade à erosão das áreas de encosta, a condição de drenagem das áreas de baixada e fatores climáticos, especialmente precipitação. Avaliando-se o solo isoladamente, verifica-se que, de acordo com suas características intrínsecas, estes possuem capacidades que diferem enormemente em sua susceptibilidade de melhoramento às causas da degradação.

Na presente avaliação, o termo vulnerabilidade das terras está relacionado à fragilidade das terras para fins de exploração agropecuária, passagem de rodovias, ferrovias, obras enterradas, definição de locais para aterros sanitários e cemitérios, identificação de áreas de risco de contaminação do lençol freático, de risco de acidentes geotécnicos, de importância ecológica e/ou recreativa, ocupação urbana e industrial, entre outros usos.

A avaliação da vulnerabilidade das terras foi elaborada a partir das informações contidas no diagnóstico agroambiental. Por ser uma área montanhosa, os fatores preponderantes, de maior peso, como condicionantes da vulnerabilidade são a declividade, tipos de solos e índices pluviométricos, estando os condicionantes uso e cobertura atual em segundo plano, como fatores que podem induzir ou amenizar a degradação. A precipitação é um índice praticamente fixo para toda a área. Onde ocorrem situações de relacionamentos entre extremos de vulnerabilidade segundo a declividade com extremos de vulnerabilidade segundo fatores pedológicos, o uso e cobertura atual aliado às características do solo, como drenagem, rochiosidade, pedregosidade e vegetação original funcionou como contrapeso.

Com relação à condição de drenagem dos solos de baixada, é destacada a permeabilidade inerente a cada solo, a qual depende de sua textura, teor de matéria orgânica, tipo de argila, tipo de estrutura e presença de gradiente textural e/ou camada cimentada e/ou de impedimento. Outro aspecto considerado é a altura do lençol freático e o risco de inundação devido a proximidades de rios, córregos e lagos.

Foram identificados os principais fatores relacionados à vulnerabilidade das terras, conforme avaliações realizadas por Batjes & Bridges, (1997); Lumbreras *et. al* (1999) e ISRIC & FAO, (2000). As terras foram separadas, segundo sugestão de Ross (1996), em terras altas, ou seja, unidades morfológicas que apresentam formas denudacionais e estão suscetíveis a processos de perda, principalmente por erosão e terras baixas, que são unidades morfológicas que possuem formas agradacionais, e estão sujeitas a processos de acumulação.

Para as terras altas, considerou-se: espessura do sólum, transição entre horizontes (gradiente textural), tipo de textura e composição granulométrica, argilas expansivas, relevo, rochosidade, pedregosidade, camadas adensadas ou impeditivas em subsuperfície e cobertura vegetal. Para as terras baixas, considerou-se: argilas expansivas, textura arenosa ou errática ao longo do perfil, camadas orgânicas, camadas adensadas em subsuperfície, concentração de sais, declividade, risco de inundação, profundidade sazonal do lençol freático e cobertura vegetal.

Os conceitos dos fatores acima considerados inerentes ao solo encontram-se descritos em Embrapa (1988). Para avaliação da drenagem foram contemplados o risco de inundação e a profundidade sazonal do lençol freático. A primeira refere-se à posição em que o solo se encontra no relevo em relação a cursos d'água, rios e lagos. A última indica a profundidade em que o lençol freático se encontra em diferentes épocas do ano. Para a vegetação utilizou-se a vegetação original com o objetivo de se inferir o tipo climático predominante (Embrapa, 1980) e para a cobertura como efeito protetor e capacidade de amortizar ou amenizar a ação das águas.

Área de estudo foi sub-dividida em terras altas e terras baixas, e classificadas nas classes de vulnerabilidade: Baixa (B), Moderada (M), Alta (A), Muito Alta (MA) e Extremamente Alta (EA). São apresentadas na tabela 14 as classes de vulnerabilidade e os fatores condicionantes para a classificação das terras.

6.2.3 Teor dos Sedimentos e Qualidade das Águas superficiais

Com o objetivo de avaliar o teor do material e determinar o grau e a significância ambiental dos resíduos de metais pesados nos sedimentos, coletou-se amostras em três setores do

Tabela 14 - Classes de Vulnerabilidade Ambiental da Microbacia do Córrego Fonseca

UNIDADES AMBIENTAIS	CONDICIONANTES						CLASSES DE VULNERABILIDADE	ÁREA (HA)
	Relevo e Declive	Solos	Critérios	vegetação e cobertura	Rochosidade e pedregosidade			
Baixo Vale Entulhado - BVE	Plano A - 0 a 3%	Gleissolo Háptico, Gleissolo Melânico e Neossolos Flúvicos.	Vulnerabilidade moderada, condicionada por textura arenosa, presença de camadas orgânicas, risco de inundação e presença na superfície do lençol freático. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia de várzea.	floresta tropical subperenifólia de várzea Olerícolas, fruticultura	-	Moderada - M	25,72	
Alvéolos Intermontanos - AI	Suave ondulado B - 3 a 8%	Cambissolo Húmico Gleissolo Háptico e Neossolo flúvico,	Vulnerabilidade baixa, condicionada por risco ocasional de inundação e presença, na superfície, do lençol freático. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia de várzea	Fruticultura, capineira Olerícolas, capoeira	-	Baixa - B	11,74	
Declives Suaves - DS	Ondulado C - 8 a 14%	Cambissolo Háptico, Cambissolo Húmico, Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo Húmico	Vulnerabilidade moderada, condicionada por declividade e presença de gradiente textural. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	Reflorestamento fruticultura, floresta tropical subperenifólia, Olerícolas e Pastagem	ligeira	Moderada - M	40,45	
Declives Abruptos - DA	Ondulado D - 14 a 20%	Cambissolo Háptico, Húmico Latossolo Vermelho Amarelo Húmico	Vulnerabilidade alta, condicionada por declividade e textura do solo. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	Reflorestamento Fruticultura, Olerícolas Pastagem, e floresta tropical subperenifólia	ligeira	Alta - A	101,56	
	Forte ondulado E - 20 a 45%	Cambissolo Háptico, Húmico; Latossolo V. Amarelo; Latossolo Húmico; Afloramento de Rochas e inclusão de Neossolo Litólico	Vulnerabilidade alta, condicionada por espessura do solum, textura, declividade, e pedregosidade. Vegetação original de floresta tropical subperenifólia.	Reflorestamento Fruticultura floresta natural, Olerícolas Pastagem.	moderada	Muito alta - MA	170,78	
	Montanhoso e Escarpado F - > 45%	Afloramento de Rocha associado a Neossolo Litólico e inclusão de cambissolos Hápticos	Vulnerabilidade extremamente alta, condicionada por declividade, espessura do solum e rochosidade. Vegetação original de campo rupestre.	campo rupestre, reflorestamento de eucaliptos e floresta rala	abundante	Extremamente alta - EA	53,43	

(Org. B. Calderano Filho 2003).

Topos Aplainados TA	Ondulado C - 8 a 14%	Latossolo Amarelo Háplico e Húmico.	Vermelho Cambissolo Cambissolo	Vulnerabilidade alta, condicionada por ambiente ecológico muito frágil. Vegetação original de floresta.	Reflorestamento com eucaliptos, Floresta e pouca pastagem natural.	ligeira	Alta - A	5,54
Topos Aplainados TA	Ondulado D -14 a 20%	Latossolo Amarelo Háplico e Húmico.	Vermelho Cambissolo Cambissolo	Vulnerabilidade muito alta, condicionada por ambiente ecológico muito frágil espessura do solum, declividade e clima. Vegetação original de floresta tropical subperenifolia.	Reflorestamento com eucaliptos, Floresta e pouca pastagem natural.	ligeira	Muito alta - MA	2,2
Lago	1170 a 1190m	Sedimentos Silto - Areno -argilosos	-	-	Floresta natural.	-	-	0,75

(Org. B. Calderano Filho 2003).

córrego Fonseca, cabeceiras, médio curso e foz. As amostras coletadas apenas no período das chuvas, visaram avaliar os resquícios de elementos químicos, provenientes da aplicação de agroquímicos e práticas agrícolas adotadas. A coleta de sedimentos é tida como apropriada, na medida que sua análise proporciona um histórico de confiança sobre a poluição de uma determinada área (Bryan & Langston 1992, *in* Greenpeace, 1988). Nesse sentido ressalta que foi realizada apenas uma única campanha de coleta (de sedimentos e água), o que restringe a análise, portanto, os resultados apresentados fornecerão subsídios para o monitoramento.

Sedimentos sempre vão conter íons de metal pesado. As concentrações irão variar em função da geologia local e devido a alterações antropogênicas. Efluentes domésticos, indústrias, drenagens urbanas e agricultura, são atividades responsáveis por esse crescimento (Samanidou & Fytianos 1990, *in* Greenpeace, 1988). Foram determinados: Ca, Mg, K, Na, Mn, Fe, Zn, Cu, Cr, Co, Ni, Al, Cd e Pb. O resultado dessa avaliação e suas respectivas relações com o uso e ocupação do solo, permite inferir, que tipo de alteração a medição destes parâmetros indicava estar presente nos sedimentos e na água proveniente do uso e ocupação da microbacia. As tabelas 15 e 16 mostram a composição granulométrica e o resultado dos parâmetros avaliados.

Tabela 15 - Resultado de Análise Granulométrica dos Sedimentos.

Amostra	Areia (g/kg)	Silte (g/kg)	Argila (g/kg)
Nascente	899	61	40
Médio Curso	880	60	60
Foz	936	4	60

Tabela 16 - Teor de metais Pesados nos Sedimentos

Variáveis	Unidade	Resultados analíticos da microbacia			Valores de Referência ⁽¹⁾
		Cabeceira	Médio Curso	Foz	
					-
Cálcio - Ca	g/kg	0,156	0,321	0,303	-
Magnésio - Mg	g/kg	0,210	0,909	0,387	-
Potássio - K	g/kg	0,582	0,814	0,432	-
Sódio - Na	g/kg	*	*	*	-
Boro - B	g/kg	*	*	*	-
Molibdênio - Mo	g/kg	*	*	*	-
Manganês - Mn	g/kg	0,071	0,098	0,080	< 1.000 mg/kg
Ferro - Fe	g/kg	16,8	17,3	9,85	17.10 ³ µg/g
Zinco - Zn	g/kg	0,008	0,025	0,015	< 100 mg/kg
Cobre - Cu	g/kg	*	*	*	< 50 mg/kg
Cromo - Cr	g/kg	*	*	*	< 50 mg/kg
Cobalto - Co	g/kg	*	*	*	< 50 mg/kg
Níquel - Ni	g/kg	*	*	*	< 50 mg/kg
Alumínio - Al	g/kg	39,0	33,6	30,4	-
Cádmio - Cd	g/kg	*	*	*	< 0,5 mg/kg
Chumbo - Pb	g/kg	*	*	*	< 50 mg/kg
PH	UpH	*	*	*	-

1 - Fonte: (Salomons & Forstner 1984, Bryan & Langston 1992, Palanques *et al.* 1995, *in* Greenpeace 1988).
* Teor do elemento abaixo do limite de detecção da técnica utilizada, - Não referenciado.

A confrontação dos resultados analíticos da microbacia, com os valores de referência listados na coluna seis, permite-nos estabelecer em que extensão os sedimentos estão contaminados por metais pesados. Os níveis de cromo, zinco, cobre, chumbo, níquel, cobalto, cádmio e manganês estão abaixo dos níveis naturalmente encontrados no meio ambiente. Os níveis de magnésio, potássio, ferro e alumínio estão um pouco elevados. Como elementos indicativos do efeito da ação antrópica, o magnésio, cálcio e potássio estão relacionados com a prática da adubação. Segundo (CETESB, 1996), o aumento da concentração de alumínio está associado com o período de chuvas e, portanto, com a alta turbidez, enquanto o ferro, em quantidade adequada, é essencial ao sistema bioquímico das águas, podendo, em grandes quantidades, se tornar nocivo, dando sabor e cor desagradáveis e dureza às águas, tornando-as inadequadas ao uso doméstico e industrial.

A expressão qualidade da água, refere-se a um grau de pureza desejável que é variável entre os vários usos a que se destina a água. Órgãos competentes estabeleceram os limites gerais aceitáveis para as impurezas contidas na água, de acordo com o fim a que as mesmas se destinam. O Ministério da Saúde, atualizando a Portaria nº 36/90, aprovou na forma de anexo à Portaria nº 1468/GM em 29 de dezembro de 2.000, normas e o padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, a serem observados em todo o território nacional.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA estabelece padrões de qualidade da água, compatíveis com a sua utilização, onde pode estar presente a concentração de determinados elementos ou compostos. Os aspectos considerados são estéticos (cor, turbidez, odor e sabor), fisiológicos (toxidade, patogenicidade e salinidade) e ecológicos (PH, oxigênio dissolvido e produtividade). Essas propriedades representam os parâmetros de qualidade (BRANCO, 1999). A qualidade das águas superficiais depende além das condições edafo-ambientais reinantes da influência humana. A ação humana é a responsável pelas maiores alterações na composição da água.

A resolução nº 20 do CONAMA, 1986 estabelece uma série de requisitos, parâmetros e padrões que medem graus de pureza ou impurezas das águas para abastecimento, consumo, irrigação e outros fins. De acordo com essa resolução os rios são enquadrado como classe I nas suas nascentes, sendo os trechos menos nobres classificados como classe II. A classe (I) prevê os seguintes usos: ao abastecimento doméstico após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana. O enquadramento na classe II de acordo com a referida

resolução, prevê os seguintes usos: ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; à criação natural e/ou intensiva de espécies destinadas à alimentação humana.

Para caracterizar a qualidade dos corpos d'água, realizou-se algumas coletas, direcionadas para o Córrego Fonseca, o que reduziu significativamente os pontos de coleta na área da bacia. Os dados de qualidade da água para o ano de 2003 são provenientes de coletas realizadas em três setores do córrego, cabeceira, médio curso e foz (Tabela 17). O Córrego Fonseca recebe os esgotos domésticos das casas localizadas em suas margens, apresentando, assim, índices de contaminação bacteriológica. Tal situação se agrava nos trechos de mananciais para garantir o abastecimento humano com prioridade absoluta.

Os parâmetros de qualidade da água que foram analisados, visaram avaliar a concentração de elementos químicos provenientes das práticas agrícolas adotadas, esses elementos analisados têm relações com o uso-ocupação do solo na microbacia. Não foi possível analisar e avaliar Oxigênio Dissolvido (OD), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Coliformes Fecais, Temperatura, Nitrogênio Total, Fósforo Total, Sólidos Totais e Turbidez, que são os parâmetros que compõem o IQA - Índice de Qualidade da Água, para o enquadramento dos rios, conforme a resolução nº 20/86 do CONAMA.

No caso da água destinada ao consumo doméstico, são fixados os denominados "Padrões de Potencialidade", que indicam as condições que a água deve preencher para ser consumida pelo homem. Nesse caso, os parâmetros mais preocupantes, estabelecidos pela OMS e o Ministério da Saúde, através da Portaria 36/90 como padrões de potabilidade, a serem observados no estudo da qualidade de águas subterrâneas são: Sólidos Totais, Dureza e Cloretos. Teores muito elevados de tais parâmetros, significam que a água deve passar por um processo de tratamento antes de ser utilizada no abastecimento humano, processo esse relativamente oneroso no caso de Dureza e Cloretos.

A classificação da qualidade da água utilizada em irrigação é importante, uma vez que a água contaminada com elementos tóxicos pode comprometer o desenvolvimento dos vegetais, e afetar as pessoas que vierem a consumir estes produtos. Os critérios de classificação utilizados baseam-se na concentração de alguns íons, tais como o sódio, o potássio, o cloreto e o sulfato, e por parâmetros como os sais dissolvidos, a condutividade elétrica e a concentração total de cátions, que influenciam de maneira diferenciada no crescimento de cada espécie vegetal. Dentre os esquemas de classificação existentes, um dos mais aceitos atualmente é o proposto pelo United States Salinity Laboratory (USSL), que relaciona a concentração de sais solúveis, como indicador do perigo de salinização do solo, e a Razão de Absorção de Sódio (RAS), como indicador do

perigo de sodificação. O índice RAS, é obtido dividindo o valor do sódio pela raiz quadrada de cálcio mais magnésio sobre dois. As classes de águas definidas pelo USSL, quanto ao perigo de salinização são C1, C2, C3 e C4, e quanto ao perigo de sodificação S1, S2, S3 e S4 (Abeas, 1996), assim teríamos em função dos resultados, de acordo com o nomograma de Richards (1954 *in* Abeas 1996), C1S1 a C1S4, C2S1 a C2S4, C3S1 a C3S4 e C4S1 a C4S4.

Tabela 17 - Dados da qualidade da água do Córrego Fonseca para o ano de 2003.

