

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE FLORESTAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS**  
**AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**DISSERTAÇÃO**

**Caracterização Física da Bacia do Ribeirão Cachimbal -  
Pinheiral, RJ e de suas Principais Paisagens Degradadas**

**José Arimathéa Oliveira**

**1998**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E  
FLORESTAIS**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA BACIA DO RIBEIRÃO CACHIMBAL -  
PINHEIRAL, RJ E DE SUAS PRINCIPAIS PAISAGENS DEGRADADAS**

**JOSÉ ARIMATHÉA OLIVEIRA**

*SOB A ORIENTAÇÃO DO PROFESSOR:*

**Dr. RICARDO VALCARCEL**

Tese submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de *Magister Scientiae* em Ciências Ambientais e Florestais, Área de Concentração em Conservação da Natureza.

Seropédica, Rio de Janeiro

**SETEMBRO, 1998**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE FLORESTAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS E FLORESTAIS**

**JOSÉ ARIMATHÉA OLIVEIRA**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ciências, no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais, área de concentração em Conservação da Natureza.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28 / 09 / 1998

---

Dr. Ricardo Valcarcel  
(Orientador)

---

Dr. Marcos Gervasio Pereira

---

Dr. Alúcio Granato de Andrade

## **Dedicatória**

*À minha querida esposa CRISTIANE  
e ao(à) nosso(a) primeiro(a) filho(a),  
fruto de nosso imenso amor.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

À DEUS, pai e criador de todas as coisas, com as quais o homem nem sempre sabe conviver.

À CRISTIANE, minha esposa e a todos os meus familiares que “abriram mão” da minha convivência em muitos momentos e sempre me apoiaram nesta busca.

À Direção e aos colegas (professores, funcionários e alunos) do Colégio Agrícola Nilo Peçanha (CANP), que me proporcionaram esta oportunidade de estudo.

Ao amigo MARLON SARUBI DA SILVA, que brilhantemente me substituiu na Unidade Educativa de Produção de Reflorestamento do CANP, um apoio de todas as horas.

Ao amigo CARLOS EDUARDO GABRIEL MENEZES, de quem vieram os primeiros incentivos para realização deste trabalho, sempre preocupado em que trabalhássemos na região de Pinheiral, valeu pela presença e pela ajuda, principalmente nesta reta final.

Ao meu ex-aluno do CANP, hoje estudante de Engenharia Florestal da UFRRJ, LUCIANO DE OLIVEIRA TOLEDO que, como ninguém, me ajudou a pensar o trabalho, a mapear quase 10.000 ha da área, a instalar o experimento e a coletar os dados. Não havia domingo nem feriado que o desanimasse. Valeu, amigo!

Ao Professor MARCOS GERVÁSIO PEREIRA, pela amizade e pelo apoio nas coletas de solos, análises laboratoriais, na redação e análises estatísticas. Esta dedicação é um Dom que poucos possuem.

À Professora LÚCIA HELENA CUNHA DOS ANJOS, exemplo de dedicação ao ensino e à pesquisa, sempre com um estímulo e uma sugestão para nos oferecer.

Ao Professor RICARDO VALCARCEL, pela orientação e pela oportunidade de me introduzir na beleza do conhecimento do Manejo de Bacias Hidrográficas, sempre lembrando que antes de qualquer ação devemos “ler as dicas” que a Natureza nos oferece.

Ao servidor do CANP MÁRCIO GOMES FURTADO, pela ajuda nas correções e na formatação final deste texto, obrigado pelo empenho e dedicação.

Aos colegas do Laboratório de Manejo de Bacias Hidrográficas (DCA/IF/UFRRJ), em especial ao companheiro JOSÉ EDUARDO DIAS.

Aos colegas do Laboratório de Gênese e Classificação do Solo (DS/IA/UFRRJ), pelo apoio nas coletas e análises de solos.

A todos os Trabalhadores e Proprietários Rurais, com os quais eu “topei” durante a realização deste trabalho. Obrigado pelas informações, pelos copos d’água, os cafezinhos e todas as orientações. Certamente ganhei mais do que pude oferecer-lhes.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

***Muito Obrigado.***

## BIOGRAFIA

***JOSÉ ARIMATHÉA OLIVEIRA***, nasceu à 15 de maio de 1970, na cidade de Volta Redonda, RJ. Graduou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) em janeiro de 1990. Em 1990 concluiu o Curso de Pós-Graduação *Latu Senso* em Sociedade e Agricultura no Brasil, ministrado pelo Centro de Pós-Graduação em Desenvolvimento Agrícola (CPDA) do Instituto de Ciências Humanas e Sociais da UFRRJ. Em janeiro de 1992 passou a integrar até a presente data o quadro de professores do Colégio Agrícola Nilo Peçanha vinculado à Universidade Federal Fluminense. Ingressou no Curso de Especialização em Ciências Ambientais (*Latu Senso*) do Departamento de Ciências Ambientais da UFRRJ no ano de 1991, concluindo o mesmo em 1994. Em março de 1995 ingressou no Curso de Pós-Graduação em Ciências Ambientais e Florestais (Mestrado) ministrado pelo Instituto de Florestas da UFRRJ.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	3
2.1. BACIA HIDROGRÁFICA .....	3
2.2. DEGRADAÇÃO.....	4
2.3. PAISAGEM DEGRADADA .....	10
2.4. COBERTURA VEGETAL.....	11
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.....	13
3.1. LOCALIZAÇÃO.....	13
3.2. GEOLOGIA .....	13
3.3. GEOMORFOLOGIA .....	14
3.4. RELEVO .....	14
3.5. REDE DE DRENAGEM.....	14
3.6. CLIMA .....	15
3.7. SOLOS .....	19
3.8. HISTÓRICO DE OCUPAÇÃO.....	20
3.9. VEGETAÇÃO.....	24
3.10. ESTRUTURA AGRÁRIA .....	25
3.11. USO DO SOLO.....	27
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
4.1. BASE CARTOGRÁFICA.....	29
4.2. TIPIFICAÇÃO DAS PAISAGENS DEGRADADAS.....	29
4.3. MAPEAMENTO DAS UPD'S .....	30
4.4. UNIDADES AMOSTRAIS .....	31
4.4.1. Unidade de Paisagem Degradada (UPD).....	31
4.4.2. Seleção de microbacias .....	31
4.4.3. Vertentes.....	31
4.4.4. Parcelas.....	32
4.4.5. Sub-parcelas.....	32
4.5. ECOSSISTEMA .....	33
4.6. SISTEMA DE AMOSTRAGEM .....	37
4.6.1. Solos .....	37
4.6.1.1. Caracterização do perfil .....	37
4.6.1.2. Análises físicas.....	41
4.6.1.3. Análises químicas.....	41

4.6.2. <i>Matéria orgânica depositada</i> .....	42
4.6.3. <i>Cobertura vegetal</i> .....	43
4.6.3.1. <i>Biomassa</i> .....	45
4.6.3.2. <i>Produtividade primária líquida</i> .....	45
4.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	47
4.8. HIPÓTESE DE TRABALHO.....	47
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	48
5.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA.....	48
5.2. CARACTERIZAÇÃO BIOLÓGICA .....	56
5.2.1. <i>UPD Área de Empréstimo (AE)</i> .....	58
5.2.2. <i>UPD Agricultura (AG)</i> .....	58
5.2.3. <i>UPD Pasto Sujo (PS)</i> .....	61
5.2.4. <i>UPD Pasto Manejado (PM)</i> .....	63
5.2.5. <i>UPD Floresta Invasora (FI)</i> .....	63
5.2.6. <i>UPD Floresta Secundária Inicial (FSI)</i> .....	65
5.2.7. <i>UPD Floresta Secundária Tardia (FST)</i> .....	65
5.3. MICROBACIA REPRESENTATIVA DAS UPD'S .....	69
5.4. FATORES EDÁFICOS E BIOLÓGICOS .....	75
5.4.1. <i>Solos</i> .....	75
5.4.2. <i>Serrapilheira</i> .....	84
5.4.2.1. <i>Matéria Orgânica Depositada (MOD)</i> .....	84
5.4.3. <i>Cobertura vegetal</i> .....	96
5.4.3.1. <i>Biomassa</i> .....	96
5.4.3.2. <i>Produtividade Primária Líquida</i> .....	99
6 CONCLUSÕES .....	110
7. RECOMENDAÇÕES.....	113
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
9. APÊNDICES .....	119

## ÍNDICE DAS FIGURAS

01. Modelo representando o fluxo de energia, o ciclo da água e sua associação com os ciclos biogeoquímicos (SUTOON & HARMON, 1979, modificado). .....	9
02. Esquema de relevo da região. ....	17
03. Relevo de ‘mar de morros’ característico da bacia do ribeirão Cachimbal. ....	18
04. Ocorrência de café ( <i>Coffea arabica</i> , Rubiaceae) nas matas da região. ....	23
05. Locação das parcelas e sub-parcelas na encosta.....	35
06. Compartimento dos ecossistemas.....	36
07. Estrutura da sub-parcela.....	38
08. Divisão de blocos e coleta de biomassa.....	39
09. Mini-trincheira aberta para coleta de dados na UPD Pasto Manejado. ....	40
10. Coleta de matéria orgânica depositada na UPD Floresta Secundária Inicial.....	44
11. Material coletado e identificado secando à sombra.....	44
12. Instrumentos para coleta de material. ....	46
13. Coleta de biomassa na UPD Pasto Sujo. ....	46
14. Mapa político da bacia do ribeirão Cachimbal. ....	49
15. Mapa de ocorrência das feições geomorfológicas na bacia do ribeirão Cachimbal. ....	51
16 Mapa topográfico, identificando as cotas da bacia do ribeirão Cachimbal.....	53
17 Mapa de divisão em microbacias da bacia do ribeirão Cachimbal.....	54
18 Mapa da rede de drenagem da bacia do ribeirão Cachimbal. ....	55
19: Mapa de ocorrência das paisagens degradadas da bacia do ribeirão Cachimbal.....	57
20 Área de empréstimo às margens do ribeirão Cachimbal (matéria prima para olarias).....	59
21 Vista parcial da UPD agricultura.....	60
22 Vista parcial da UPD Pasto Sujo.....	62
23 Vista parcial da UPD Pasto Manejado. ....	64
24 Coleta de material da UPD Floresta Invasora. ....	64
25 Vista parcial externa da UPD Floresta Secundária Inicial. ....	66
26 Vista interna da Floresta Secundária Inicial. ....	67
27 Área de pasto Manejado tendo ao fundo a Floresta Secundária Tardia. ....	68

28 Vista interna da Floresta secundária Tardia.....	70
29 Vista parcial interna da UPD Floresta Secundária Tardia.....	71
30 Esquema comparativo entre as Unidades de Paisagens Degradadas diagnosticadas na bacia do ribeirão Caximbal.....	72
31 Localização da microbacia do córrego da Caixinha de Areia.....	74
32 Mapa da microbacia do córrego da Caixinha de Areia com a localização de cada parcela. ..	77
33 Matéria Orgânica Produzida na UPD área de Empréstimo. ....	87
34 Matéria Orgânica Produzida na UPD Pasto Sujo. ....	89
35 Matéria Orgânica produzida na UPD Agricultura. ....	90
36 Matéria Orgânica Produzida na UPD Pasto Manejado.....	92
37 Matéria Orgânica Produzida na UPD Floresta Invasora. ....	93
38 Matéria Orgânica Produzida na UPD Floresta secundaria Inicial.....	94
39 Matéria Orgânica Produzida na UPD Floresta Secundária Tardia.....	95
40 Horizonte A na UPD Floresta secundária Inicial. ....	101
41 Produção média mensal de biomassa na UPD Área de Empréstimo. ....	103
42 Produção média mensal de biomassa na UPD Pasto Sujo. ....	104
43 Produção média mensal de biomassa na UPD Agricultura. ....	105
44 Produção média mensal de biomassa na UPD Pasto Manejado.....	106
45 Produção média mensal de biomassa na UPD Floresta Invasora. ....	107
46 Produção média mensal de biomassa na UPD Floresta Secundária Inicial. ....	108
47 Produção média mensal de biomassa na UPD Floresta Secundária Tardia.....	109

## ÍNDICE DOS QUADROS

01. Normas climatológicas de Piraí, RJ. ....	19
02. Unidades de paisagens ocorrentes na bacia do ribeirão Cachimbal. ....	26
03. Unidades de paisagens ocorrentes na bacia do ribeirão Cachimbal. ....	27
04. Espécies diagnósticas. ....	30
05. Caracterização da degradação. ....	30
06. Unidades hipotéticas de relevo. ....	35
07. Área de ocorrência das feições geomorfológicas da bacia do ribeirão Cachimbal. ....	50
08. Caracterização topográfica da bacia do ribeirão Cachimbal. ....	52
09. Distribuição das microbacias por área da bacia do ribeirão Cachimbal. ....	52
10. Distribuição das microbacias em função da hierarquia fluvial. ....	56
11. Unidades de paisagens na bacia do ribeirão Cachimbal. ....	56
12 Declividade média (%) das parcelas na microbacia do córrego da Caixinha de Areia. ....	75
13 Valores de V%, espssura do horizonte A (cm), % de carbono orgânico e declividade (%) nas UPD's. ....	78
14 Resultados da análise de solo na microbacia do córrego da Caixinha de Areia – Parte 1. ....	81
15 Resultado da análises de solo na microbacia do córrego da Caixinha de Areia – Parte. ....	82
16 Quantidade média, em gramas, MOD acumula da por m <sup>2</sup> em cada UPD. ....	84
17 Biomassa média acumulada em cada UPD (g/m <sup>2</sup> ) ....	96
18 Produtividade primária líquida (g/m <sup>2</sup> mês) ....	100

**ÍNDICE DOS APÊNDICES**

01: Descrição dos perfis de solo da microbacia do córrego da Caixinha de Areia. ....	120
02: Dados coletados na UPD Área de Empréstimo (g).....	131
03. Dados coletados na UPD Pasto Sujo (g) .....	132
04: Dados coletados na UPD Agricultura (g) .....	133
05. Dados coletados na UPD Pasto Manejado (g).....	134
06: Dados coletados na UPD Floresta Invasora (g).....	135
07. Dados coletados na UPD Floresta Secundária Inicial (g).....	136
08: Dados coletados na UPD Floresta Secundária Tardia (g).....	137

## RESUMO

A paisagem brasileira vem sofrendo fortes agressões e sendo rapidamente recriada, com poucas possibilidades de retornar ao seu estado original. A cobertura vegetal se destaca como o aspecto de mediata identificação com o grau de interferência do homem na paisagem. A caracterização das principais paisagens degradadas e a confirmação da hipótese que eles são ambientalmente diferentes nos seus subsistemas destes ecossistemas foi o objeto desta dissertação. Utilizou-se como área amostral a bacia do ribeirão cachimbal, localizada na região do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, com cerca de 9871,1 ha, nos municípios de Pinheiral, Pirai e Volta Redonda, com 1308 mm de precipitação média anual, umidade relativa de 80%, clima  $C_{wa}$ , tropical chuvoso, altitude variando entre 360 a 720 m, solos podzólicos (PVA) com avançado grau de intemperização, o que conjugado com o relevo de mar de morros confere alto grau de susceptibilidade aos processos erosivos. Esta área teve importante papel no desenvolvimento da cafeicultura e teve sua história documentada. A metodologia empregada combina aspectos das paisagens com similaridade de oferta de atributos ambientais nas vertentes dentro de microbacias contíguas. Desta forma se pode estabelecer vínculos entre as unidades de paisagens e suas características ambientais (solo, matéria orgânica, produção e produtividade) das paisagens. As sete unidades de paisagens distribuem-se em 39 microbacias, com distribuições variadas: área de empréstimo (0,45%), área com agricultura (1,37%), pasto sujo (50,19%), pasto manejado (31,23%), floresta invasora (2,86%), floresta secundária inicial (3,94%) e floresta secundária tardia (9,96%). Utilizando os parâmetros físico-químicos do subsistema solos das UPD's não se conseguiu estabelecer diferenças significativas entre as UPD's e nem entre suas posições relativas nas encostas. O parâmetro Matéria Orgânica Depositada do Subsistema Serrapilheira permitiu diferenciar quatro grupos de UPD's, constituídos por área de empréstimo; pasto sujo e pasto manejado; e floresta secundária inicial e floresta secundária tardia. Confirmando a hipótese de que o diferencial fisionômico da paisagem possui atributos ambientais diferentes na reconstrução dos ecossistemas degradados. O parâmetro Matéria Orgânica Produzida no Subsistema Serrapilheira evidenciou que as UPD's são diferentes, entre si e

apresentam níveis de resiliência diferenciados. No Subsistema Cobertura Vegetal houve a manutenção da tendência que diferencia as UPD's de acordo com a análise de biomassa ( $\text{g/m}^2$ ) e produtividade primária líquida ( $\text{g/m}^2$  mês).

## SUMMARY

The Brazilian landscape has been suffering from strong injuries and it has been rebuilt fastly with a few possibilities of coming back to its original condition. The vegetable cover appears like an aspect of immediate identification of man's interference degree on the landscape. This work was done in order to characterize the watershed of Cachimbal river and its degraded landscapes and to identify the major soil process and biological factors in each unit of landscape. This watershed is located on the region of Paraíba do Sul River's Medium Valley and it includes an area of approximately 9871,1 ha between Pinheiral, Piraí and Volta Redonda cities in Rio de Janeiro. Once we know that natural processes behaviors on watersheds are very striking, we tried to develop a methodology that could possibilitate the physical characterization of the watershed on its various aspects and could determine the answers from the environment for each using and handling of the ecosystem components studied (soil, organic material and vegetable cover). On the search done to characterize physically the watershed, thirty-nine microwatersheds and seven different units of landscapes were identified: Loan Area, Dirty Pasture, Agriculture, Handeld Pasture, Invading Forrest, Begginer Secondary Forrest and Late Secondary Forrest. Some data was collected from a microwatershed chosen as representative in order to quantify biomass and organic material production and accumulation. We observed in the explored agriculture and cattle raising areas (Agriculture, Dirty Pasture and Handled Pasture) the decreasing of soil density and horizon A's thickness. Six out of the seven studied areas presented very reduced nutrients degrees.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos de tecnologia ambiental em que utilizam-se indicadores naturais para identificar, caracterizar e interpretar a evolução dos processos ecológicos, geralmente envolvem a bacia hidrográfica como unidade física de experimentação, trazendo um forte apelo hidrológico, tanto no sentido de explicar a exaustão do recurso água potável (HELEWET, 1969), quando como, agente indutor de novos níveis de equilíbrio homeostático dos processos ecológicos (VIVAS, 1975; SUTOON & HARMON, 1979; ODUM, 1988).

A questão da produção de água nordea a ocupação e uso das terras desde os tempos mais remotos, pois ela condiciona o desenvolvimento de civilizações (LIMA, 1976).

A gestão holística da água envolvendo vários recursos naturais, tem mostrado que a conservação da água não pode ser conseguida independentemente da conservação dos outros recursos naturais (PEREIRA, 1973; LIMA, 1976; VALCARCEL, 1982 e 1988; ASSIS, 1997; SARAIVA, 1997).

O comportamento das variáveis que compõem o ciclo hidrológico na fase terrestre, pode evidenciar as condições ambientais e os tipos de uso dos recursos naturais, nas bacias hidrográficas, pois estes fatores encontram-se interligados (PEREIRA, 1973; LIMA, 1976; VALCARCEL, 1985).

O conhecimento e o entendimento dos mecanismos que regem o funcionamento e controle ambiental, em unidades de planejamento (bacias hidrográficas) facultariam ao homem a adoção de técnicas de manejo com enfoque conservacionistas, em que seriam observadas as premissas básicas que ocorrem nos ecossistemas autóctones e permitem o alcance do equilíbrio ambiental devido aos ajustes evolutivos das espécies que compõem o ecossistema (SARAIVA, 1997).

Como historicamente o crescimento econômico geralmente ocorre em detrimento do desenvolvimento regional, o homem preocupa-se em explorar omáximo em um mínimo período

de tempo. Esse fato não é privilégio exclusivo da região do médio Paraíba do Sul, incluindo-se a bacia do ribeirão Cachimbal, situada nos municípios de Pinheiral, Pirai e Volta Redonda, RJ.

Esta bacia abastece hidrologicamente o Distrito de Arrozal (Pirai - RJ) e se constitui na principal alternativa para o município de Pinheiral, caso haja necessidade de optar por outra fonte, que não seja as águas poluídas do rio Paraíba do Sul (CAMPOS, 1997).

Este trabalho não persegue a proposta de manejar a bacia do ribeirão Cachimbal, nem de quantificar os seus diferentes níveis de degradação. Ele objetiva caracterizar os principais cenários remanescentes na região, produtos de uma série de usos que não levaram em consideração a fragilidade dos ecossistemas regionais.

A constituição de cenários definidos como unidades de paisagens degradadas (UPD's) permitiram definir unidades amostrais em que são evidenciadas diferentes manifestações de desequilíbrio ambiental na região. Elas podem nos fornecer subsídios tecnológicos de considerável valor científico para o conhecimento da dinâmica da degradação e/ou da recuperação ambiental da região.

O objetivo deste trabalho foi tipificar e caracterizar as principais paisagens degradadas da microbacia do ribeirão Cachimbal, contribuindo para o elucidamento dos níveis evolutivos da degradação e recuperação ambiental da bacia.

Para consecução do objetivo geral, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos: a) tipificar as paisagens degradadas; b) identificar as paisagens degradadas com menor intervenção antrópica; c) selecionar as áreas representativas das unidades de paisagens degradadas; d) caracterizar os fatores edafo-climáticos e biológicos dominantes em cada unidade de paisagem e e) estabelecer contrastes entre estes fatores.

Este trabalho irá contribuir para o entendimento do dinamismo dos processos de degradação/recuperação espontânea das áreas degradadas na região, definindo unidades de paisagens representativas de estágios de recuperação ambiental distintos. Ele pode ser enquadrado tecnicamente como de Ecologia da Paisagem, conforme a definição de C. Troll, apresentada por SÁNCHEZ & SILVA (1995): a Ecologia da Paisagem é o estudo das inter-relações físico-biológicas que governam as diferentes unidades espaciais de uma região.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Bacia hidrográfica

A preocupação com a conservação dos recursos naturais renováveis é antiga, e cada vez mais o homem sofre com os efeitos de sua interferência no ambiente. A falta d'água, devido à destruição das matas e às modificações do ciclo hidrológico, gera conseqüências como a redução na oferta de alimentos e a destruição dos solos agrícolas (CORRÊA, 1995). Por isso, cresce o interesse em se restabelecer as faixas de mata ciliar, estimular a proteção dos mananciais, bosques e o manejo adequado do solo e da bacia de captação para reduzir o escoamento superficial da água nas encostas, com atenção especial às áreas de pastagens degradadas. É sugerido que este tipo de atividade de recuperação seja realizado em microbacias hidrográficas (LORENZI, 1992; PRIMAVERSI *et al.*, 1997).

A bacia hidrográfica é uma área de captação inserida entre divisores naturais, que drena para uma calha o excedente de água não utilizado, contribuindo para formação do escoamento direto (LIMA, 1976; VALCARCEL, 1985; CURI, 1993; GUERRA & CUNHA, 1994; CUNHA & GUERRA, 1996). Ela reúne as características ambientais agrupadas de tal forma que conferem identidade única e peculiar à região. Por este motivo recomenda-se utilizá-la como unidade amostral (HEWLETT & NUTTER, 1969; VIVAS, 1975; ODUM, 1988).

A identidade comportamental dos processos naturais em bacias é tão marcante, que a sua área física pode confundir-se com um sistema ecológico. ODUM (1988) recomenda utilizar a bacia hidrográfica como unidade de ecossistema, principalmente para estudos que objetivem o gerenciamento de seus recursos.

O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é produto da interação de uma série de fatores geomorfológicos, que apresentam formas diferenciadas de escoar as precipitações. Dentro da bacia hidrográfica também se reconhecem processos ambientais diferenciados, definindo regiões hidrogenéticas distintas (PEREIRA, 1973) e variações do relevo que condicionam comportamentos hidrológicos diferenciados (DALRYMPLE *et al.*, 1968; KOZARIK & LIMA, 1973; VALCARCEL, 1985; GUERRA & CUNHA, 1994).

O manejo de bacias hidrográficas pode ser definido como a administração dos recursos naturais de uma área de drenagem (bacia), primariamente voltado para a produção e proteção da água, incluindo o controle da erosão e das enchentes e a proteção dos aspectos estéticos associados à presença da água (EMMERICH & MARCONDES, 1975; LIMA, 1976).

Ele busca o enquadramento das relações causa-efeito no âmbito sócio-ambiental. As intervenções incorretas geram impactos sobre o sistema hidrológico, evidenciados pelas modificações de suas variáveis. Quando estas alcançam grandes magnitudes ocorre a formação de novas paisagens (paisagens degradadas).

No presente estudo assume-se que há a integração entre os efeitos decorrentes do uso indevido da bacia hidrográfica no passado, com diferentes formas de resistência ambiental dos ecossistemas, representado pelas unidades de paisagens degradadas.

Em alguns casos os conceitos de paisagem, ecossistema ou geossistema se confundem, pois estão associados a uma forma comum de análise sistêmica, com vantagem para conceituação de paisagem por sugerir uma porção perceptível do espaço, ou seja, uma área concreta, descritível, analisável e projetável (SÁNCHEZ & SILVA, 1995).

## **2.2. Degradação**

Um ecossistema é constituído pelo componente biótico associado a parte abiótica, onde há a presença de relações complementares, transferências, circulação de energia e de matéria (DOVER & TALBOT, 1992). O equilíbrio dos fatores bióticos e abióticos interagindo em um meio onde estão intimamente relacionados, proporciona o correto funcionamento do ambiente com seus ciclos hidrológico e biogeoquímicos, além da transferência de energia.

A interferência indevida, causada por um uso incorreto dos recursos, desequilibra a participação dos fatores bióticos e altera a oferta dos fatores abióticos em quantidade e qualidade e que resulta em mudanças drásticas nos mecanismos de equilíbrio natural (SUTOON & HARMON, 1979).

Os ecossistemas apresentam mecanismos que objetivam a busca constante de seu aprimoramento funcional e de estabilidade para garantir sua auto-sustentabilidade, conceito definido como homeostase (ODUM, 1988).

A estabilidade do sistema é gerada pela adaptação dos seus componentes às novas ofertas de fatores ambientais. Os indivíduos mais ajustados evolutivamente tendem a ter ciclos de vida maiores, necessidades de alimentos e habitats especializados e habilitação no compartilhamento dos recursos entre espécies diferentes na região. Nestes casos os sistemas definem como estratégia de desenvolvimento a tendência a acrescentar o controle do meio físico no sentido de conseguir uma máxima proteção contra as perturbações. Portanto, ambientes mais hostis ao desenvolvimento das espécies (como as áreas de paisagens mais degradadas) tendem a serem colonizados por espécies “*r*” estrategistas, que possuem um alto potencial biótico. Ou seja, essas espécies tendem a ser selecionadas em ambiente não densamente habitados ou em ambientes incertos, sujeitos a perturbações permanentes. Já as espécies “*k*” estrategistas, repartem as energias em favor de sua manutenção e de uma melhor capacidade competitiva e são melhor adaptadas em ambientes mais estáveis e densamente povoados (ODUM, 1988).

DOVER & TALBOT (1992), definiram três momentos que permitem diagnosticar níveis de estabilidade dos ecossistemas submetidos a uma intervenção que gera desequilíbrio: a) ajuste - o sistema desenvolve forças restauradoras da sua condição original; b) persistência - o sistema permanece inalterado após ação do impacto ambiental; e c) estabilidade - o sistema assimila os prejuízos decorrentes da atividade impactante e em um novo patamar de equilíbrio busca estabilizar-se. É a capacidade que os sistemas possuem para absorver as mudanças impostas e ainda sim persistirem.

ODUM (1988) conceitua as modificações que perturbam o equilíbrio ambiental adquirido pelos ecossistemas em função de dois conceitos de estabilidade: Resistência e Elasticidade ambiental. O primeiro define a capacidade do sistema de se manter estável diante da ação perturbadora, o segundo a capacidade de se recuperar rapidamente. Ele explica que as duas formas de estabilidade podem estar inversamente relacionadas.

As espécies que exibem/sofrem seleção “*r*” tendem a ser boas pioneiras, pois conseguem explorar rapidamente recursos não utilizados ou recentemente acumulados, apresentando maior elasticidade ambiental frente a perturbações. Espécies e populações que crescem mais lentamente são mais adaptadas a comunidades maduras, possuem maior resistência ambiental e menor elasticidade face às perturbações exógenas ao ecossistema (VALCARCEL & DALTÉRIO, 1998).

A quebra do equilíbrio do sistema ecológico apresenta duas faces de abordagem, uma que estabelece a tendência do sistema persistir com o equilíbrio original e outra que promove o ajuste entre a dimensão do impacto e um novo patamar de equilíbrio.

A estabilidade tem duas dimensões: tempo e níveis de perturbação. Persistência é a tendência do sistema de permanecer o mesmo através do tempo; resistência é a sua capacidade para enfrentar a perturbação (DOVER & TALBOT, 1992).

Estes conceitos foram cunhados para uso em sub-sistema, cujo ciclo de vida apresentam escala temporal compatível com a do homem, porém quando se trabalha com bacias hidrográficas a escala temporal passa a ter dimensões seculares.

A capacidade do ecossistema reagir espontaneamente a ação do impacto e buscar um novo patamar de equilíbrio ambiental é definida como resiliência (CARPANEZI & KAGAYAMA, 1992; DOVER & TALBOT, 1992; VALCARCEL & DALTÉRIO, 1998).

O ambiente alterado para fins de exploração agropecuária é conhecido como agroecossistema. Por definição, um agroecossistema é um ecossistema cuja estrutura e funcionamento são modificados pelo homem para produzir alimentos, fibras e outros produtos (ALTIERI, 1989; DOVER & TALBOT, 1992). Nele, todas estas forças naturais estão atuando numa dinâmica constante e objetiva.

Neste contexto, a manifestação do comportamento da cobertura vegetal espontânea pode se constituir em um elemento diagnóstico de evolução de paisagens degradadas, evidenciando as alterações de ofertas dos fatores ambientais em diferentes estágios evolutivos do ecossistema, principalmente por que a alteração da composição florística sintetiza a criação de propriedades emergentes do ecossistema (VALCARCEL & SILVA, 1997). Estes efeitos são

decorrentes da disponibilização de nutrientes, água e solo no ecossistema, elementos estes, que aliados ao fluxo energético, constituem base de seu desenvolvimento (SUTOON & HARMON, 1979).

O solo protegido pela vegetação permite a manutenção das características ambientais do ecossistema, assim como a geração de propriedades emergentes, contribuindo para o seu desenvolvimento e equilíbrio ambiental (ODUM, 1988; VALCARCEL & SILVA, 1997).

A sucessão vegetal é um processo natural amplamente estudado (LORENZI, 1992; KAGEYAMA *et al.*, 1994), que relaciona a presença de espécies espontâneas com estágios evolutivos dos ecossistemas, onde algumas espécies vão sendo substituídas por outras mais adaptadas a nova oferta de propriedades emergentes.

Os ambientes naturais que sofreram perturbações decorrentes dos ciclos econômicos, apresentaram níveis de perturbações ambientais que influenciaram diretamente a ciclagem de nutrientes, de água e a administração dos fluxos de energia no ecossistema.

É importante observar que uma floresta secundária que resulta da eliminação total ou quase total da cobertura vegetal original (pela agricultura ou pecuária) é uma floresta alterada pela ação humana. Do ponto de vista ecológico, esta floresta secundária é um ecossistema simplificado, pois nela muitas espécies da vegetação natural estão faltando, temporária ou permanentemente (DRUMOND, 1997).

A Figura 1 apresenta o funcionamento de um ecossistema com seus componentes básicos e interações. Os principais componentes são: a) comunidade; b) o fluxo de energia; c) a ciclagem de materiais e d) ciclagem da água. O fluxo de energia é unidirecional, parte da energia solar que entra é transformada em biomassa vegetal e parte é liberada pelo sistema sob forma de energia calórica.

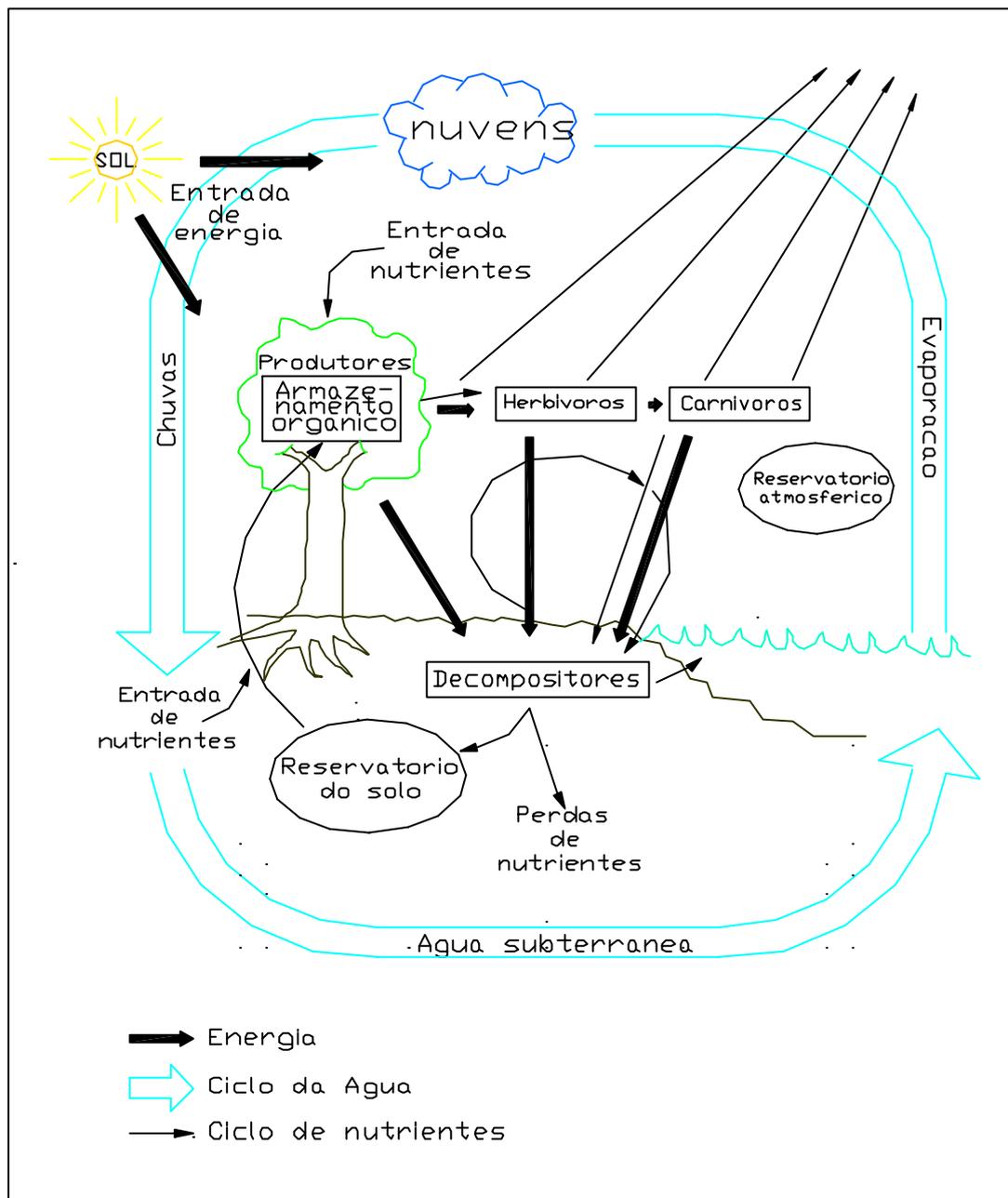
Os nutrientes necessários para a vida e a água podem ser reutilizados inúmeras vezes, contrastando com a energia que apresenta fluxo unidirecional (ODUM, 1988). A eficiência da reciclagem e a grandeza das importações e exportações de nutrientes variam segundo o tipo

de ecossistema e ao grau de degradação a que este foi submetido (VALCACEL & SILVA, 1997).

Ecossistema degradado é aquele que, após distúrbios, teve eliminado, juntamente com a vegetação, os seus meios de regeneração bióticos como o banco de sementes, banco de plântulas, chuva de sementes e rebrota (CARPANEZZI *et al.*, 1990). Ele apresenta baixa resiliência, necessitando de estímulos exógenos para atingir o nível de equilíbrio próximo ao original. Quando não há ocorrência destes estímulos externos, a consecução de um patamar de equilíbrio similar ao original pode demorar muitos anos.

Ecossistema perturbado, é aquele que sofreu distúrbios, mas manteve meios espontâneos de regeneração biótico (CARPANEZZI *et al.*, 1990). Eles podem ter seus mecanismos de estabelecimento de sucessão vegetal acelerados, apenas com pequenas intervenções capazes de elevar os patamares de equilíbrio próximo aos originais.

Os conceitos apresentados definem estratégias de recuperação em função dos níveis de degradação dos ecossistemas. Pode se buscar a restauração (conjunto de medidas para recuperar a forma original do ecossistema - estrutura original, dinâmica e interações biológicas) ou sua reabilitação que prevê a recuperação de uma ou mais funções do ecossistema em novos patamares de equilíbrio (JESUS, 1994).



**Figura 01.** Modelo representando o fluxo de energia, o ciclo da água e sua associação com os ciclos biogeoquímicos (SUTOON & HARMON, 1979, modificado).

### 2.3. Paisagem degradada

A paisagem brasileira vem sofrendo fortes agressões e sendo rapidamente recriada, com poucas possibilidades de retornar ao seu estado original. A paisagem de um determinado local, merece o mesmo tratamento que qualquer outro tipo de recurso material, pois pode ser aproveitada para obtenção de benefícios econômicos e sociais.

A idéia de paisagem, segundo SÁNCHEZ & SILVA (1995), encerra o conceito de uma entidade espacial que, além de sintetizar expressões das qualidades, interações e dinâmicas de uma área específica, permite definir contornos, em níveis de percepção compatíveis com mapeamentos de diferentes temas.

Ela encerra a idéia de unidade visual de ambientes onde os níveis de oferta e demanda de fatores ambientais são integrados e produzem como subproduto o seu aspecto visual diferenciável de outras regiões. Esta unidade visual de ambiente, denominada de paisagem, permite estudos integrados com percepção inter e transdisciplinares de diferentes áreas de domínio de conhecimento científico, fato este que contribui para a compreensão e avaliação dos sistemas ambientais expressos nas paisagens.

Neste sentido, o conceito de paisagem como entidade dinâmica, porém espacialmente localizada, oferece um excelente marco de referência para analisar e interpretar estruturas, funções e processos dos sistemas ambientais. O equilíbrio destes sistemas é mantido pelo resultado de interações entre os componentes bióticos e abióticos, em geral com equilíbrios bastantes críticos e fáceis de serem alterados (BERNALDEZ, 1981).

GOES (1996), propõe o estudo das paisagens como unidades visuais e define estas unidades como parcelas ou subdivisões das grandes regiões brasileiras que exibem, relativamente em poucos hectares, características visuais essencialmente homogêneas e específicas do local.

A modelagem das paisagens se dá em função da oferta e da demanda dos recursos naturais renováveis, que vão expressar os desajustes existentes no ecossistema.

O conceito de paisagem encerra a idéia de organização estrutural de componentes específicos, sendo que sua tipologia dinâmica e inter-relações dependem da diversidade

biológica, física e cultural conferida ao sistema paisagem, podendo ser individual ou integradamente mapeadas, com diferentes graus de abstração, segundo o nível de percepção utilizado em seu estudo (Sanchez, 1991 *apud* SÁNCHEZ & SILVA, 1995).

O termo paisagem degradada citado, mas não definido por SÁNCHEZ & SILVA (1995) identifica uma área com seu equilíbrio homeostático já modificada pelo homem, diferente da paisagem natural, original, nativa desta região e que já apresenta sinais visíveis de degradação, como a erosão do solo, a forte presença de plantas invasoras, a diminuição da diversidade biológica, baixo potencial biótico e baixa produtividade agrícola, evidenciando o colapso dos seus sub-sistemas.

O zoneamento de um território não representa apenas a sua degradação espacial e sim o seu rearranjo em áreas com especificidades comuns, ou áreas com certa homogeneidade interna, sendo portanto a paisagem, um referencial espacial do zoneamento ambiental (SÁNCHEZ & SILVA, 1995).

O estudo das paisagens também envolve os efeitos da interferência do homem no ambiente, seus resultados e os ajustes posteriores promovidos pela natureza.

#### **2.4. Cobertura vegetal**

O papel da cobertura vegetal na manutenção do equilíbrio ecológico, tem sido bastante estudado. Para VALCARCEL (1985) a floresta desempenha os seguintes papéis na proteção ambiental das encostas: a) melhoria das propriedades físico-hidrológicas dos solos, no que se refere a estruturação, infiltração e percolação; b) regularização do regime hídrico das bacias hidrográficas, através da perenização dos cursos d'água e das nascentes; c) controle de enchentes; recarga do lençol freático e melhor administração do recurso água nas bacias de estabilização das encostas e d) minimização do processo erosivo dos solos e assoreamento dos rios e represas. A vegetação proporciona outros benefícios como a manutenção da estabilidade térmica do ambiente, a diminuição dos níveis de ruído e filtragem de material particulado na atmosfera, além dos aspectos de beleza cênica (JESUS, 1994).

A cobertura vegetal se destaca como o aspecto de imediata identificação e relação com o grau de interferência do homem na paisagem. Contudo, estas relações apresentam dificuldades de equacionamento teórico, dada a grande diversidade de biomas existentes na área de domínio ecológico da Mata Atlântica.

O uso da fitossociologia como ciência aplicada a descrição e caracterização de unidades de paisagens pode ser viabilizado, porém apresenta grande complexidade em relação a padronização de conceitos teóricos das diferentes escolas (DUBIGNEAUD, 1974; BRAUN-BLANQUET, 1979; RIZZINI, 1997), assim como na montagem de equipes multidisciplinares, pois exige: a) amplo conhecimento de sistemática vegetal; b) conhecimento da auto ecologia das espécies definidoras de biomas; c) suporte cartográfico para distribuição das plantas.

O uso da paisagem, com vários tipos de formações vegetais pode permitir a estratificação de áreas com diferentes desempenhos hidro-ecológicos dentro da bacia (VALCARCEL, 1998 - comunicação pessoal).

VIVAS (1975) reforça esta tese, esclarecendo que nos trabalhos com manejo de bacias hidrográficas, o estudo da cobertura vegetal não pretende ser uma investigação botânica, mostrando a distribuição das espécies e suas associações, servindo para evidenciar diferença de oferta de fatores ambientais em áreas onde os níveis de impactos foram similares.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA**

#### **3.1. Localização**

O ribeirão Cachimbal faz parte da bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul, situado em sua margem esquerda, na região do Médio Paraíba Fluminense, localizada entre as latitudes 22°33'S e 22°38'S e entre as longitudes 43°57'W e 44°05'W.

Geopoliticamente ela compreende os municípios de Pinheiral, Piraí e Volta Redonda - RJ, sendo cortada transversalmente pela BR 116 (Rodovia Presidente Dutra), o principal eixo econômico do país e longitudinalmente pela rodovia Benjamin Constant, que liga o município de Pinheiral a Rio Claro, através do Distrito de Arrozal (Piraí).

#### **3.2. Geologia**

A região encontra-se inserida nas feições tectônicas e unidades litoestratigráficas do Grupo Paraíba do Sul, predominando rochas metamórficas oroto e paraderivadas de alto grau metamórfico, metamorfeadas em sucessivos eventos. As principais rochas são os Gnaisses porfiroclástico, Biotita gnaise, Muscovita biotita gnaise e as Intrusões diabásicas (UFRRJ, 1994).

O Gnaise porfiroclástico é um gnaise fino bandeado com porfiroclastos de microclina apresentando-se alterado (sapolítico). Sua mineralogia é composta por feldspatos potássicos, quartzo, biotita e plagioclásio, podendo ocorrer ou não granada e muscovita. A Biotita gnaise é composta de feldspato potássico, quartzo e plagioclásio, contudo a composição mineralógica da rocha é a base de biotita, plagioclásio, quartzo e microclina. A Muscovita biotita gnaise se apresenta de fino a médio bandeado sendo possível observar em sua mineralogia feldspato potássico, muscovita e quartzo.

As intrusões diabásicas são encontradas sob a forma de diques de diabásio que se apresentam nos demais litotipos locais e são, em geral, afloramentos de pequeno tamanho, composta por plagioclásio, piroxênio e minerais opacos (UFRRJ, 1994).

Quanto a geologia estrutural a área em estudo possui dois fortes domínios estruturais caracterizados por foliação de mergulho para NW e SE.

### **3.3. Geomorfologia**

Predominam as colinas situadas em encostas com cobertura do tipo Talus e Rampa de colúvio. Cortando esta formação, observam-se vales estruturais que condicionam a drenagem local, formando pequenas várzeas em toda extensão da bacia, até encontrar a área de influência da grande várzea do Paraíba do Sul, situada na porção final da bacia. As principais feições geomorfológicas presentes na região da microbacia do ribeirão Cachimbal são: bancas arenosas, várzeas ou planícies de inundação, terraços fluviais, terraço alúvio-coluvionar, rampas de colúvio, colinas estruturais aplainadas, colinas estruturais isoladas, encostas de talus, encostas estruturais dissecadas, encostas adaptadas a falhamentos, vales estruturais, interflúvios estruturais e canais meandantes (GOES, 1996 - comunicação pessoal).

### **3.4. Relevo**

A altitude varia entre 360 e 720 metros (Figura 2). A região é caracterizada pela presença de colinas colmatadas, que fazem a interface entre o grande Graben e o Host do sistema Paraíba do Sul (BRASIL, 1983). Observa-se aí uma formação morfo-estrutural determinada pelo delineamento estrutural no sentido Sudoeste-Nordeste, que explica o relevo acidentado, também conhecido como mar de morros (Figura 3) e a formação de diversos vales estruturais, que conformam uma rede de drenagem diversificada.

### **3.5. Rede de drenagem**

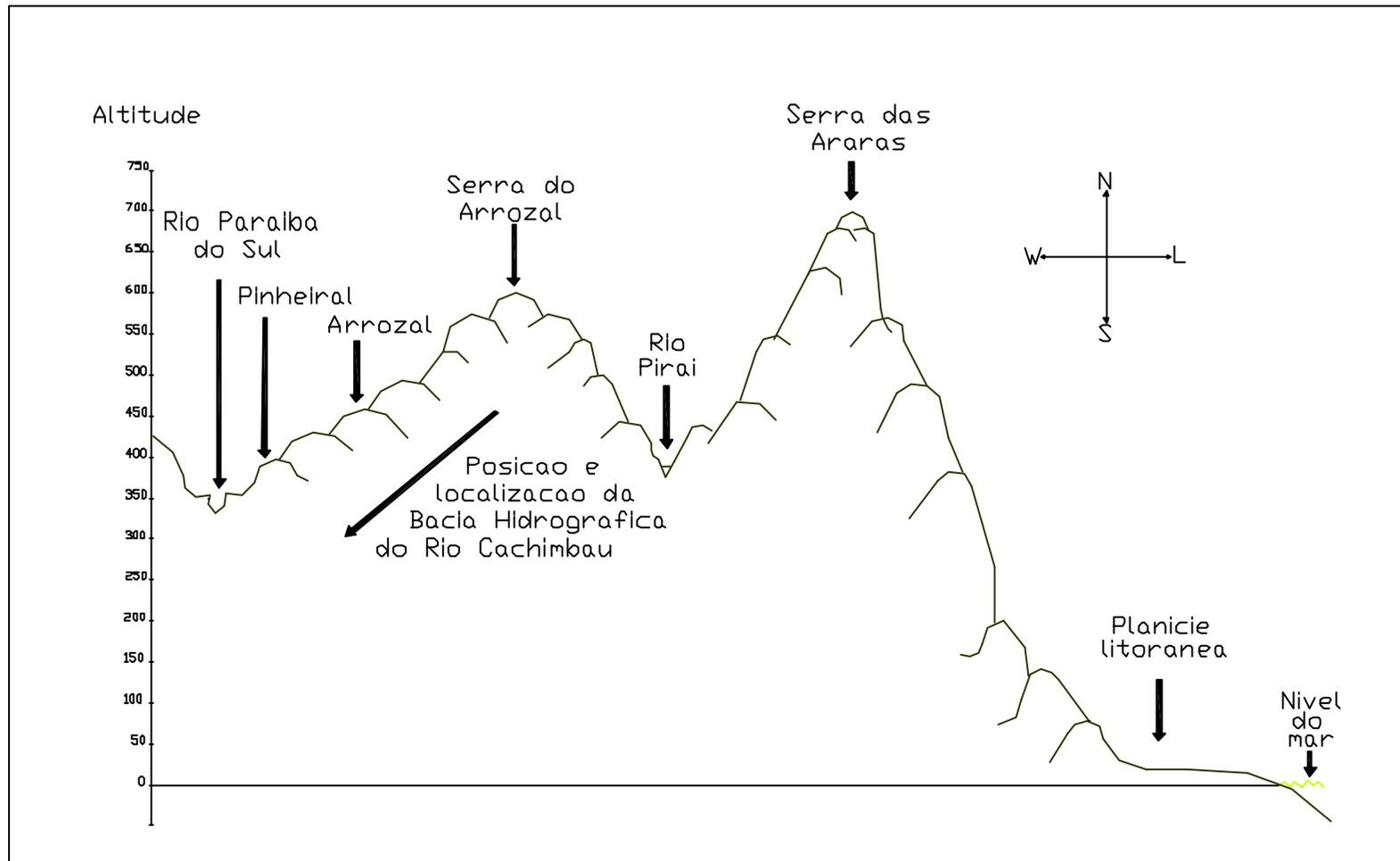
O canal principal se apresenta do tipo meandrante com relativa sinuosidade, ou meandrante irregular, segundo Kellerhals *et al. apud* GUERRA & CUNHA (1994) em sua maior parte, as demais drenagens apresentam canais meandantes com menor sinuosidade e algumas microbacias exigem também o padrão retilíneo.

A bacia apresenta canais de hierarquia distribuídos de primeira a quinta ordem, segundo HORTON (1945), bem distribuídos por toda área e apresentando grande variação nos padrões de drenagem (dendrítica, paralela e treliça) dado o forte controle estrutural que a geologia exerce no local.

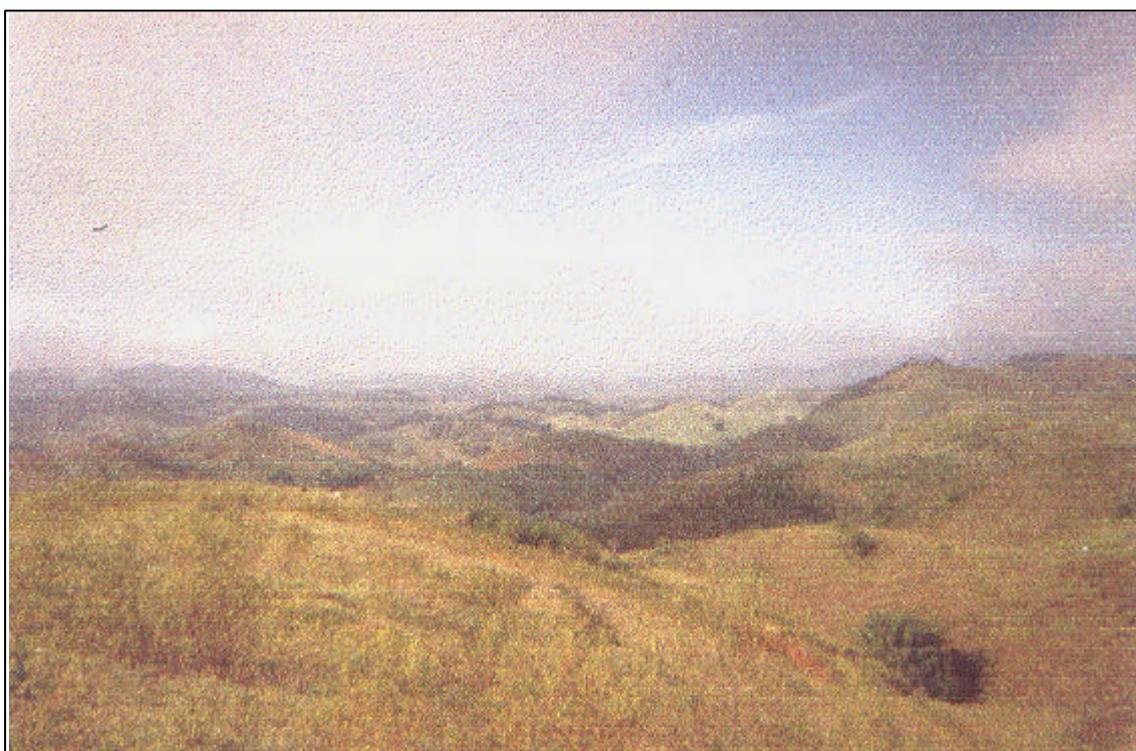
### **3.6. Clima**

O clima, segundo dados da Estação Meteorológica de Pirai, é classificado como temperado de inverno seco e verão chuvoso, tipo Cwa, segundo KÖPPEN (1938), através dos dados da Estação Ecológica de Pirai, observa-se um clima tropical chuvoso, de monção, com inverno seco, tipo Am. Esta região está sob a influência do planalto da bacia média do Paraíba do Sul, diminuindo o total anual e mensal de precipitações, com temperaturas mais amenas, se comparada ao litoral Sul Fluminense (MATTOS *et al.*, 1986).