Variáveis	Teores Recomendados Para a Água		Resultados Analíticos da microbacia		
	Unidade	Valores ⁽¹⁾	Cabeceira	Médio Curso	Foz
OD	mg/L	< 5	**	**	**
Coliforme Fecal	NMP / 100 ml	500 a 1000	**	**	**
DBO	mg/L	até 5	**	**	**
Nitrogênio Total	mg/L	-	**	**	**
Fósforo Total	mg/L	até 0,025	**	**	**
Turbidez (°C)	UNT	-	**	**	**
Dureza T. (CaCO3)	mg/L	40-100	**	**	**
Sólidos Totais	mg/L	até 300	**	**	**
Cloreto	mg/L	até 250	**	**	**
Cálcio - Ca	mg/L	12-25 pr.c; 250 p.c	2,00	1,70	1,72
Magnésio - Mg	mg/L	até 20 pr.c.	0,387	0,334	0,293
Potássio - K	mg/L	300 - 400	0,478	0,586	0,540
Sódio - Na	mg/L	até 30	1,77	1,63	1,57
Boro - B	mg/L	0,75	*	*	*
Molibdênio - Mo	mg/L	-	*	*	*
Manganês - Mn	mg/L	até 0,1	0,020	0,026	0,039
Ferro - Fe	mg/L	0,3- 1,0	0,677	0,612	0,508
Zinco - Zn	mg/L	até 5,0	*	*	*
Cobre - Cu	mg/L	0,002 - 0,5	*	*	*
Cromo - Cr	mg/L	até 0,05	*	*	*
Cobalto - Co	mg/L	-	*	*	*
Níquel - Ni	mg/L	0,05	*	*	*
Alumínio - Al	mg/L	0,1	0,174	0,366	0,335
Cadmo - Cd	mg/L	0,004 - 0,01	*	*	*
Chumbo - Pb	mg/L	até 0,03	*	*	*
PH	-	6 a 9	6,2	6,2	6,5
Cond. elétrica	mS/cm		0,02	0,02	0,02

1 - Fontes: CONAMA (1986 e 1991); PÁDUA (1997); OMS (1963).
 * Teor do elemento abaixo do limite de detecção da técnica utilizada; - Não referenciado, ** Não analisado, pr.c (pré-calagem) p.c (pós-calagem).

(Org. B. Calderano Filho 2003).

A salinidade total da água age tanto sobre o solo como sobre as plantas, alguns constituintes isolados, como o Boro, são tóxicos, mesmo em pequenos teores. Os resultados da tabela 17, mostram que as águas do Córrego Fonseca podem ser usadas sem restrições para suprimento de rebanhos. No que se refere à qualidade da água superficial para o uso agrícola, os dados de CE (0,02 mS/cm) e Na (1,57 a 1,77 mg/L) dessas águas, mostram um risco baixo de salinidade e perigo de sódio. Os teores de boro não apresentam problemas em todas as amostras, quanto ao perigo de sodificação do solo, as amostras enquadram no índice S1, não oferecendo

risco de acumulação de quantidades nocivas de sódio. Em relação ao risco de salinização, a predominância foi do tipo C1, caracterizado como baixo. Embora não tenha resultados de cloretos, sulfatos e totais de sais dissolvidos, para uma avaliação final para irrigação, pode-se inferir pelos resultados que a água pode ser usada para irrigação para a maioria das culturas e para quase todos os solos, sem grandes cuidados especiais.

Os teores dos elementos encontrados na água do córrego Fonseca, não restringem a utilização da irrigação por aspersão, embora, as concentrações de Fe indicam moderada restrição no uso de equipamentos. Embora os valores obtidos não sejam excessivamente altos, as preocupações quanto a potencialidades futuras de salinização dos solos deverão ser constantes nos projetos e operações de irrigação. O uso da terra com lavoura irrigada na microbacia, ainda está iniciando e é incipiente, daí que os impactos ocorrentes, no presente, ao menos relativos à poluição da água devido a práticas agrícolas ainda é incipiente. A Funceme desenvolveu um software para auxiliar na análise da qualidade de amostras d'água, o programa "*QualiGraf*" faz a interpretação gráfica de dados hidroquímicos e a correção dos índices de SAR. (<http://Funceme.org.br>). Pela avaliação do "*QualiGraf*," as águas do Córrego Fonseca são classificadas como (C0S1).

6.2.4. Avaliação da Qualidade Ambiental

Como já mencionado, as atividades e ações humanas em determinado ecossistema, podem dificultar a degradação, melhorando a estabilidade de ecossistemas fragilizados, através de práticas adequadas; em outros podem facilitar o processo de degradação. Porém, dependendo da magnitude das pressões exercidas e/ou das tecnologias envolvidas, podem implicar em impactos que superem as capacidades de suporte dos recursos, motivando o que hoje se denomina de estresse ambiental.

A área de estudo é considerada de "equilíbrio frágil" devido, principalmente, à posição delicada que ocupa na paisagem, aliado ao relevo muito acidentado com declividades acentuadas, submetido a elevados índices de precipitação, constituída em grande maioria por solos de textura média no horizonte superficial, o que a torna suscetível a violentos processos erosivos; engloba terras desmatadas, áreas aptas e inaptas para as atividades produtivas e áreas protegidas por lei.

O diagnóstico agroambiental permitiu extrair informações inerentes às potencialidades e limitações de cada componente ambiental, com base nas ofertas ecológicas apresentadas, fornecendo assim, subsídios para o prognóstico e avaliação da qualidade do ambiente, permitindo planejar o uso e o manejo dos recursos disponíveis em função de suas verdadeiras vocações

agroecológicas.

Como as relações homem-meio se refletem nas formas de uso e ocupação, a análise dessas formas, revela os vários graus de sensibilidade, ou fragilidade do meio, ante o impacto das ações humanas. Daí a importância de se conhecer as propriedades, atributos, ofertas e restrições ecológicas dos componentes ambientais. Isso nos permitiu inferir ou medir a capacidade de resposta desses componentes, verificar até que ponto o uso tem causado impactos ambientais danosos, estabelecer graus de sensibilidade ou fragilidade, avaliar o estágio de degradação ou qualidade do ambiente e sugerir formas de usos alternativos, mais condizentes com o equilíbrio ambiental.

Considerando as várias ações antrópicas de maior importância na área, já listadas e comentadas ao longo do texto, quanto às suas interfaces com o meio ambiente, pode-se considerar que as atividades na área são de baixo impacto, com situações pontuais e não pontuais de poluição, ocasionadas principalmente, pela falta de esgotamento sanitário, uso de agrotóxicos e a prática da irrigação.

Na avaliação final a área fica em moderadamente degradada, com grandes possibilidades de reverter esse quadro. A tabela 18 apresenta os principais impactos que ocorrem na área. A qualidade do ambiente é comentada por unidade ambiental, no item posterior.

6.3 - Unidades Ambientais

No sentido de fornecer mais subsídios para o planejamento agrícola e ambiental da área e facilitar a análise qualitativa, no tocante à vulnerabilidade, qualidade e suscetibilidade à erosão, alguns subsistemas foram separados em segmentos ambientais mais homogêneos, considerando as características físicas e edafo-ambientais dominantes, como é o caso do subsistema declive abrupto, constituindo-se assim, nas unidades ambientais. Define-se unidades ambientais, com base na estrutura e escultura da paisagem, considerando que estas refletem características e qualidades estáveis do meio. No que concerne às unidades ambientais, mesmo reconhecendo-se a existência de interdependência entre as mesmas, principalmente no que se refere ao fluxo de água e sedimentos, é possível analisá-las separadamente.

Assim sendo, os subsistemas identificados procuram retratar unidades ambientais elementares compartimentadas em função da escultura da paisagem, que contenham em última análise, um maior nível de homogeneidade, menor nível de diversidade interna e maior coerência entre os componentes, com características intrínsecas próprias que as individualizam, estando portanto, sujeitos às mesmas ofertas, restrições e limitações impostas pelo meio (ecológicas).

Complementando a análise da microbacia será apresentada de forma sintética as potencialidades, riscos ambientais e prognósticos por unidade ambiental. É bem provável que algumas das constatações aqui analisadas, já tenham sido mencionadas em outra parte deste projeto, mesmo assim, o que se propõe é integrar os conhecimentos gerados até agora com as medidas agroambientais a serem sugeridas no item posterior.

Para cada unidade identificada será apresentada, uma sinopse, das principais potencialidades e limitações das terras (diagnóstico) e sugeridas suas principais vocações (prognóstico). A tabela 19, mostra as características das unidades ambientais delimitadas e a figura 51, o mapa agroambiental da área.

Superfícies pouco movimentadas descontínuas relacionadas aos declives abruptos - Topos Aplainados.

Esta unidade ambiental corresponde ao subsistema topos aplainados. Está inserida na feição geomorfológica encostas cristalinas do pré-cambriano, com ocorrência marcante de solos Cambissolo, acompanhado de Cambissolo Húmico Álico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, profundos e pouco profundos, intercalados com solos rasos, em relevo pouco movimentado, com partes onduladas incluindo topos aplainados.

A posição delicada que ocupam na paisagem, sobrepondo os declives abruptos, o relevo e o risco de erosão, são os principais fatores restritivos dessa área ao uso agrícola. Práticas conservacionistas devem ser adotadas para controle da erosão e preservação dessa unidade.

Embora sejam áreas que apresentam condições de solos favoráveis ao uso agrícola, essas atividades não devem ser incentivadas, por serem consideradas “áreas de equilíbrio frágil” devido, principalmente, a sua posição na paisagem e a textura dos solos que aí ocorrem. Tal fato, aliado às precipitações concentradas e abundantes no período chuvoso, pode provocar ravinamentos e até movimentos de massa de certa amplitude e inundações no restante da bacia, caso seja retirada a cobertura vegetal dessa unidade. Deve-se estimular a revegetação ou reflorestamento. Na avaliação da qualidade, essas áreas se encaixam na classe de alta vulnerabilidade e fragilidade, são terras moderadamente a muito suscetíveis à erosão classe M/F e qualidade média. O principal risco é por erosão com perda de horizonte A, ocorrência de ravinamentos e até movimentos de massa de certa amplitude.

São indicadas prioritariamente à preservação ambiental (flora e fauna), pois são áreas de grande importância no reabastecimento das águas subterrâneas das bacias adjacentes. O equilíbrio ecológico dessas áreas é de grande relevância para a manutenção do sistema como um todo.

Tabela 18 - Principais Impactos Ambientais na Área de Estudo

ATIVIDADES ANTRÓPICAS	INTERVENÇÕES NO MEIO NATURAL	CONSEQUÊNCIAS DECORRENTES DAS INTERVENÇÕES	EFEITO, GRAU E AMPLITUDE DOS IMPACTOS	EFEITOS ECONÔMICOS E SOCIAIS	UNIDADES AMBIENTAIS	RISCOS E RECOMENDAÇÕES
Agricultura Culturas de Subsistência	Práticas Agrícolas, manejo inadequado (queimadas).	Exposição do Solo. Destruição das camadas superficiais do Solo. Poluição das águas por dejetos humanos e de animais.	Negativo Baixo / local e regional	Abastecimento Local (Produção de Alimentos) Baixo Nível de Ocupação de Mão-de-Obra.	Topos aplainados -TA Alvéolos intermontanos - AI Baixo vale entulhado - BVE Declives abruptos DA Declives suaves DS. lago interiorizado - LI	Áreas com declives entre 8 a 20%, encostas que se forem desmatadas e usadas de forma intensiva podem sofrer deslizamentos, nos períodos de maior precipitação. Reserva biológica, preservação permanente e exploração de mel.
Agricultura Irrigada	Práticas Agrícolas, manejo inadequado, uso de pesticidas	Contaminação de fontes por nitratos e agrotóxicos poluição do solo e das águas superficiais e subsuperficiais, exposição do solo. Destruição das camadas superficiais do solo.	Negativo Médio / local e regional	Abastecimento Local (Produção de Alimentos). Alto Nível de Ocupação de Mão-de-Obra	Alvéolos intermontano - AI Baixo vale entulhado - BVE declives suaves DS.	Polição e contaminação. Manejo e uso de agrotóxicos práticas agrícolas adequadas p/ não salinizar os solos. Ocupação diversificada com predomínio de olerícolas.
Frutíferas	Práticas Agrícolas e manejo inadequado	Polição das Águas, Destruição das camadas superficiais do solo exposição do Solo.	Negativo Baixo / local e regional	Abastecimento Local (Produção de Alimentos). Alto Nível de Ocupação de Mão-de-Obra.	Alvéolos intermontano - AI Baixo vale entulhado - BVE Declives abruptos DA Declives suaves DS. lago interiorizado - LI	Encostas íngremes associado aos índices de precipitação e solos altamente suscetíveis à erosão. Ocupação diferenciada em função da fragilidade local com Reflorestamento e Fruticultura nas encostas com práticas e cuidados conservacionistas e floresta nas calhas e terço superior.
Extrativismo Vegetal (principalmente eucaliptocultura)	Alteração do Ecossistema natural desmatamento	Expulsão de algumas espécies animais e aumento expressivo de outras espécies, como cupins- praga na região. Extinção da Mata Nativa. Exaustão da capacidade de oferta de água.	Negativo Alto/Local	Produção de Carvão e Lenha Baixo Nível de Ocupação de Mão-de-Obra	Topos Aplainados -TA Declives Abruptos - DA	Desplacamentos e deslizamentos. Ocupação diversificada requerendo cuidados nas encostas e proteção das calhas. Reserva biológica, preservação permanente e exploração de mel.
Criação e Pecuária	Alteração do Ecossistema Natural, Desmatamento e Formação de Pastos.	Perda definitiva de Potencial Genético da Flora e Fauna Nativa Compactação do Solo pelo Pisoteio Animal. Redução da Capacidade de Retenção de Água.	Negativo Alto / Local	Baixo Nível de Ocupação de Mão-de-Obra	Declives Abruptos - DA	Riscos de erosão e Destruição das Camadas Superficiais. Criação de pequenos animais e abelhas.
Urbanização	Construções urbanas	Polição do Solo, Água (de superfície e subsuperfície) pela descarga de dejetos. Exposições de Lixões a Céu Aberto Infra-estrutura Precária e Serviços insuficientes.	Negativo Alto/Regional	Movimentos migratórios, Disseminação de doenças, Geração de empregos e Renda.	Alvéolos intermontano - AI Baixo vale entulhado - BVE	Pavimentação do piso, impermeabilização dos solos, redução da infiltração. Enchentes e alagamentos
Lago						Riscos de alagamento e inundação da planície fluvial, poluição e contaminação. Preservação permanente, criação de peixes

(Baseado em R.Hidricos (2000), Org. B. Calderano Filho 2003).

Tabela 19 - Características das Unidades Ambientais

CARACTERÍSTICAS	FORMAS E PROCESSOS ASSOCIADOS	REDE DE DRENAGEM	SOLOS	COBERTURA VEGETAL	POTENCIALIDADES	RISCOS AMBIENTAIS
TOPOS APLAINADOS - TA	Relevo suavizado a ondulado, área geradora de clásticos, predomina processo de erosão nas encostas e calha fluvial. Terras altas*, > infiltração e < escoamento superficial	Predomínio de canais intermitentes e poucos canais perenes, mas de pequeno percurso.	Cambissolos háplicos e Húmicos, Latossolo vermelho amarelo intercalados com solos rasos	Manchas de floresta, capoeira Capim e reflorestamento de eucaliptos	Reserva biológica, preservação permanente e exploração de apiário	Áreas com declives entre 8 a 20%. Encostas que se forem desmatadas e usadas de forma intensiva podem sofrer deslizamentos, nos períodos de maior precipitação.
DECLIVES ABRUPTOS ESCARPADOS -DAE	Relevo montanhoso a escarpado, predomina processos erosivos nas encostas. Terras altas*, < infiltração e > escoamento	O escoamento é em maioria difuso e com grande velocidade. Predomínio de poucos canais efêmeros.	Afloramentos de Rochas do Batólito Serra dos Orgãos associados a Neossolos Litólicos e Cambissolos rasos	Vegetação rupestre com Liqueus, Musgos, Bromélias e manchas de floresta rala	Preservação Permanente	Deslocamentos, esfoliação e deslizamentos
DECLIVES ABRUPTOS ENCOSTAS ÍNGREMES DO CRISTALINO - DAEI	Relevo forte ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial. Terras altas*, escoamento maior que a infiltração.	Predomínio de canais perenes e intermitentes com escoamento orientado, maior velocidade e volume de água	Cambissolos Háplicos e Húmicos, Latosso Vermelho Amarelo e Húmico, inclusão de Aflorentamento e Neossolo Litólico.	Predomínio de Fragmentos de Floresta. Reflorestamento de eucaliptos, pinus e Fruticultura.	Ocupação diferenciada em função da fragilidade local, com Reflorestamento e Fruticultura nas encostas, com práticas e cuidados conservacionistas e floresta nas calhas e terço superior	Encostas íngremes com solos altamente suscetíveis à erosão. Destruição das camadas superficiais do solo e perda do conteúdo de matéria orgânica
DECLIVES SUAVES - DS	Relevo ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial. Terras intermediárias*** Infiltração maior que o escoamento.	Rede de canais perenes e intermitentes, com escoamento orientado. Menor velocidade e volume de água.	Cambissolos Háplicos e Húmicos, Latosso Vermelho Amarelo e Húmico, inclusão de solos rasos com drenagem imperfeita.	Pequenas manchas de floresta e capoeira. Predomínio de fruticultura, lavouras e olerícolas	Ocupação diversificada requerendo cuidados nas encostas e proteção das calhas, indicadas para fruticultura e olerícolas	Riscos de erosão e contaminação de fontes por nitratos e agrotóxicos, Poluição das águas, destruição das camadas Superficiais do solo.
ALVÉOLOS INTERMONTANO - AI	Relevo suave ondulado, processos erosivos nas encostas e calha fluvial entulhamento do alvéolo e da própria calha. Terras baixas** > infiltração	Rede de canais perenes e intermitentes, com escoamento orientado. Maior volume de água e menor velocidade.	Cambissolos Háplicos Gleissolos Háplicos, e Melânicos e Neossolos Flúvicos	Quase não há cobertura vegetal, lavouras, pasto, caqui e olerícolas	Ocupação diversificada com predomínio de olerícolas	Contaminação dos corpos líquidos e alagamentos
BAIXO VALE ENTULHADO - BVE	Relevo plano. Tendência a sedimentação da planície e assoreamento da calha do rio sedimentos areno-silto-argilosos. Terras baixas** > infiltração	Rio meandrante com baixa capacidade de transporte e pequena velocidade das águas, leito silto-argiloso	Gleissolos Háplicos, e Melânicos e Neossolos Flúvicos	Predomínio de olerícolas	Ocupação diversificada com predomínio de olerícolas	Riscos de alagamento e inundação da planície fluvial, poluição e contaminação das águas
LAGO INTERIORIZADO - LI	Águas paradas, leito silto-areno-argilosos	Canal efluente e emissário	Sedimentos variados silto-areno-argilosos	Presença de floresta tropical perenifolia nas margens	Preservação permanente, criação de peixes	Extravasamento e inundação da planície fluvial

* Predomina formas denudacionais, processo de perda . ** Predomina formas agradacionais, processos de acumulação *** Predomina os dois processos perda e acumulação.