A região apresenta clima úmido com pouco ou nenhum déficit hídrico, megatérmico com calor bem distribuído ao longo do ano, com um período chuvoso definido de novembro até o início do outono, com as temperaturas máximas ocorrendo em dezembro e janeiro, ocasionalmente em março (Quadro 1). O período seco se estende até agosto podendo alcançar até setembro.



**Figura 02.** Esquema de relevo da região.



**Figura 03.** Relevo de ‘mar de morros’ característico da bacia do ribeirão Cachimbal.

**Quadro 01.** Normas climatológicas de Pirai, RJ.

Fatores climáticos		Verão	Outono	Inverno	Primavera	Total anual
Temperatura (°C)	Média	23-24	18-20	18-19	21-23	20,9*
	Média das máximas	30-33	25-28	25-26	27-30	30-33
	Médias das mínimas	12-14	17-19	12-13	19-20	12-13
	Máx. e mín. absoluta	38,4	-	0	-	-
Umidade relativa do ar (%)		80	84-87	80	80	80
Nebulosidade		80-100	60-80	80-100	80-100	80-100
Precipitação - média mensal (mm)		192	78	47,5	154	1308*

\* Dados da Estação Meteorológica de Pinheiral.

Fonte: BARBIÈRE & KRONEMBERGER (1994) modificado.

As precipitações mensais são inferiores a 100 mm, exceto no período chuvoso (novembro a abril) onde verificam-se registros máximos como 441 mm em janeiro de 1985 (BARBIÈRE & KRONEMBERGER, 1994). A precipitação média é de 1308 mm/ano, com excedente hídrico de 100 a 150 mm mensais de dezembro a março e pequena deficiência hídrica de julho a setembro. A evapotranspiração real é de 1058 mm e a potencial de 1176 mm (BRASIL, 1983). A taxa de evaporação varia entre 60-80 mm no outono e 80-100 mm no restante do ano.

A umidade relativa do ar apresenta valores superiores a 80% na maior parte do ano, sendo estes valores maiores no outono, onde há maior nebulosidade ao ambiente.

### 3.7. Solos

Os solos Podzólico Vermelho-Amarelos, são os de maior expressão na área, ocorrendo em aproximadamente 80% da região de estudo (BRASIL, 1983), principalmente nas áreas de encosta em função da geomorfologia local. Embora na área sejam identificadas outras

classes de solos tais como: Aluviais e Gleis ocorrendo nas áreas de várzea e Podzólicos Brunos, Brunizéns e Latossolos em algumas encostas da Bacia.

### **3.8. Histórico de ocupação**

O uso dos recursos naturais na região do Médio Vale do Paraíba do Sul fluminense, está intimamente relacionado com a expansão da cultura do café no século XIX (DRUMMONDE, 1997).

Este período, que ficou caracterizado como de grande prosperidade econômica na região, gerou a substituição das florestas, em equilíbrio homeostático ajustados evolutivamente, por monocultura de café, com intensas modificações do solo e do ambiente.

Estes procedimentos de implantação da lavoura cafeeira, substituíram os tradicionais sistemas indígenas, que envolviam várias aldeias semi-permanentes e menos mão-de-obra, pois combinavam agricultura nômade, em fase inicial de desenvolvimento com caça, pesca e coleta.

Os Tupinambás, nação indígena que dominou o litoral no território fluminense, apresentavam tecnologias agrícolas adaptadas a floresta tropical: agricultura itinerante, abertura de clareiras, queima controlada, plantio de variedades rústicas e alternância entre uso e pousio da terra. Como outros povos indígenas da América, eles praticavam a coivara, uma forma de agricultura itinerante muito comum em áreas cobertas por florestas tropicais (DRUMMOND, 1997).

Os indígenas fluminenses não foram neutros ou inofensivos aos ecossistemas e aos processos de formação das paisagens. Assim como não foram um fator de ruptura dos ecossistemas locais (DRUMMOND, 1997).

Os europeus que aqui iniciaram seu modelo de colonização no século XVI já encontraram paisagens modificadas em decorrência: a) da presença muito antiga dos indígenas; b) do uso de tecnologias adaptativas (nomadismo, fogo, agricultura) capazes de provocar alterações significativas no ambiente e c) do uso de conhecimentos, que os faziam consumidores de recursos

naturais. Para os europeus os impactos ambientais dos nativos desapareciam na riqueza luxuriante da paisagem tropical (DRUMMOND, 1997).

A cultura do café foi introduzida no Brasil em 1727 pela Amazônia, e quase um século depois, em 1822, Saint Hilaire registra a visita a uma fazenda em São João Marcos (antiga sede da vila de Sant'Ana do Pirai) com mais de 100.000 pés de café, com um marco referencial da punjança econômica da região. Em a Pequena História do Café, Affonso de E. Taynay, *apud* DANTAS (1995), relata a presença de notáveis centros cafeeiros antigos no oeste fluminense, como São João Marcos e Pirai, onde as lavouras da rubiácea apresentavam-se com grande produtividade, sobretudo a partir de 1810.

Despontando como alternativa agrícola da economia brasileira, o café não poderia ficar distante da alçada da cidade-corte. O Vale do Paraíba, com suas excelentes terras e com sua proximidade geográfica do Rio de Janeiro, foi a solução suposta pela redefinição dos espaços de poder na província fluminense, criando assim um novo pólo de força, que marcaria a história política e econômica do Brasil no século XIX (AZEVEDO & ARAÚJO, 1997).

Segundo PIMENTA (1996), estima-se que na fase de grande produção do café, entre os anos 30 e 70 do século passado, tenham surgido cerca de 2000 grandes fazendas na região cafeeira do Vale do Paraíba. Estas fazendas se estendiam deste Bananal, SP, até a região de Vassouras, RJ, considerada a capital do café, passando por Resende, Barra Mansa, São João Marcos, Pirai, Barra do Pirai, Valença, Paty do Alferes, Rio das Flores, chegando a algumas cidades limítrofes de Minas Gerais (Taunay, *apud* DANTAS, 1995).

O Comendador José Joaquim de Souza Breves e seu irmão, o Comendador Joaquim José de Souza Breves (o “rei do Café”) eram filhos do Capitão mor José de Souza Breves, que foi o pioneiro do café no Sul Fluminense.

As terras da Fazenda Pinheiro eram de propriedade de José Joaquim de Souza Breves, herdadas de seu sogro o Barão de Pirai.

A sede da antiga Fazenda de 280 alqueires de terra localiza-se próximo a foz do ribeirão Cachimbal numa colina, em região assim descrita por visitantes que por lá passaram em 1859: “Situada numa eminência, domina o vasto anfiteatro de montanhas que circundam e revê-se

por assim dizer nas águas do orgulhoso Paraíba, que, poucos braços a frente, murmura seguindo o impulso da sua própria correnteza”. A riqueza da região trazida como o crescimento das lavouras de café é retratada em: Peregrinação pela Província de São Paulo de Augusto Emilio Zalnar, *apud* BREVES (1994), e apresenta assim a opulência do local.

“A casa do Sr. Comendador José Joaquim de Souza Breves, na sua Fazenda do Pinheiro, não é uma habitação vulgar da roça; é um palácio elegante, e serra mesmo o suntuoso edifício em qualquer grande cidade (...). A propriedade do Sr. Comendador José Joaquim de Souza Breves é pois, como te disse, uma das maiores e das mais ricas da província do Rio de Janeiro”.

Nas décadas seguintes o ataque da borboletinha dos cafezais (*Elachista coffeela*; Lepidoptera), reduziu a produção à metade alcançada na década de 1850. Aliada a esta praga, a diminuição gradual da oferta de mão-de-obra negra, também contribuiu para a decadência da região.

As lavouras, por falta de mão-de-obra escrava, foram relegadas a segundo plano e a regeneração da floresta secundária começou a sua recolonização (Figura 4). As antigas e vastas fazendas, outrora férteis e cultivadas, tiveram as suas terras transformadas em pastos para criação de gado, por ocupar menor contingente de mão-de-obra e iniciou-se o que podemos definir como um novo ciclo para região.



**Figura 04.** Ocorrência de café (*Coffea arabica*, Rubiaceae) nas matas da região.

A riqueza e a pujança econômica do fim do período Imperial foi sustentada às custas de um processo agressivo de relação com o ambiente. O desmatamento, as queimadas e a implantação de milhões de hectares de café, plantados morro abaixo, com o solo desprotegido boa parte do ano, ofereceram um cenário perfeito para ação da erosão e da lixiviação nos solos de todo vale do rio Paraíba do Sul. A região prosperou enquanto seus solos tiveram reservas para sustentar a produção cafeeira e enquanto a mão-de-obra escrava era abundante para cuidar da lavoura.

Por volta da década de 70 do século XIX, a região já dava sinais de decadência econômica, quadro este que se arrasta por mais de um século, provocando uma série de problemas ambientais com desdobramentos sócio-econômicos: êxodo rural, empobrecimento e envelhecimento da população, baixo nível educacional e conseqüente queda da capacidade produtiva.

A pecuária leiteira, que posteriormente ocupou a região vem sendo substituída pela pecuária de corte, caracterizada por ocupar grandes áreas de pastagens naturais ou implantadas e pelo pequeno uso de mão-de-obra. Ela reflete o quadro de escassez de mão-de-obra qualificada na região e ainda contribui para o aumento da degradação ambiental na bacia. A agricultura existente é de subsistência, pouco desenvolvida e praticada principalmente nas encostas. O fogo apresenta-se como prática comum e histórica na região, ocasionando as implicações já conhecidas (CORRÊA, 1995).

### **3.9. Vegetação**

Área de domínio ecológico da Mata Atlântica (RIZINNI, 1997), recebe denominação de Floresta Pluvial Baixo Montana, por estar em regiões entre 300 e 800 metros de altitude. As árvores mais altas alcançam entre 15 e 25 metros, não ultrapassando 40 a 60 cm de diâmetro a altura do peito. O espaçamento entre as espécies é maior do que o verificado em locais mais baixos, com formação de três estratos aéreos: estrato arbóreo superior, inferior e

arbustivo. A presença de espécies do estrato herbáceo é pequena, o que confere raleamento da vegetação, permitindo o trânsito de pessoas sem necessidade da abertura de trilhas. Observa-se a presença de lianas, palmeiras e epífitas.

As pastagens são predominantes na bacia, tanto as implantadas (*Brachiaria spp.*), como as naturais (não manejadas), que apresentam-se com diferentes níveis de uso e/ou abandono, formando os demais tipos de vegetação da área: pasto sujo e capoeira. Nestas pastagens dominam o capim-gordura (*Melinis minutiflora*), o capim jaraguá (*Hyparrhenia rufa*), o sapê (*Mperata brasiliensis*), o capim rabo-de-burro (*Andropogon bicornis*), a grama batatais (*Paspalum notatum*) e outras gramíneas e leguminosas nativas.

A cobertura vegetal mapeada na escala de 1:1.000.000 foi dividida em dois tipos de paisagens, conforme BRASIL (1983) no Quadro 2. Segundo SECPLAN/RJ (1995) a mesma área mapeada na escala de 1:50.000 apresenta seis unidades de paisagem (Quadro 3).

### **3.10. Estrutura agrária**

A forma de distribuição da terra é semelhante no alto e médio terço da bacia, porém distinta do terço inferior. Na parte alta há fazendas de criação de gado (acima de 150 ha) e muitas propriedades de porte médio (entre 25 a 150 ha), que também apresentam a pecuária como principal atividade econômica. O terço médio possui características semelhantes ao anterior sendo influenciado urbanamente pelo Distrito de Arrozal.

O terço inferior apresenta-se com marcada influência urbana do município de Pinheiral, possuindo cerca de 380 ha de terras destinadas ao ensino e experimentação agrícola, administrada pela Universidade Federal Fluminense, através do Colégio Agrícola Nilo Peçanha. A maior parte desta área, a antiga Fazenda Pinheiros, encontra-se ocupada por 176 famílias de posseiros, com módulos agrícolas de área média de 5 ha por propriedade (SINDICATO DOS TRABALHADORES RURAIS DE PIRAI, 1998 - Comunicação pessoal) e pela Prefeitura Municipal de Pinheiral que estuda a reutilização da área onde foi construída a Estação Fitossanitária de Pinheiral do Ministério da Agricultura (cerca de 60 ha), atualmente desativada.

**Quadro 02.** Unidades de paisagens ocorrentes na bacia do ribeirão Cachimbal.

Paisagem		Caracterização	
Floresta estacional semidecidual submontana		Próprias das áreas de litologia do pré-cambriano e relevo dissecado, esta formação situa-se nas altitudes entre 50 e 500 m. Apresenta grande distribuição espacial ocorrendo nos tabuleiros costeiros do Rio de Janeiro e Espírito Santo, nos vales do Paraíba e Sapucaí (os planaltos interioranos das serras do Mar e da Mantiqueira). Está relacionada a um clima de duas estações, uma chuvosa e outra seca, apresenta de 20 a 50% de espécies com caducifolia no conjunto florestal.	
Áreas antrópicas	Vegetação secundária	Vegetação desde o primeiro estágio de ocupação até o capoeirão, assim como toda vegetação natural primitiva, que já sofreu exploração seletiva. Formam mosaicos disclímax ou por extensões contínuas dentro da escala regional, sugerindo de imediato que esteja havendo um processo de sucessão a caminho da reconstituição da flora natural.	
	Atividades agrícolas	Reflorestamento	O maior número de áreas observadas bem como as mais extensas são de eucalipto, envolvendo várias espécies. Foram encontrados pequenos grupamentos dispersos.
		Agricultura	É representada por culturas cíclicas e permanentes. Existem várias áreas agrícolas de culturas de subsistência, que não formam áreas extensas.
		Pastagens	Constituem o antropismo de maior extensão e que ocupa áreas significativas nos diversos ambientes. São formadas principalmente pelo plantio de gramíneas forrageias, muito comumente mantida por queima periódica, anual. As pastagens sofrem acelerados processos de erosão e lixiviação, apresentando diversos estágios de degradação.

\* Fonte: Projeto RADAM (BRASIL, 1983), modificado.

**Quadro 03.** Unidades de paisagens ocorrentes na bacia do ribeirão Cachimbal.

Paisagens	Caracterização
Floresta estacional semidecidual	Vegetação sujeita a dupla estacionalidade climática, tropical chuvosa de verão, seguidas por estiagens acentuadas. Neste tipo de vegetação, as porcentagens das árvores caducifolias no conjunto florestal situa-se entre 20 e 50% durante a época desfavorável.
Vegetação secundária (capoeira)	Compreende parte da floresta natural primitiva que sofreu exploração seletiva, sendo por esta razão descaracterizada e dominada por vegetação florestal.
Campo/pastagem	Áreas onde a vegetação natural primitiva foi substituída por pastagens. Estes campos antrópicos são utilizados como criatórios de animais.
Reflorestamento	Área destinada a plantios comerciais homogêneos, utilizando espécies exóticas como pinus e eucalipto (silvicultura).
Área agrícola	Área contínua independente do tamanho, onde incluem-se os campos de cultivos permanentes ou temporários.
Solo Exposto	Área sem cobertura vegetal.

Fonte: SECPLAN/RJ (1995), modificado.

### 3.11. Uso do solo

A exploração da pecuária leiteira é o maior uso, seguida da de corte com menor intensidade, proporcionando forte pisoteio e criando trilhas no terreno que favorecem a ação dos agentes erosivos. Em função do tipo de exploração econômica, a região foi submetida a um desmatamento intenso, sendo constatado o predomínio de pastagens sobre seus solos. Os fragmentos florestais remanescentes são pequenos, localizam-se nos interflúvios e em áreas de acesso difícil. As pastagens, quando bem manejadas, proporcionam proteção ao solo principalmente durante o período chuvoso (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1990), contudo

a região é caracterizada pela falta de manejo destas, por uma forte pressão de pastoreio e pelo uso de queimadas freqüentes para limpeza dos pastos.

Nas pequenas propriedades tem-se agricultura de subsistência, onde predomina a policultura nas encostas, proporcionando exposição direta do solo aos agentes erosivos.

Em algumas áreas verifica-se também a extração de argila utilizada como matéria-prima em olarias da região.

## **4. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **4.1. Base cartográfica**

Foram utilizadas como base cartográficas as Folhas do IBGE Volta Redonda (SF-23-Z-A-V-2) e Pirai (SF-23-Z-A-VI-1), escala 1:50.000 (IBGE, 1966). As informações temáticas foram retiradas a partir das folhas Rio de Janeiro/Vitória do Projeto RADAM (BRASIL, 1983) escala 1:250.000 e do Projeto de Reconstrução Rio (SECPLAN/RJ, 1995), escala 1:50.000.

O trabalho de campo foi desenvolvido sobre croquis na escala 1:10.000, gerada a partir da digitalização e ampliação das escalas de 1:50.000.

### **4.2. Tipificação das paisagens degradadas**

A paisagem funciona como um elemento síntese da dinâmica da ação dos componentes do ecossistema (SÁNCHEZ & SILVA, 1995) da região, apresenta-se de duas formas diferentes segundo BRASIL (1982) (Quadro 2) e de seis formas segundo SECPLAN/RJ (1995) (Quadro 3).

A vegetação foi utilizada como elemento discriminante do padrão de paisagem, pois ela reflete o nível de equilíbrio ambiental do ecossistema, principalmente pela oferta similar de fatores ambientais das encostas da bacia do rio Paraíba do Sul. Estabeleceu-se inicialmente sete tipos fito-fisionômicos de vegetação na região (Figura 5). Eles envolvem os critérios fito-fisionômicos propostos por RIZZINI (1997) e o uso de espécies diagnósticos regionais, além da diversidade de composição florística (Quadro 4).

**Quadro 04.** Espécies diagnósticas.

Paisagem	Espécies diagnósticas (ordem decrescente de frequência)
Área de Empréstimo	Sem vegetação. Ocorrência isolada de ciperáceas
Agricultura	Culturas e restos de culturas
Pasto sujo	Rabo de burro, grama batatais, capim gordura, sapê, alecrim, etc.
Pasto manejado	Brachiária
Floresta invasora	Aroeira, goiabeira, manica, sapê, grama, alecrim, arbustos, assa-peixe, palmáceas, etc.
Floresta secundária inicial	Embaúba, pau-jacaré, campoatá, pau-formiga
Floresta secundária tardia	Embaúba, pau-jacaré, garapa, sapucaia, monjoleiro, angico

Como estas paisagens constituem a totalidade das paisagens naturais da bacia elas foram classificadas em função do seu nível de degradação em três tipos, obedecendo suas respectivas magnitudes (Quadro 5).

Por paisagem degradada entende-se, área com fitofisionomia exposta no Quadro 4 sob processos de degradação alto e médio no Quadro 5.

**Quadro 05.** Caracterização da degradação.

Nível	Descrição
Alta	Presença de voçorocas, sulcos, erosão laminar
Média	Presença de sulcos e erosão laminar
Baixa	Sem erosão laminar

### 4.3. Mapeamento das UPD's

A descrição das UPD's se deu através do reconhecimento das fitofisionomias, obedecendo a primeira etapa do método do caminhamento par levantamentos florísticos (FILGUEIRAS *et al.*, 1994). Utilizou-se a base cartográfica SECPLAN/RJ (1995) (1:10.000) e os referenciais topográficos existentes: a) acessos; b) interflúvios; c) feições topográficas; e d) coordenadas geográficas, levantadas com auxílio de GPS (GARMIM, 1994).

#### **4.4. Unidades amostrais**

Devido a grande área da bacia do ribeirão Cachimbal, torna-se inviável a coleta de dados em toda região. Como a paisagem é a síntese da combinação de ofertas e demandas de fatores ambientais regionais (SÁNCHEZ & SILVA, 1995), optou-se pela amostragem em microbacia.

##### **4.4.1. Unidade de Paisagem Degradada (UPD)**

Por Unidade de Paisagem Degradada entende-se uma área:

- a) com tipo vegetacional, enquadrado em uma das categorias tipificadas;
- b) situada sobre solo Podzólico;
- c) apresentando vestígios de processos erosivos, conforme caracterização de degradação apresentada no Quadro 5.

##### **4.4.2. Seleção de microbacias**

As microbacias do ribeirão Cachimbal foram mapeadas e suas características morfométricas foram quantificadas. Utilizou-se como critério de seleção da microbacia experimental os seguintes pontos: a) ocorrência da maior diversidade de UPD's; b) ocupação plena da toposequência; c) presença de solos Podzólicos; d) facilidade de acesso; e e) apoio de proprietários rurais.

Estes critérios garantem representatividade dos dados geo-físicos da região, facilitam a exequibilidade do projeto, pois permitem livre acesso mesmo nos períodos de fortes chuvas e contam com a colaboração dos proprietários.

##### **4.4.3. Vertentes**

Dentro da microbacia experimental, as vertentes foram escolhidas assumindo-se as seguintes características:

- a) apresentar forma similar as demais existentes na região;
- b) encontrar-se sobre solo Podzólico; e

c) apresentar-se coberta totalmente com a mesma UPD.

Considerar a vertente como área de influência de uma comunidade é recomendável, pois todas as suas regiões estão interligadas por trocas de água, nutrientes, energia e animais como em um ecossistema (ODUM, 1988).

#### 4.4.4. Parcelas

As parcelas de amostragem encontram-se nos UPD's e em toda encosta, envolvendo os seus terços superior, médio e inferior.

Os setores que melhor representam os processos geo-ecológicos das encostas foram explicitados por DALRYMPLE *et al.* (1968) e, aplicados no presente estudo nas partes altas, intermediárias e terminais da catena.

Quando houve opções para escolha das parcelas nas encostas os critérios para seleção foram: a) maior área; b) níveis mais críticos de degradação; c) facilidade de acesso; d) semelhança de fatores ambientais como exposição solar e tipo de cobertura vegetal com as demais UPD's; e e) memória dos usos da área.

#### 4.4.5. Sub-parcelas

As encostas foram representadas através de três sub-parcelas distribuídas na parte alta, intermediária e terminal da catena. As sub-parcelas de 60 m<sup>2</sup> (6 x 10 m<sup>2</sup>) foram dispostas transversalmente ao sentido do fluxo do escoamento superficial do trecho hidrológico analisado no terreno (Figura 5).

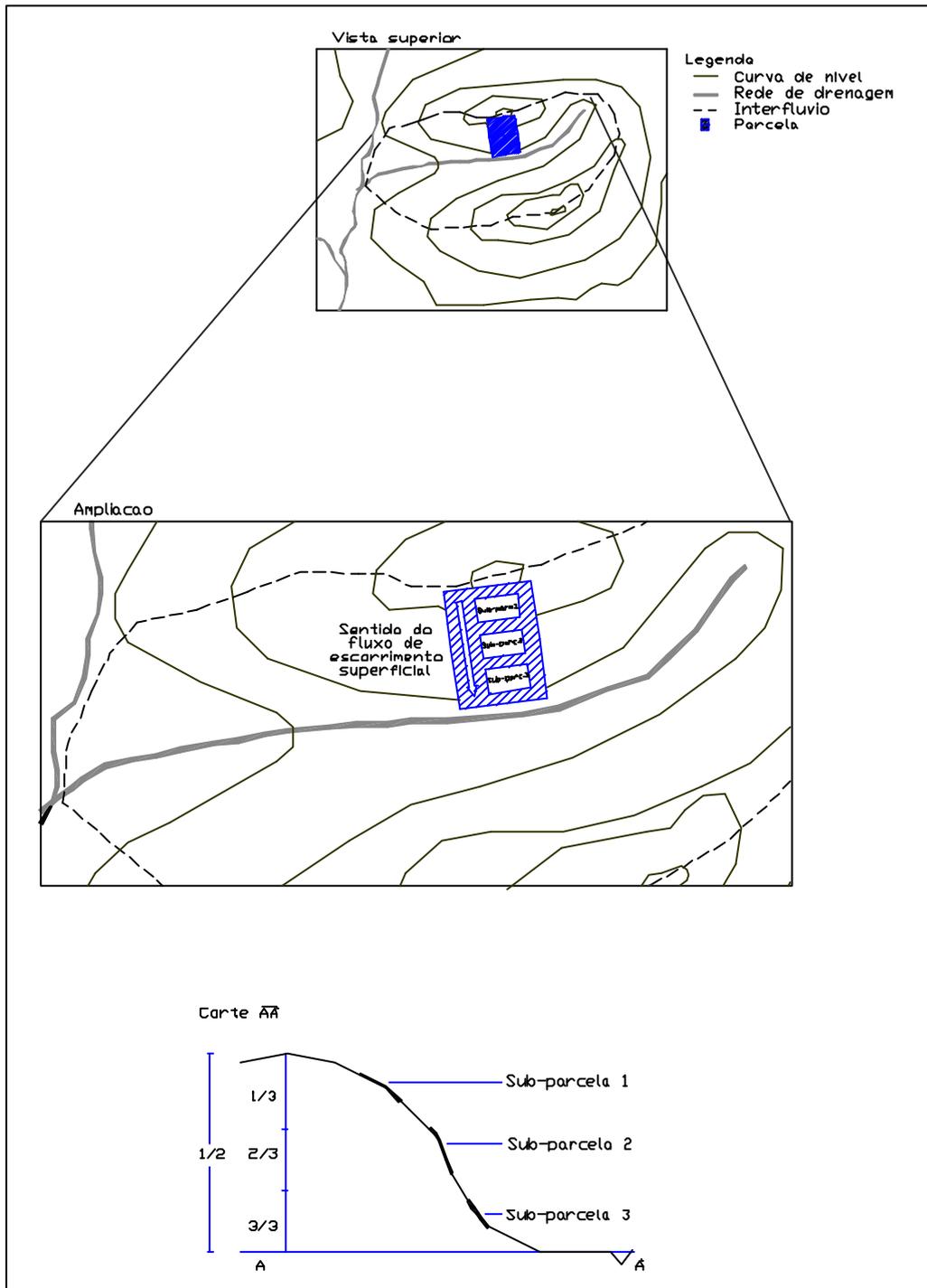
A locação das sub-parcelas tiveram sua localização priorizada nas posições 3, 5 e 6 do modelo elaborado por DALRYMPLE *et al.* (1968) (Quadro 6).

Na bacia do ribeirão Cachimbal é comum identificar morros com a presença das seguintes seqüências: a) 1/2/3/3/5/6/9 e b) 1/2/3(longa)/5/6/7(curta)/9.

#### **4.5. Ecossistema**

Para análise do nível de degradação a que está exposto cada paisagem, o ecossistema foi dividido em três compartimentos de estudo, conforme proposto por GRIMM (1981): solos, matéria orgânica depositada e vegetação (Figura 6).

Parcelas no campo



**Figura 05.** Locação das parcelas e sub-parcelas na encosta.

**Quadro 06.** Unidades hipotéticas de relevo.

Unidade hipotética de relevo	Processos geomorfológicos dominantes
1. Divisor de água	Processo pedogenético associado com movimento vertical e sub-superficial da água
2. Pendente com maior infiltração	Eluviação mecânica e química por movimento lateral sub-superficial
3. Pendente convexa (com reptação)	Deslizamento lento do solo e formação de terracetes
4. Talude	Desmoronamentos, deslizamentos, intemperismo químicos e físico
5. Pendente intermediária de transporte	Transporte de materiais por movimento de massa (deslizamentos) formação de terracetes. Ação da água por movimentos superficial e sub-superficial
6. Pé de ladeira coluvial	Reposição de material por movimento de massa e escoamento superficial; formação de cones de dejeção; transporte de material; infiltração; ação da água sub-superficial
7. Final de pé de ladeira aluvial	Deposição aluvial, processo resultante do movimento sub-superficial de águas
8. Talude do canal de drenagem	Deslizamentos
9. Leito do canal de drenagem	Transporte de material para jusante pela ação da água superficial

Fonte: DALRYMPLE *et al.* (1968), modificado.

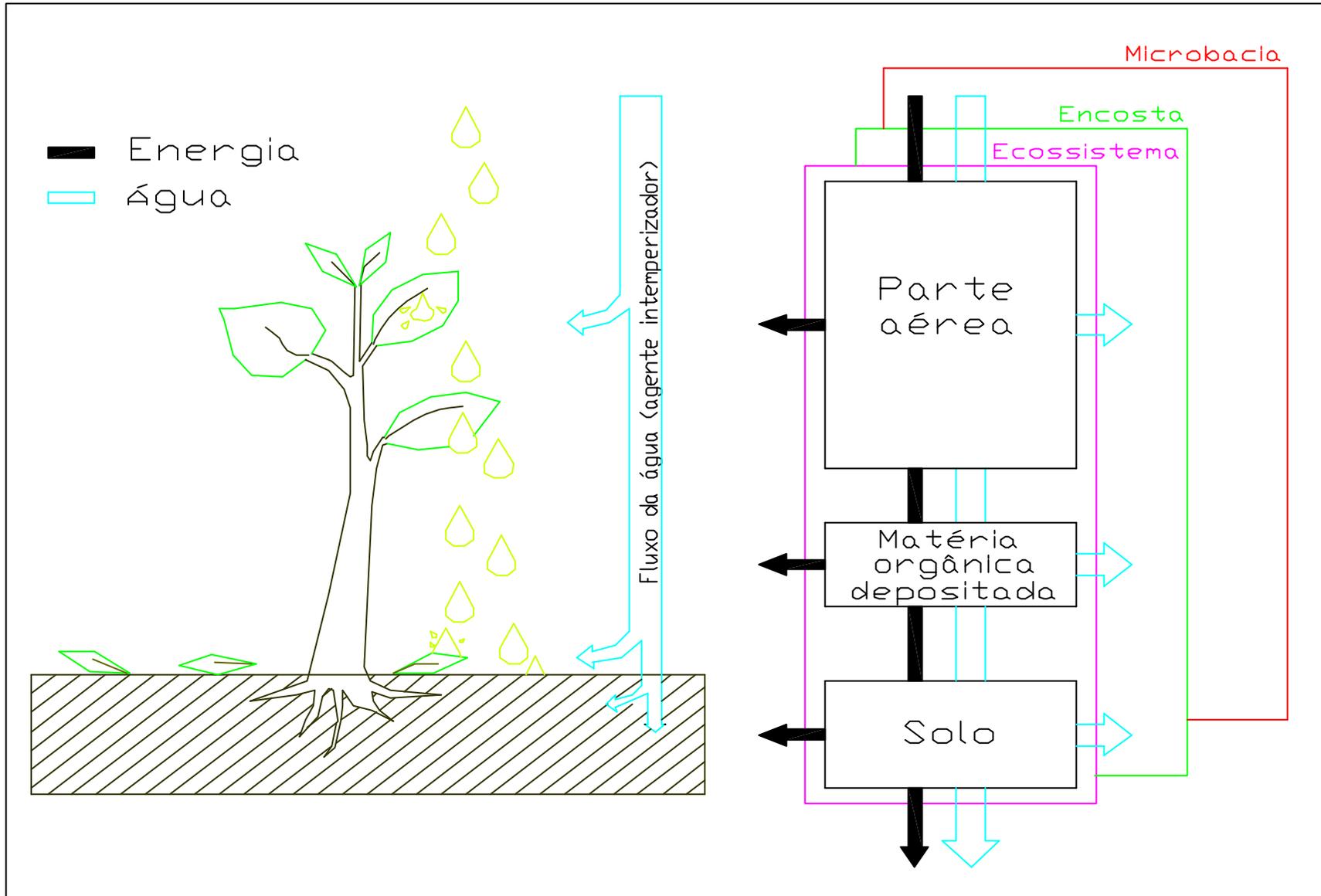


Figura 06. Compartimento dos ecossistemas.

Cada um dos compartimentos de estudo teve metodologia própria de coleta de dados, aplicada em todas sub-parcelas e descritos no item 4.6.

#### **4.6. Sistema de amostragem**

Cada sub-parcela possui uma trincheira e dois conjuntos de seis blocos de um metro quadrado dispostos lateralmente. Os conjuntos de blocos apresentam ofertas similares de fatores ambientais e foram destinados a coleta de dados de matéria orgânica depositada (parte inferior direita) e cobertura vegetal (parte superior esquerda) (Figura 7).

A delimitação das sub-parcelas, foi feita com cercas de arame farpado e mourões de eucalipto, com o objetivo de evitar o acesso do gado. Toda área foi aceirada (1 m) como medida de prevenção contra os incêndios. Os conjuntos de blocos foram demarcados com estacas e cordas de nylon (Figura 8).

##### **4.6.1. Solos**

Foram abertas mini-trincheiras de um metro de profundidade para avaliar os parâmetros físicos e químicos do solo (Figura 9).

###### **4.6.1.1. Caracterização do perfil**

A descrição do perfil do solo e coleta de amostras seguir normas da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo descritas por LEMOS & SANTOS (1984). Foram coletadas duas amostras compostas por sub-parcelas a partir de 10 amostras simples nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

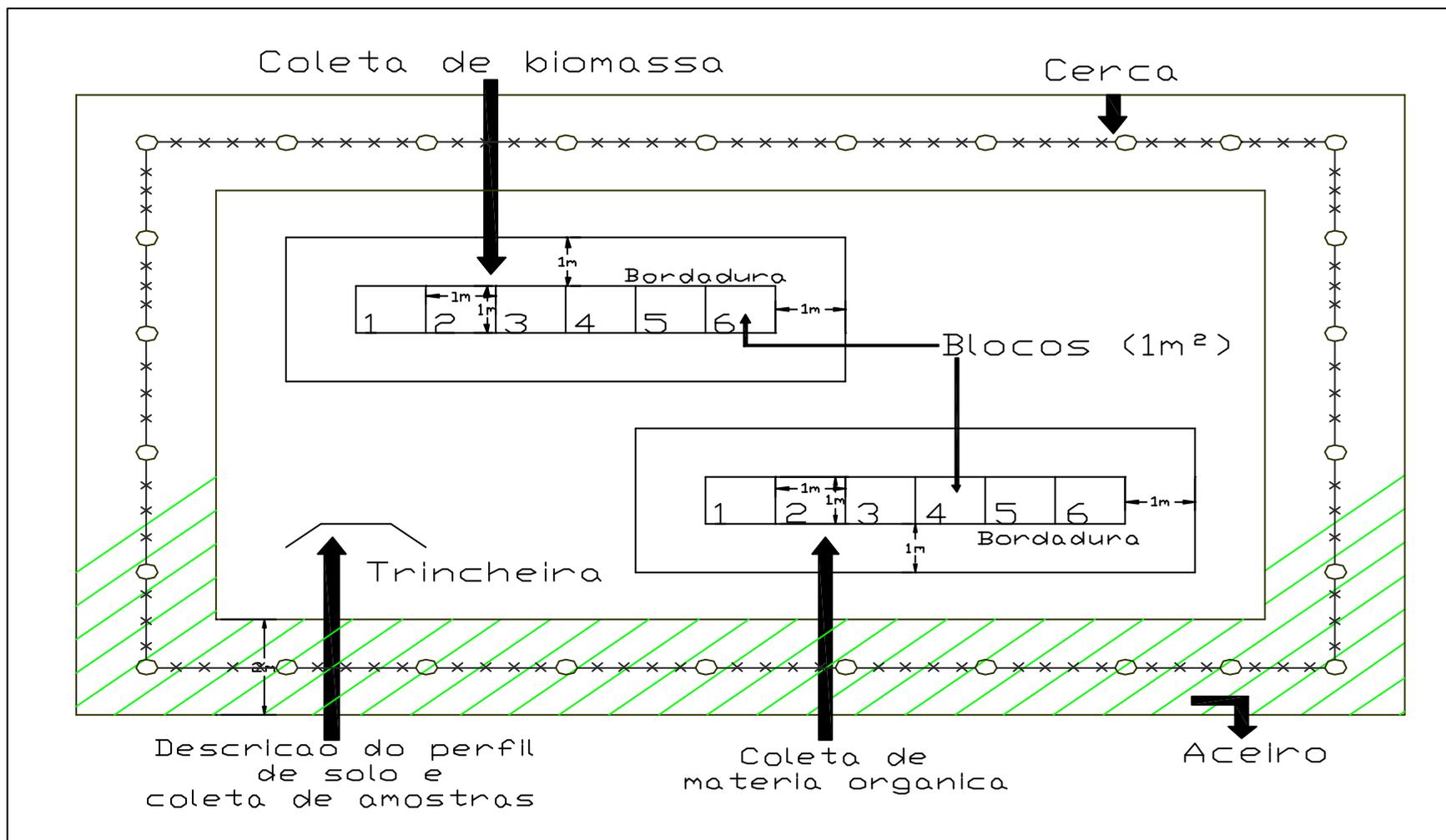


Figura 07. Estrutura da sub-parcela.



**Figura 08.** Divisão de blocos e coleta de biomassa.



**Figura 09.** Mini-trincheira aberta para coleta de dados na UPD Pasto Manejado.

#### 4.6.1.2. Análises físicas

##### a) Composição granulométrica

Determinada pelo método da pipeta (DAY, 1965).

##### b) Densidade do solo

Determinada em amostra indeformada com auxílio de anel de Kopecky.

##### c) Densidade das partículas

Determinada pelo método do balão volumétrico (EMBRAPA, 1979).

##### d) Volume Total de Poros (VTP)

Obtido pela fórmula:

$$\% \text{ VTP} = \frac{(1 - ds)}{dp} \times 100$$

Sendo:

ds = densidade do solo;

dp = densidade das partículas.

#### 4.6.1.3. Análises químicas

##### a) pH em H<sub>2</sub>O

Determinado potenciométricamente em solução 1:2,5 ml.

##### b) Cálcio + Magnésio

Extraído com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> na proporção 1:10, determinado por titulação com EDTA 0,0125 mol L<sup>-1</sup>.

##### c) Cálcio

Extraído com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> na proporção 1:10, determinado por titulação com EDTA 0,0125 mol L<sup>-1</sup>.

##### d) Alumínio

Extraído com solução de KCl 1 mol L<sup>-1</sup> na proporção 1:10, determinado por titulação com NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>.

**e) Potássio e Sódio**

Extraído com solução Carolina do Norte, na proporção 1:10 (0,0125 mol L<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> + 0,0125 mol L<sup>-1</sup> HCl) e determinado por fotometria de chama.

**f) Carbono Orgânico**

Determinado por oxidação com solução de Dicromato de Potássio (K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>) 0,2 mol L<sup>-1</sup> em meio ácido e titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,05 mol L<sup>-1</sup>.

**g) Fósforo Assimilável**

Extraído com solução Norte Carolina na proporção 1:10 e determinados por colorimetria.

**h) Hidrogênio + Alumínio**

Extraído com solução de acetato de cálcio 0,5 mol L<sup>-1</sup> a pH 7.0 na proporção 1:15, determinado por titulação com solução de NaOH 0,025 mol L<sup>-1</sup>.

**i) Valor**

Obtido pela fórmula:

$$V\% = S/T \times 100$$

Sendo:

S = soma de bases trocáveis;

T = valor T.

**j) Saturação por Alumínio (Al%)**

Calculado pela fórmula:

$$Al\% = Al / AL + S \times 100$$

Sendo:

Al = Alumínio trocável;

S = soma de bases trocáveis.

#### 4.6.2. Matéria orgânica depositada

Foi considerada como matéria orgânica depositada todo e qualquer material orgânico depositado sobre o solo como folhas, ramos, flores, frutos e raízes

(FASSBENDER, 1985), desprendida da vegetação ou eventualmente presa mas já com pequena resistência e restos e excrementos de animais. Este material foi coletado através de catação manual, nos blocos destinados para este fim, sem destruir a vegetação presente.

Foi feita a varrição do bloco (Figura 10), com pequena vassoura de piaçava, para reunir fragmentos de matéria orgânica. O material foi ensacado, identificado, secado à sombra durante 30 dias e posteriormente pesado. A Figura 10 apresenta em detalhe a diferença da área coletada (ao centro) e da área não coletada (à direita) e a Figura 11 o material coletado secado a sombra devidamente identificado.

#### **4.6.3. Cobertura vegetal**

Para análise do estado da cobertura vegetal e de sua capacidade de reação frente a uma perturbação (resiliência), foram coletados dados referentes a biomassa e a produtividade primária líquida, para definição do potencial biótico de cada **UPD**.



**Figura 10.** Coleta de matéria orgânica depositada na UPD Floresta Secundária Inicial.



**Figura 11.** Material coletado e identificado secando à sombra.

#### 4.6.3.1. Biomassa

A biomassa representa matéria orgânica armazenada no ecossistema; ela especifica o valor numérico dos componentes do ecossistema. Como os animais contêm quantidades muito pequenas dos elementos quando comparados com a vegetação ou o solo (GOLLEY *et al.*, 1978), este estudo não levou em conta a parcela de contribuição destes seres vivos.

A coleta foi realizada em outubro de 1996, com o corte de todo material vegetal ao nível do solo, nos seis blocos, a vegetação rasteira e arbustiva foi cortada ao nível do solo e a vegetação arbórea cortada a 30 cm de altura do solo, com o objetivo de avaliar a produtividade primária líquida. Este material foi ensacado e transportado juntamente com todo material decíduo depositado ao longo dos anos nos seus diferentes estágios de decomposição.

O material vivo foi coletado com auxílio de tesoura de poda, tesoura de grama, facão e machado. O material orgânico depositado sobre o solo foi catado manualmente com o auxílio de uma pequena vassoura de piaçava e acondicionado em sacos plásticos identificados (Figura 12).

#### 4.6.3.2. Produtividade primária líquida

Após terem sofrido um corte raso (rente ao solo) para análise de biomassa no primeiro mês da coleta de dados (Figura 15) os mesmos blocos foram inventariados, um por mês, a cada trinta dias, para análise da produtividade primária líquida, ou seja, analisar a taxa de armazenamento de matéria orgânica nos tecidos vegetais (ODUM, 1988). Para isso foram coletadas seis amostras em cada bloco aos 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias.

Para coleta de dados foi feito novo corte, ensacamento, transporte e secagem do material que rebrotou, nasceu e foi depositado no solo neste espaço de tempo em cada parcela (uma parcela em cada mês) a mesma altura. Posteriormente foi quantificado o conteúdo de matéria seca produzido em g/bloco mês.

Foi usado o índice de produtividade primária bruta como indicativo para cada UPD. Metodologia modificada de BENNETT & HUMPHRIES (1978).



**Figura 12.** Instrumentos para coleta de material.



**Figura 13.** Coleta de biomassa na UPD Pasto Sujo.

#### 4.7. Análises estatísticas

Os dados de biomassa e matéria orgânica depositada, que apresentaram repetições, foram submetidos a um tratamento estatístico paramétrico e não paramétrico através de um teste de médias “t” de Tuckey para pequenas amostras a um grau de significância de 5 e/ou 1%. Foram realizados os seguintes testes: análise de variância, análise de variância não paramétrica, teste de Tuckey, teste de Duncan e Teste de LF. Para os dados de potencial biótico e matéria orgânica produzida, que não apresentaram repetições, foram feitas análises de Regressão Linear Simples e Regressão Linear Média.

#### 4.8. Hipótese de trabalho

Assumindo-se que cada UPD representa um ecossistema com ajuste evolutivo diferenciado dentro de um mesmo contexto geo-regional, ou seja, com idênticas ofertas de fatores ambientais entre si, apresentamos como hipótese de trabalho que cada UPD deve apresentar conceitos de resistência e elasticidade homeostática (ODUM, 1988) definidores de um equilíbrio ambiental próprio.

A identificação destes patamares de variação foram realizadas nos três compartimentos de estudo dos ecossistemas (GRIMM, 1981), conforme apresentado na Figura 9.

Metodologicamente se adotou o seguinte princípio:

- a) avaliação do nível original da variável da UPD, para que pudesse ser definido o padrão de equilíbrio do ecossistema sem distúrbio;
- b) promoção de uma perturbação ambiental na UPD;
- c) mensuração mensal da capacidade de retorno ao nível original (resistência do ecossistema) durante seis meses.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Caracterização física

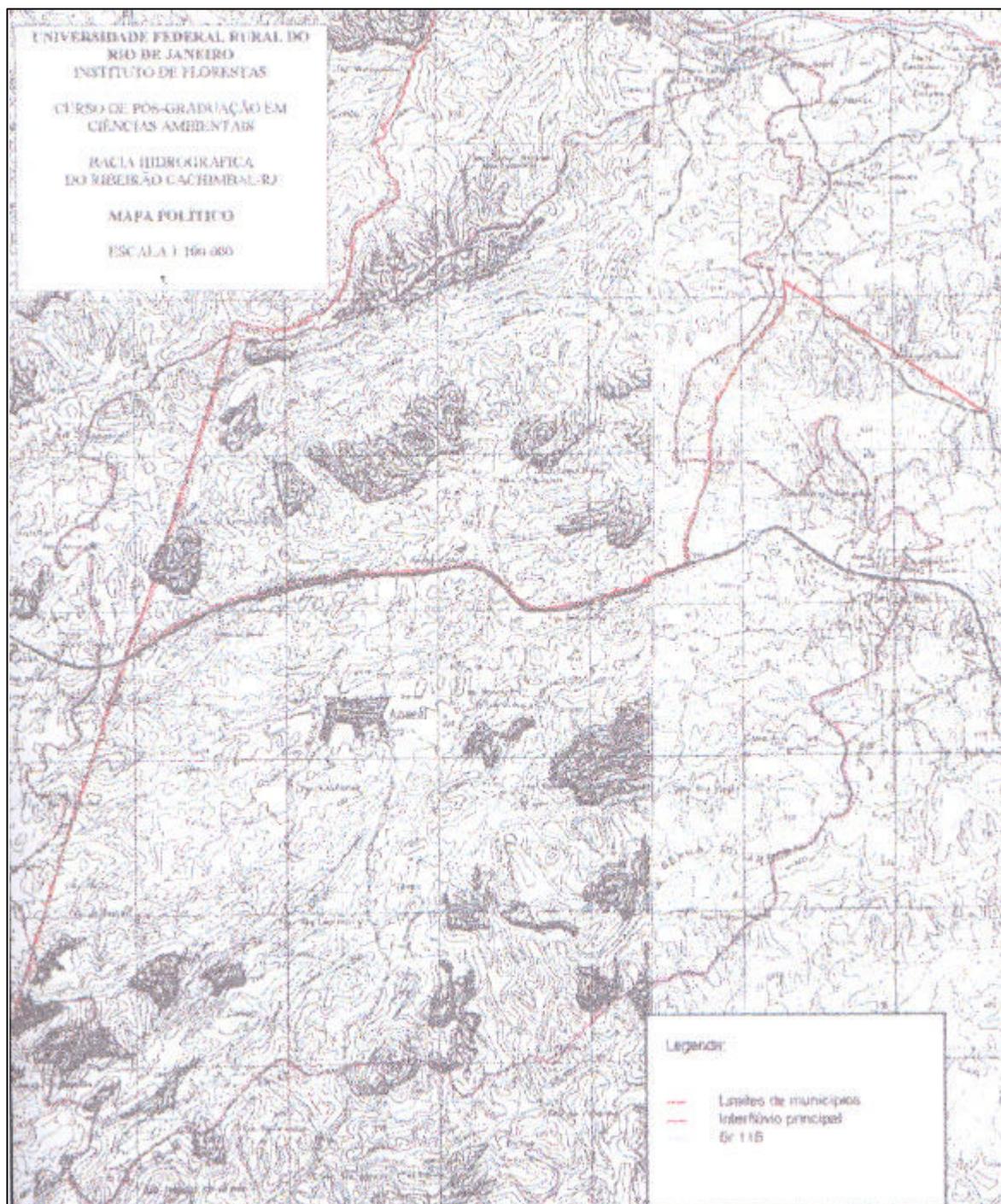
O histórico de ocupação e uso do solo de toda bacia do ribeirão Cachimbal, legou à região uma grande diversidade de paisagens, que muito se distinguem da paisagem original, caracterizando visualmente níveis diferentes de impactos ambientais.

A bacia (9817,1 ha) está subdividida em 39 microbacias. Ela caracteriza-se por ser perene com escoamento concordante com a declividade do terreno. As microbacias são de 1ª e 5ª ordem.

Possui declividade média de 46,14%, segundo Bethcahmy (1973) *apud* LIMA (1986), e densidade de drenagem é de 2,73 km/km<sup>2</sup>.

Quanto à forma, apresenta variações que se aproximam a um losango, cujo eixo maior acompanha o sentido norte sul (Figura 14); o fator de forma apresenta índice de 0,33, considerado baixo, o que lhe confere uma menor susceptibilidade a enchentes (LIMA, 1986).

É uma bacia de orientação de deflúvio Norte e possui a razão de bifurcação na ordem de 2,53 (HORTON, 1945).



**Figura 14.** Mapa político da bacia do ribeirão Cachimbal.

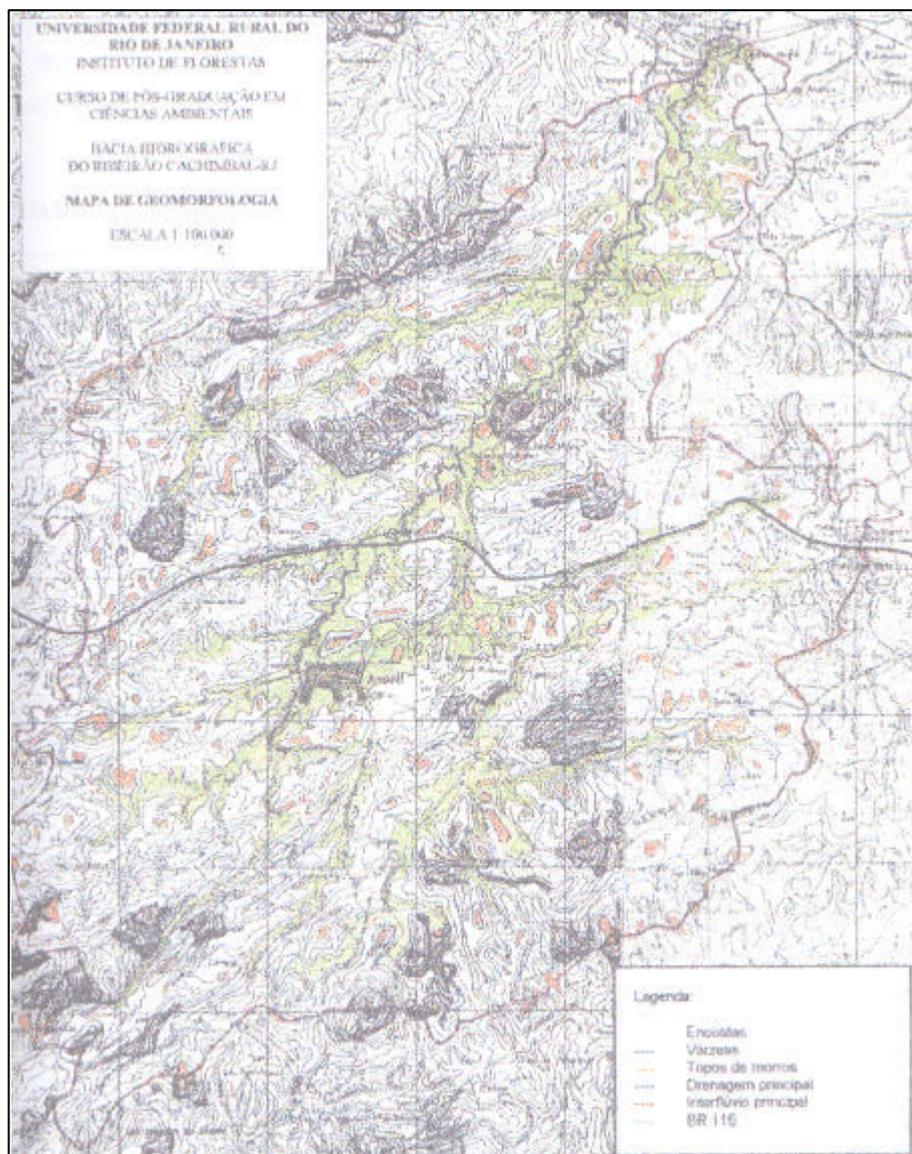
A localização da bacia abrange os municípios de Pirai (Distrito de Arrozal) na sua porção sul, de Volta Redonda em sua porção nordeste e de Pinheiral em sua porção norte. Ela se caracteriza por ser a principal bacia de drenagem das águas do município de Pinheiral, por ocupar 45,8% de sua área (Figura 14). A bacia possui 61,08% de sua área localizada no município de Pirai, 33,32% no município de Pinheiral e 5,6% no município de Volta Redonda.

A bacia é cortada em seu eixo menor (sentido leste-oeste) pela BR 116 (Rodovia Presidente Dutra), que liga as cidades do Rio de Janeiro a São Paulo e pela Rodovia Benjamin Constant em seu eixo maior ligando o município de Pinheiral ao de Rio Claro (Distrito Fazenda da Grama), passando por Arrozal.

A caracterização física da bacia permite evidenciar a complexidade deste sistema, com grandes variações altitudinais. Observa-se na Figura 15 grande área ocupada por morrotes que configuram o relevo de “mar de morros” descrito por BRASIL (1983). Na geomorfologia local, há um predomínio de encostas em toda bacia, representando 72,03% da área (7070,91 ha), com poucas áreas de topos de morros (5,67%) e algumas pequenas várzeas perfazendo uma área de 2190,06 ha (22,30%), que são formadas nos estreitos vales estruturais da bacia, além da várzea às margens do ribeirão Cachimbal (Quadro 7; Figura 15).

**Quadro 7.** Área de ocorrência das feições geomorfológicas da bacia do ribeirão Cachimbal.

Feição geomorfológica	Topo de morro	Encosta	Várzea	Total
Área (ha)	556,13	7070,91	2190,06	9817,10
Frequência	5,67	72,03	22,30	100,00



**Figura 15.** Mapa de ocorrência das feições geomorfológicas na bacia do ribeirão Cachimbal.

A altitude predominante (401-500 m) (Quadro 8) associada a maior frequência de microbacias inferiores a 50 ha (Quadro 9) evidencia a importância hidrológica destas áreas para a bacia.