(Org. B. Calderano Filho 2003).

Desde que sob controle, a apicultura poderá ser uma atividade permitida nessas áreas. Quanto ao reflorestamento recomenda-se efetuar o corte seletivo, a medida que descobre uma gleba deixa outra coberta, evitando deixar o solo desnudo, ou revegetar com espécies nativas e variedades rasteiras com potencial melífero.

Elevações Íngremes em Forma de Serras - Declives Abruptos Escarpados

Esta unidade ambiental corresponde em parte ao subsistema declives abruptos. Está inserida na unidade geomorfológica afloramentos rochosos do pré-cambriano. São áreas de relevo montanhoso, na grande maioria, com afloramentos rochosos, e áreas com escarpas de granito, com predomínio de afloramentos de rocha, que ocorrem associados a solos Neossolos Litólicos e pequenas inclusões de Cambissolos, sob vegetação primária de floresta tropical Perenifólia.

Devido ao relevo movimentado, rochosidade e solos rasos de pouca profundidade inadequados para agricultura, este segmento não é propício para uso agrícola, mas é de grande importância na captação das águas de chuvas e realimentação da bacia adjacente, assim como na manutenção de minadouros existentes no sopé da serra. Além de abranger ambientes que guardam características favoráveis para abrigar e preservar espécies animais e vegetais, particularmente devido à sua extensão.

Na avaliação da qualidade, essas áreas se encaixam na classe de muito alta vulnerabilidade e fragilidade, sendo terras altamente suscetíveis à erosão, classe extremamente forte (EF) e qualidade baixa. Seu principal risco são os possíveis deslocamentos, esfoliações e escorregamentos de massa de certa amplitude.

São áreas impróprias ao uso agrícola e destinadas prioritariamente à preservação ambiental permanente (flora e fauna), de acordo com a legislação ambiental vigente, ou por situarem-se em relevo acidentado, pela presença de remanescentes de mata Atlântica, ou para proteção de nascentes e manutenção de cursos d'água. O equilíbrio ecológico dessas áreas é também de grande relevância para manutenção do sistema como um todo. O mesmo controle adotado para os topos aplainados deve ser aqui aplicado, visando manter o solo protegido dos elevados índices de precipitação. Desde que sob controle, a apicultura poderá ser uma atividade permitida nessas áreas.

Encostas Cristalinas Forte Onduladas - Declives Abruptos

Esta unidade corresponde a parte do subsistema declives abruptos, com relevo forte

ondulado e ausência quase absoluta de afloramento de rocha. Está inserida na unidade geomorfológica encostas íngremes do cristalino. São elevações com menor altitude do que as serras e praticamente desprovidas de afloramentos de rochas, onde ocorrem solos Cambissolos Háplicos, Cambissolos Húmicos, seguidos de Latossolo Vermelho Amarelo, Latossolo Vermelho Amarelo Húmico e pequena ocorrência de afloramento de rocha associado a Cambissolos e Neossolos Litólicos.

O relevo forte ondulado, predomínio de solos de textura média, a suscetibilidade dos solos à erosão e a baixa fertilidade natural, são os principais fatores restritivos da área. Nas avaliações, essa unidade encaixa na classe de muito alta vulnerabilidade e fragilidade, sendo terras fortemente suscetíveis à erosão classe muito forte (MF) e qualidade média.

O principal risco é com a erosão acelerada com perda de horizonte A, se considerar a concentração e os índices de precipitação, o que pode provocar grandes ravinamentos e até movimentos de massa de certa amplitude, com inundações no restante da bacia, caso seja retirada a cobertura vegetal ou feitos desmatamentos generalizados nessa unidade. O desmatamento, a inclinação, o tipo de solo e o regime das chuvas explicam os maiores cuidados e preocupações com essa unidade, uma vez que a ampliação dos riscos que aí ocorrem estão na dependência direta do uso, manejo e das práticas agrícolas adotadas.

Outro problema, é que devido a elevada permeabilidade interna e à baixa capacidade adsortiva dos solos, são grandes as possibilidades de contaminação dos aquíferos e fontes, por material tóxico neles depositados ou pelo uso constante de pesticidas nas lavouras. Além de que o desmatamento iria reduzir os mananciais aí situados, que abastecem as bacias adjacentes, diminuindo a quantidade e qualidade da água utilizada por centenas de pessoas e aumentar a quantidade de sedimentos transportados pelo trabalho fluvial.

O uso dessa unidade exige a adoção de práticas conservacionistas protetoras do solo e mantenedoras das condições de fertilidade, para controlar a erosão e suprir as deficiências citadas. Apresenta potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes, não sendo recomendado o uso com culturas que exponham ou revolvam muito a camada superficial dos solos, devendo ser prioritariamente exploradas com lavouras climaticamente adaptadas. As calhas devem permanecer recobertas com vegetação nativa, já as encostas podem ser utilizadas conforme recomendações diferenciadas a seguir: O limite superior da unidade, divisa com os topos aplainados, principalmente nos trechos de maior inclinação, é mais indicado para preservação ou destinado à revegetação com espécies florestais nativas; outras partes, para o reflorestamento com espécies econômicas, sendo uma atividade que se adaptaria bem a essas condições ambientais, contribuindo para a manutenção do equilíbrio do meio-físico, desde que se

faça o corte seletivo, para que o solo não permaneça descoberto por longos períodos durante o ano.

Onde o desenvolvimento de processos erosivos atingiu grau avançado, ocasionando a remoção parcial da camada superficial do terreno, deve-se reconstituir a camada superficial orgânica, através da aplicação de adubos orgânicos e revegetação com espécies arbóreas, arbustivas ou herbáceas. A área de afloramento rochoso, unidade AR2, é imprópria ao uso agrícola e destinada à preservação permanente, de acordo com a legislação vigente.

Na posição intermediária, onde ocorre erosão moderada ou moderado desenvolvimento de processos erosivos, em virtude do cultivo com café há muitos anos atrás, a revegetação com espécies florestais econômicas, ou fruteiras de clima tropical é boa opção, desde que as práticas agrícolas sejam introduzidas sob a ótica conservacionista. As culturas que revolvam ou exponham muito as camadas do solo, não são indicadas, sendo a fruticultura boa opção, desde que não se limpe todo o mato, na época dos tratamentos culturais, ou o mantenha como cobertura morta, fazendo apenas o coroamento no pé da planta, para o solo não ficar desnudo. Outra opção, seria plantar consorciado com a fruticultura espécies rasteiras de potencial melífero, já que a apicultura é uma atividade rentável.

Nas partes inferiores dessa unidade, a mesma opção de uso com os mesmos tratamentos das partes intermediárias pode ser aplicado, incluindo no limite da classe com as encostas colúviais um cordão vegetativo com plantas protetoras, como a cana, por exemplo. Isso ajudaria reter os sedimentos que venham a ser carregados com o processo erosivo. Aliada a essas práticas agrícolas simples, a manutenção cuidadosa e constante das estradas vicinais, mantendo a cobertura do barranco, com certeza reduziria os riscos e traria a erosão a níveis baixos.

Esse ambiente foi considerado impróprio ou restrito para as culturas anuais, porque elas exigem tratamentos culturais que expõem mais o solo aos processos erosivos. Os riscos são agravados pelas condições de textura média, presença de solos rasos com baixos conteúdos de matéria orgânica e baixa fertilidade natural. Com essas condições, as culturas anuais apresentariam, com certeza, baixa rentabilidade em pequenas áreas de plantio. No entanto, a fruticultura exige tratamentos e práticas agrícolas mais condizentes com as limitações apresentadas, permitindo que o solo fique menos exposto ou descoberto por maior parte do ano, além de dar maior retorno econômico, com maior valor agregado ao produto.

Para o nível de controle dessa unidade, práticas como banquetas individuais, interceptadores, controle de erosão, uso de tração animal, já que o uso de máquinas agrícolas e implementos pesados deve ser evitado para não compactar ou criar camadas adensadas. No manejo desse compartimento práticas bastante divulgadas como plantio em curvas de nível,

cobertura morta no inverno e viva no verão, retorno ao solo dos resíduos vegetais, cultivo mínimo, aração mínima, rotação de culturas, plantio em faixas, evitar queima dos restos culturais e incorporar os restos vegetais, cordões, diques, orientação dos trabalhos de engenharia na abertura de estradas, direcionando a água para não causar erosão, poderiam ser utilizadas. A capacidade dos solos pode ser melhorada com o uso de adubos verdes e aumento do conteúdo de matéria orgânica. A preservação da matéria orgânica é de importância fundamental no manejo dos solos.

Vale lembrar que muitas das práticas aqui citadas, são bastante difundidas e sugeridas pela extensão rural local (Emater- Friburgo e Emater Rio), mas os produtores não as adotam totalmente por falta de capital individual.

Encostas Onduladas Colúviais Compostas de Material Depositional - Declives Suaves

Esta unidade corresponde ao subsistema declives suaves. Está inserida na unidade geomorfológica encostas colúviais, tem como características o relevo ondulado com trechos suave ondulados, com ocorrência marcante de material deposicional, com solos profundos, mas intercalados, em menor proporção, com solos pouco profundos. Onde predominam os Cambissolos Háplicos, seguidos de Latossolos Vermelhos Amarelos, Cambissolos Húmicos e Latossolos Vermelhos Amarelos Húmicos, em menor proporção. Em posições localizadas ocorrem solos com drenagem imperfeita, fase rochosa e solos intergráides com os Latossolos, profundos e pouco profundos, com textura variada.

A posição na paisagem, o relevo, predomínio de solos de textura média, a erodibilidade dos solos e o risco de contaminação de aquíferos e fontes localizadas no sopé da serra, são os principais fatores limitantes da unidade. Devido a elevada permeabilidade interna e a baixa capacidade adsorptiva dos solos, que aí ocorrem, são grandes as possibilidades de contaminação dos aquíferos e fontes, por material tóxico neles depositados ou pelo uso constante de pesticidas nas lavouras.

A ocorrência de solos rasos intercalados na área, também dificultam o uso das terras, a erodibilidade dos solos nesse ambiente varia amplamente com o tipo e propriedades dos solos. Práticas conservadoras do solo devem ser adotadas para controle da erosão. Embora a fertilidade natural não constitua uma limitação severa destes solos, a baixa fertilidade natural requer altas exigências de fertilizantes e moderada necessidade de calagem, para manutenção e correção do seu estado nutricional. O uso contínuo das terras os empobrece e exige reposição de nutrientes

através de práticas de adubação.

No conjunto, são solos que somam boas condições de uso agrícola, apresentando boa profundidade e boas condições de permeabilidade, não apresentando camadas impeditivas em profundidade que impeçam ou dificultem o desenvolvimento das raízes.

Evidentemente, são terras indicadas para usos diversos, mas por serem consideradas “áreas nobres” e escassas, devem ser prioritariamente exploradas com lavouras. Embora haja pequenas áreas no sopé das encostas abruptas com condições de solos e de declive favoráveis ao uso agrícola, essas atividades não devem ser incentivadas. Ao contrário, deve-se estimular o reflorestamento. Essas áreas têm grande importância na manutenção de alguns minadouros e no reabastecimento das águas subterrâneas da bacia adjacente. O equilíbrio ecológico dessas áreas também é de grande relevância e deve ser preservado.

O uso recomendado, para as áreas de declive entre 14 a 20%, é com culturas perenes (fruteiras). Não sendo indicados para culturas que exponham ou revolvam muito a superfície do solo. Nas áreas de declive entre 8 a 14% o plantio de olerícolas, desde que sob controle e manejo apropriado. As calhas devem ser mantidas como zonas de vegetação permanente. Nas encostas usadas com agricultura, as medidas anti-erosão são uma obrigação e entradas de fertilizantes orgânicos e inorgânicos, para suprir as deficiências de fertilidade dos solos, são exigidas.

No cultivo do tomate, os maiores cuidados devem ser quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados, como os agrotóxicos, que podem contaminar as águas das fontes e do córrego Fonseca. Para as outras culturas, os cuidados especiais são com a erosão, para não perder a riqueza em matéria orgânica dos solos com horizonte A Húmico e proeminente. A prática da irrigação deve ser feita sob controle constante e manejo apropriado, para não salinizar os solos e prejudicar a qualidade da água utilizada.

As práticas agrícolas adotadas, o tipo de solo e o regime das chuvas explicam os maiores cuidados e preocupações com essa unidade, uma vez que a ampliação dos riscos, estão na dependência direta do uso e manejo da unidade. Na avaliação da qualidade, essas áreas se encaixam na classe de média vulnerabilidade e fragilidade, com terras moderadamente a muito suscetíveis à erosão classe moderada a forte (M/F) e qualidade média. Seu principal risco é por erosão com perda do horizonte A e contaminação dos corpos líquidos, por material tóxico usado na agricultura.

No manejo dessa unidade práticas bastante divulgadas como plantio em curvas de nível, cultivo mínimo, aração mínima, rotação de culturas, cobertura morta no inverno e viva no verão, plantio em faixas, evitar queima dos restos culturais e incorporar os restos vegetais, cordões, diques, orientar os trabalhos de engenharia na abertura de estradas, direcionando a água para não

causar erosão, podem e devem ser utilizadas.

Áreas Entulhadas de Relevo Suavizado - Alvéolos Intermontanos

Esta unidade corresponde ao subsistema alvéolos intermontanos, caracteriza as áreas baixas suavizadas com maior umidade, entulhadas com depósitos sedimentares de material argilo-arenosos. São áreas que ocorrem ora margeando a planície de inundação do córrego Fonseca, ora constricta entre as elevações coluviais, onde se desenvolvem solos com profundidade variada e drenagem imperfeita. Os solos são Cambissolos Háplicos e Húmicos, seguidos de Gleissolos Háplicos associados a Neossolos Flúvicos desenvolvidos de material diverso e com melhores condições de fertilidade natural. São solos indicados para o uso com culturas de ciclo rápido ou adaptadas ao excesso de umidade.

São áreas baixas aplainadas com risco de excesso de umidade, prioritárias à produção de culturas de ciclo curto principalmente nos trechos de áreas com brejos e maiores riscos de inundação, outras culturas poderão ser melhores usadas nestas áreas, desde que irrigadas. No geral são prioritárias ao plantio de olerícolas, mas com potencialidades distintas para cada uma de suas partes componentes.

Esses solos, em consequência da textura grosseira e da baixa capacidade adsortiva, são inadequados para a construção de aterros sanitários, construções civis e como local para recebimento de efluentes que contenham produtos prejudiciais às plantas, aos animais e ao homem, e para lagoas de decantação e outros usos correlatos devido a inexpressiva zona de aeração e facilidade de contaminação dos aquíferos. Apresentam limitações ao uso de máquinas e implementos em decorrência do lençol freático, o que exigirá, também, seleção de culturas adaptadas ao excesso de água.

No geral são solos com profundidade razoável, ideais para o desenvolvimento de plantas com raízes superficiais, ou seja, sem raiz pivotante; com média fertilidade natural e boas características físicas, sem camadas impeditivas ao desenvolvimento das raízes ou que restrinja ainda mais a drenagem. São aptos à agricultura desde que utilizado o manejo, adubação, corretivos adequados e época mais propícia à cultura.

De modo geral, as características dos solos variam muito, principalmente em função da natureza do material originário e apresentam permeabilidade muito condicionada pela natureza e seqüência dos estratos. São fáceis de serem preparados para o plantio e apresentam exigências de fertilizantes e necessidade de calagem menos elevada que nas unidades acima descritas. Em média, pode-se dizer que predominam solos com profundidade razoável, sendo o fator limitante,

a presença de lençol freático relativamente pouco profundo.

Na avaliação da qualidade, essas áreas se encaixam na classe de média vulnerabilidade e fragilidade, sendo terras pouco suscetíveis à erosão classe ligeira (L) e qualidade média. Os riscos de salinização, contaminação e de inundação são as principais limitações. No manejo das águas de irrigação será fundamental o controle ou prevenção da salinização. Adubações de manutenção devem ser feitas visando manter a fertilidade das terras e atender às exigências das culturas.

Pela heterogeneidade da granulometria do material que compõe o alvéolo, deve-se ter cuidado quanto à expansão das edificações no mesmo, pois cortes feitos nas encostas que delimitam o fundo plano, para a construção de casas, podem provocar deslizamentos durante as chuvas de verão.

Áreas baixas aplainadas, Fundo Chato e planície de inundação - Baixo Vale Entulhado

Esta unidade corresponde ao subsistema baixo vale entulhado, caracteriza as áreas planas baixas com maior umidade e risco de inundação, são superfícies planas, encaixadas no fundo achatado do vale, normalmente margeando o canal de drenagem de maior eixo da área, com depósitos sedimentares de material argilo-arenosos.

Esta unidade possui características ambientais bem semelhantes as áreas entulhadas de relevo suavizado, muito do que foi descrito para os alvéolos intermontanos pode ser aqui repetido, portanto, em termos de recomendações e potencialidades, estas são mais ou menos parecidas, não havendo necessidade de repeti-las aqui. A exceção é que no baixo vale predominam os solos Gleissolos Melânicos e Háplicos desenvolvidos de sedimentos provenientes de deposição orgânica e de sedimentos aluviais, ambos referidos ao Holoceno, que ocorrem associados a Neossolos Flúvicos, desenvolvidos de material diverso, com boas condições de fertilidade natural, distribuídos ao longo das áreas de entorno do córrego Fonseca.