**Quadro 08.** Caracterização topográfica da bacia do ribeirão Cachimbal.

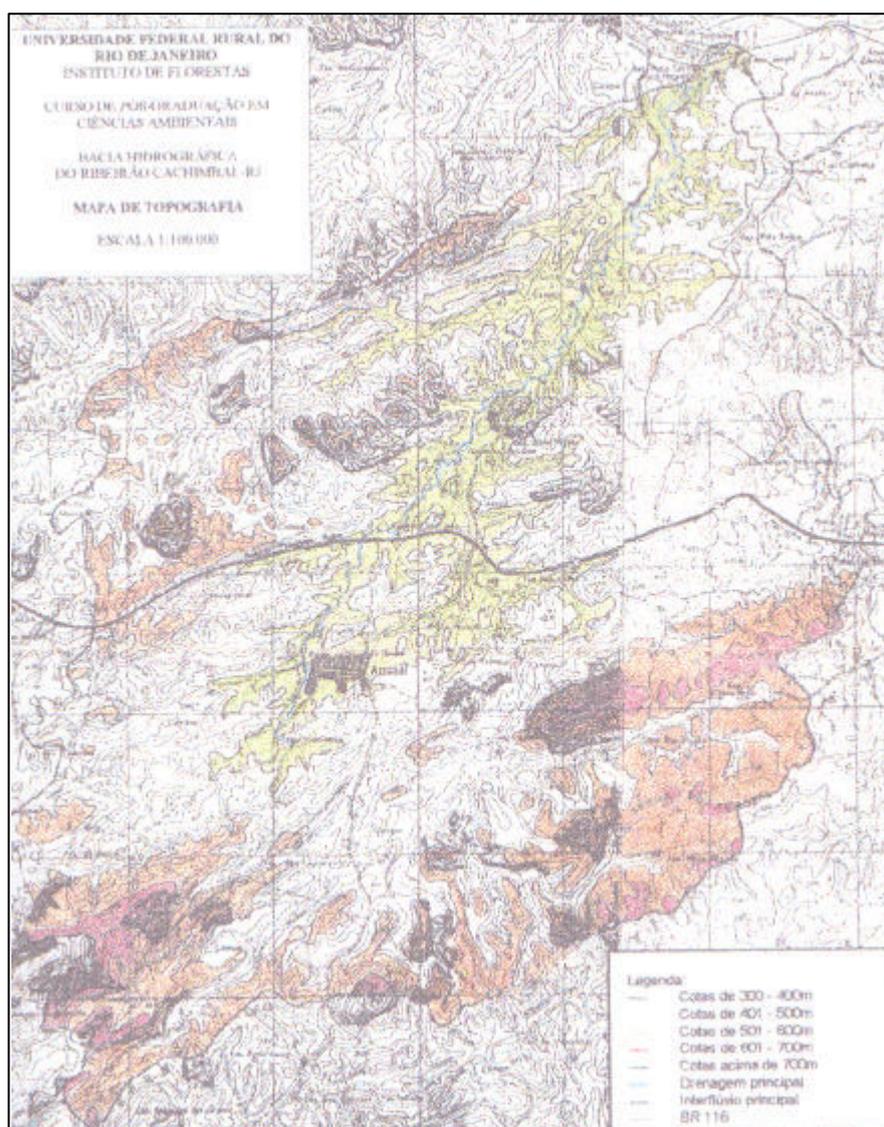
Altitude (m)	300-400	401-500	501-600	601-700	> 700	Área total
Área (ha)	1805,00	5468,22	2192,88	345,80	5,20	9817,10
Frequência (%)	18,39	55,70	22,34	3,52	0,05	100,00

**Quadro 09.** Distribuição das microbacias por área da bacia do ribeirão Cachimbal.

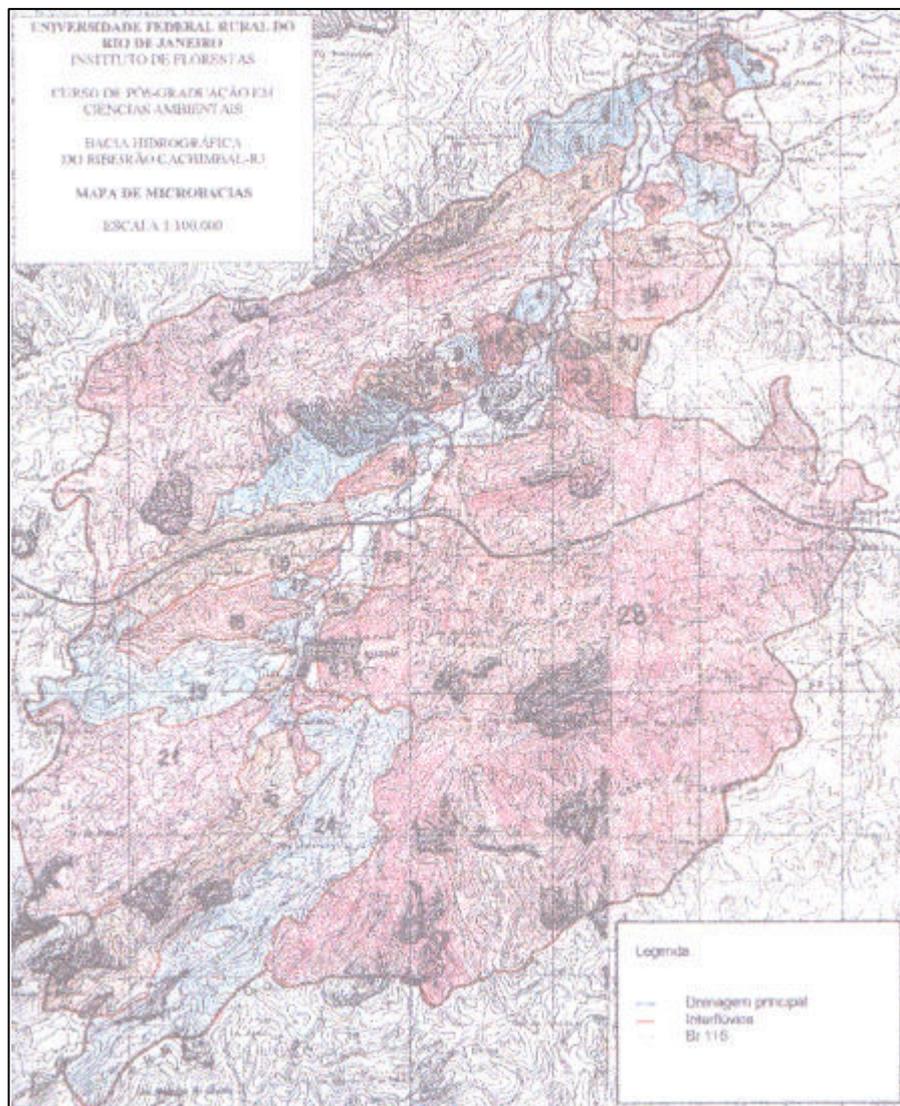
Microbacias (ha)	0-50	>50-200	>200->500	>500-1000	>1000	Total
Quantidade	21	9	5	2	2	39
Frequência (%)	53,81	23,08	12,81	5,13	5,13	100,00

O tamanho e a forma das microbacias não seguem um padrão médio de forma e área, uma vez que a geologia local tem forte influência estrutural sobre a formação das mesmas. Os problemas de manejo de bacias devem ser analisados pontualmente, pois a conjugação de informações sobre feições geomorfológicas (Figura 15), cotas (Figura 16), microbacias (Figura 17) e rede de drenagem (Figura 18), conferem um caráter particular a cada área.

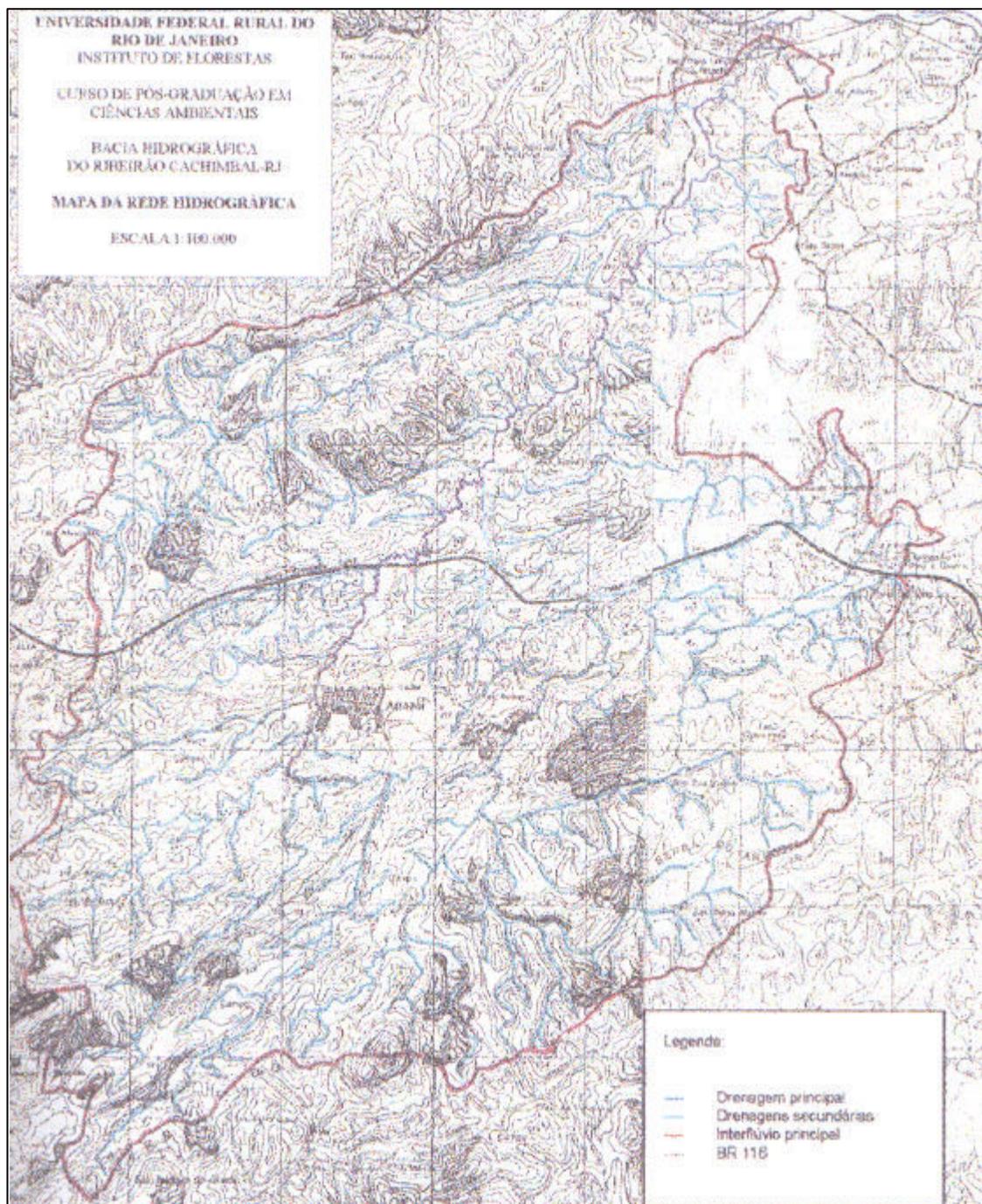
A rede de drenagem não obedece um padrão definido, pois os controles estruturais condicionam a forma como a água é eliminada da bacia (Figura 16), porém como sub-produto das variáveis morfométricas anteriormente descritas, a hierarquia fluvial, segundo o método de HORTON (1945) evidenciou a predominância de bacias de primeira (43,58%) e segunda (38,46%) ordens sobre as demais (Quadro 10; Figura 17).



**Figura 16** Mapa topográfico, identificando as cotas da bacia do ribeirão Cachimbal.



**Figura 17** Mapa de divisão em microbacias da bacia do ribeirão Cachimbal.



**Figura 18** Mapa da rede de drenagem da bacia do ribeirão Cachimbal.

**Quadro 10.** Distribuição das microbacias em função da hierarquia fluvial.

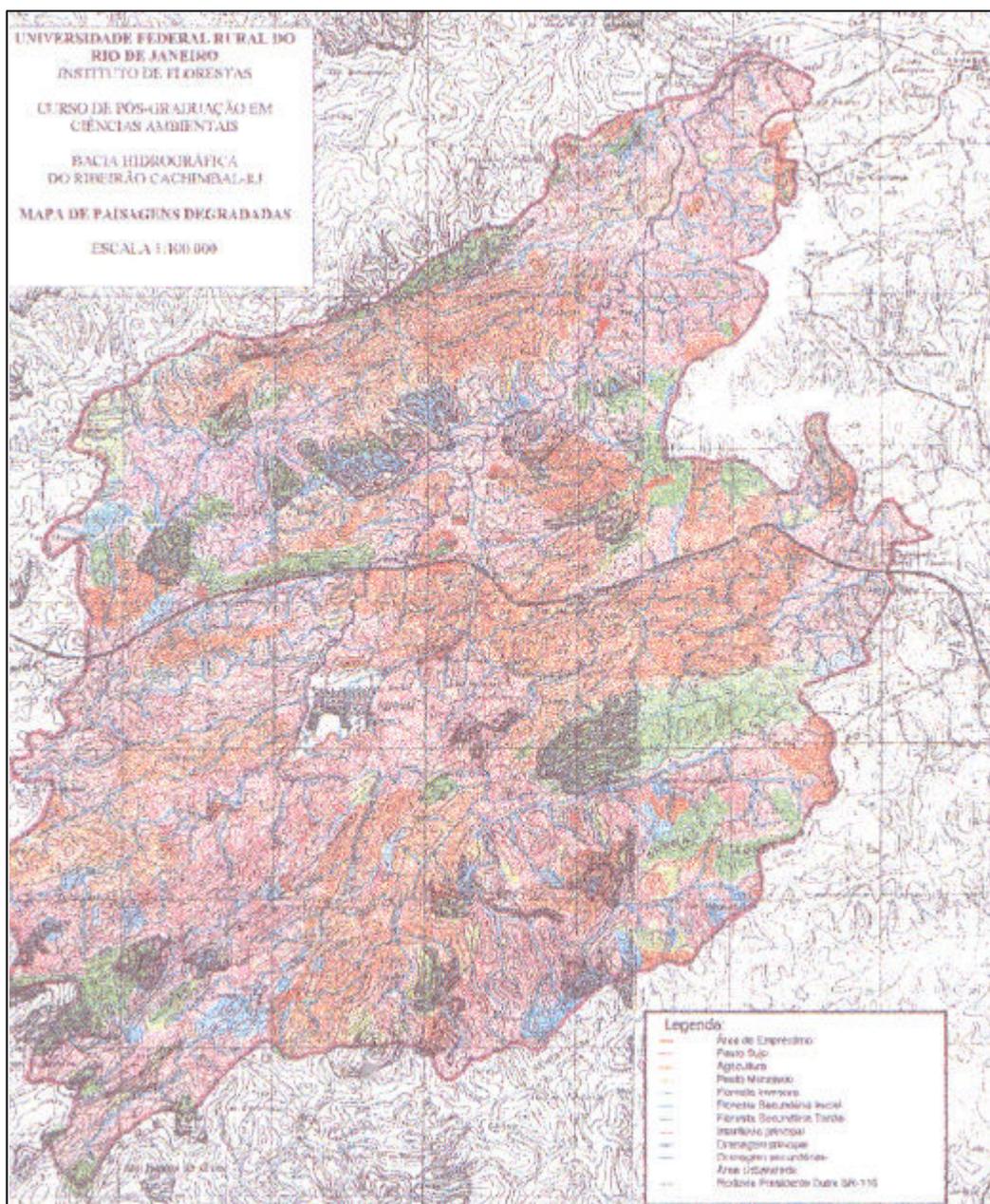
Ordem dos Tributários	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	Total
Bacias (quantidade)	17	15	5	1	1	39
Frequência (%)	43,58	38,46	12,82	2,57	2,57	100,00

## 5.2 Caracterização biológica

Os sete padrões de paisagens degradadas identificados no campo foram mapeados com suas respectivas áreas de ocorrência (Figura 19). O resultado obtido é um mosaico de diferentes paisagens distribuídos em toda bacia hidrográfica, com predomínio de pastagens em 81,42% de sua superfície (Quadro 11).

**Quadro 11.** Unidades de paisagens na bacia do ribeirão Cachimbal.

N <sup>o</sup> de ordem	Unidades de paisagem degradada	Área (m <sup>2</sup> )	Frequência (%)
1	Área de empréstimo	44,17	0,45
2	Área com agricultura	134,77	1,37
3	Área com pasto sujo	4927,26	50,19
4	Área com pasto manejado	3065,99	31,23
5	Área com floresta invasora	280,81	2,86
6	Área com floresta secundária inicial	386,75	3,94
7	Área com floresta secundária tardia	977,35	9,96
	<b>Área total da bacia</b>	<b>9817,10</b>	<b>100,00</b>



**Figura 19:** Mapa de ocorrência das paisagens degradadas da bacia do ribeirão Cachimbal.

A região apresenta exíguos fragmentos de floresta secundária (13,93%) com distribuição em pequenos fragmentos evidenciando um quadro sócio-ambiental peculiar para esta bacia, pois ela apresenta sinais de declínio econômico das atividades agrícolas, que remonta desde meados do século XIX e não há grande vigor na recuperação espontânea da vegetação na região. Este quadro já não ocorre em bacias vizinhas como a do rio Pirai, motivo pelo qual poderá ser objeto de futuras pesquisas.

As paisagens degradadas são apresentadas em ordem decrescente de degradação.

### **5.2.1. UPD Área de Empréstimo (AE)**

Áreas com forte intervenção antrópica, onde houve retirada do solo e exposição do subsolo. Na bacia em estudo são poucos os pontos da paisagem que apresentam esta feição, em geral tem área restrita, sendo fornecedor de matéria prima para olarias da região (Figura 22), ou usadas para aterro e saibreiras.

### **5.2.2. UPD Agricultura (AG)**

Áreas que apresentam qualquer tipo de atividade agrícola permanente ou que estão sendo usadas com agricultura nos últimos anos, na forma de agricultura itinerante. Ocorrem nas encostas, não se verificam extensas áreas, sendo que, quando ocorrem, ocupam as várzeas. As culturas mais freqüentes são o feijão (*Phaseolus vulgaris*), a mandioca (*Manihot utilissima*) (Figura 23) e o milho (*Zea mays*) nas encostas e as hortaliças nas várzeas - na época da seca. Com menor expressão são verificadas ainda a cultura da cana (*Saccharum officinarum*) e algumas frutíferas (*Citrus spp.*).

A agricultura é, em geral, familiar e de subsistência e ocorre principalmente na parte baixa da bacia que sofreu processo de invasão de terras e divisão em pequenas propriedades.



**Figura 20:** Área de empréstimo às margens do ribeirão Cachimbal (matéria prima para olarias).



**Figura 21:** Vista parcial da UPD agricultura.

### 5.2.3. UPD Pasto Sujo (PS)

Correspondem a áreas utilizadas para pastoreio do gado e que não sofreram investimentos para implantação de forragens, não apresentando manutenção regular.

A vegetação, em geral tem porte baixo (Figura 22), onde predominam gramíneas, grama batatais (*Paspalum notatum*), capim gordura (*Melinis minutiflora*) e sapê (*Imperata brasiliensis*). Em alguns pontos é freqüente a ocorrência de arbustos como o assa-peixe (*Vernonia polyanttes*), juá (*Solanum aculeatissimum*) e o alecrim (*Rosmarinus officinalis*).

Estas áreas são submetidas a pastoreio desordenado onde se observa épocas com pouco pastoreio e grande oferta de alimentos, alternadas com épocas de intenso pastoreio e conseqüente baixa de disponibilidade de forragens, o que favorece o forte pisoteio da área.

A pequena cobertura vegetal facilita a ocorrência de formigas cortadeiras (*Atta spp.*, Formicidae) que hoje estão presentes em toda área, diminuindo a capacidade de produção das pastagens e de recuperação da vegetação pioneira. A incidência de cupins de montículos, também vem crescendo muito nos últimos anos, fator que colabora para o empobrecimento dos solos da região.

O uso de queimadas é uma prática comum em toda região da bacia, sendo mais pronunciada nesta unidade de paisagem. É a formação vegetal que ocupa a maior área da bacia ocorrendo em qualquer situação de relevo. Algumas destas áreas, próximas as rodovias, vem sofrendo forte invasão de capim colônia (*Panicum maximum*) acrescentando nova fisionomia à área.

A magnitude dos processos erosivos é elevada, assim como os diferentes tipos de formas de perda de solo: erosão laminar, sulcos, voçorocas e vários tipos de deslizamentos.



**Figura 22:** Vista parcial da UPD Pasto Sujo.

#### 5.2.4. UPD Pasto Manejado (PM)

Estas áreas se apresentam com uma cobertura de forragens uniforme com predomínio de espécies do gênero *Brachiaria*, baixa presença de árvores e arbustos e de espécies invasoras (Figura 23).

Esta paisagem é verificada em todo relevo regional. O pastoreio é controlado através do rodízio de pastos e piquetes que apresentam certo nível de tecnologia na implantação e hoje recebem uma manutenção mínima de limpeza e controle do pastoreio.

São áreas com fortes evidências de pisoteio e conseqüente formação de trilhas e caminhos, facilmente verificados na paisagem. A cobertura e proteção do solo varia em função da capacidade de suporte da pastagem e da carga animal liberada na pastagem, podendo contudo apresentar plantas com altura variando de 0,10 a 1,0 metro de altura.

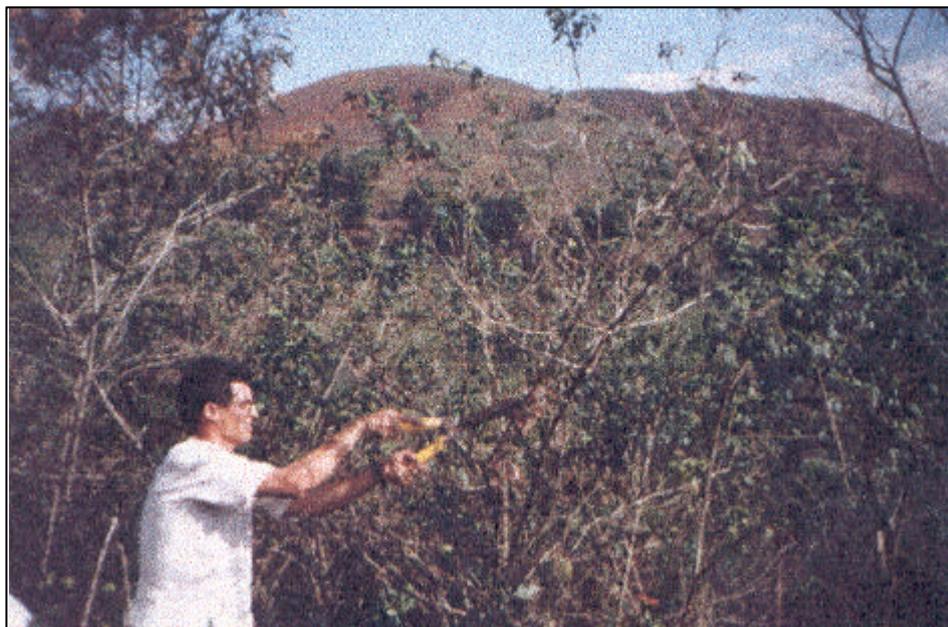
Nestas áreas também observa-se processos erosivos, principalmente em locais de grande trânsito de animais (trilhas), porém eles são mascarados pela espessa biomassa vegetal sobre o solo.

#### 5.2.5. UPD Floresta Invasora (FI)

Considerou-se floresta invasora a formação vegetal com espécies arbóreas pioneiras em estágio inicial de sucessão ecológica. Na bacia do ribeirão Cachimbal estas áreas se apresentam na forma de fragmentos, em pequeno número, dispersos e pouco expressivos na paisagem local. Em geral correspondem a antigas áreas de pasto sujo em que o processo de sucessão vegetal avançou, formando-se uma esparsa floresta pioneira. A altura máxima das plantas chega a quatro metros e as espécies arbóreas características do local são aroeiras (*Schinus terebinthifolius*), goiabeiras (*Psidium guajava*), embaúbas (*Cecropias sp.*), maricás (*Mimosa bimucronata*), sangue-de-dragon (*Croton urucurana*), ipê mandioca (*Cybistax antisyphilitica*), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotrica*), eritrina (*Erythrina speciosa*), mulungú (*Erythrina velutina*), pau-formiga (*Triplaris brasiliana*), camboatá (*Cupania vernalis*), além de arbustos como o assa-peixe (*Veronia polyantes*), bastante freqüente nestes locais (Figura 24).



**Figura 23:** Vista parcial da UPD Pasto Manejado.



**Figura 24:** Coleta de material da UPD Floresta Invasora.

A presença do gado já não é freqüente nestas áreas a não ser para proteger-se do sol. A ocorrência de gramíneas forrageiras é muito baixa, mas a presença do sapê (*Imperata brasiliensis*) ainda é constante. Esta formação encontra-se geralmente em encostas e em áreas que apresentam difícil acesso.

#### **5.2.6. UPD Floresta Secundária Inicial (FSI)**

Estas áreas encontram-se com cobertura florestal desenvolvida, com maior diversidade de espécies que possuem altura com cerca de 10 metros. Em geral estas áreas sofrem grande pressão antrópica pela busca de madeira para cabos de ferramentas, lenha e mourões para cerca. Encontra-se, portanto, grande quantidade de trilhas e clareiras onde o sub-bosque se apresenta exuberante com algumas espécies oportunistas. É pequena a ocorrência de líquens, epífitas e briófitas nesta formação florestal (Figuras 25 e 26).

As principais espécies florestais encontradas são o pau-jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), camboatá (*Cupania vernalis*), embaúbas (*Cecropias sp.*), quaresmeiras (*Tibouchina sp.*), pau-formiga (*Triplaris brasiliana*), monjoleiros (fam. Leguminosae), sangue-de-dragon (*Croton urucurana*), ingás (*Inga sp.*), mulungú (*Erythrina velutina*), ipê (*Tabebuia chrysotrica*) e jacarandá bico-de-pato (*Macherium aculeatum*), entre outras. Na Figura 26 observa-se a rebrota das espécies arbóreas, a presença de trilhas e de um sub-bosque denso.

#### **5.2.7. UPD Floresta Secundária Tardia (FST)**

Nestas áreas encontra-se a feição mais próxima ao ecossistema original da região - a floresta atlântica (Figura 27).



**Figura 25** Vista parcial externa da UPD Floresta Secundária Inicial.



**Figura 26** Vista interna da Floresta Secundária Inicial.



**Figura 27:** Área de pasto Manejado tendo ao fundo a Floresta Secundária Tardia.

Verifica-se uma grande diversidade de espécies florestais com copas mais homogêneas e altura variando entre 10 a 15 metros, um sub-bosque bem formado mas não tão exuberante como o encontrado na floresta secundária inicial, um banco de mudas bem formado e uma presença marcante de briófitas epífitas e líquens (Figuras 28 e 29). São formações mais frequentes em encosta e dificilmente ocorrem em várzeas, surgindo em situações de topos de morros, em regiões de alta declividade e de difícil acesso. Essas florestas também sofrem pressão antrópica mas em geral, são minimizados pela determinação dos proprietários das terras que elas ocorrem que procuram coibir sua exploração.

A Figura 30 apresenta um esquema comparativo entre as Unidades de Paisagens Degradadas diagnosticadas na cia do ribeirão Cachimbal.

### **5.3. Microbacia representativa das UPD's**

Apenas duas microbacias apresentaram a ocorrência em toda encosta de seis unidades de paisagens degradadas: a microbacia do córrego da Caixinha de Areia com área de 131,02 ha, e a microbacia do córrego do Pau-d'alho com área de 3184,02 ha. Como a microbacia do córrego da Caixinha de Areia apresenta quase todas as UPD's, sendo elas dispostas integralmente nas encostas, apresentam solos podzólicos, facilidade de acesso e proprietários, ela foi escolhida como área experimental. Outro fato que pesou foi o seu tamanho estar próximo ao das microbacias com maior frequência.

A microbacia do córrego da Caixinha de Areia localiza-se no limite norte da bacia do ribeirão Cachimbal (Figura 31), próximo a sua foz, apresentando as seguintes características morfométricas comparadas com a do ribeirão Cachimbal:

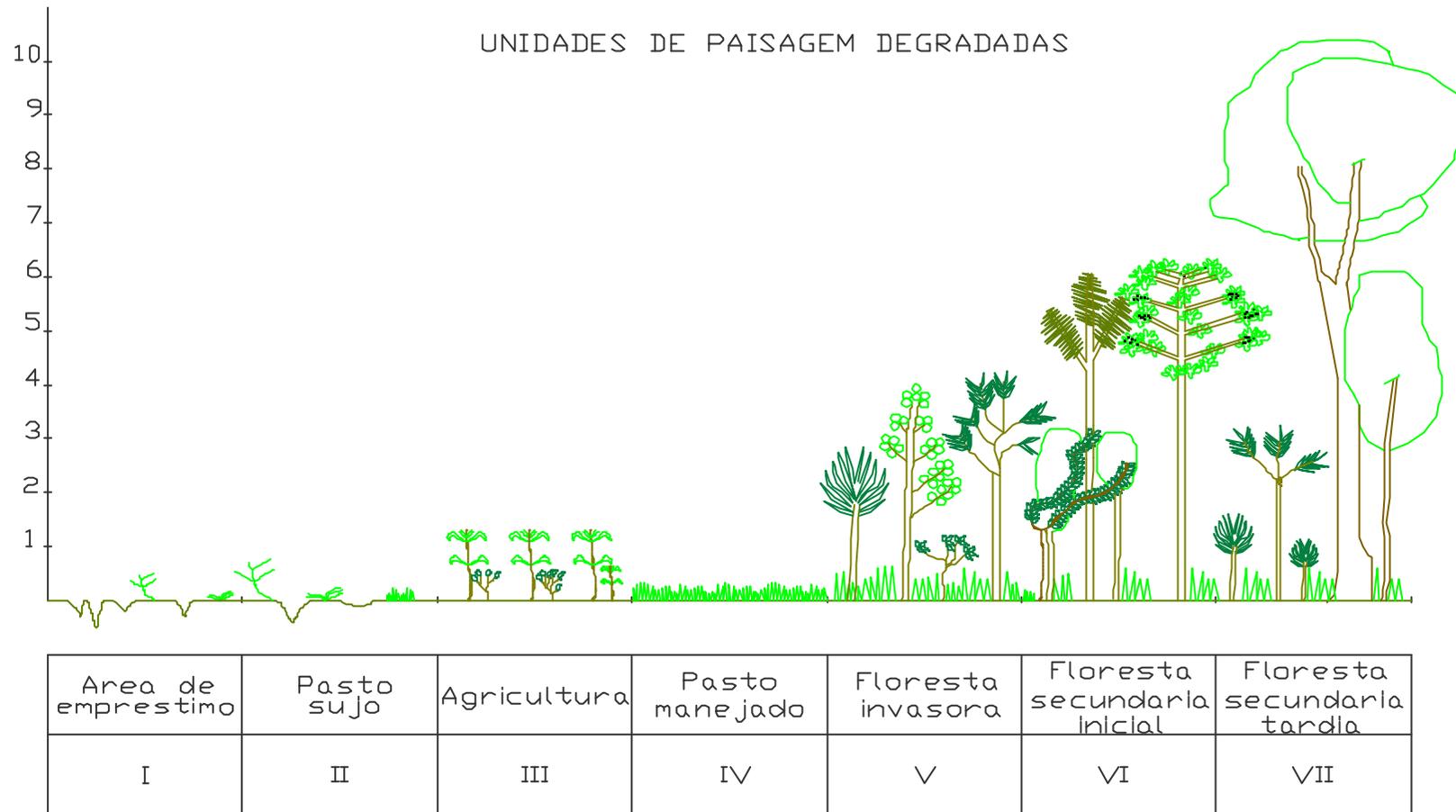
O relevo “mar de morros” confere as feições do terreno, mesmo utilizando os critérios de DARLYMPLE *et al.* (1968), grandes declividades das parcelas das UPD's (Quadro 12).



**Figura 28** Vista interna da Floresta secundária Tardia.

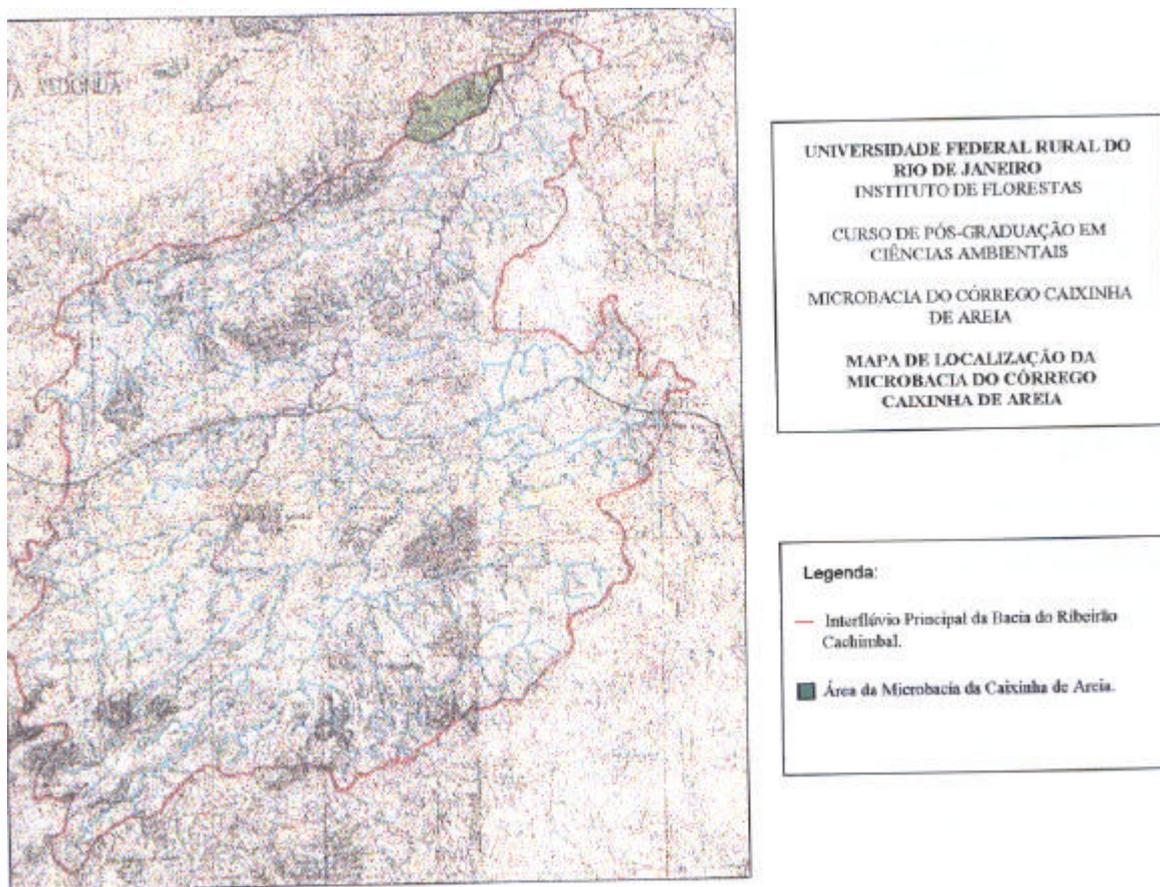


**Figura 29** Vista parcial interna da UPD Floresta Secundária Tardia.



**Figura 30** Esquema comparativo entre as Unidades de Paisagens Degradadas diagnosticadas na bacia do ribeirão Caximbal





**Figura 31: Localização da microbacia do córrego da Caixinha de Areia.**

**Quadro 12** Declividade média (%) das parcelas na microbacia do córrego da Caixinha de Areia.

Encosta	Unidades de Paisagens Degradadas						
	Área de empréstimo*	Pasto Sujo	Agricultura	Pasto Manejado	Floresta Invasora	Floresta Secundária Inicial	Floresta Secundária Tardia
Terço superior	21,7	38,8	31,7	29,3	55,0	62,5	42,9
Terço médio	33,8	39,8	69,2	47,7	35,9	70,5	64,3
Terço inferior	27,2	42,1	62,6	63,1	33,3	67,9	74,1
Média	27,6	40,2	54,5	46,7	41,4	66,9	60,4

\* Área próxima a microbacia, localizada no Colégio Agrícola Nilo Peçanha.

A ocorrência das UPD's na microbacia do ribeirão Cachimbal se dá de forma fragmentada, a exceção para a unidade Pasto Sujo, que apresenta-se como um elemento de ligação entre as demais UPD's. Apesar disto, as encostas com as UPD's são integralmente cobertas (Figura 34).

#### 5.4. Fatores edáficos e biológicos

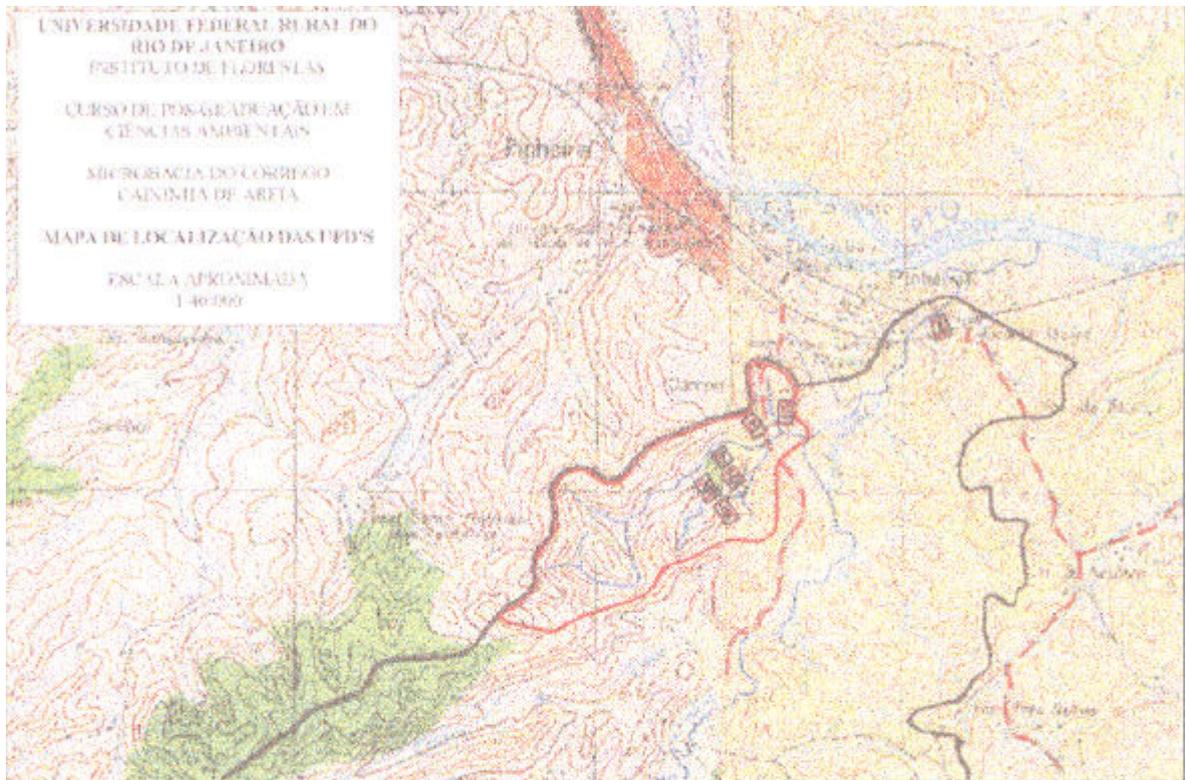
##### 5.4.1. Solos

Os solos podzólicos, principal classe identificada na microbacia, foram formados a partir da ação do intemperismo sobre rochas ácidas, principalmente gnaisse, dando origem em sua maioria a solos caracterizados por um avançado grau de intemperismo, pouco permeáveis e facilmente erodíveis e em geral pouco férteis. Esta característica de baixa permeabilidade atua como facilitadora do processo erosivo, pois as águas pluviais não podendo se infiltrar tendem a escorrer superficialmente provocando acentuada remoção de material. A erosão laminar é a primeira a se instalar e retira a camada superficial do solo deixando exposto o horizonte sub-superficial, que vai ser retrabalhado por chuvas sucessivas causando ravinamento forte e o posterior ençoçorocamento da área. Estas características aliadas ao manejo da área que pressupõe o uso de queimadas como principal forma de renovação das pastagens (mais de 80% da área da bacia) e uma pressão de pastoreio não adequada a capacidade de suporte dos pastos são responsáveis pelo alto índice de perda de *solum*, diagnosticadas pela análise da espessura do horizonte A.

Os resultados demonstram grandes variações nas propriedades químicas e físicas dos solos nas áreas selecionadas, apesar de situarem-se dentro de uma mesma microbacia. Este fato

está ligado as práticas culturais de uso e manejo ao longo dos anos, visto que o histórico agrícola dessas áreas é de longa data.

Através dos dados obtidos das análises das amostras de solo e das observações referentes a espessura do horizonte A, teor de carbono orgânico (0-10 cm), valor V% (0-20 cm) e declividade (%), constatou-se que quanto maior o grau de degradação da paisagem, menores são as relações entre os dados analisados (Quadro 13).



**Legenda:**

1	AE	—	Interflúvio Principal
2	PS	- - -	Interflúvio Secundário
3	AG	- - -	Drenagem
4	PM	- - -	Curvas de Nível
5	FI		
6	FSI		
7	FST		

**Figura 32:** Mapa da microbacia do córrego da Caixinha de Areia com a localização de cada parcela.

**Quadro 13** Valores de V%, espessura do horizonte A (cm), % de carbono orgânico e declividade (%) nas UPD's.

UPD's	Pontos na encosta	V%	Espessura do horizonte A (cm)	9 Kg <sup>-1</sup> de carbono orgânico (0-10cm)	Declive (%)
AE	TS	44	0	0,05	21,7
	TM	49	0	0,01	33,8
	TI	54	0	0,09	27,3
PS	TS	37	9	0,90	38,8
	TM	38	6	0,92	39,8
	TI	39	11	0,75	42,1
AG	TS	30	0	1,35	31,7
	TM	29	2	1,23	69,2
	TI	51	2	1,05	62,6
PM	TS	29	10	2,01	29,3
	TM	16	10	1,28	47,7
	TI	21	15	1,08	63,1
EJ	TS	28	24	2,39	55,0
	TM	75	14	2,07	35,9
	TI	77	16	2,57	33,3
FSL	TS	29	24	1,47	65,5
	TM	23	19	1,34	70,5
	TI	19	13	1,22	67,9
FST	TS	27	10	1,46	42,9
	TM	24	11	3,46	64,3
	TI	41	14	4,20	74,1

Legenda: TS = Terço Superior; TM = Terço Médio; TI = Terço Inferior.

A AE não apresentou correlação entre nenhum dos dados analisados. Esta área foi submetida à remoção do horizonte A, em todos os terços da encosta, e desta forma o teor de carbono orgânico encontrado foi muito baixo, próximo a zero. O terço inferior foi o que apresentou os maiores valores de carbono (0,09%), seguido do terço superior (0,05%) e médio (0,01%). O valor V% foi crescente ao longo da encosta (45; 50 e 54 nos terços superior, médio e inferior, respectivamente), enquanto a declividade, foi de 21,7% no terço superior, 33,8% no terço médio e 27,2% no terço inferior.

No PS a espessura do horizonte A foi maior no terço inferior (11 cm), quando comparada aos terço superior (9 cm) e médio (6 cm). Este resultado é influenciado, entre outros fatores, pelo pastoreio e pisoteio do gado, acentuando os processos erosivos nos terços médio e superior e acúmulo de material no terço inferior. O maior desgaste no terço médio é devido a localização da encosta no conjunto da propriedade, que serve com caminho para outros pastos, o que concentra o trânsito do gado no terço médio. Nesta unidade o teor de carbono orgânico apresentou-se de forma diferente, sendo a maior concentração no terço médio (0,92%), seguido do terço superior (0,90%) e terço inferior (0,75%). Apesar desta tendência, esta UPD apresentou o

mesmo comportamento para as demais análises: valor V% e declividade, com valores crescentes ao longo da encosta. O valor V% varia entre 38 e 39 não se alterando entre os terços da encosta que também apresenta declividade com pequena variação entre os terços, com 38,8% no terço superior, 39,8% no terço médio e 42,1% no terço inferior.

A área de AG, pelo tipo de uso e manejo que é submetida, possui a espessura do horizonte A semelhante a AE, com dois centímetros de espessura nos terços médios e inferior e inexistente no terço superior. O teor de carbono orgânico alcança índices superiores aos das demais UPD's, com comportamento decrescente ao longo da encosta (1,35%, 1,23% e 1,05% nos terços superior, médio e inferior). Este resultado é diretamente proporcional a intensidade de uso dos terços da encosta, que sugere que os tipos de culturas exploradas na área colaboraram com o incremento de carbono orgânico no solo. Este resultado é influenciado também pela declividade que no terço superior apresenta-se na faixa dos 30% (31,7%) e nos terços médio e inferior com cerca de 60% (69,2% e 62,6%, respectivamente).

No PM, o comportamento de dados crescentes ao longo da encosta esteve presente em dois dos quatro itens estudados: espessura do horizonte A e declividade. Quanto a espessura do horizonte A, ela aumentou de 10 cm nos terços superior e médio para 15 cm no terço inferior, embora seja verificado o aumento da declividade do terreno cerca de 29,3% no terço superior, 47,7% no terço médio e 63,1% no terço inferior. Observa-se que apesar da alta declividade, o terço inferior continua atuando como uma zona de acúmulo. O teor de carbono orgânico decresceu ao longo da encosta (2,01%; 1,28% e 1,08%), resultado que é esperado devido ao consumo de forragens ser maior nos terços médio e inferior, proporcionando um acúmulo relativo na região superior da encosta. O valor V% é maior no terço superior (29%) com o menor declive (29,3%), diminuindo no terço médio (17%) que é uma região de maior exportação de material, aumentando sua concentração no terço inferior (21), que responde como zona de acúmulo.

A FI, por estar localizada sobre solo Podzólico Bruno, originado de uma intrusão básica, possui valor V% muito alto quando comparado as demais (acima de 70), porém muito próximos entre si: 79 no terço superior, 76 no terço médio e 77,09 no terço inferior. A área apresenta solos com um horizonte A bem espesso se comparado aos demais (24 cm no terço superior, 14 cm no terço médio e 16 cm no terço inferior), e menos susceptíveis a erosão, favorecido pela declividade da área (55% no terço superior, 35,9% no terço médio e 33,3% no terço inferior), a menor declividade entre as áreas estudadas (Quadro 13). O teor de carbono

orgânico é maior no terço inferior (2,57%), com valores próximos no terço superior (2,39%) e 2,07% no terço inferior.

A FSI apresenta o mesmo comportamento para três dos quatro aspectos analisados. Os valores V% e carbono orgânico decrescem ao longo da encosta diferindo da declividade que cresce nesta direção. A declividade é alta em toda encosta, com valores de 62,5% no terço superior, 70,5% no terço médio e 67,9% no terço inferior. A espessura do horizonte A é de 24 cm no terço superior, 19 cm no terço médio e 13 cm no terço inferior. Este comportamento é único entre as UPD's estudadas. O teor de carbono orgânico também decresce ao longo da encosta (1,47 no terço superior, 1,34 no terço médio e 1,22 no terço inferior), assim como o valor V% 29 no terço superior, 23 no terço médio e 17 no terço inferior.

A unidade FST também apresenta o mesmo comportamento para três dos quatro aspectos analisados e apresentados no Quadro 13 (V%, espessura do horizonte A e % de carbono orgânico), mas com um comportamento crescente entre os terços da encosta, diferindo da FSI.

Observa-se também que nas áreas agricultadas (PS, PM, AG), a densidade do solo (Ds) é mais elevada, aumentando do terço superior para o inferior da encosta. Isto deve-se a sedimentos coluviais arrastados das partes superiores pelas águas da chuva, que diminuem os espaços porosos, e a posição topográfica, no terço inferior, que favorece o maior trânsito de animais e o conseqüente pisoteio do solo, tendo como efeito a redução da porosidade (Quadros 14 e 15). Nas áreas de floresta os valores de Ds diminuem em função do aporte de matéria orgânica.

Nas áreas de uso agropecuário (PS, PM e AG) verifica-se também uma menor espessura do horizonte A, o que está relacionado com as práticas de mecanização e ao próprio relevo que favorece a sua remoção pelos processos erosivos. Nas áreas de floresta, a diminuição do impacto das gotas de chuva no solo pelas copas das árvores, o aumento da porosidade favorecendo a infiltração em relação ao escoamento superficial e o aporte de matéria orgânica em vários estágios de decomposição, somados a maior atividade biológica, propiciaram um maior desenvolvimento do horizonte A nos perfis de solos.

Com exceção da área da Floresta Invasora (FI), todas as outras apresentaram teores de nutrientes bastante reduzidos. Este resultado é explicado pelas características intrínsecas da própria rocha (granito-gnaiss), associado a um favorecimento do clima (chuvas erosivas com alta intensidade) e as grandes variações do relevo, que contribuem para

**Quadro 14:** Resultados da análise de solo na microbacia do córrego da Caixinha de Areia – Parte 1.

UPD	T	Prof. (cm)	H + Al	Al	Ca + Mg			Mg	K	Na	P $\mu\text{g g}^{-1}$
					c mol $\text{Kg}^{-1}$ TFSA						
AE	TS	0-10	1,70	1,80	1,30	0,25	1,05	0,06	0,02	0	
AE	TS	10-20	1,55	1,75	1,35	0,20	1,15	0,07	0,02	1	
AE	TM	0-10	2,60	3,20	2,15	0,00	2,15	0,40	0,01	0	
AE	TM	10-20	2,50	3,35	2,70	0,00	2,70	0,05	0,02	0	
AE	TI	0-10	2,00	2,15	2,30	0,00	2,30	0,05	0,01	0	
AE	TI	10-20	2,00	2,00	2,15	0,00	2,15	0,04	0,02	1	
PS	TS	0-10	3,25	1,30	1,80	0,70	1,10	0,09	0,02	1	
PS	TS	10-20	3,25	2,00	1,20	0,65	0,55	0,05	0,01	0	
PS	TM	0-10	2,80	0,80	1,65	0,75	0,90	0,08	0,02	1	
PS	TM	10-20	3,20	1,80	1,05	0,60	0,45	0,05	0,01	1	
PS	TI	0-10	2,40	0,90	1,45	0,70	0,75	0,08	0,02	1	
PS	TI	10-20	2,30	1,40	1,05	0,45	0,60	0,05	0,02	1	
AG	TS	0-10	4,30	1,40	1,80	1,05	0,75	0,10	0,03	1	
AG	TS	10-20	3,85	1,80	1,05	0,55	0,50	0,06	0,02	1	
AG	TM	0-10	4,05	1,60	1,60	0,80	0,80	0,10	0,03	1	
AG	TM	10-20	4,25	2,10	0,95	0,50	0,45	0,06	0,02	0	
AG	TI	0-10	3,05	0,65	3,05	1,75	1,30	0,18	0,05	2	
AG	TI	10-20	3,35	1,75	1,45	0,75	0,70	0,10	0,03	1	
PM	TS	0-10	4,10	1,25	1,60	0,60	1,00	0,11	0,03	2	
PM	TS	10-20	4,10	1,80	1,20	0,50	0,70	0,07	0,02	1	
PM	TM	0-10	4,55	2,05	0,80	0,40	0,40	0,10	0,02	1	
PM	TM	10-20	3,90	3,10	0,60	0,20	0,40	0,04	0,01	1	
PM	TI	0-10	4,40	2,40	1,05	0,40	0,65	0,10	0,02	0	
PM	TI	10-20	4,00	3,10	0,60	0,20	0,40	0,06	0,02	1	
FI	TS	0-10	3,45	0,35	12,50	8,50	4,00	0,10	0,04	10	
FI	TS	10-20	3,15	0,45	10,50	7,50	3,00	0,06	0,03	16	
FI	TM	0-10	3,50	0,00	10,85	6,90	3,95	0,08	0,02	4	
FI	TM	10-20	3,00	0,00	6,80	4,25	2,55	0,04	0,02	1	
FI	TI	0-10	3,00	0,00	10,00	7,20	2,80	0,07	0,03	4	
FI	TI	10-20	2,05	0,00	6,70	4,80	1,90	0,05	0,02	1	
FSl	TS	0-10	5,50	1,65	2,10	0,90	1,20	0,14	0,04	1	
FSl	TS	10-20	5,18	2,50	0,60	0,40	0,20	0,10	0,03	1	
FSl	TM	0-10	4,75	1,65	1,30	0,65	0,65	0,13	0,03	2	
FSl	TM	10-20	4,65	2,25	0,80	0,55	0,25	0,08	0,02	1	
FSl	TI	0-10	5,30	2,00	1,15	0,70	0,45	0,11	0,03	2	
FSl	TI	10-20	5,00	2,35	0,60	0,40	0,20	0,08	0,02	1	
FST	TS	0-10	4,95	1,50	1,65	0,60	1,05	0,16	0,03	3	
FST	TS	10-20	5,10	2,25	0,65	0,35	0,30	0,12	0,02	1	
FST	TM	0-10	5,10	1,75	1,50	0,80	0,70	0,14	0,03	4	
FST	TM	10-20	5,10	2,55	0,50	0,25	0,25	0,08	0,02	1	
FST	TI	0-10	4,50	1,20	3,00	1,70	1,30	0,19	0,04	3	
FST	TI	10-20	4,50	2,00	1,20	0,50	0,70	0,12	0,02	4	