Os Gleissolos são inadequados à construção de aterros sanitários, construções civis e como local para recebimento de efluentes pela inexpressiva zona de aeração e a facilidade de contaminação dos aquíferos. Os Neossolos Flúvicos apresentam limitações moderadas a severas, como áreas para depósitos de efluentes e, seguramente, não são indicadas para aterro sanitário. Em consequência da textura grosseira, são muito porosos e com elevada permeabilidade. Tal atributo, juntamente com a baixa capacidade adsortiva, os caracteriza como material inadequado para receber efluentes que contenham produtos prejudiciais às plantas, aos animais e ao homem, e

para aterros sanitários, lagoas de decantação e outros usos correlatos, devido à facilidade de contaminação dos aquíferos.

Os riscos de salinização, contaminação e de inundação são as principais limitações. No manejo desse compartimento, cuidados devem ser tomados no que diz respeito ao encharcamento do solo, durante as chuvas, devido à pequena inclinação do terreno e com relação aos riscos de salinização e contaminação de corpos d'água, por agrotóxicos ou por dejetos humanos e de animais. Na avaliação da qualidade, essas áreas se encaixam na classe de média vulnerabilidade e fragilidade, sendo terras não suscetíveis à erosão classe nula (N) e qualidade média. No manejo das águas de irrigação será fundamental o controle ou prevenção da salinização. Adubações de manutenção devem ser feitas, visando manter a fertilidade das terras e atender às exigências das culturas.

Nessa unidade predominam áreas planas, baixas, com risco de excesso de umidade, prioritárias à produção de culturas de ciclo curto.

O material detrítico pode chegar até o baixo vale carreado das outras unidades à montante, apesar do córrego fonseca já ter sido dragado há alguns anos atrás, o fundo plano do vale não está totalmente a salvo de uma enchente; conseqüentemente, as casas não devem ser construídas muito próximas do canal fluvial.

Para não haver perdas na agricultura, resultantes de encharcamentos durante as chuvas, é necessário conter a erosão nas unidades à montante e a desobstrução do canal de drenagem para o escoamento mais rápido das águas, durante essas ocasiões.

Vale esclarecer que a possibilidade de utilização de máquinas agrícolas explicitada ao longo do texto, serve apenas para mostrar o desempenho e rendimento das máquinas ante as limitações físicas da área, não significando, portanto, que seu uso seja recomendado para a microbacia, principalmente o uso de máquinas e implementos agrícolas pesados, já que os solos são em maioria de textura média no horizonte superficial, o que provocaria a sua compactação e contribuiria, ainda mais, para o processo erosivo.

6.4 - Proposta de Planejamento Agroambiental

A busca pelo aumento da produção e a intensidade de uso da terra, conduzem a uma degradação ambiental, por vezes grave, com reflexos mais evidentes na poluição das águas superficiais e subterrâneas, na degradação dos solos, na destruição dos habitats da fauna e no abandono de terras marginais menos produtivas. Estes problemas assumem especial gravidade e importância em áreas de equilíbrio frágil, ocupadas por pequenas propriedades com agricultura

familiar, onde grande parte dos produtores são descapitalizados.

A área de estudo é considerada de “equilíbrio frágil” devido às suas características edafo-ambientais dominantes. A necessidade de preservar fragmentos da mata Atlântica, conservar a biodiversidade, proteger a fauna, proteção de minadouros e mananciais, proteger as cabeceiras do rio Grande, mantendo a água não contaminada por agrotóxicos, os solos sem erosão, evitando assoreamentos na calha do rio, evitando novos desmatamentos e incorporação de novas áreas marginais ao processo produtivo, são motivos que justificam a geração de todas essas informações, os cuidados com o manejo ambiental da área e a descrição deste item em separado.

A degradação das terras e a baixa produtividade das culturas determinam a busca de alternativas econômicas, com novos desmatamentos incorporando áreas marginais ao processo produtivo. Daí a importância de uma orientação correta, de uma política agrícola mais integrada à política ambiental e que atenda às expectativas do setor. A atividade agrícola é especialmente sensível às alterações políticas e às variações do mercado, as decisões dos agricultores são fortemente influenciadas por esses fatores, assim uma política agro-ambiental menos divorciada da legislação ambiental, com apoio à atividade, traria consequências imediatas na conservação dos recursos e no desenvolvimento sustentável.

Com essas preocupações, a União da Comunidade Européia desenhou uma política agrícola comum, na qual os requisitos ambientais foram especificamente integrados à política ambiental. É nesta direção, que apontam as recomendações do COM (1999 e 2000), onde as reformas empreendidas proporcionam um poderoso impulso para a integração entre agricultura e ambiente e a relação desejável fica bem expressa pelos termos da “agricultura sustentável”. As medidas estabelecidas incluem requisitos e incentivos ambientais integrados na política de mercado, bem como medidas ambientais específicas que fazem parte dos programas de desenvolvimento rural. A partir daí, o poder público e os principais atores envolvidos com o processo agrícola passam a dispor de uma gama considerável de instrumentos, para colocar em prática uma agricultura sustentável. O COM (1999) sublinha que só será possível uma agricultura sustentável se forem aplicadas as medidas existentes e se for rigorosamente acompanhada e avaliada com base em indicadores ambientais significativos.

A estratégia estabelece objetivos relativos à água, aos produtos agroquímicos, ao uso das terras e dos solos, às mudanças climáticas e qualidade do ar, à paisagem e a biodiversidade. Com base nesse modelo, sugere-se um conjunto de procedimentos e medidas agroambientais, buscando atingir objetivos ambientais, a exemplo do trabalho de Resende (1994), aplicado às condições de Portugal e de Kauffman & Ramos (1998), realizado na ileia dos andes peruanos, a visão dos agricultores faz parte das sugestões apresentadas a seguir.

6.4.1 - As questões ambientais na área de estudo

No geral, pode-se considerar que a área tem um manejo razoável, há no entanto, situações pontuais e não pontuais de poluição do solo e das águas, nas glebas onde se pratica a agricultura intensiva, com culturas de ciclo curto em regime de irrigação, e processos erosivos induzidos e ocasionados por explorações nas encostas, com particular incidência nas áreas de declives abruptos com fruticultura e reflorestamento de eucaliptos. Alguns pequenos agricultores têm animais como porcos e aves, com o objetivo de atender somente ao consumo familiar.

As práticas agrícolas são conduzidas mediante a utilização de um sistema de manejo de médio a baixo nível tecnológico. Igualmente ocorrem situações de indisciplina na aplicação de produtos fitopatológicos, com conseqüências negativas na poluição das águas. O manejo dos solos e das culturas envolve o uso de quantidades razoáveis de fertilizantes orgânicos e químicos. O plantio das hortaliças é feito da mesma forma, independente da classe de solo e do tipo de cultura.

Por outro lado, a erosão induzida, problema mais sério na época do plantio do café, afetou bastante o horizonte superficial de algumas classes de solos, reduzindo a sua espessura. Os resultados da fração granulométrica revelam a predominância da areia grossa sobre as frações mais fina, em todos os perfis de solos, refletindo a predominância de minerais primários mais resistentes ao intemperismo. O que pode indicar que a erosão, ao longo do tempo, vem removendo o material mais fino, concentrando o mais grosseiro.

Buscando traçar um retrato mais fiel das questões ambientais, durante os trabalhos de campo foi discutido com alguns agricultores questões referentes às operações de uso dos solos, gerenciamento das terras, práticas usadas pelos agricultores e preocupações e trato com as questões ambientais. As entrevistas de caráter livre, abordaram temas relacionados à produção, práticas constantes e equilíbrio ambiental. As respostas foram agrupadas em assuntos como: fatores dominantes na área relacionados com a restrição da produção agrícola; administração dessas restrições e busca por maiores produtividades; ameaças ecológicas ou possíveis ameaças com o uso e manejo atual adotado, reversão ou mitigação dos riscos.

A maioria das limitações apontadas pelos agricultores incluem: declive com fortes gradientes, dificuldades de mecanização, exigências de medidas anti-erosivas, exigências de defensivos e corretivos, deficiência hídrica em certos períodos limitando o número de colheitas, custos de insumos agrícolas e carência de mão de obra.

Os entrevistados freqüentemente mencionaram também fatores sócioeconômicos, como limitantes da produção e prejudiciais ao meio ambiente. A maioria concorda que as restrições

mais importantes relacionadas à produção e qualidade do ambiente, são: a escassez de umidade durante o período de seca, atualmente crescente; solos com fertilidade decrescente, por causa da baixa fertilidade natural da maioria dos tipos de solos, o que é agravado pela falta de rotação de culturas e período de pousio para restabelecer sua fertilidade; a disponibilidade insuficiente de adubo de curral na área; os altos custos de fertilizantes comerciais; degradação dos solos, dominados pela erosão hídrica e comprometimento da qualidade da água.

Concordam também que devem respeitar a legislação em vigor, em matéria de utilização de pesticidas, aplicação de fertilizantes e utilização da água, desde que devidamente orientados e, quando adequado, as diretrizes regionais ou nacionais em respeito às boas práticas agrícolas. Isso significa que todos os agricultores devem, no mínimo, respeitar os requisitos gerais de proteção do ambiente. Alguns poucos, adotam medidas visando conservar e manter a qualidade da água em algumas nascentes, como plantio de espécies nativas e preservação do capoeirão, junto às nascentes e calhas.

Estão também, cientes da necessidade de manutenção do equilíbrio ambiental e abertos a mudanças que lhes beneficiem ou tragam benefícios diretos às suas terras, como a redução de produtos químicos, a adoção de boas práticas agrícolas, a rotação de culturas, a conservação dos solos e água, mas devido a descapitalização, tamanho da gleba utilizada, a falta de incentivos e os baixos preços praticados na comercialização, nem todos, as implementam. As mesmas culturas se repetem ao longo dos anos. Há ausência de planejamento e incentivos, que estimulem mudanças no comportamento atual dos agricultores.

Para superar essas importantes restrições relacionadas à produção e ao uso da terra, os agricultores deviam adotar simultaneamente as melhores práticas de gerenciamento sustentável, uso de adubos orgânicos, adotar as recomendações de nutrientes de acordo com as exigências das culturas respeitando as necessidades das plantas; conservação do solo e da água; uso ecológico e econômico das glebas disponíveis, dos fertilizantes e pesticidas, reconhecimento da importância do uso racional e preservação dos recursos, estabelecendo um plano de uso e manejo para a microbacia hidrográfica com a participação e comprometimento de toda a comunidade.

Tudo isso combina com um pacote de procedimentos e técnicas de gerenciamento dos solos e da água, indicadas aqui como medidas "agroambientais", uma abordagem que busca integrar o planejamento do solo e da água, através de um conjunto de medidas que envolve recomendações técnicas, visão dos agricultores envolvidos e política de incentivos, visando atingir objetivos ambientais ou a sustentabilidade ambiental. Em muitos casos, a agricultura sustentável é o produto de uma mistura correta de fatores de produção, política agrícola, uso das terras e práticas de gestão agrícola adequadas às condições locais. Observa-se que o pleno

sucesso das medidas, depende de uma política de incentivos, um programa orientado com esse fim e que passe pelo processo de capitalização dos agricultores.

Aliadas às sugestões feitas até agora nos capítulos cinco e seis, as medidas sugeridas poderiam reverter esse quadro, e serem aplicadas e estendidas a outras áreas rurais do município. Assim, integrando o que foi exposto até agora, algumas das recomendações práticas incluem:

I) Redução da degradação da qualidade d'água, devido ao uso inadequado de pesticidas, agrotóxicos, prática de irrigação e a contaminação com dejetos humanos e animais, onde o uso mais eficiente e controlado do sistema de irrigação devia ser investigado. No manejo das águas de irrigação será fundamental o controle ou prevenção da salinização e contaminação;

II) Uso racional dos recursos naturais e a sustentabilidade ambiental, procurando orientar os produtores a manter a capacidade produtiva das terras, evitando assim, novos desmatamentos para que outras áreas sejam incorporadas ao processo produtivo. Redução da degradação da qualidades dos solos, devido ao uso com atividades agrícolas no passado, que induziram e facilitaram os processos erosivos e deixaram suas marcas visíveis na paisagem;

III) Melhoria das condições físicas, químicas e biológicas dos solos, com a possibilidade de aumentar o conteúdo de matéria orgânica, através de práticas apropriadas e o uso crescente de tipos de fertilizante e adubos orgânicos. A primeira sugestão devia ser melhor estudada para as diferentes classes de solos que ocorrem na área, as outras duas avaliadas junto com os agricultores, identificando inclusive, locais e tipos de fertilizantes orgânicos disponíveis;

IV) Recomposição das florestas com espécies nativas, nas glebas sugeridas;

V) Um outro, não contemplado nesse estudo, seria a intervenção feita no canal do córrego Fonseca com a sua retificação, que alterou seu perfil de equilíbrio e incorporou áreas antes marginais ao processo produtivo. Avaliar os impactos dessa obra, na microbacia e nas microbacias a jusante dos córregos Garganta e Canjiquinha e, seus efeitos nas cabeceiras do rio Grande;

VI) Traçar um quadro mais claro das práticas sustentáveis e não sustentáveis, elencar os indicadores ambientais que contribuam para a qualidade, assim, os agricultores poderiam dispor de um programa agro-ambiental para proteger, ou melhorar o ambiente, para além das boas práticas agrícolas.

6.4.2 - Programa de Apoio e Medidas Agro-Ambientais

A utilização de melhores práticas agrícolas desempenha um importante papel no melhoramento do nível de segurança e qualidade dos alimentos, podendo contribuir para uma

melhor saúde dos agricultores, trabalhadores e consumidores (COM, 1999 e 2000). Por outro lado, as atitudes dos consumidores e dos produtores modelam cada vez mais as práticas agrícolas. A evolução dessas atitudes tem uma influência importante na forma como são desenvolvidas as respostas às preocupações de caráter ambiental, refletindo-se, por exemplo, na criação de serviços ambientais e de mercados para os produtos biológicos.

As medidas agroambientais sugeridas trariam enormes benefícios para o meio ambiente, com reflexos imediatos na qualidade dos solos, redução da erosão, conservação de matas naturais, prevenção de incêndios, conservação da paisagem e qualidade da água. Caso fossem implementadas, questões práticas seriam solucionadas, como por exemplo: evitar canalizar os esgotamentos de residências, dejetos de animais e restos de produtos químicos (agrotóxicos) para as águas do rio. Descarte de lixo doméstico, para o lixo tóxico (embalagens de agrotóxicos) indicar área propícia a um cemitério, que atenda ao grupo de produtores locais e aos vizinhos etc.

No pacote de medidas agroambientais questões como: diminuição do efeito poluente da agricultura, manutenção de sistemas agrícolas extensivos, conservação dos recursos e da paisagem rural, educação ambiental e formação profissional, seriam contempladas e priorizadas, visando desenvolver uma agricultura de caráter ecológico e sustentável.

É oportuno frisar que se trata de uma proposta que, para se tornar operacional como instrumento gerencial, deve necessariamente ser submetida à revisão e aprovação por parte de todos os envolvidos no processo produtivo como produtores locais, a Emater local, o Conselho de Desenvolvimento do Município, Prefeitura Municipal e o Movimento Local de Cidadania pelas Águas.

A exemplo do que vem sendo adotado na agricultura europeia, onde se aplica uma política de incentivos premiando medidas ambientais, poderia se constituir em um programa orientado, com o fim de modernizar a agricultura em áreas de ecossistemas fragilizados com relevo movimentado, ocupadas por pequenos produtores.

Um programa nesses moldes contribuiria para incentivar uma mudança de atitude com maior consciência ambiental; onde os agricultores que se comprometerem com o objetivo de manter o equilíbrio ambiental, através da adoção de sistemas agrícolas, que assumam uma maior importância na conservação das paisagens e no equilíbrio ecológico, redução de praguicidas e pesticidas, adoção de boas práticas agrícolas dentro dos preceitos da sustentabilidade, serão apoiados e premiados durante um período de tempo.

A aplicação das medidas agro-ambientais daria resposta a problemas concretos, designadamente nas regiões mais desfavorecidas, com evidentes fragilidades estruturais e caracterizadas por minifúndios com agricultura familiar. As medidas previstas dariam respostas

também, às Ongs ambientalistas e à opinião pública, crescentemente preocupada com os danos causados por uma agricultura cada vez mais intensiva e comprometedora do equilíbrio ambiental.

Segundo o COM (1999), nas zonas rurais os objetivos ambientais são freqüentemente mais ambiciosos do que as “boas práticas agrícolas”. Nesses casos, os objetivos ambientais apenas serão alcançados se forem adequadamente remunerados. É, pois, adequado pagar aos agricultores para preservarem o ambiente mediante recursos ou fatores de produção privados se, para tal, as suas ações tiverem que exceder o âmbito das boas práticas agrícolas. Esse modelo vem sendo implementado em vários países da Comunidade Européia como Portugal, Espanha, França, Bélgica e outros países membros (COM, 1999 e 2000).

Seria assim, um programa com apoio financeiro, política de incentivos e investimentos na melhoria da proteção ambiental, integrando a componente agricultura com a componente ambiental, em um programa orientado de modernização do cenário rural, com objetivos ambientais e metas a serem cumpridas, com repercussão direta na diminuição do efeito poluente da agricultura, conservação dos recursos e da paisagem rural, formação profissional e educação ambiental; alguns dos quais já disponíveis em leis, modelo semelhante foi aplicado por Resende (1994) às condições de Portugal, e que se resumem nas seguintes medidas:

Investimentos que se destinem ao apoio das explorações agrícolas e florestais, com melhoria e proteção do meio ambiente e, no caso de explorações já em funcionamento, os investimentos necessários à alteração da localização de atividades, imposta por entidades públicas para a melhoria da eficácia das estruturas agrícolas. Incentivos à adoção e implantação de técnicas alternativas como: controle biológico de pragas e doenças, evitando ou excluindo amplamente o uso de fertilizantes, defensivos ou reguladores de crescimento sintéticos, rotação de culturas, reciclagem de material orgânico para obtenção de composto, adubação orgânica, utilização de inimigos naturais, fontes energéticas renováveis.

Investimentos relacionados à transformação e comercialização de produtos agrícolas e silvícolas, com instalação de indústrias agro-alimentares municipais, como beneficiamento de sucos e outras, fortalecimento das cooperativas de produtores, produtos orgânicos com maior valor agregado ao produto, etc.

I - Diminuição do Efeito Poluente da Agricultura

Os sistemas de produção de hortaliças envolvem, de modo geral, aplicação intensa de agrotóxicos. A rigidez no controle da comercialização, no emprego desses produtos e a orientação correta a respeito de sua utilização é fundamental, para a qualidade do ambiente e à

saúde humana. Da mesma forma que a redução do despreparo dos agricultores e dos que fazem a aplicação direta desses produtos, é primordial para atingir esses objetivos. Buscando atingir os objetivos ambientais, as seguintes medidas poderiam ser adotadas:

I) Proteção das águas contra a poluição de origem agrícola e humana, reduzindo o uso de produtos químicos, com a adoção de práticas alternativas e construção de fossas sépticas em todas as residências. O comprometimento dos mananciais de superfície, devido à falta de saneamento básico ou serviços adequados para esse fim, é agravada pela vazão insuficiente dos rios, em boa parte do tempo, para diluir a carga poluidora neles descartada. Esta medida só poderá ser totalmente viabilizada com o apoio do município e do movimento de cidadania e proteção pelas águas. O comprometimento dos mananciais de sub-superfície se torna mais grave, em virtude da dificuldade de reversão dos episódios de poluição, uma vez que eles tenham se manifestado;

II) Redução e racionalização na aplicação de produtos químicos, incentivando os agricultores a utilizarem, de forma mais racional, os produtos químicos e a adotarem métodos alternativos de combate as pragas e doenças. Um maior disciplinamento na aplicação, diminuir as freqüências de aplicação de acordo com a recomendação de técnicos, escolher tipos de produtos menos persistentes e bioacumulativos, escolher tipos que preservem outros microorganismos essenciais e a fauna do solo, concentrar os tratamentos fitossanitários em períodos de maior incidência e em que o risco de prejuízos é maior;

III) Adoção e implantação de técnicas alternativas onde a utilização de produtos químicos é reduzida ao mínimo, privilegiando-se os meios alternativos, como controle biológico de pragas e doenças, evitando ou excluindo amplamente o uso de fertilizantes e defensivos, rotação de culturas, reciclagem de material orgânico para obtenção de composto, adubação orgânica, utilização de inimigos naturais, fontes energéticas renováveis, outras técnicas e fatores de produção adequados, que contribuam para as boas práticas agrícolas;

IV) Incentivo à agricultura biológica, prática que busca produzir alimentos sem resíduos de produtos químicos, permitindo aos agricultores obtenção de rendimentos mais elevados.

II- Manutenção e Introdução de Sistemas Agrícolas Atuais e Alternativos

Apoiar os sistemas agrícolas existentes que não comprometam ou diminuam a capacidade produtiva do solo e não causam problemas ambientais, buscando novas alternativas, introduzindo novos sistemas e culturas ou substituindo os sistemas agrícolas que ameaçam o equilíbrio ambiental. Pretende-se através da manutenção dos sistemas produtivos e introdução de sistemas

alternativos, conseguir uma agricultura sustentável, que possa persistir para além das boas práticas agrícolas.

I- Sistemas Arbóreo-Arbustivos ou Silvícolas

A degradação das terras e a baixa produtividade das culturas determinaram a busca de novas alternativas econômicas, novos desmatamentos incorporando novas áreas ao processo produtivo, sendo importante uma orientação correta.

Esses sistemas são recomendados para as áreas delimitadas a partir do relevo forte ondulado, muito declivosas, sujeitas a maior fragilidade estrutural e suscetibilidade aos riscos quando submetidas ao uso intensivo, indicadas para a manutenção da cobertura vegetal permanente, preservação natural ou reflorestamento. Contanto que as atividades silvícolas não causem problemas ambientais ou comprometam ou diminuam a capacidade produtiva dos solos. Justifica-se a recomendação e o apoio à sua manutenção, por razões que se prendem com a proteção e preservação de espécies da fauna e flora, proteção de fontes e mananciais, biodiversidade e fragmentos da mata Atlântica, já que possuem em seu entorno árvores tradicionais da região. São sistemas que contribuem para o combate à erosão do solo, melhoram as suas propriedades hídricas, não diminuem a capacidade produtiva do solo e não causam problemas ambientais, mas no entanto, correm o risco de serem desmatadas e incorporadas ao processo produtivo ou relegadas ao abandono, devido ao fraco rendimento.

Onde for necessário, substituir sistemas atuais por outros mais eficientes, do ponto de vista ambiental, como é o caso do eucalipto, por espécies nativas. Pode ser uma alternativa interessante, quer do ponto de vista econômico ou do ambiental, nomeadamente nos casos em que a fraca qualidade dos solos não permite retirar um rendimento aceitável, levando ao abandono das terras nas regiões em que predominam, criando conseqüentemente problemas sociais e ambientais.

II) Fruticultura tradicional

No passado, a área foi ocupada com cultura de café que deixou marcas na paisagem, onde o processo erosivo atingiu grau avançado, ocasionando a remoção parcial da camada superficial do terreno e acúmulo na calha do rio, com assoreamento de seu leito. Sob a orientação técnica da pesquisa, Pesagro e Emater-local, incentivou-se a exploração de pomares de fruteiras adaptadas às condições climáticas locais, exploradas em regime familiar, tendo no caqui, lima da pérsia e abacate, as culturas mais produzidas. No entanto, algumas áreas, anteriormente com plantio de frutas, vêm sendo substituídas por outras culturas. Pretende-se apoiar essa atividade, evitando que seja progressivamente substituídas por culturas mais intensivas ou mesmo abandonadas ou a intensificar-se, quando as condições topográficas e climáticas o permitirem, causando danos

ambientais e a degradação das terras.

As características físicas como topografia, propriedades dos solos menos profundos nas encostas declivosas, além da pobreza química dos solos, desfavorecem a agricultura conduzida de forma tradicional e torna problemático o uso desses ambientes com culturas anuais, que expõem ou revolvem a camada superficial do solo, além de exigir especial atenção, pois apresentam uma propensão para se degradar.

Exigem também entradas de fertilizantes orgânicos e inorgânicos para repor a fertilidade dos solos, que é baixa, e aumentar e manter o conteúdo de matéria orgânica, já que sua manutenção é de importância fundamental no manejo dos solos. As potencialidades desse ambiente restringem e limitam a atividade agrícola tradicional, sendo indicadas prioritariamente para a fruticultura.

Esse sistema tem papel fundamental na economia agrícola municipal, função social pelo número de pessoas que dele depende e emprega e na função conservacionista, pelas características frágeis das áreas por eles ocupadas é de enorme valor conservacionista, uma vez que não diminuem a capacidade produtiva do solo, aplica-se práticas conservadoras, sendo a mecanização muito reduzida, contribuem para o combate à erosão do solo, melhoram as suas propriedades hídricas, preservam a biodiversidade e permitem o aumento de espécies da fauna, como os passaros. Além de exigir número razoável de mão de obra, não causam problemas ambientais se obedecidas as recomendações técnicas. Embora ainda utilizem insumos químicos como fertilizantes e pesticidas, mas com o tempo podem vir a ser substituídos por insumos orgânicos.

No entanto, tornaram-se pouco rentáveis para quem os explora, com o fraco rendimento corre-se o risco de degradação da área por eles ocupada, decorrente de uma produção baixa e irregular, dos custos de produção do sistema, cada vez menos compatíveis com a rentabilidade da cultura e os preços praticados no mercado.

III - Olerícolas

A produção agrícola de olerícolas possui em comum o alto rendimento por unidade de área, o caráter altamente perecível e a grande quantidade de defensivos e fertilizantes que requer durante o ciclo vegetativo (EMATER, 1994); além de envolver em grande medida o trabalho manual, demandando força de trabalho durante todo o ano. Já que a produção não é interrompida, devido à prática de irrigação que se instalou recentemente.

As práticas predominantes são: adubação química nem sempre precedida de análise do solo e controle químico de pragas e doenças; no cultivo das hortaliças, o manejo dos solos e das culturas envolve o uso de quantidades razoáveis de fertilizantes orgânicos e químicos e o uso de

agrotóxicos, utilizados de forma inadequada, sem orientações e acompanhamento técnico. Os agricultores não obedecem ao período de carência e, em geral, não usam medidas de segurança durante o manuseio, a aplicação e mesmo após a aplicação dos agrotóxicos.

Ultimamente implantou-se o cultivo de tomate irrigado, fato que causa apreensão maior, por ser uma cultura que exige grandes aplicações de pesticidas, devido a incidência de pragas e doenças e maior número de tratos culturais. Os cuidados com essa cultura devem ser redobrados, principalmente quanto ao uso da irrigação e produtos químicos utilizados. Considerando que nas partes baixas predominam solos Gleissolos Melânicos e Háplicos, e Neossolos Flúvicos com características específicas, que aumentam as possibilidades de contaminar os aquíferos por material tóxico neles depositados. A prática da irrigação deve ser feita sob controle constante e manejo apropriado, evitando possíveis perdas de fertilizantes por lixiviação, cuidados para não salinizar os solos, contaminar as águas do córrego Fonseca por agrotóxicos e a bacia do rio Grande como um todo.

Embora o plantio de olerícolas seja uma atividade importante no contexto geral do município, entretanto, há ausência de pesquisas dirigidas para o aproveitamento racional da água e do solo sob sistema de irrigação, uso eficiente e adequado de fertilizantes e corretivos considerando o caráter árido dos solos que aí ocorrem, sistema de irrigação em solos com horizonte A húmico, manejo e uso racional de agrotóxicos.

Esse sistema, se não for bem monitorado, acompanhado e orientado, pode contaminar toda a bacia do rio Grande, principalmente pelo uso de agrotóxicos. Como se trata de região com poucas alternativas de emprego, pretende-se fixar as populações rurais evitando o abandono e a degradação ambiental. Pretende-se sugerir a rotação de culturas, cultivo de espécies medicinais, espécies para temperos e ervas finas, com maior valor e retorno econômico para quem as cultiva, em substituição a cultura do tomate, por exemplo.

IV- Apoio à Manutenção do Criatório de Ovelhas e Abelhas

Nos casos em que a fraca qualidade dos solos não permite explorações agrícolas com retorno adequado e a fragilidade estrutural desaconselha o uso intensivo, as pastagens se tornam boa opção, protegem as encostas, não expõem ao risco, são compatíveis com a proteção do meio ambiente e permitem a obtenção de produtos pecuários de excelente qualidade, susceptíveis de uma maior valorização no mercado. Desempenham um papel importante no aproveitamento dos recursos florestais e retorno econômico. Já existe na área sob orientação da Pesagro e Emater-local uma criação de ovelhas e um apiário, atividades que devem ser estimuladas e ampliadas, já que contribuem para a complementação da renda dos agricultores.

III - Conservação dos Recursos e Paisagem Rural

As florestas, ou a cobertura vegetal, são fundamentais para a manutenção de um bom estado de conservação do solo, em áreas de relevo montanhoso, o desmatamento generalizado associado ao preparo do solo e aproveitamento das encostas para utilização agrícola, acabam degradando totalmente a área, sobretudo quando o plantio não obedece às práticas conservacionistas e anti-erosivas, e as condições estruturais de cada local.

Destinam-se a manchas florestais de uma certa dimensão, que se encontram abandonadas, não sendo portanto sujeitas a qualquer tipo de operação. Seria uma intervenção localizada nas áreas sensíveis do ponto de vista ambiental e sujeitas ao maior risco. Espera-se selecionar os fragmentos remanescentes de mata Atlântica na região, juntamente com suas áreas de entorno, onde pode-se priorizar trabalhos de preservação e conservação ambiental.

O crescente desmatamento de determinadas áreas florestais tem sido a causa da erosão, degradação do ambiente e da paisagem, e por vezes, do próprio êxodo das populações. Em termos ambientais, o desaparecimento das florestas entre os muitos efeitos negativos, implica em perda da diversidade ecológica e do ambiente de animais típicos da fauna local. A sua preservação justifica-se pelo interesse paisagístico, contribuição para o aumento da diversidade e qualidade paisagística e a nula rentabilidade com atividades agrícolas nas área onde ocorrem. Pretende preservar e recuperar maciços florestais de espécies autóctones, integradas em ecossistemas florestais com interesse biológico.

IV - Qualidade do Solo, da Água e do Ambiente

A conservação do solo e da água está inter-relacionada, e poucas são as técnicas de conservação do solo que não sirvam à água e vice-versa. As recomendações de manejo e uso racional do solo e água devem ser compatíveis com a realidade física e sócioeconômica de cada propriedade e comunidade rural, podendo-se afirmar que, onde a erosão do solo e a degradação das terras são reduzidas ou evitadas, mediante o emprego de práticas conservacionistas adequadas, a água também será conservada, e o equilíbrio ambiental será melhorado.

O cultivo das hortaliças nas encostas com relevo ondulado (favorecendo a drenagem do solo) e a presença de fontes de águas superficiais, geralmente próxima e abaixo das áreas de plantio, são condições que favorecem o acúmulo dos resíduos de agrotóxicos, maximizando os problemas de contaminação ambiental. Muitas das medidas a serem tomadas, que favorece a qualidade da água, foram citadas no item II.

Deve-se priorizar as recomendações de manejo, que mantenham ou melhorem o potencial produtivo do solo como um todo e a conservação da água. As medidas sugeridas buscam refletir na fertilidade potencial do solo como capacidade de fornecer nutrientes às plantas, disponibilidade de água, atividade biológica do solo, controle da erosão e aumento do conteúdo de matéria orgânica.

Mantendo-se os sedimentos fora da água, evita-se o incremento de nutrientes, reduzindo-se os efeitos indesejáveis do desenvolvimento excessivo de algas e outros vegetais. Os poluentes presos às partículas de solo devem ser mantidos fora da água pela manutenção do solo na gleba. O controle das fontes de poluição d'água é, portanto, também condizentes com às atividades de conservação do solo. São básicas, as práticas para maximizar a infiltração e minimizar o escoamento superficial das águas pluviais. É fundamental que se apliquem medidas que visem um maior aproveitamento das águas pluviais, evitando-se perdas excessivas através do escoamento superficial. Além de garantir o suprimento de água para culturas, criações e comunidade, evita-se assim, a erosão e inundações e o desabastecimento dos lençóis freáticos.

O plantio em contorno, as culturas em faixas, as superfícies rugosas criadas pelos cultivos e o terraceamento também ajudam a aumentar a infiltração por manter a água mais tempo sobre a gleba. Poderá ocorrer alguma enxurrada, porém será mais suave e arrastará menores quantidades de solo. Tais técnicas, quando racionalmente conduzidas, contribuirão para incrementar a cobertura do solo, preservar ou melhorar suas condições de estruturação e, conseqüentemente, minimizar a desagregação das partículas do solo pelo impacto direto das gotas das chuvas, aumentar a infiltração e diminuir o escoamento superficial. Práticas citadas na utilização do controle à erosão e conservação do solo e da água, podem ser encontradas em Embrapa (1980, 1991 e 1992c).

Com relação ao esgotamento sanitário, a situação é mais precária. A utilização de fossas sépticas como solução individual para tratamento/disposição final dos esgotos é a solução padrão, as fossas existem em alguns domicílios de famílias com melhor poder aquisitivo. Nos outros domicílios, irá depender do apoio da prefeitura municipal. Para os resíduos sólidos, os domicílios não são atendidos por serviços de coleta, devendo-se estimular a coleta seletiva do lixo, que uma vez coletado será disposto de modo adequado no meio ambiente, reaproveitando e transformando o lixo em adubo orgânico. A disposição inadequada do lixo e a falta de coleta e tratamento de esgoto são vetores de poluição ambiental e doenças na comunidade.

O lago é um ecossistema espontâneo de grande valor ecológico, sendo o hábitat de muitas espécies em vias de extinção. É um sistema muito eficiente em termos de manutenção da disponibilidade de água, mas existe uma tendência para o seu abandono.