**Quadro 15:** Resultado da análises de solo na microbacia do córrego da Caixinha de Areia – Parte 2.

UPD	T	Prof. (cm)	C. Org. (g Kg <sup>3</sup> )	Ph	Valor S	Valor T	V%	Sat. Al (%)	Arg. T (g Kg <sup>3</sup> )	Ds (g cm <sup>-3</sup> )	Dp (g cm <sup>-3</sup> )	GF (%)
AE	TS	0-10	0,5	6,0	1,38	3,08	45	57	22	-	-	55
AE	TS	10-20	0,0	4,8	1,44	2,99	48	55	18	-	-	100
AE	TM	0-10	0,1	5,0	2,56	5,16	50	56	23	-	-	78
AE	TM	10-20	0,0	4,9	2,77	5,27	53	55	25	-	-	52
AE	TI	0-10	0,9	6,0	2,36	4,36	54	48	26	-	-	88
AE	TI	10-20	0,9	5,3	2,21	4,21	52	48	28	-	-	100
PS	TS	0-10	9,0	4,3	1,91	5,16	37	40	38	1,37	2,63	24
PS	TS	10-20	9,4	4,1	1,26	4,51	28	61	42	-	-	19
PS	TM	0-10	9,2	4,3	1,75	4,55	38	31	31	1,41	2,67	23
PS	TM	10-20	6,6	4,2	1,11	4,31	26	62	38	-	-	13
PS	TI	0-10	7,5	4,4	1,55	3,95	39	37	25	1,58	2,63	24
PS	TI	10-20	7,6	4,5	1,12	3,42	33	56	26	-	-	15
AG	TS	0-10	13,5	4,2	1,93	6,23	31	42	44	1,17	2,60	20
AG	TS	10-20	10,6	4,2	1,13	4,98	23	61	42	-	-	14
AG	TM	0-10	12,3	4,1	1,73	5,78	30	48	34	1,27	2,60	21
AG	TM	10-20	9,2	4,1	1,03	5,28	20	67	38	-	-	32
AG	TI	0-10	10,5	4,6	3,28	6,33	52	17	27	1,63	2,50	37
AG	TI	10-20	7,4	4,3	1,58	4,93	32	53	30	-	-	27
PM	TS	0-10	20,1	4,4	1,74	5,84	30	42	33	1,37	2,56	33
PM	TS	10-20	12,5	4,4	1,29	5,39	24	58	40	-	-	35
PM	TM	0-10	12,8	4,4	0,91	5,46	17	69	36	1,44	2,63	39
PM	TM	10-20	6,8	4,4	0,65	4,55	14	83	39	-	-	33
PM	TI	0-10	10,8	4,5	1,17	5,57	21	67	31	1,26	2,53	39
PM	TI	10-20	7,2	4,5	0,68	4,68	15	82	38	-	-	32
FI	TS	0-10	23,9	5,3	12,64	16,09	79	03	32	1,18	2,63	59
FI	TS	10-20	17,0	5,6	10,58	13,73	77	04	32	-	-	47
FI	TM	0-10	20,7	5,5	10,95	14,45	76	00	33	1,21	2,67	61
FI	TM	10-20	11,3	5,5	6,86	9,86	70	00	39	-	-	44
FI	TI	0-10	25,7	5,7	10,10	13,10	77	00	30	1,11	2,67	63
FI	TI	10-20	9,8	5,5	6,77	8,82	77	00	35	-	-	43
FSI	TS	0-10	14,7	4,2	2,28	7,78	29	42	30	1,15	2,56	37
FSI	TS	10-20	12,6	4,0	0,73	5,91	12	77	33	-	-	27
FSI	TM	0-10	13,4	4,1	1,46	6,21	24	53	26	1,20	2,60	31
FSI	TM	10-20	12,3	4,1	0,90	5,55	16	71	30	-	-	23
FSI	TI	0-10	12,2	4,0	1,29	6,59	20	61	25	1,10	2,56	32
FSI	TI	10-20	8,7	4,2	0,70	5,70	12	77	32	-	-	22
FST	TS	0-10	14,6	4,2	1,84	6,79	27	45	38	1,05	2,53	18
FST	TS	10-20	33,0	4,0	0,78	5,88	13	74	41	-	-	10
FST	TM	0-10	34,6	4,1	1,67	6,77	25	51	34	1,17	2,56	21
FST	TM	10-20	33,6	4,0	0,60	5,70	11	81	45	-	-	18
FST	TI	0-10	42,0	4,3	3,23	7,73	42	27	33	1,00	2,53	27
FST	TI	10-20	34,9	4,3	1,34	5,84	23	60	36	-	-	29

lixiviação das bases. A exploração agrícola intensiva, sem o adequado manejo da fertilidade desses solos, proporcionou altos teores de  $Al^{+3}$  conseqüentemente, baixos valores de pH.

Observa-se como regra para estes perfis o aumento do valor V% nos horizontes superficiais e subsuperficiais à medida que se desce a vertente. Este fato é favorecido pela topografia, com o arraste de partículas, e pela lixiviação de nutrientes devido ao maior fluxo superficial nas áreas desnudas e semi-desnudas (PM, PS e AGR).

No caso das áreas com florestas, onde esse fluxo é diminuído, o aumento dos teores de bases trocáveis em relação a posição na encosta pode ser explicado por um fluxo subsuperficial em função da maior infiltração e umidade do *solum*.

Os perfis na área FI, por serem de material de origem com influência de intrusões básicas, têm propriedades químicas bastante diferenciadas das outras áreas, onde o material de origem é de caráter mais ácido. Porém, o comportamento das propriedades físicas e químicas, em relação a posição na encosta, é o mesmo. O valor V% desses perfis varia de 66 a 69%, com valores de pH entre 5,3 e 6,5, e eles apresentam os maiores teores de nutrientes disponíveis.

Um fato importante a se analisar é a presença de baixos teores de nutrientes nas áreas de floresta FSI e FST. Os teores de cálcio variam de 0,1 a 1,1  $cmol_c kg$  de terra fina seca ao ar (TFSA), para FSI, e de 0,4 a 0,9  $cmol_c kg$  em FST. Visto que a mineralização da matéria orgânica e a própria ciclagem de nutrientes pela floresta são intensas neste ambiente, os maiores teores de nutrientes encontram-se na própria biomassa. Baseado nisso, temos a evidência de uma auto-sustentabilidade desta cobertura vegetal, onde o material orgânico depositado é prontamente mineralizado e rapidamente reabsorvido, de maneira que não são detectadas variações no teor de nutrientes indicado apenas pelas análises do solo (Quadros 14 e 15).

É interessante fazer uma análise dessa situação de íntima interação da vegetação exuberante de floresta com o solo pobre em nutrientes. Considerando que a floresta primária foi eliminada para a introdução da agricultura, com o cultivo de café durante muitos anos sem que houvesse um manejo de sua fertilidade, e que após o abandono desta atividade a floresta secundária se instalou, mesmo com baixos teores de nutrientes, se tem uma evidência da sustentabilidade deste ecossistema, visto que a floresta atual tem aproximadamente 60 anos.

Da forma como foram coletados os dados e segundo a estratégia definida na metodologia, pode-se concluir que as variáveis físico-químicas do subsistema solo sofrem influências

de agentes exógenos, definindo um comportamento que não permite estabelecer diferenças significativas entre as unidades de paisagem. Este resultado era esperado para a região, pois as altas temperaturas, boa distribuição das chuvas fazem com que o processo de “reconstrução do solo” seja de difícil percepção, principalmente porque podemos ter mais de 80% dos nutrientes do solo em ciclagem na biomassa (ODUM, 1983). Todos os dados referentes à descrição dos perfis de solo estão apresentados no apêndice 1.

## 5.4.2. Serrapilheira

Os dados sobre serrapilheira, cobertura vegetal, matéria orgânica acumulada, matéria orgânica produzida, biomassa acumulada e produtividade primária líquida, estão apresentados nos Apêndices 2 a 8.

### 5.4.2.1. Matéria Orgânica Depositada (MOD)

A quantidade de matéria orgânica depositada até o início da coleta, permite fazer inferência sobre a capacidade do ecossistema em produzi-la e/ou decompô-la. Observa-se que há uma grande variabilidade de quantidade média acumulada por  $m^2$  em cada UPD (Quadro 16) com tendência concordante e crescente entre UPD's. Estatisticamente estes resultados evidenciaram que há quatro grupos diferentes, constituídos de forma crescente pela  $AE < PS + PM < AG_L + FI < FSI + FST$ .

**Quadro 16:** Quantidade média, em gramas, MOD acumulada por  $m^2$  em cada UPD.

Pontos de encosta	Unidade de Paisagem Degradada						
	AE	PS	AG	PM	FI	FSI	FST
Terço superior	8,33	825,0	213,3	603,3	802,5	1028,0	1290,0
Terço médio	0,0	420,0	1793,3	335,0	925,0	1185,0	1103,3
Terço inferior	15,0	180,0	625,0	723,3	746,6	1495,0	1891,6
Média	7,77	475,0	877,0	553,7	824,7	1236,0	1428,3

A área de PS apresentou uma diminuição brusca da quantidade de matéria orgânica depositada no sentido descendente da encosta. Esses dados apresentam uma correlação inversa com o valor V% nos terços (37% no terço superior, 38% no terço médio e 39% no terço inferior),

porém correlacionam-se com a pressão de pastoreio. Nas áreas de pastagem o uso intenso é no terço inferior, decrescendo nos terços médio e superior.

O freqüente consumo dos restos da cobertura vegetal pelo gado, reduz a quantidade de material a ser depositado no solo, com isso a ciclagem torna-se reduzida (REIJNTJES *et al.*, 1994).

A AG apresentou comportamento atípico, quando comparada aos demais parâmetros em estudo, superando a FI em quantidade de matéria orgânica depositada. Isso se deve à grande quantidade de matéria orgânica acumulada no terço médio. Observa-se no terço médio o efeito pontual da simples queda de um ramo próximo aos blocos de coleta de dados influenciar os resultados.

Outro fator que confirma ser este um comportamento atípico, é o fato de ser esse o terço da encosta que apresenta maior declividade (69,2%), sendo por conseguinte, a área que mais dificulta o acúmulo de material.

Observa-se, no entanto, uma baixa quantidade de matéria orgânica depositada no terço superior, representando a segunda menor média de acúmulo de matéria orgânica, depois dos terços da AE.

O PM se caracterizou por apresentar variação na quantidade de matéria orgânica depositada nos seus terços (603,3 g no terço superior, 335,0 g no terço médio e 723,3 g no terço inferior), a posição na encosta facilitou o acúmulo de material no terço inferior, contribuindo desta forma para os resultados encontrados.

Aliado a esse fato, observa-se que o terço inferior da encosta apresenta o maior declive dessa UPD, servindo apenas de acesso aos terços superiores, sendo submetido a uma menor pressão de pastoreio. Em decorrência disto surge o aumento do pastoreio e do pisoteio no terço médio da encosta.

O terço superior, por apresentar menor declive e o maior V% (30) com uma pressão de pastoreio intermediária pela distância de acesso, apresentou valores médios de matéria orgânica depositada (603,3 g).

Observa-se nessa área um grande acúmulo de matéria seca de difícil desprendimento da planta mãe, material que, segundo a metodologia adotada, não foi retirado para análise.

A FI apresentou comportamento de maior acúmulo de matéria orgânica depositada no terço médio (925,0 g), superior (802,5 g) e inferior (746,6 g), existindo grande homogeneidade entre os dados conforme observado pelo teste de Tuckey. Esse acúmulo de material confirma a

tendência de incremento da quantidade de matéria orgânica depositada em função do menor grau de alteração do meio.

Esse resultado destoa do que é verificado em áreas de cobertura florestal, onde o acúmulo de matéria orgânica depositada é crescente no sentido descendente da encosta. Nessas áreas, o fator relevo (posição na encosta e declividade) pode estar causando maior interferência neste acúmulo.

Apesar desse comportamento de aumento de acúmulo ser observado nos terços superior e médio da encosta, ele não é verificado no terço inferior. É importante notar que nessas áreas ainda ocorre frequência esporádica de animais de pastoreio, o que pode influenciar na resposta do meio (produção de matéria orgânica), uma vez que esta área foi a que apresentou os maiores valores de V% (69) e um dos menores declives (33,3%) entre as UPD's.

A FSI, apesar das variações de declividade (62,5% no terço superior, 70,5% no terço médio, 67,9% no terço inferior) e valor V% (29 no terço superior, 24 no terço médio, 20 no terço inferior), apresentou o comportamento de acréscimo crescente de matéria orgânica depositada no sentido descendente da encosta, com maior produção no terço inferior (1495,0 g), seguida dos terços médio (1185,0 g) e superior (1028,0 g).

Esses dados, iguais entre si pela análise do teste de Tukey, comprovam o acúmulo de material com a evolução da sucessão ecológica (KAGEYAMA, 1994).

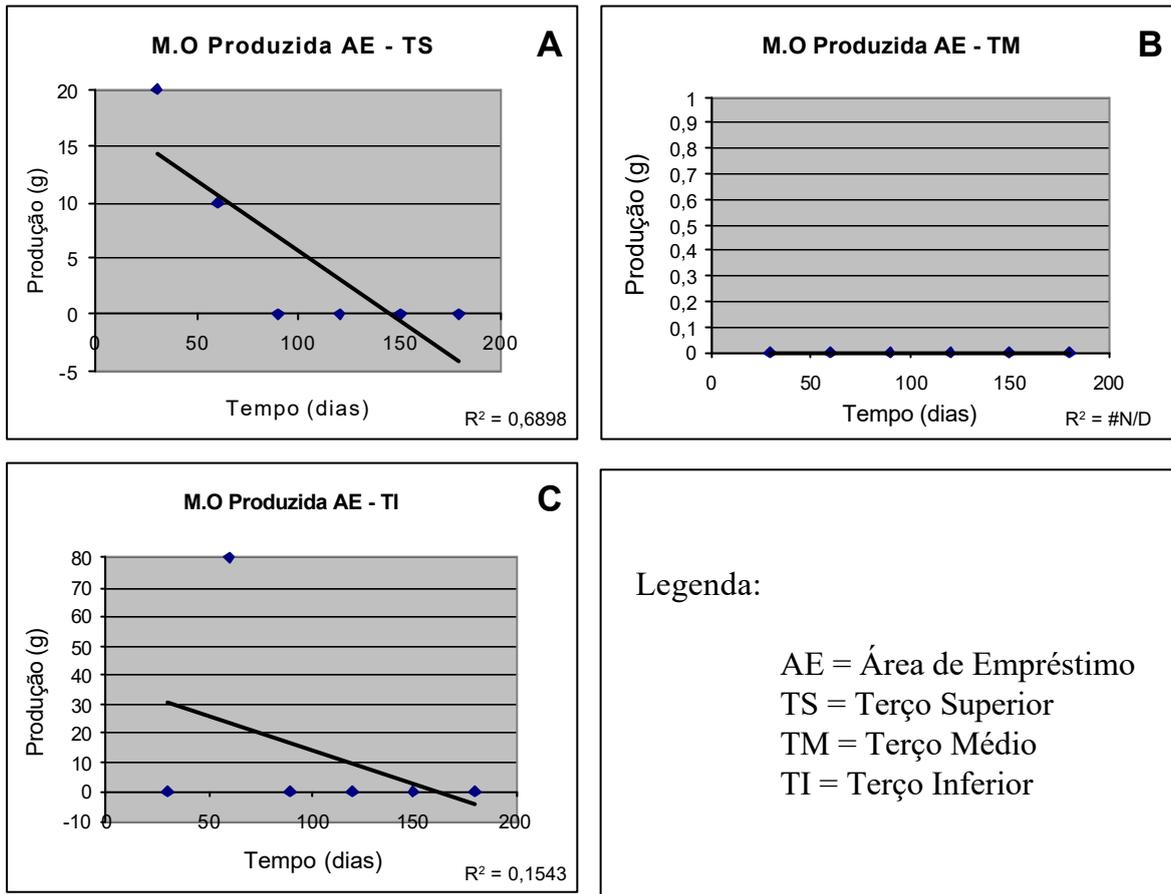
A FST apresentou o conteúdo de MOD condicionado ao fator fertilidade do solo e declividade no comportamento dos terços médio e superior.

O terço médio da encosta foi o que apresentou menor deposição de matéria orgânica ( $1103,3 \text{ g/m}^2$ ) e teve como consequência o menor valor V% (13) no maior declive (64,3%) quando comparado ao terço superior, que apresentou um maior acúmulo de matéria orgânica, pois apresentou um valor V% de 17 e a menor declividade da encosta (42,9%).

O terço inferior com a maior declividade (74,1%) e o maior valor V% (21), ocupando a posição de acúmulo de material na encosta e aliado à exuberância da cobertura vegetal desta UPD, apresentou a maior quantidade de matéria orgânica depositada (1891,6) entre todos os terços estudados, confirmando novamente que a taxa de deposição de matéria orgânica aumenta de acordo com o estágio evolutivo da cobertura vegetal no ambiente. Nesta posição, de acúmulo, temos o maior valor V%, e com isto maior desenvolvimento da vegetação e produção de material decíduo.

A análise da quantidade de matéria orgânica produzida (MOP) representa a quantidade que foi depositada sobre o solo no período em estudo e permite avaliar a capacidade do ambiente em produzi-la.

A AE não apresentou dados que pudessem ser correlacionados entre si e nem com os das demais UPD's (Figura 33), pois sua incipiente cobertura não produz matéria orgânica.



**Figura 33:** Matéria Orgânica Produzida na UPD área de Empréstimo.

No terço médio (T M) não foi possível a coleta de material para a quantificação do conteúdo de MOP. Os terços inferior (TI) e superior (TS) foram capazes de produzir material até os 60 dias, tornando-se esta produção desprezível a partir desta data. Com isso os resultados apresentaram-se não significativos.

Estes dados evidenciam apenas o comportamento das espécies “*y*” estrategistas, que neste caso garantem o crescimento nos primeiros 60 dias e o ambiente sem resiliência, não propiciam o surgimento de propriedades emergentes para que as espécies “*k*” estrategistas

colonizem. Desta forma, a UPD permanece imutável em um lapso de tempo de 180 dias, mesmo com ausência de fogo.

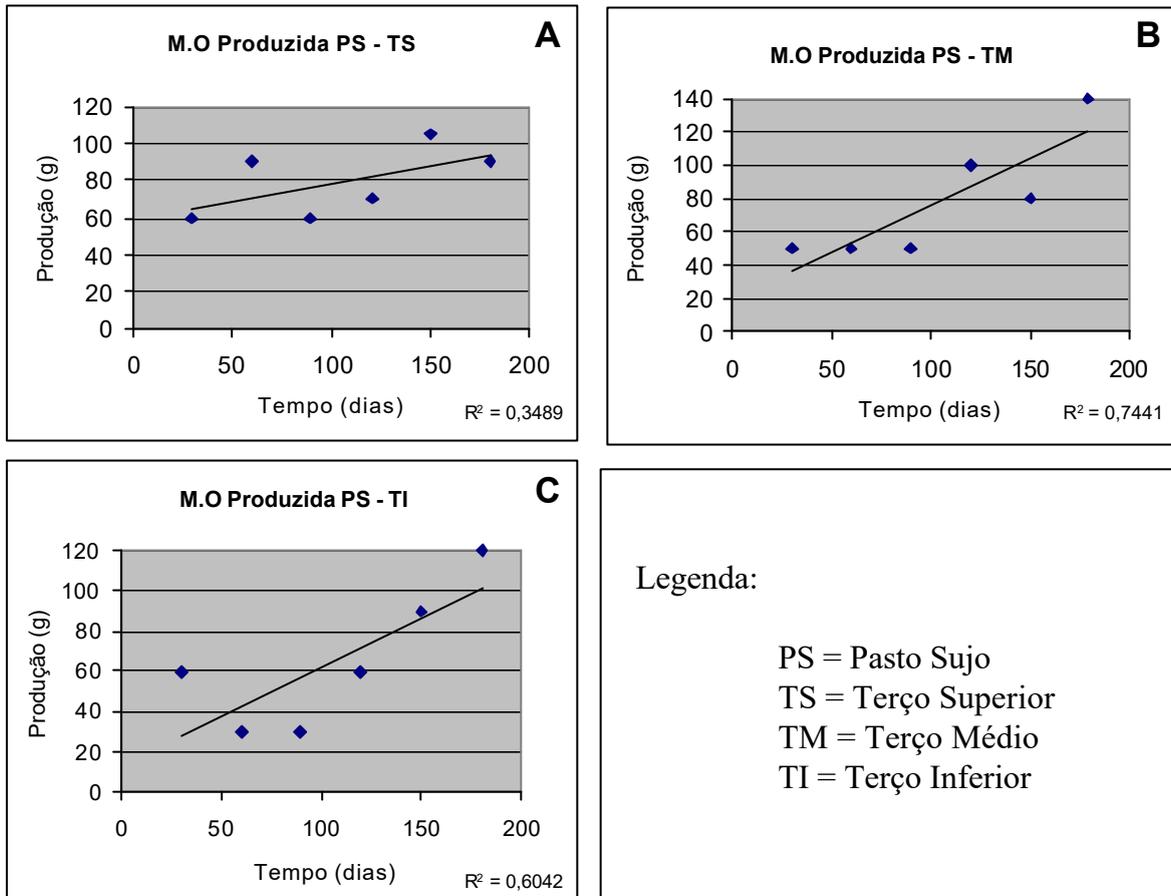
O PS apresentou  $R^2 = 0,58$  significativo a 5%, correspondendo a um pequeno incremento de matéria orgânica produzida no terço superior durante o período de amostragem. Para o terço médio, observa-se uma maior quantidade de MOP, constatada pelo coeficiente de correlação ( $R^2 = 0,84$ ), significativo a 1%. Através da Regressão Linear Média observa-se, uma maior taxa de crescimento no período de 0-50 dias, porém com baixa significância (22%) e um crescimento não significativo (Figura 34).

Para esta UPD, o terço inferior apresentou um comportamento intermediário com um  $R^2 0,74$ , significativo a 1% (Figura 34).

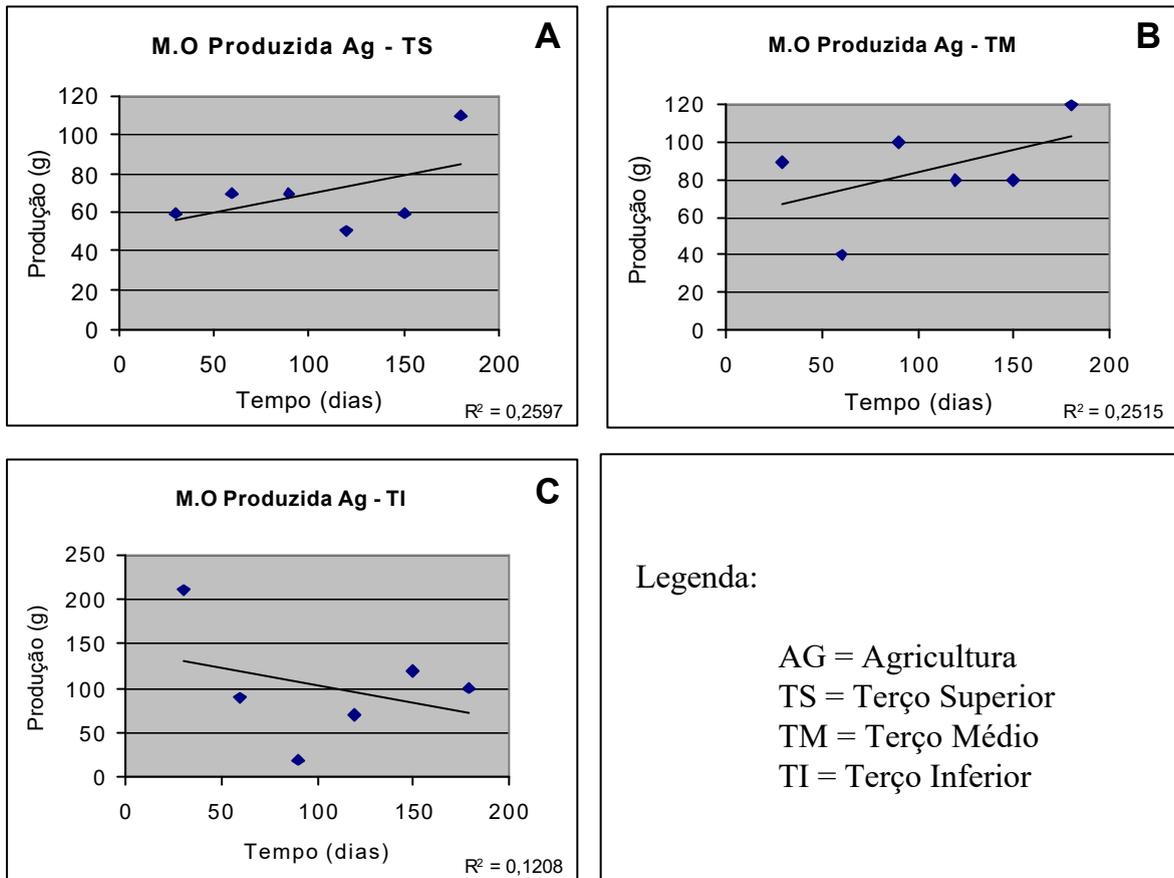
Nesta UPD observamos tendência de resiliência positiva com o passar do tempo. O surgimento de mais matéria orgânica no tempo sinaliza maior crescimento vegetativo, propensão a criação de propriedades emergentes, aumento da resistência e elasticidade ambiental da UPD. Esta diferença de tendência, permite concluir que ao longo do tempo, este e a UPD anterior são diferentes ambientalmente entre si.

A unidade de AG apresentou um incremento médio mensal de matéria orgânica produzida de 70,0 g para o terço superior, 85,0 g no terço médio e 101,6 g no terço inferior. Em todos os terços estudados os resultados de  $R^2$  foram baixos e não significativos a 1 e 5% (Figura 35), tanto pela análise de Regressão Linear Simples como na Regressão Linear Média, não existir correlação entre a produção em função do tempo.

Este resultado deve-se ao tipo de manejo empregado na área que consiste na retirada da cobertura vegetal proporcionando uma pequena adição de MO em toda a vertente durante boa parte do ano.



**Figura 34:** Matéria Orgânica Produzida na UPD Pasto Sujo.



**Figura 35:** Matéria Orgânica produzida na UPD Agricultura.

Como neste ecossistema há forte ingerência antrópica, os efeitos ambientais da recuperação espontânea dependem mais de causas exógenas que das características intrínsecas do ecossistema.

Para UPD PM, observou-se comportamento inverso ao verificado na paisagem AG. Os valores de MOP aumentam no sentido decrescente da encosta. Nesta unidade, o incremento médio de matéria orgânica produzida/mês foi de 280,0 g no terço superior, 225,0 g no terço médio e 175,0 g no terço inferior. Todos os  $R^2$  registrados também baixos e não significativos, reproduziram o comportamento observado para área de AG, caracterizando uma produção pequena e irregular durante o período de coleta de dados (Figura 36).