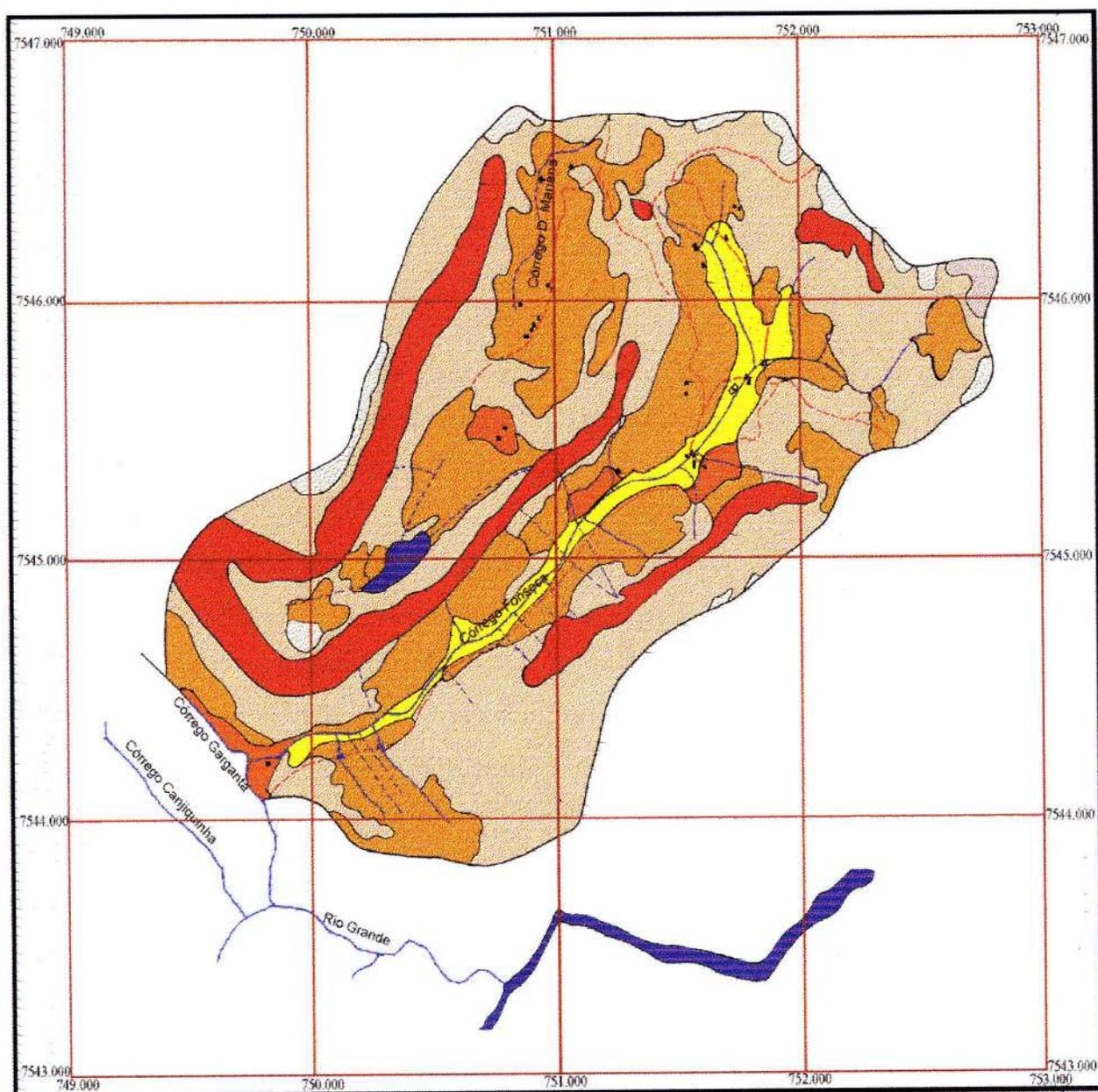
IV - Formação Profissional e Educação Ambiental

Capacitar os agricultores para exercerem suas atividades com maior competência e consciência ecológica, são ações de formação profissional e educação ambiental, que devem ser orientadas para a solução de problemas específicos da realidade local, como cursos sobre técnicas de enxertia, projetos de agricultura orgânica, projetos de demonstração de impactos, custos de recuperação dos recursos degradados, perigos no manuseio e uso de agrotóxicos, práticas alternativas, contaminação da água, embalagem de produtos etc.

Pode-se aproveitar o nível de organização da comunidade local e usá-la como pólo difusor de práticas mais saudáveis (agroecológicas), em toda a região serrana e outros ecossistemas semelhantes. Contar com o apoio da associação de produtores e extensão rural local, do conselho de desenvolvimento municipal, onde as práticas conservadoras e cuidados especiais devem ser estimulados e adotadas para o manejo ambiental da área.

Com a participação da comunidade, associação de produtores e a extensão rural local, pode-se montar um plano de uso e manejo sustentável, a ser discutido em reuniões, com ampla participação e conscientização dos envolvidos, onde se integram os resultados técnicos-científicos produzidos com a visão dos agricultores. Esse modelo, integrando resultados científicos com a percepção dos agricultores, foi empregado por Kauffman & Ramos (1998), em projeto conjunto do ISRIC e Universidade de Molina, na illeia dos andes peruanos, com resultados bastante promissores.

Observa-se pelas informações apresentadas nesse capítulo, que o conjunto de procedimentos e medidas agroambientais sugeridas, busca alcançar objetivos ambientais através do gerenciamento ambiental eficiente da microbacia. Para isso, o uso eficiente de insumos químicos, adubos orgânicos, fertilizantes verdes, rotação de culturas, conservação da terra, do solo, da água, melhoria da fertilidade do solo, aumento do conteúdo de matéria orgânica, práticas de preparo e uso da terra, combate à erosão, disponibilidade de água e irrigação, uso de sistemas agrícolas sustentáveis, organização comunitária, fatores sócioeconômicos como mercado, são medidas que devem ser implementadas, apoiadas e incentivadas, para se atingir uma agricultura sustentável e o gerenciamento dos recursos disponíveis com racionalidade e equilíbrio. Para maiores informações sobre programa de apoio e incentivo à agricultura e indicadores de equilíbrio ambiental reporte-se a (COM, 1999 e 2000; Resende, 1994).



- 1 Áreas planas baixas, com 0 a 3% de declive, com risco de excesso de umidade, prioritárias à produção de olerícolas.
- 2 Áreas entulhadas, de relevo suave ondulado a plano, com 3 a 8% de declive, prioritárias à produção de olerícolas irrigadas e/ou fruteiras de clima tropical.
- 3 Áreas de relevo ondulado, desmatadas, com 8 a 14% e 14 a 20% de declive, destinadas à produção de fruteiras de clima tropical e/ou olerícolas.
- 4 Áreas de relevo ondulado, com 8 a 20% de declive, não recomendadas ao uso agrícola devido à posição delicada que ocupam na paisagem, destinadas à preservação permanente.
- 5 Áreas de relevo forte ondulado, desmatadas, com 20 a 40% de declive, destinadas à revegetação com espécies florestais econômicas e fruteiras de clima tropical.
- 6 Áreas de relevo montanhoso a escarpado, com afloramentos rochosos, impróprias ao uso agrícola e destinadas à preservação permanente, de acordo com a legislação vigente.

Figura 51- Mapa Agroambiental da Microbacia do Córrego Fonseca

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este capítulo apresenta as conclusões e sugestões a que chegamos. Tendo nesse estudo de caso, uma microbacia delimitada e inserida no sistema Cristalino com seus respectivos subsistemas e partes componentes, e as contribuições metodológicas para o planejamento agroambiental da área de estudo. São feitas algumas considerações e recomendações, que julgamos válidas para uma possível continuidade dos estudos, visando acompanhar as mudanças sofridas por esses ecossistemas frágeis de relevo movimentado na Serra do Mar, ante o impacto das atividades produtivas.

Nesta dissertação foi apresentada uma abordagem sistêmica para a caracterização ambiental da microbacia, onde, procurou-se explicar a natureza física do ambiente, por meio do enfoque sistêmico, fornecendo um retrato de suas condições ambientais, através da identificação e delimitação de subsistemas e unidades ambientais, tendo na estruturação e esculturação da paisagem o pano de fundo para a caracterização e mapeamento de seus componentes.

Apresenta, também a análise dos fatores que condicionam e contribuem para a deflagração dos processos de degradação das condições ambientais. Como resultado da conjugação dos dados produzidos, foi sugerido um conjunto de medidas agroambientais, constituindo assim, subsídios para o planejamento, gestão e melhoria da qualidade ambiental da microbacia.

Diante dos dados produzidos pode-se concluir de maneira geral, que alguns dos processos de degradação e alterações ambientais identificados na área de estudo estão, basicamente, relacionados com os processos de degradação da qualidade dos solos, instalação de processos erosivos com perda da matéria orgânica e a conseqüente redução da produção e da produtividade, bem como degradação da qualidade d'água, devido ao uso de agroquímicos, a prática da irrigação e a contaminação de cursos d' águas com dejetos humanos e de animais. Embora, considera-se que a área tem um manejo razoável e as atividades são de baixo impacto, há no entanto, situações, pontuais e não pontuais de poluição, com grandes possibilidades de reverter esse quadro.

Tudo isso decorre da inter-relação de fatores naturais e antrópicos, mas, onde a conjugação das características físicas do terreno é mais vulnerável à degradação, os resultados das ações humanas se mostram mais intensos e de forma mais grave.

7.1 - Conclusões

A metodologia adotada permitiu discriminar os diferentes subsistemas e respectivas partes componentes. Definir e estabelecer unidades ambientais. Fornecer um retrato das condições ambientais atuais, avaliar suas potencialidades e limitações e sugerir um conjunto de medidas agroambientais. Permitiu, também, a geração do diagnóstico agroambiental e a criação de uma Base de Dados Espaciais em meio digital.

O uso da TGS possibilitou dentro do enfoque sistêmico, como etapa metodológica de análise ambiental estabelecer seis subsistemas componentes, hierarquizados de (S6 a S1), cada um com suas respectivas partes componentes. Separados em diferentes e distintas unidades ambientais, com características intrínsecas próprias que as individualizam, com limites definidos na estrutura e escultura da paisagem, considerando que estas refletem características e qualidades estáveis do meio, estando portanto, sujeitas às mesmas ofertas, restrições e limitações impostas pelo meio (ecológicas). Possibilitou também, estabelecer modelos conceituais a nível morfológico e aos níveis encadeante e de processo-resposta, mediante diagramas canônicos, em que aparecem os fluxos de massa e energia, circulantes nos sistemas.

A TGS aplicada ao ambiente, mostrou-se promissora para a compreensão ordenada do espaço, ao facilitar a associação das formas espaciais resultantes aos respectivos processos responsáveis pelas suas gerações, a visão integrada dos componentes, obriga-nos a analisar e avaliar as relações de causa e efeito, fornecendo assim, um quadro mais compreensivo dos processos de degradação dos recursos. Assim sendo, exerceu marcante influência na definição dos padrões espaciais, permitindo que a análise ambiental fosse examinada holisticamente em sua estrutura sistêmica, em unidades espacialmente delimitadas.

A metodologia sistêmica se mostra também, mais rígida na análise ambiental a medida que nos leva a identificar, diagnosticar, modelar e fazer prognósticos. Ao mesmo tempo é flexível permitindo várias percepções e escolha do foco de análise. Como por exemplos, o que se pretende definir como um sistema a ser analisado, ou centrar o foco nos arranjos espaciais diferenciados que ocorrem na área de estudo, ou ainda, nos fatores naturais e antrópicos e/ou nas inter-relações ou interação entre eles.

Possibilitou também, interagir informações ambientais e socioeconômicas, com o nível de percepção e perfil do principal ator envolvido no processo produtivo, que é o agricultor. Agregando às informações contidas na base de dados espaciais (BDE), dados socioeconômicos, edafoclimáticos e agrícolas.

O emprego dessa abordagem pode ainda contribuir para a organização espacial das atividades agrícolas, florestais e de conservação dos subsistemas naturais, proporcionando subsídios para maior precisão e agilidade no manejo das práticas de uso e conservação do solo e da microbacia na busca de ações sustentáveis. Possibilitando a intervenção por subsistema delimitado, sugerindo e indicando práticas diferenciadas por unidades ambientais, segmentos ou zonas homogêneas.

Os procedimentos e técnicas utilizadas com o uso de SIGs e a montagem da base de dados em meio digital BDE, facilitou o diagnóstico e prognóstico final, permitiu efetuar análises da estrutura do meio, interpretações para fins agrícolas, formular propostas de manejo ambiental, bem como produzir os mapas da microbacia em meio digital. Estes mapas, além de servirem para subsidiar cenários ambientais, através dos cruzamentos, constituem-se num banco de dados geoambientais disponíveis a qualquer tempo, para viabilizar confrontos espaço-temporais.

A ausência de dados básicos em escala adequada disponíveis sobre a área que dessem respaldo ao nível de análise desejado, obrigou a geração dos dados no campo, aliado a dificuldade na obtenção de material cartográfico, como fotos aéreas e base cartográfica, não só dificultou como encareceu muito o trabalho.

A carência de dados climatológicos e hidrológicos, em séries cronológicas confiáveis e de suficiente duração, aliadas a algumas características específicas da área de estudo, como canal fluvial retificado e constantemente limpo, dificultou a análise dos subsistemas no terceiro nível.

As áreas indicadas à ocupação humana, de acordo com a oferta de terras aptas foram: Alvéolos intermontanos> Baixo vale entulhado> Declives suaves. As áreas não indicadas foram: Declives abruptos> Declives abruptos escarpados> Topos aplainados. Em termos de uso com agricultura, a oferta de terras aptas é a seguinte: sem restrições Alvéolos intermontanos e Declives suaves; uso restrito Declives abruptos, uso limitado Baixo vale entulhado. As áreas não indicadas são: Declives abruptos escarpados e Topos aplainados. Entretanto, em todas exige-se a adoção intensa de práticas conservacionistas, sobretudo para evitar e/ou controlar o processo erosivo. Permitem apenas, o uso de implementos de tração animal ou máquinas especiais, sendo que o uso de mecanização fica restrito a algumas práticas culturais.

Complementou-se a análise no nível de controle, com a avaliação das potencialidades ambientais, descrição das unidades ambientais delimitadas, avaliação da fragilidade dos componentes ambientais ante o impacto das atividades produtivas e, suas repercussões e influências sobre a qualidade do ambiente e o regime hídrico, sugerindo formas de usos alternativos mais condizentes com o equilíbrio ambiental. Nesse sentido, o enfoque ambiental da área como um todo, foi uma tentativa de se obter um retrato atual das condições ambientais que

prevalecem, ou que podem implicar em impactos que superam a capacidade de suporte dos recursos, provocando o estresse ambiental.

A importância do uso racional da área e sua preservação, estabelecendo um plano de uso e manejo para a área com a participação comunitária, justifica-se no fato de ser uma área de equilíbrio frágil, ocupada por pequenas propriedades com agricultura familiar, onde grande parte dos produtores são descapitalizados. Assim, procurou sugerir um conjunto de procedimentos e medidas agroambientais, onde, busca-se integrar o planejamento de uso do solo e da água, através de um conjunto de ações que envolve recomendações técnicas, visão dos agricultores envolvidos e política de incentivos, visando alcançar objetivos ambientais, ou a sustentabilidade ambiental.

Acolhendo a visão dos agricultores, enfocando principalmente as interações entre os dados produzidos e o ponto de vista dos agricultores com as questões agrícolas e ambientais, ficou claro que existe entre os produtores, um interesse crescente por práticas e técnicas sustentáveis, acessíveis ao padrão local e com baixos custos de implantação.

Desta forma, o presente trabalho buscou, através da metodologia que utiliza a abordagem sistêmica, diagnóstico agroambiental, geração de mapas temáticos com apoio de SIG's, estabelecer modelos representativos dos objetivos propostos, os quais poderão servir de subsídios para se alcançar um planejamento agrícola conservacionista e a sustentabilidade do processo produtivo.

Outra conclusão que se pode chegar com esse estudo é que uma das principais causas do insucesso dos planos de manejo das terras, planejamento e gerenciamento dos recursos, não está na forma como os recursos são avaliados e analisados, óbvio que a visão integrada dos componentes fornece uma análise mais completa dos recursos, mas sim, a falta de um conjunto de medidas e procedimentos de apoio e incentivos agrícolas e ambientais que viabilizem a exploração racional dos recursos disponíveis, equacionando racionalidade produtiva, realidade econômica do produtor, geração de renda com a sustentabilidade do ambiente.

7.2 - Sugestões e Recomendações

Os resultados gerados e o conhecimento do sistema com seus respectivos subsistemas identificados na microbacia, fornecem subsídios para a sugestão de implantação de um futuro sistema de monitoria ambiental da área.

As sugestões de propostas e medidas mitigadoras que alterem o padrão de uso e ocupação do solo, no sentido de recuperar ou induzir o sistema à sua sustentabilidade, foram feitas de forma qualitativa com base nos resultados alcançados com o diagnóstico. E as indicações de uso e da

qualidade dos solos, baseiam-se nos resultados do levantamento de solos, não em estudos com o propósito específico de analisar a qualidade ou saúde física; química e biológica dos solos, embora sejam assuntos concernentes ao tema qualidade, no presente estudo muitos foram colocados de forma sintética e qualitativas.

Deve-se, no caso de projetos específicos com esse objetivo, serem realizados estudos e análises específicas que venham fornecer, de modo mais preciso, as indicações do meio físico e biótico referentes às suas limitações. Observa-se, no entanto, que outros problemas ambientais inerentes, como a poluição dos cursos d'água, o esgotamento sanitário, danos advindos do uso de agrotóxicos, embora presentes em pequena proporção, no sistema analisado, não constituíram objeto do presente estudo.

Em projetos futuros, deve-se levar em consideração, além do meio-físico, um quadro mais completo das variáveis políticas e socioeconômicas, tornando assim mais completa a análise ambiental pretendida.

Sugerem-se pesquisas nas áreas de manejo e fertilidade de solos, irrigação, uso e manejo dos agrotóxicos e de monitoramento do impacto ambiental das práticas relacionadas com o uso dos agrotóxicos e dos fertilizantes químicos, definição de indicadores necessários para avaliar a função ambiental da agricultura e adequados para medir a eficiência ambiental.

Capacitar os agricultores, com ações de formação profissional e educação ambiental, orientadas para a solução de problemas específicos da realidade local.

A criação e estruturação de um Banco de Dados, facilitaria a modelagem ambiental, a classificação do ambiente e a estabelecer correlações, facilitando o monitoramento das possíveis alterações ambientais que venham ocorrer e que podem comprometer o estado de "equilíbrio" do meio-ambiente.

Envolver a comunidade local no processo de gestão da microbacia, para isso, o uso de questionários e reuniões periódicas com os membros da comunidade, seria um caminho a ser buscado.

Sugere-se buscar mecanismos que permitam gerar dados primários, para modelagem dos subsistemas ambientais, utilizando técnicas e práticas econômicas e equipamentos alternativos e caseiros, contando para isso, com o apoio da comunidade local.

Considerando que a maior dificuldade é a financeira, a utilização de equipamentos alternativos, para monitorar a perda de solo, a precipitação na microbacia, a vazão do rio em períodos de chuva, a qualidade da água com o uso de algas, contando com o apoio e participação da comunidade, é possível e viável.

CAPÍTULO 8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEAS. 1996, Qualidade da água de irrigação In: Curso de Engenharia e Manejo de Irrigação, Módulo 10. Brasília: UFV-DEA, p. 33-62.
- ARGENTO, M.S.F. 1979, A planície deltaica do Paraíba do Sul - Um Sistema Ambiental. 210p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- ARGENTO, M.S.F. 1984, A abordagem sistêmica aplicada à planície deltaica do Paraíba do Sul. Geografia, Rio Claro, v. 9, n. 17-18, p.115-133, jan./jul.
- ARGENTO, M.S.F. 1987, Mapeamento ambiental direcionado para o gerenciamento de áreas deltaicas. 123p. Exame de qualificação (Doutorado em Geografia) - Departamento de pós-graduação em Geografia, UNESP Rio Claro, Rio Claro.
- ARGENTO, M.S.F., CRUZ, C.B M. 1996, Mapeamento geomorfológico. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A.J.T. (org.). Geomorfologia. Exercícios, técnicas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 265-282.
- ARGENTO, M.S.F. 2001, Teoria Geral de Sistemas - [S.l.: s.n.], 2001, 1v. Original datilografado.
- BATJES, N.H. and E.M. BRIDGES. 1997, Implementation of a Soil Degradation and Vulnerability Database for Central and Eastern Europe. In: Proceedings of an international workshop (Wageningen, 1-3 October 1997), ISRIC, Wageningen, pp. iv + 81.
- BEEK, K. J., DE BIE C. A. and DRIESSEN P. M. 1997, Land Evaluation for Sustainable Land Management. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26., Rio de Janeiro. Anais... SBCS, 1997. P. 23-26.
- BENNETT, R.J. & CHORLEY, R.J. 1978, Environmental Systems:Philosophy, Analysis And Control. Methuen&Co Ltd. London.
- BENNEMA, J.; BEEK, K. J.; CAMARGO, M. N. Interpretação de levantamento de solos no Brasil: Um sistema de classificação de capacidade de uso da terra para levantamentos de reconhecimento de solos. DPFS - FAO, Divisão de Pedologia e Fertilidade do Solo. Rio de Janeiro, julho de1965. [S.l.: s.n.], 1v. 50p. Original datilografado.

- BERTRAND G. 1972, Paisagem e Geografia Física Global - Esboço Metodológico. Caderno de Ciências da Terra, 13. IG-USP São Paulo, 27 p.
- BERNARDES, L. M. C. 1952, Tipos de clima do Estado do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, v.14, p.57-80.
- BERTALLANFY, L.V. 1933, Modern Theories of Development: An Introduction to Theoretical Biology. Oxford, Oxford University Press, .
- BERTALLANFY, L.V. 1950, An outline of the General System Theory. British journal of Philosophical Science, v.1, p.134-165.
- BERTALLANFY, L.V. 1951, Problems of General Systems Theory. Humam Biology, v. 23, p.302-312.
- BERTALLANFY, L.V. General System Theory. Edmonton: George Braziller, Inc, Canadá. 1968.
- BERTALLANFY, L.V. 1977, Teoria Geral de Sistemas. Petrópolis, 3a. Edição – Editora Vozes,
- BERTALLANFY, L.V. International Society for the Systems Sciences. Disponível em: <<http://www.iss.org/lum.LBV>>. Acesso março 2001.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. 1990, Conservação do solo. Piracicaba: Livroceres. 392p.
- BOARD, C. 1967, Map in Models. In: Chorley, R. J. & Haggett, P. (Eds.), Models in Geography, Methuen, London, 1967. p.671 - 719.
- BOTELHO, R. G. M. 1999, Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: Erosão e Conservação dos Solos. Orgs. A. J. T. GUERRA, Da SILVA A. S. e BOTELHO, R. G. M, Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil. p. 269-273.
- BRANCO, S.M. 1999, Ecosistêmica. Editora Edgard Blucher, 2ª.ed. São Paulo. 202p.
- BRASIL. 1987, Ministério da Agricultura Programa Nacional de Microbacias Hidrográficas, Manual Operativo. Brasília, DF, Coordenação Nacional PNMH, Ministério da Agricultura 60 p.
- CALDERANO FILHO, B.; FONSECA, O. O. M.; CAPECHE, C. L.; SILVA, E. F. Solos e Aptidão Agrícola das Terras da Microbacia Janela das Andorinhas. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 25., 1195, Viçosa. Anais....SBCS; UFV, 1995. p.1693-1695.
- CALDERANO FILHO, B.; CORREIA J. R.; CARVALHO JÚNIOR. W.; SANTOS. A. R.; RENDEIRO. N. P.; CHAGAS. C. S.; SPERA. S. T. Levantamento Pedológico do Município de Ituitaba, Minas Gerais. In: Congresso Latino Americano de La Ciencia del Suelo, 14., CLACS-99, 1999, Acapulco Chile, Resumos, Acapulco Sociedade Latino-Americana de La Ciencia del Suelo e Universidad de la Frontera, 1999.
- CALDERANO FILHO, B.; FONSECA, O. O. M.; SANTOS. R. D.; Levantamento Semidetalhado dos Solos da Fazenda Canchim - São Carlos. In: Congresso Brasileiro de Ciência

- do Solo, 26., 1997, Rio de Janeiro. Anais... SBCS, 1997. v. 1 -CD.
- CALDERANO FILHO, B. 2002, Abordagem Sistêmica como Subsídios para o Planejamento Ambiental da microbacia do Córrego Fonseca. 60p. Exame de qualificação (Mestrado em Geografia) - Departamento de pós-graduação em Geografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- CAMARGO L.H.R. & GUERRA A.J.T. Criticalidade Auto-Organizada (CAO) e CAOS em Escoamento Superficial: Revisão Conceitual e Aplicação à Geomorfologia. Revista de Pós-Graduação em Geografia, Rio de Janeiro: UFRJ /PPG,V. 4, p.56-68, novembro 2001.
- CAPRA, F. O ponto de Mutação. São Paulo, Editora Cultrix Ltda, 2000. 445 p.
- CAPRA, F. O Tao da Física. Um paralelo entre a física Moderna e o Misticismo Oriental. São Paulo, Editora Cultrix Ltda, 1983. 274 p.
- CAPRA, F e STEINDL-RAST D. Pertencendo ao Universo. São Paulo, Editora Cultrix Ltda,1999. 193 p.
- CETESB. Seminário Internacional sobre qualidade de solos e águas subterrâneas.1996. Disponível em: [http// www. cetesb. sp .gov.br/agua](http://www.cetesb.sp.gov.br/agua). Acesso em: junho de 2002.
- CHORLEY, R. J. Geomorphology and general systems theory. U. S. Geological Survey, Professional Paper 500-B,1962. 19p.
- CHORLEY, R. J. & HAGGETT, P. Physical and Information - Models in Geography. Geography (CHORLEY, R. J. & HAGGETT, P., Eds.). Londres, Methuen & Co., 1967.
- CHORLEY, R. J & KENNEDY, B. A. 1971, Physical Geography: A Systems Approach. Prentice Hall, Inc. London.369 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. & PEREZ FILHO, A. Estudos sobre a forma de bacias hidrográficas. Boletim de Geografia Teorética, v.5, ns. 9 -10, p. 83-92.1975.
- CHRISTOFOLETTI, A. - Geomorfologia. São Paulo, 2ª ed, Editora Edgard Blucher,1980.188 p.
- CHRISTOFOLETTI, A. Aplicação da abordagem em sistemas na Geografia Física. Revista Brasileira de Geografia, v.52, n.2, p.21-35, 1990.
- CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo, Editora Edgard Blucher, 1998. 236 p.
- COELHO NETTO, A. L. 1997, Diagnostico de Erosão para o planejamento Regional: Subsídios metodológicos sob enfoque geo-hidroecológico. In: Simpósio Nacional de Controle de Erosão. 6. Anais... 1997. v 1. CD.
- COELHO NETTO, A. L. 1998, Hidrologia na Interface com a Geomorfologia In. Guerra, A. J. T.; Cunha, S.B. (orgs.). Geomorfologia uma atualização de bases e conceitos. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 3a Edição, p. 93-148.

- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resoluções: 04/85, 20/86 e 303/2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/index.cfm>. Acesso em: março 2003.
- COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES COM (1999), Directions towards sustainable agriculture Brussels, 1999. COMISSÃO DAS COMUNIDADES EUROPEIAS COM (2000), Indicadores da integração das preocupações de carácter ambiental na política agrícola comum. Disponível em: [http:// www. Europa.eu.int/comm/agriculture](http://www.Europa.eu.int/comm/agriculture). Acesso em: maio de 2002.
- CORRÊA, R. L. A Dimensão Cultural do Espaço: Alguns Temas. In: Trajetórias Geográficas. Rio de Janeiro; Bertrand Brasil, 1999, p. 287-299.
- CORRÊA, R. L. & ROSENDALL. A Morfologia da Paisagem. In: Paisagem Tempo e Cultura. Orgs.: CORRÊA, R. L. e Rosendahl, Z. Ed UERJ, Rio de Janeiro, p.12-74,1998.
- CMMAD. Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Nosso futuro comum. Ed. Fundação Getúlio Vargas, 2^a.ed. Rio de Janeiro, 1991. 430 p.
- CLINE, M.G. Basic principles of soil classification. Soil Science, v.67, p.81 -91. 1949.
- COWELL, P.J. & THOM, B.G. 1994, Morphodynamics of Coastal Evolution. In: Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics. Cambridge University Press. Cambridge. pp.33-86.
- CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. 1996, Degradação Ambiental. In: Guerra, A. J. T.; Cunha, S. B. (orgs.). Geomorfologia e Meio Ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 217-261.
- DE BIASE, M. Carta de declividade de vertentes: Confeção e utilização. Geomorfologia, São Paulo, Instituto de Geografia, v.21, p. 8-13, 1970.
- DE BIASE, M. A carta clinográfica: Os métodos de representação e sua confeção. Geografia, São Paulo: v.6, p. 45 - 53, 1992.
- DOMINGUES, A. J. P.; KULHMANN, E. et al. Estudo do relevo, hidrografia, clima e vegetação do Estado do Rio de Janeiro. Boletim Geográfico, Rio de Janeiro: IBGE, v.34, n. 248, p. 5-73. . 1976.
- DUMANSKI, J. 1993a, Sustainable land management for the 21st century. volume 1: workshop summary compiled on behalf of the organizing committee. proceedings of the international workshop on sustainable land management for the 21st century. university of lethbridge, canada, june 20-26, 50 pp.
- DUMANSKI, J.1993b, Strategies and opportunities for soil survey information and research. ITC Journal, 1993-1, p. 36-41.
- DORAN J. W. Soil Quality and Sustainability In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26.,

- 1997, Rio de Janeiro. palestra... SBCS, 1997, 28p., v. 1 -CD.
- DORAN, J. W., and D.M. 1994, Linn. Microbial ecology of conservation management systems. In: Hatfield. J. L. and Stewart. B. A. (ed.) *Advances in Soil Science, Soil Biology: Effects on Soil Quality*. Lewis Publishers, Chelsea, MI.. p.1-27.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Práticas de Conservação de Solos*. Rio de Janeiro, RJ. 1980. 88p.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Critérios para distinção de classes de solos e de fases de unidades de mapeamento; normas em uso pelo SNLCS*. Rio de Janeiro, 1988. 67p. (EMBRAPA-SNLCS. Documentos, 11).
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Manual de métodos de análise de solos*. Rio de Janeiro, 1979. v.1.
- EMBRAPA- Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. *Zoneamento Agroecológico dos Municípios que Compõem os Vales dos Rios Una, Macaé e São João, a Leste do Estado do Rio de Janeiro, Escala 1:250.000. Relatório técnico do Convênio – SEMAM/SNLCS 1990*.
- EMBRAPA-SNLCS; DINEMET-RJ; PESAGRO-RJ; FEEMA-RJ. *Zoneamento Agro-ecológico do Estado do Rio de Janeiro, Escala 1:250.000*. 1992a.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Delineamento macro-agroecológico do Brasil, Escala 1:5.000.000*. 1992b.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solo. *Solos e avaliação da aptidão agrícola das terras da Janela das Andorinhas*. Rio de Janeiro: [S.l.: s.n.], 1993, 1v. 142p. Original datilografado.
- EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Dourados. *Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul*. Dourados, 1992c. 179p. (EMBRAPA-UEPAE. Circular Técnica, 22).
- EMBRAPA. Unidade de Execução de Pesquisa de Ambito Estadual de Dourados. *Trigo: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul*. Dourados, 1991. 154p. EMBRAPA-UEPAE. Circular Técnica, 19).
- EMBRAPA. *Os Solos da Fazenda Canchim-Centro de Pesquisa de Pecuária do Sudeste, São Carlos, SP: Levantamento Semidetalhado - Propriedades e Potenciais.*, São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 1998, 1 v. 95p.
- EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Atuação Brasileira na Proteção do Meio Ambiente*. ACS - Brasília, DF. Junho de 1994.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*.

- Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação, 1999. 412p.
- EMBRAPA, Sede. Diretrizes Básicas da Diretoria Executiva, Agenda 2002. Agricultura Familiar e Meio Ambiente. ACS - Brasília, DF. 2002. Disponível em: [http:// www. embrapa. sede. br](http://www.embrapa.sede.br). Acesso em: março de 2002.
- EMATER RIO- Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro, RJ. Programa Estadual de Microbacias. Microbacia Janela das Andorinhas, Município de Nova Friburgo. Relatório Emater, 1994. 13p.
- ESTADOS UNIDOS. Department of Agriculture. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Washington, U.S.Gov. Printing Office, 1975. 754. (U.S. Dept. Agric. Handbook, 436).
- ESTADOS UNIDOS. BUREAU OF RECLAMATION. Division of Planning Technical Services. Technical guideline on irrigation: suitability land classification: principles and procedures: applications and adaptations. Denver, 1989. 185p.
- FAO 1993, (FESLM): An International Framework for Evaluating Sustainable Land Management. World Soil Resources Report N^o 73. FAO, Rome, 74 p.
- FAO 1983, Guidelines: Land Evaluation for Rainfed Agriculture, *in*: FAO Soils Bulletin N^o 52. ed., Soil Resources Management and Conservation Service, Rome: FAO, p. 237.
- FAO. 1994, Integrated Approach to the Planning and Management of Land Resources. Draft report of the UN Secretary-General on the Implementation of Chapter 10 of Agenda 21 (UNCED) to the Commission on Sustainable Development. Third Draft of Task Manager's Report. FAO/AGL, 28, Rome, 30 p.
- FAO.1995, United Nations Conference on Environment and Development - UNCED.
- FAO. 1976, A Framework for Land Evaluation. FAO Soils Bulletin N^o 3. Rome: FAO, 72 p.
- FAO. 1981, Report on the Agro-Ecological Zones project; Vol.3: Methodology and results for South and Central America. World Soil Resources Report 48/3, Rome.
- FOOTE K. E. and HUEBNER D. J. Error, Accuracy and Precision. Department of Geography, University of Texas at Austin, 1995.
- FORMAGGIO, A. R.; ALVES, D. S. & EIPHANIO, J. C. Sistemas de Informações Geográficas na obtenção de mapas de aptidão agrícola e de taxa de adequação de uso das terras. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v.16, p. 249-256, 1992.
- FRANZMEIER D. P. The American System of Soil Classification: A General View and Recent Modifications. In: ALVAREZ V., V. H.; FONTES, L.E.F. & FONTES, M.P.F. Ed. O solo nos

- grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa,: SBCS; UFV, 1996. p. 661-673.
- FORMAN, R. T. T. & GODRON, M. Landscape Ecology John Wiley & Sons, New York. 1986.
- FUNCEME. Estudo da Salinidade das Águas em Pequenas Bacias Hidrográficas. Programa QualiGraf. Disponível em: [http// www.funceme.br](http://www.funceme.br). Acesso em: março de 2003.
- FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO, FIDERJ-RJ. Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1978.35p.
- GALLAIS, J. Alguns aspectos do espaço vivido nas civilizações do mundo tropical. Boletim Geografico. Rio de Janeiro v.35, n.254, p.5-13, Jul/Set, 1977.
- GREENPEACE. Análise de sedimentos fluviais coletados a montante e a jusante da indústria química solvay-indupa, Rio Grande da Serra, São Paulo, Brasil. Org: STEPHENSON, A., LABUNSKA, I., STRINGER, R. Laboratórios de Pesquisa Greenpeace, Universidade de Exeter, Reino Unido, Nota técnica GLR 09/98, Outubro 1998. Disponível em: [http// www.greenpeace.org.br/toxicos](http://www.greenpeace.org.br/toxicos). Acesso em: janeiro de 2003.
- GUERRA, A. J. T. & GUERRA, A. T. Novo Dicionário Geológico Geomorfológico. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.
- GUERRA, A. J. T. Processos erosivos nas encostas. In: Geomorfologia e Conceitos uma atualização de bases. Orgs. A. J. T. GUERRA e S.B. CUNHA, Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1998. p.149-209.
- GUERRA, A.J.T. O Início do Processo Erosivo. In: Erosão e Conservação dos Solos. Orgs. A.J.T. GUERRA, Da SILVA A. S. e BOTELHO, R. G. M, Rio de Janeiro: Ed. Bertrand Brasil, 1999. p.17-50.
- GREGORY. K, J & WALLING.D. E. 1973, Drainage basin form and process. Ed. A Halsted Press book, NY. . 458p.
- HAIGH, M. J. - The Holon: hierarchy theory and landscape research. Catena Verlag, v.10 p.181-192, 1987.
- HUDSON, N.W. Soil conservation. Ithaca: Cornell University Press, 1971. 324p.
- HUDSON, B.D. The soil survey as a paradigm-based science. Soil Science Society of American Journal, v.56, p.836-841. 1992.
- IBGE. Censo Agropecuário 1995-1996. Rio de Janeiro, IBGE,1996.1 v.
- ISRIC & FAO Mapping of Soil and Terrain Vulnerability in Central and Eastern Europe. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) assisted by the Land and Water Development Division (AGL) of FAO. CD of SOVEUR project (Versão.1.0). 2000.

- JENNY, H. Factors of soil formation. A system of quantitative pedology. New York: McGraw Hill, 1941. 281 p.
- JOFFE, J. S. Pedology. Now Bruaswick, Pedology Publications, 1949.
- KAUFFMAN, J.H. & RAMOS, M. V. A farmer-assisted soil survey and land evaluation in the Peruvian Andes. A case study for the San Marcos-Cajamarca and Quilcas-Huancayo. ILEIA project pilot areas. National Agricultural University- La Molina, Lima and International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen. 1988. 31p.
- KIRKBY, M. J. 1987, Models in Physical Geography. In. CLARCK et al. (eds). Physical Geography. Barnes & Noble, p. 47-61.
- KLINGEBIEL, A. A. & MONTGOMERY, P. H. Land Capability Classification. USDA Agricultural Handbook N^o 210, 1961.
- KRUSEMAN, G.; HENGSDIJK, H. & RUBEM, R. Disentangling the Concept of Sustainability; Conceptual Definitions, Analytical Framework and Operational Techniques in Sustainable Land Use. DLV Report N^o 2. CABODLO. Wageningen, the Netherlands. 1993. 60 p
- KLINK, H. J. Geoecology and Natur Regionalization - Bases for Environmental Research in: Applied and Development, vol 4. 1974.
- KOESTLER, A. Beyond Atomism and Holism-the Concept of Holon. In: Koestler A. and J. R. Smithies (Eds), Beyond Reductionism: New Perspectives in: Life Sciences, Hutchinson of London, p 192-216. 1969.
- KRUIJF, H. A. M.; SCHOUTEN, A. J. On problem of measuring vulnerability of soil ecosystems. In: DUIJVENBOODEN, W. Van, ed. Vulnerability of soil and groundwater pollutants. The Hague: W. Van, 1987. p. 97-109.
- LAL, R. 1994, Sustainable land use systems and soil resilience. In: D. J. Greenland and I. Szabolcs (ed.) Soil Resilience and Sustainable Land Use. CAB Internat. Wallingford, Oxon, UK. p. 41-67.
- LEPSCH, I. F.; BELLIINAZZI Jr.. R.; BERTOLINI D.; ESPINDOLA, C. R. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1991. 175p.
- LOPES ASSAD, M. L. Uso de um sistema de informações geográficas na determinação da Aptidão agrícola de terras. Revista brasileira de Ciência do Solo. Campinas, v.19, p.133-139, 1995.
- LASZLO, E. 1972, The Systems View of the World. New York: George Braziller, 131p.
- LUMBRERAS, J. F.; ANDRADE, A. G.; CALDERANO, S. B.; PALMIERI, F.; NAPOLEÃO, R. P. Vulnerabilidade ambiental para planejamento de uso das terras do município do Rio de

- Janeiro. RJ. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Brasília. 27.,1999, Brasília, DF., Anais, SBCS;CPAC, 1999.v. 1 -CD.
- MACIEL, J., Elementos de Teoria Geral dos Sistemas. Petrópolis Editora Vozes 1974. 402p.
- MANNION, A. M. 1991, Global Environmental Change. A Natural and Cultural Environmental History. Longman Group UK Ltd. London..
- MATEO, J. M. R. Apuntes de Geografía de Los paisages. Univerddidad de la Habana Facultad de geografia, Editorial ENPES. Habana. 1984. 324p.
- MATEO, J. M. R. Planejamento ambiental: Bases conceituais níveis e métodos In: Desenvolvimento sustentável e planejamento Bases teóricas e conceituais Orgs: CAVALCANTI. A. P. B et.al. Imprensa Universitária Fortaleza-Ce. 1997.
- MATEO, J. M. R. Planejamento Ambiental como campo da ação da Geografia. IGCE-UNESP Rio Claro. 1994, p. 582-594.
- NAVEH, Z. & LIEBERMAN, A. Landscape Ecology: Theory and Application, 2^a ed. New York. Springer Verlag. 1993.
- NIMER, E. Clima. In: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Departamento de Geografia, Rio de Janeiro. Geografia do Brasil Região Sudeste. Rio de Janeiro, IBGE, 1977. v.3., p.51- 89.
- NOVIKOFF, A. B. 1945, The Concept of Integrative Levels in Biology. Science, v.101, p. 209-215.
- NUSSENZVEIG, H. M. Complexidade e Caos. (org): H. M. Nussenzveig Rio de Janeiro: ed. UFRJ/COPEA. 1999.150p.
- ODUM E. P., Ecologia Editora Guanabara. Rio de Janeiro, 1988. 434p.
- OLEMBO, R. J. 1994, Can land use planning contribute to sustainability. In: Fresco, L. O., L. Stroosnijder, J.Bouma and H.van Keulen (Eds.) The Future of the Land Mobilizing and Integrating Knowledge for Land Use Options. John Wily&Sons, Chichester, p.369-376.
- OLIVEIRA, J.B. Princípios básicos para classificação e sinopse. In: MONIZ, A.C. Elementos de pedologia. São Paulo, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972. p.351-362.
- OLIVEIRA, J.B. Solos do Estado de São Paulo: Descrição das Classes Registradas no Mapa Pedológico.Campinas, IAC 1999. BC, 45. 112p.
- O'NEILL, R. Hierarchy Theory and Global Change. In: Scales and Global Changes, John Wiley & Sons, New York. 1988.
- PÁDUA, H. B. variáveis físicas, químicas e biológicas para caracterização das águas em sistemas abertos. In: MAIA, N. B.; LESJAK, M.H. org. Indicadores Ambientais, Sorocaba: 1997. P.89 - 97.

- PALMIERI, F.; OLMOS ITURRI LARACH, J. Pedologia e geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S.B. da., org. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p. 59-122.
- PATTEM, B.C. 1978, Systems approach to the concept of environment. *Ohio Journal Science*. v.78, p. 206-222.
- PRIGOGINE I.& STENGERS. I. A nova aliança: metamorfose da ciência. Brasília UNB, 1991. 247 p.
- RAMALHO FILHO, A.& BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. Rio de Janeiro, EMBRAPA-CNPS, 1995. 65p.
- RAPPORT, A. 1976, General systems theory: A bridge between two cultures (3^a ed Ann. Ludwig von Bertalanffy Men. Lec.) *Behav. Science*. v.21, p. 228-239.
- RAPPORT ANATOL. 1971, Aspectos matemáticos da análise geral dos sistemas. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v.5, n.1, p. 21-46, Jan-Jun. .
- RESENDE, M. Características do solo e da paisagem que influenciam a susceptibilidade à erosão. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO, Campinas, 1992. Anais... Campinas: Fundação Cargill, 1992. p.32-67.
- RESENDE, M.; ALMEIDA, J.R. de. Modelos de predição de perdas de solo: uma ferramenta para manejo e conservação do solo. *Informe Agropecuário*, v. 11, n. 128, p.38-54., 1985.
- RESENDE C. M. Investimentos e Ambiente Apoios agrícolas e medidas agro ambientais, 1994. Disponível em: <[http://www.aeiou.pt/registros/apoios agrícolas](http://www.aeiou.pt/registros/apoios_agricolas). Acesso em: Agosto de 2002.
- RISSER, P. G., KARR, J. R & FORMAN, R. T. T. *Landscape Ecology: Directions and Approaches*. Illinois Natural History Survey Special Publications 2, Champaign-Urbana, Illinois Natural History Survey. 1984.
- RIO DE JANEIRO (Estado). Secretaria de Estado de Indústria, Comércio e Turismo Departamento de Recursos Minerais. DRM, Projeto Carta Geológica do Estado do Rio de Janeiro, Folha Duas Barras. Escala 1:50.000. DRM 1982.
- RIO DE JANEIRO (Estado). PROGRAMA RIO RURAL Governo do Estado do Rio de Janeiro-Secretaria de Estado de Agricultura- Superintendência de microbacias hidrográficas. Agosto de 1999.
- RIO DE JANEIRO Constituição do Estado do Rio de Janeiro. Ed. Destaque. 12^a edição, Rio de Janeiro-RJ. 155 p., 1999.
- ROSS, J. L.S. Geomorfologia aplicada aos EIAs-RIMAs. In: GUERRA, A. J.T.; CUNHA, S. B. da., org. Geomorfologia e meio ambiente. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. p.291-336.

- SANTOS, M. A Natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção. São Paulo, Hucitec, 1996.
- SAUER, O. C. A Morfologia da Paisagem In: Paisagem Tempo e Cultura. Orgs: CORRÊA, R. L. e Rosendahl, Z. Ed-UERJ, Rio de Janeiro, p.12-74, 1998.
- SAUER, O. C. Desenvolvimentos Recentes em Geografia Cultural . In: Geografia Cultural Um Século. v.1. Orgs.: CORRÊA, R. L. e Rosendahl, Z. Ed-UERJ, Rio de Janeiro, p.15-98, 2000.
- SOTCHAVA, V. B. 1972, Por uma teoria de classificação de Geossistemas de vida terrestre. Biogeografia. São Paulo: IG-USP n. 14, p 1-24.
- SIEGEL. G. B. A Unidade do Método Sistemico. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro: v.5, n.1, p. 7 - 48, Jan-Jun. 1971.
- SIMONSON, R.W. Historical highlights of soil survey and soil classification with emphasis on the United States, 1899 - 1970. In: International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, 1989. (Tech. paper 18).
- SOIL SURVEY STAFF. Soil classification, a comprehensive system, 7th approximation. Washington, U.S. Dep. Agric. U.S. Gov. Print. Office, 1960.
- SMITH, P. G. R.; THEBERGE, J. B. A review of criteria for evaluating natural areas. Environmental Management, New York, v.10, p.715-734, 1986.
- TROLL, C. Geocology and the World-Wide Differentiation of High Mountains Ecosystems. In: C. Troll (ed.) Geocology of the High-Mountain Regions of Eurásia. Wiesbaden. Franz Steiner. pp 1-16, 1972.
- TROLL, C. A paisagem Geográfica e sua investigação. Espaço e Cultura, Rio de Janeiro:UERJ, n.4, P. 01-07, jan./jun. 1996.
- TROLL, C. Landscape Ecology (Geocology) and Biogeocology: an Terminological Study, Geoforum, 8, 43-46.1971.
- VAN LYNDEN, G. W. J. Guidelines for the assessment of soil degradation in Central and Eastern Europe (SOVEUR Project). Report 97/08b (rev. ed.), ISRIC, Wageningen, pp. 20.1997.
- ZINCK, J. A. Soil Survey: Epistemology of a vital discipline. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, the Netherlands. 1990.40p.
- ZONNEVELD, I. S. Land Evaluation and Land (scape) Science. IN: Textbook of Photo Interpretation,– Use of aerial photographs in Geography and Geomorphology. Vol 7. Cap. 7. Enschede. ITC. 1972.
- ZONNEVELD, I.S. Chairman's Welcome. In: Paper index International Association for Landscape Ecology, 2000. Disponível em: <http://www.wkap.nl/journals/landscape>. Acesso em: 20 dez. 2001.

- ZONNEVELD, I.S. Opening Speech "Groeneveld" In: Paper index International Association for Landscape Ecology, 2000. Disponível em: <http://www.wkap.nl/journals/landscape>. Acesso em: 20 dez. 2001.
- WATSON, R. T. CHAIR Intergovernmental Panel on Climate Change at the Sixth Conference of Parties to the United Nations Framework - Convention on Climate Change, Haia, novembro, 2000. 12 p. (Original datilografado).
- WEILL, M. A. M. Metodologias de Avaliação de Terras para fins Agrícolas. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro, v.52, n.4 p.127-160. Out/dez 1990.
- WISCHMEIER, W.H ; JOHNSON C.B.; CROSS B.V. A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. Journal of Soil Water Conservation. v.26, p.189-193,1971.
- WITTER K.P., CALDERANO FILHO B, AMARAL F. C. S., TAVARES N. P. CONCEIÇÃO M. Zoneamento Agroecológico dos Municípios que compõem os Vales dos Rios Una, Macaé e São João, a Leste do Estado do Rio de Janeiro. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 23., 1991, Porto Alegre, RGS. Anais... SBCS, 1991, p.265.
- WITTER K.P., CALDERANO FILHO B., FONSECA.O.O.M., FAGUNDES S.R.F., TAVARES N. P., VASCONCELOS J. B., MUELER.K.E., ARANOVIK S., TAVARES A.M.S., DAMAZIO H. N. Zoneamento Agroecológico do Estado do Rio de Janeiro Escala 1:250.000. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 24., 1993a, Goiânia GO. Anais... SBCS, 1993a, p. 413- 414.
- WITTER K.P. SOLOS, o mapa da mina. Revista Globo Rural, v.8, p.30-33, 1993b.
- WOODMANSEE, R. G. Ecosystem Processes and global change. In: Scale and global Change. John Wiley & Sons Ltd.1988
- WOOD JR. T. CAOS: A Criação de uma nova Ciência. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, 1993. v.33, n.4. Jul /Ago, p. 94-105.

ANEXOS

4.5.3 - Aptidão Agrícola das Terras

A metodologia de avaliação da aptidão agrícola das terras reconhece grupos, subgrupos e classes de aptidão, classifica o potencial das terras para diversos tipos de utilização, sob três níveis de manejo considerados (A, B e C). Tendo em vista práticas agrícolas ao alcance da maioria dos agricultores, essa metodologia visa diagnosticar o comportamento das terras em diferentes níveis tecnológicos.

Os fatores limitantes considerados para avaliar as condições agrícolas das terras são: deficiência de fertilidade, deficiência de água, excesso de água ou deficiência do oxigênio suscetibilidade à erosão e impedimentos à mecanização. Na avaliação destes fatores são admitidos os graus de limitação: nulo, ligeiro, moderado, forte e muito forte.

O nível de manejo A reflete um baixo nível de conhecimento técnico e quase não há emprego de capital. O nível de manejo B reflete um nível razoável de conhecimento técnico e aplicação modesta de capital. O nível de manejo C reflete um alto nível de conhecimento tecnológico, capaz de elevar a capacidade produtiva e emprego suficiente de capital.

Nesta avaliação, busca-se diagnosticar o comportamento das terras para lavouras nos níveis de manejo A, B e C, para pastagem plantada e silvicultura. As terras consideradas inaptas para lavouras, têm suas possibilidades analisadas, de acordo com os fatores básicos limitantes, para usos menos intensivos como (pastagem plantada, silvicultura ou pastagem natural). No entanto, as terras classificadas como inaptas para os diversos tipos de utilização considerados, tem como alternativa, serem indicadas para a preservação da flora e da fauna ou algum outro tipo de uso não agrícola.

As classes são representadas por letras A, B e C. Essas letras podem ser maiúsculas, minúsculas ou minúsculas entre parênteses, conforme a classe de aptidão seja Boa, Regular, Restrita e Inapta observando as condições do manejo considerado.

Classe Boa – Terras sem limitações significativas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. Há um mínimo de restrições que não reduz a produtividade ou benefícios expressivamente e, não aumenta os insumos acima de um nível aceitável.

Classe Regular – Terras que apresentam limitações moderadas para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. As limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, elevando a necessidade de insumos de forma a aumentar as vantagens globais a

serem obtidas do uso. Ainda que atrativas, essas vantagens são sensivelmente inferiores àquelas auferidas das terras da classe boa.

Classe Restrita – Terras que apresentam limitações fortes para a produção sustentada de um determinado tipo de utilização. Essas limitações reduzem a produtividade ou os benefícios, ou então aumentam os insumos necessários, de tal maneira, que os custos só seriam justificados marginalmente.

Classe Inapta – Terras apresentando condições que parecem excluir a produção sustentada do tipo de utilização em questão.

Embora a avaliação não considere a prática de irrigação e não é específica para a fruticultura, a maioria das classes encontradas apresentam-se inaptas no nível de manejo A, sendo a deficiência de fertilidade dos solos a maior limitação nesse nível, e classes moderada ou restritas nos níveis de manejo B e C. As maiores restrições a produção detectadas nessa classificação inclui a declividade (altos gradientes, declives íngremes), solos com risco de erosão (solos textura média), fertilidade natural dos solos (baixa reserva de nutrientes), clima (período seco limitante para certos cultivos).

A maioria das classes apresentam duas ou três restrições quanto à produção. Boa parte das restrições podem ser superadas com o melhor gerenciamento das terras, usando práticas adequadas, medidas contra a erosão, aumento do conteúdo de matéria orgânica, correção e melhoria da baixa fertilidade natural além, da irrigação por exemplo.

A avaliação da aptidão agrícola em três níveis de manejo (figura 52), mostrou que 36,1% das terras apresentam classe de aptidão boa para pastagem plantada, 0,62% apresentam aptidão regular para pastagem natural, 26,14% apresentam aptidão regular para lavouras, 21,19% (aptidão restrita para lavouras e 15,95% são indicadas para preservação da flora e fauna.

A silvicultura é recomendada em substituição a pastagem plantada e natural, nas glebas com declives íngremes, solos mais frágeis, pobres, rasos e com baixos conteúdos de matéria orgânica e fertilidade natural, incapaz de suprir as necessidades das plantas sob cultivo intenso. As glebas moderadamente sustentáveis, de drenagem desimpedida são indicadas para fruticultura, em detrimento das lavouras anuais. As glebas de drenagem livre ou limitada de relevo mais suavizado são indicadas para cultivos de lavouras de ciclo curto. A figura 33 mostra o mapa de aptidão agrícola das terras.