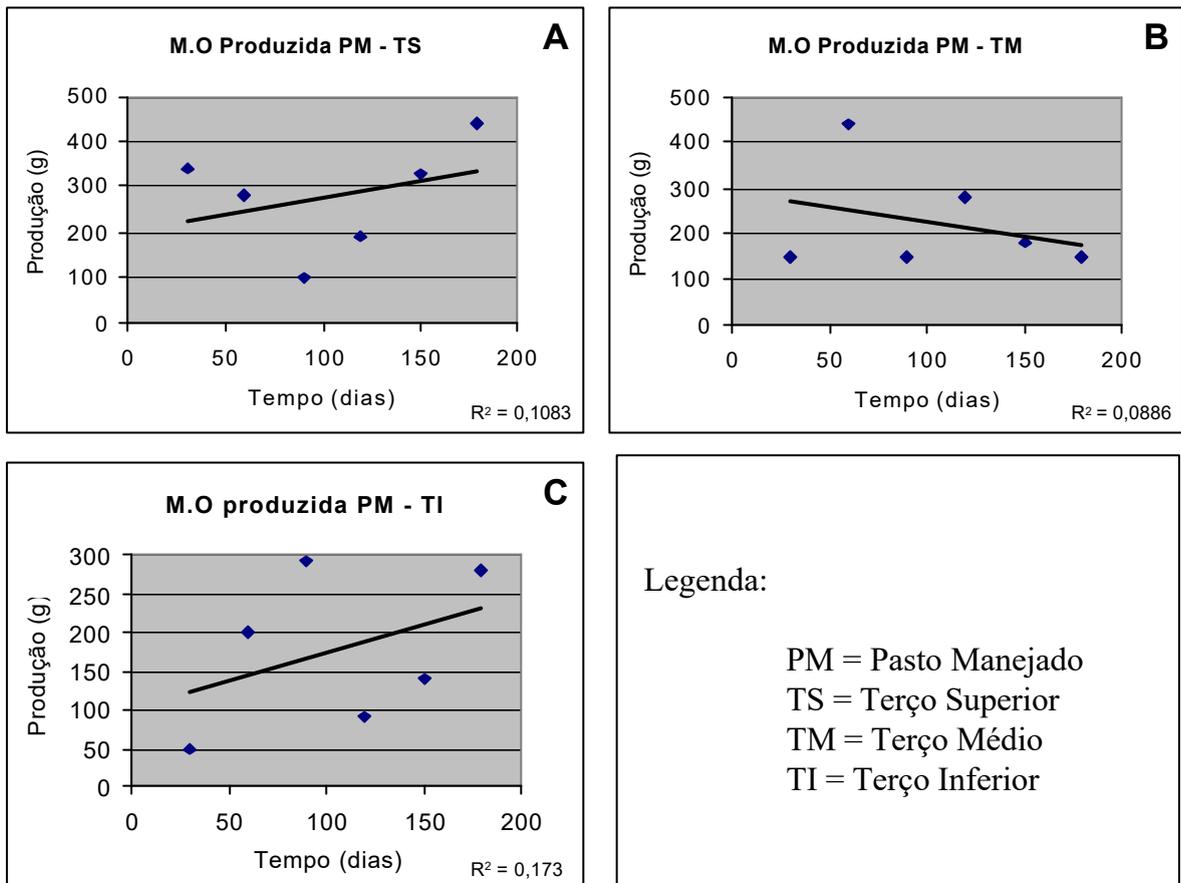
A UPD FI apresentou um comportamento diferente do constatado para as áreas de Pasto e Agricultura, com um incremento médio mensal de matéria orgânica produzida da ordem de 238,3 g no terço superior, 296,6 g no terço médio e 242,1 g no terço inferior.

Além da maior quantidade de matéria orgânica produzida, observa-se para o terço superior correlação positiva ( $R^2$  0,73), significativa a 1% entre os parâmetros produção e tempo, demonstrando uma tendência de aumento linear da produção de matéria orgânica (Figura 37A). Comportamento semelhante com  $R^2$  igual a 0,71, também significativo a 1%, é verificado para o terço médio (Figura 37B).

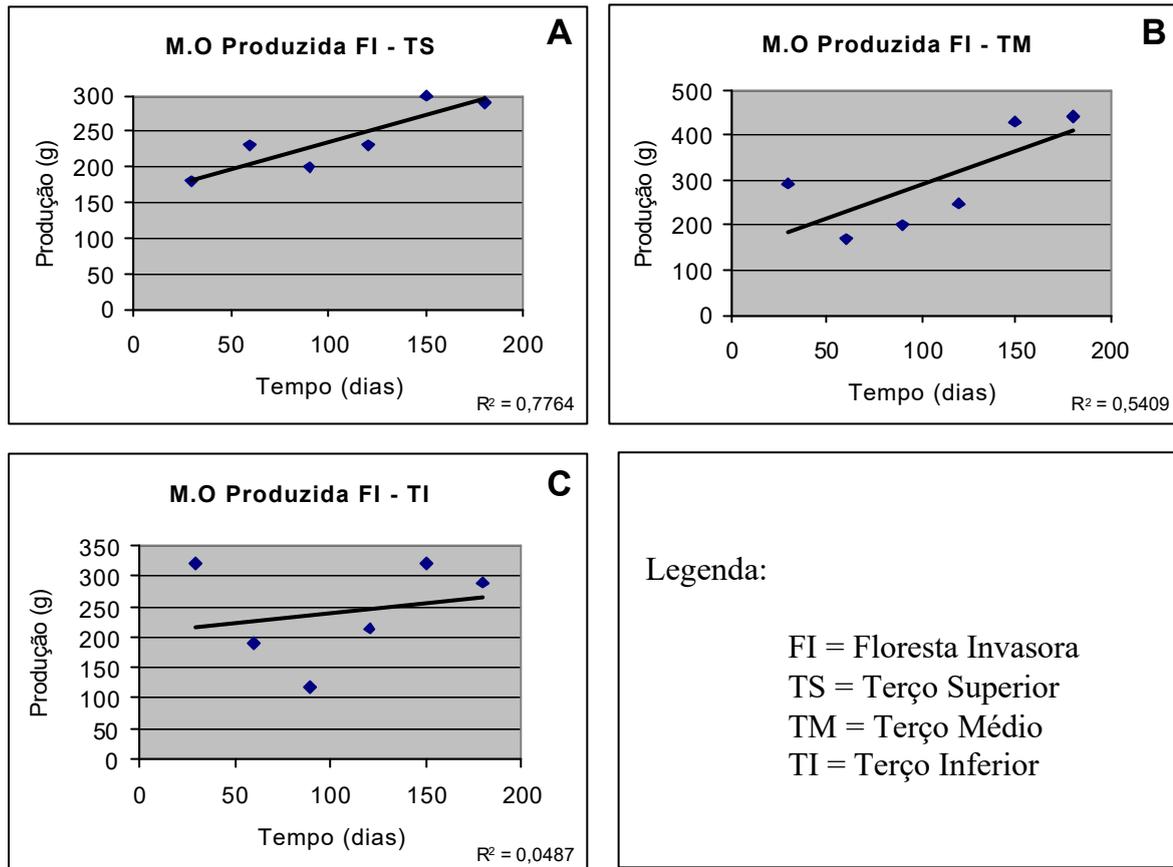
Diferindo dos demais o terço inferior apresentou uma grande variação na produção de matéria orgânica e conseqüentemente um valor de  $R^2$  baixo (0,34) e não significativo, não havendo uma correlação clara entre o aumento de produção e o tempo (Figura 37C).

O comportamento observado, segue o que geralmente é constatado em áreas de predomínio de capim *Brachiaria sp.* onde a cobertura do solo é bem desenvolvida, além disso essa cultura, apresenta alto teor de fibras, o que propicia uma maior demora do desprendimento do material seco para o solo.

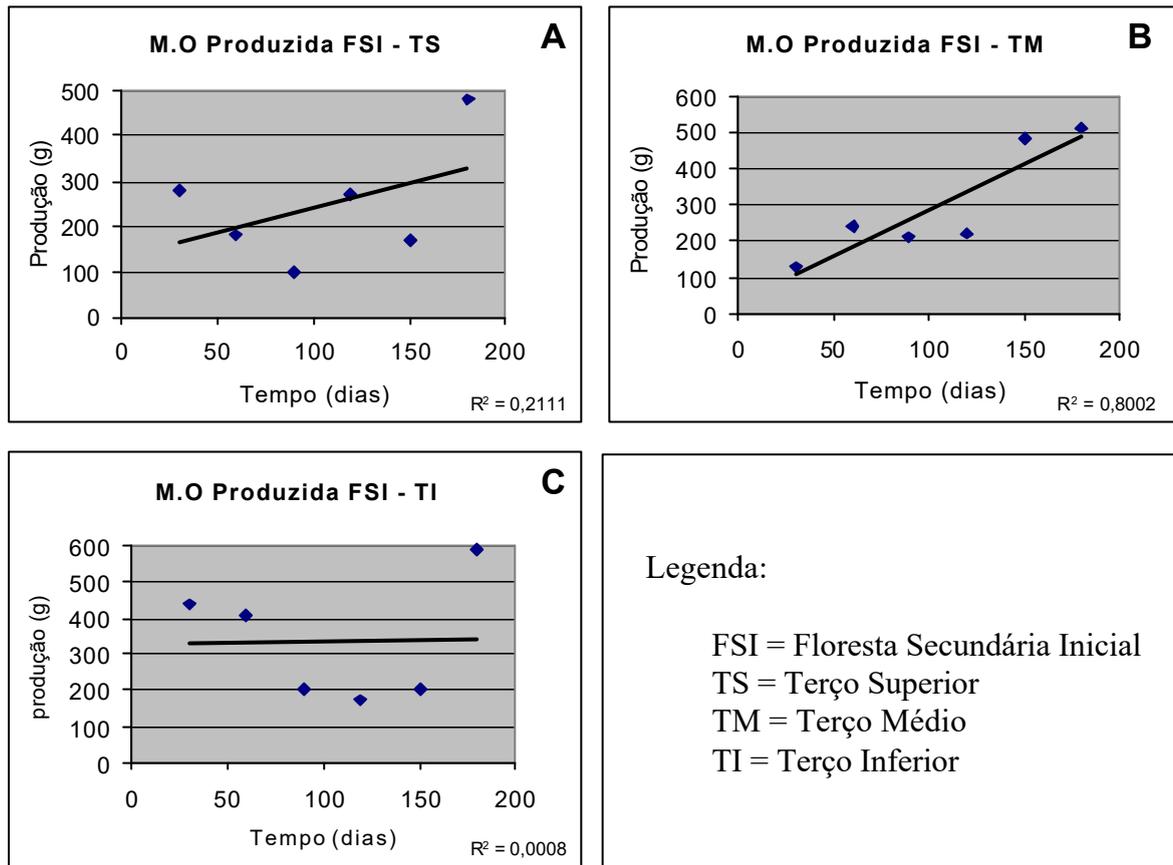
O incremento médio mensal de matéria orgânica produzida para a unidade FSI foi da ordem de 247,6 g no terço superior, 298,3 g no terço médio e 335,0 g no terço inferior (Figura 38A,B,C).



**Figura 36:** Matéria Orgânica Produzida na UPD Pasto Manejado.



**Figura 37:** Matéria Orgânica Produzida na UPD Floresta Invasora.



**Figura 38:** Matéria Orgânica Produzida na UPD Floresta secundaria Inicial.

O terço superior apresentou uma maior variação na produção de matéria orgânica, apesar da tendência de crescimento ser mantida. O  $R^2$  da área foi baixo (0,43) e não significativo a 1 e 5%.

O mesmo comportamento apresentou o terço inferior, com  $R^2 = 0,16$ , sem expressar uma tendência ao crescimento da produção de matéria orgânica como passar do tempo. Através da análise da Regressão Linear Média, não foi observada significância para os  $R^2$  das retas de regressão.

O terço médio se diferencia dos demais apresentando um  $R^2$  igual a 0,87 significante a 1%, o que corresponde a uma relação do aumento da produção de matéria orgânica durante o tempo de análise (Figura 38).

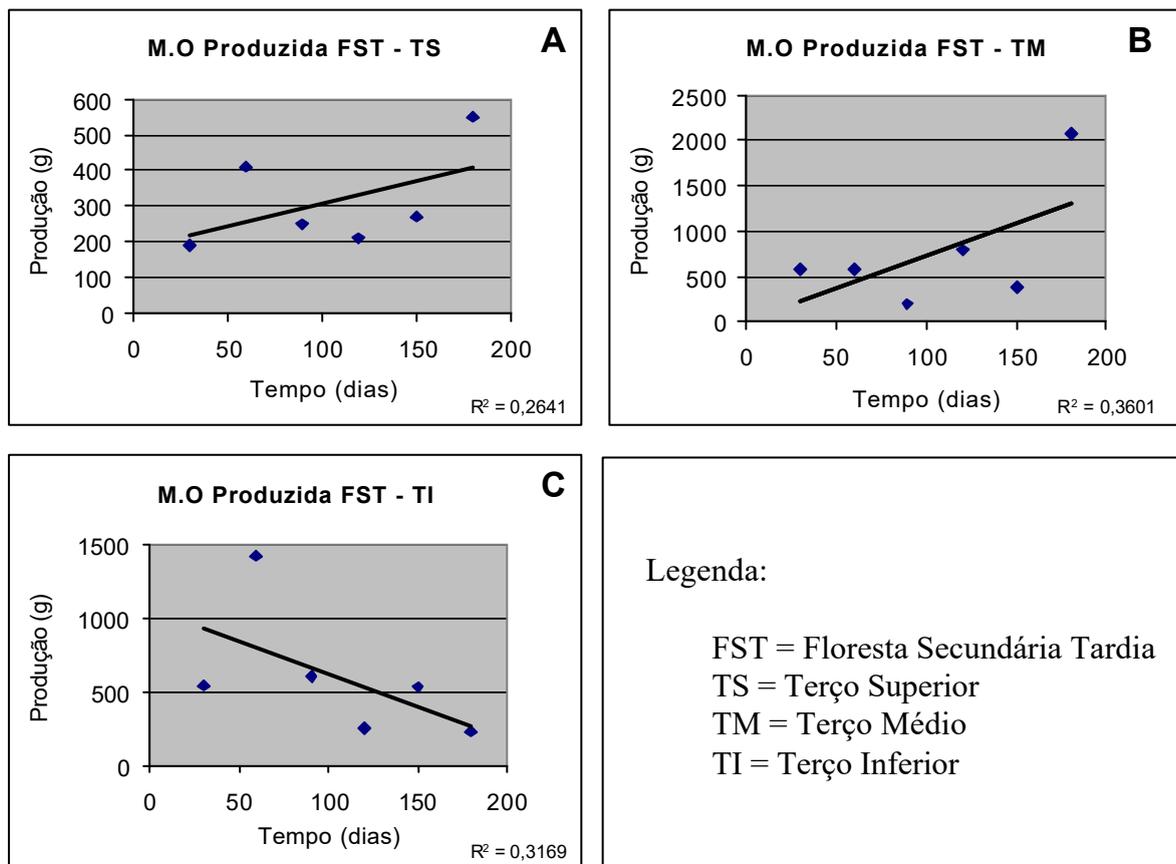
A FST apresentou um incremento médio mensal de matéria orgânica produzida na ordem de 313,3 g no terço superior, 765,0 g no terço médio e 598,3 no terço inferior. Os três terços desta UPD apresentaram  $R^2$  baixo (0,51; 0,47 e 0,007) decrescentes do terço superior ao

inferior, com baixo nível de significância nos terços superior e médio (7 e 8%, respectivamente) e não significativa no terço inferior.

O terço inferior apresentando um comportamento diferente dos demais quando mostra uma tendência de queda e diminuição da produção de matéria orgânica com o passar do tempo (Figura 39).

Observa-se um comportamento semelhante entre as áreas de floresta. Os terços superior e médio apresentam uma tendência a crescimento na produção de matéria orgânica, em níveis próximos ou superiores a 200 g/m<sup>2</sup>/mês. Os terços inferiores apresentam uma tendência de estabilidade ou de queda.

Observa-se um comportamento semelhante entre as áreas de floresta. Os terços superior e médio apresentam uma tendência a crescimento na produção de matéria orgânica, em níveis próximos ou superiores a 200 g/m<sup>2</sup>/mês. Os terços inferiores apresentam uma tendência de estabilidade ou de queda.



**Figura 39:** Matéria Orgânica Produzida na UPD Floresta Secundária Tardia.

Os resultados apresentados evidenciam tendência de recuperação do equilíbrio homeostático mais acentuado nos ecossistemas mais desenvolvidos, este dado pode ser concluído a partir da tendência de aumento da produção de biomassa (produtividade) por tempo em todos os ecossistemas e de forma diferenciada nos ecossistemas mais evoluídos. Os ecossistemas antropizados apresentam comportamento exótico, mas a tendência se perpetua, inclusive sendo mantida nas diferentes feições da toposequência. A única exceção são as áreas de empréstimo, que por constituírem “áreas degradadas”, necessitam de intervenção para sua recuperação (VALCARCEL & DALTÉRIO, 1998).

### 5.4.3. Cobertura vegetal

#### 5.4.3.1. Biomassa

A biomassa segue a tendência apresentada nos parâmetros do sub-sistema serrapilheira. O primeiro grupo é composto pelas UPD's FI, FSI e FST, que apresentam as maiores quantidades de biomassa e o mesmo comportamento entre os terços da encosta apresentando maior produção no terço médio, inferior e superior, respectivamente (Quadro 17). Este fato ocorre inclusive na FI, que localiza-se em solo de elevada fertilidade natural.

Os ambientes florestais apresentam a maior biomassa acumulada, por disporem de espécies que conseguem armazenar mais energia e fixar nutrientes de forma estável, constituído pelas espécies “*k*” estrategistas. A diferença entre FSI e FST aparentemente não tem explicação lógica, podendo ser um provável erro experimental.

**Quadro 17:** Biomassa média acumulada em cada UPD ( $g/m^2$ )

Pontos de encosta	Unidade de Paisagem Degradada						
	AE	PS	AG	PM	FI	FSI	FST
Terço superior	16,6	678,0	183,3	990,0	1200,0	11012,0	4387,5
Terço médio	0,0	621,0	845,0	798,3	2224,0	14485,0	5083,3
Terço inferior	201,6	725,0	971,6	1190,0	2021,0	11795,0	5046,6
Média	72,7	674,6	666,6	992,7	1815,0	12430,6	4839,1

Nestas paisagens, que apresentam maior capacidade de proteção do solo, a relação entre os três terços da encosta é avaliada como sendo influenciada por:

1. ser o terço superior, em geral, área de perda (solo, nutrientes e MO) que acarreta uma menor capacidade de aporte de biomassa;
2. ser o terço médio caracterizado como área de transmissão de nutrientes e apresentar as melhores condições para expressar a resposta de cada UPD, pois nele se minimizam algumas pressões que podem ocorrer nos demais terços pelo efeito de borda;
3. ser o terço inferior zona de acúmulo de nutrientes podendo ser também uma zona de perda, se considerada a maior velocidade e volume de escoamento, como consequência do efeito de acúmulo a montante e do comprimento da encosta. Existe maior pressão de uso, o que pode gerar desgaste deste trecho. Porém as perdas deverão ser compensadas pelo acúmulo de matérias trazidos dos terços superiores.

A UPD Área de Empréstimo se destaca com comportamento distinto das demais, pois é plenamente condicionada por fatores antrópicos, em função do tipo de exploração empregado na área.

No caso em estudo, observa-se maior produção de biomassa no terço inferior devido a movimentação do terreno com máquinas, para retirada de material dos terços superiores criando ambiente propício ao repovoamento vegetal. O terço médio, pela posição na encosta, e pela característica da retirada de material, é o que se apresenta mais degradado, dada a exposição do horizonte C e a maior distância de fontes de propágulos, não permitindo desta forma a colonização vegetal.

O terço superior, apesar da retirada de solo, teve menor intervenção antrópica, encontra-se próximo das fontes de propágulos, possibilitando a colonização vegetal espontânea.

O terceiro grupo de paisagens com comportamento semelhante é o formado pelas UPD's Pasto Sujo, Pasto Manejado e Agricultura que se caracteriza por apresentar intervenção antrópica destinada a exploração agropecuária.

Nas áreas de pasto o comportamento da produção de biomassa foi idêntico entre si, apresentando valores maiores nos terços inferiores, superiores e médios, respectivamente.

Nestas áreas as práticas de manejo são fatores que condicionam a produção de biomassa (além da disponibilidade de nutrientes do solo expressa pelo valor V%). O resultado encontrado, demonstra que a alta rusticidade e a grande capacidade do gado em percorrer as pastagens, mesmo nas condições de relevo com alta declividade, desta forma os terços médios das

encostas foram submetidos a uma maior pressão de pastoreio, caracterizada pela menor produção de biomassa.

O terço médio da encosta submetido a uma maior pressão de pastoreio, se caracteriza como uma zona de perda de materiais facilitada pela alta declividade do local apresentando desta forma uma menor capacidade de produção de biomassa quando comparado aos demais, embora esta diferença não atinja valores elevados, para as unidades de paisagem de Pasto (Quadro 17). Na UPD Pasto Manejado o alto valor de biomassa no terço inferior (1190,0 g) decorre da alta declividade da área (63,1%) que dificulta o acesso e a permanência dos animais, reduzindo desta forma a pressão de pastoreio da área. Em relação à quantidade de biomassa produzida estas áreas se assemelham a UPD de agricultura.

A área de agricultura submetida a exploração de subsistência, com uso consorciado de culturas perenes (cana, mandioca e banana) e culturas anuais (feijão e milho), é a que apresenta a maior movimentação do solo, seja pelas capinas freqüentes requeridas pelas culturas de ciclo curto ou pelas práticas de aração e gradagem. Essas práticas, associadas à declividade da área (31,7% no terço superior; 69,2% no terço médio e 62,6% no terço inferior), contribuíram para acelerar o processo de degradação desta unidade.

Em toda área da bacia a agricultura realizada nas encostas é mais usual e intensa no terço superior, contribuindo para que haja desgaste deste terço, fator corroborado pelos dados de biomassa e valor V% (Quadros 13 e 17).

Nas áreas de Floresta o processo erosivo é minimizado pela ação da cobertura vegetal, representado pelas copas, pela presença do sub-bosque e pela presença da serrapilheira (Figura 40). Este aspecto é comprovado pela análise dos dados de espessurado horizonte A e teor de carbono orgânico no horizonte A (Quadros 14 e 15).

Analisando-se a declividade da área verifica-se que esta é alta em todas as unidades estudadas (acima de 30%), o que caracteriza um relevo ondulado e forte-ondulado (LEMOS & SANTOS, 1984). Diferencia-se apenas na FI que decresce neste mesmo sentido e na área de agricultura que cresce do terço superior para o médio e decresce posteriormente para o inferior, como apresentado no Quadro 13.

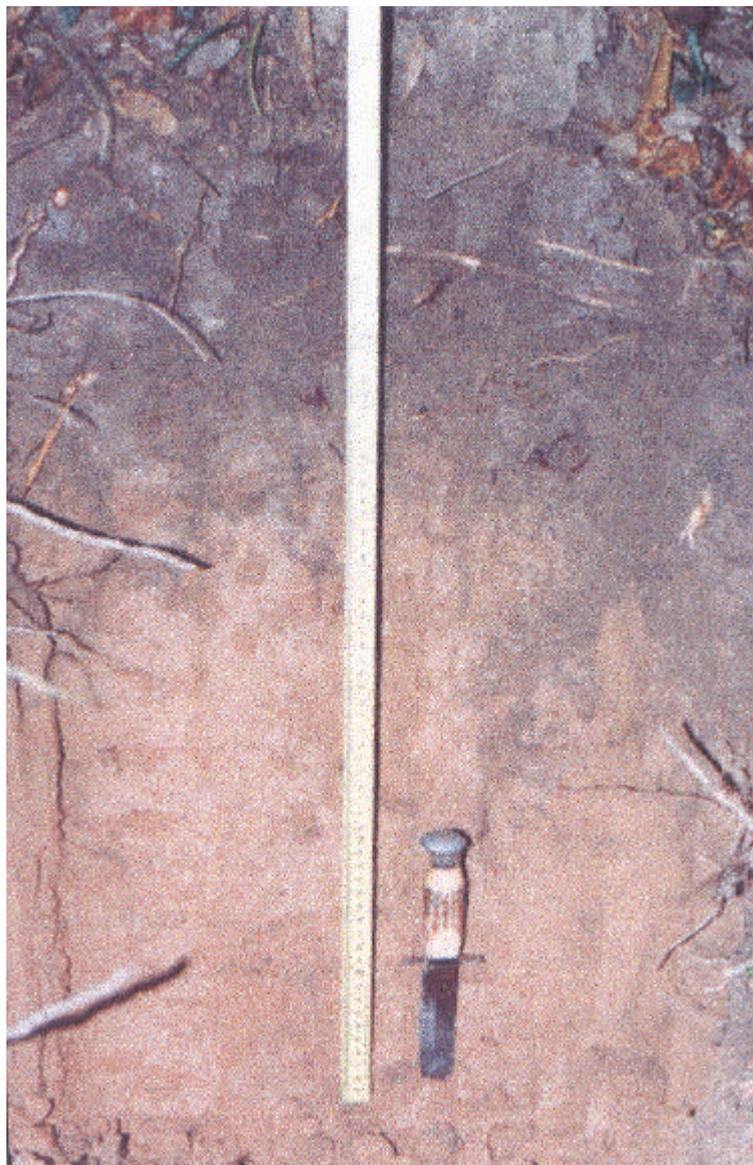
#### **5.4.3.2. Produtividade Primária Líquida**

As produtividades mensais médias da cobertura vegetal das UPD's evidenciam a manutenção de tendência anterior, embora os valores médios não sejam discrepantes (Quadro 18).

**Quadro 18** Produtividade primária líquida ( $\text{g/m}^2$  mês)

Pontos de encosta	Unidade de Paisagem Degradada						
	AE	PS	AG	PM	FI	FSI	FST
Terço superior	1,66	170,0	503,3	681,0	511,0	341,6	470,0
Terço médio	0,0	158,3	491,6	280,0	823,3	265,8	296,6
Terço inferior	23,3	333,3	460,0	473,3	735,0	1175,0	638,3
Média	8,32	220,5	484,9	478,1	689,7	594,1	468,3

Observa-se que a UPD FI apresentou um maior aporte de material orgânico por mês, seguida, respectivamente das UPD's FSI, AG, PM, FST, PS e AE. O terço inferior foi o que melhor reagiu às intervenções, apresentando melhor produção em quatro das sete UPD's, o que corresponde a 57,14% das áreas. Já no terço médio verificou-se o pior desempenho, apresentando maior produção em apenas uma das UPD's (14,28%).



**Figura 40:** Horizonte A na UPD Floresta secundária Inicial.

Nos terços superior e inferior houve uma pequena produção de material no período de amostragem (10 g e 140 g, respectivamente), mas a análise desses dados, mostra baixos valores de  $R^2$  no terço superior e no terço inferior (Figura 41).

A AE não esboça o menor sintoma de reação ao impacto constituído pela retirada da biomassa viva, apenas o terço inferior apresenta incremento de produtividade mensal, embora em pequena quantidade, evidenciando que esta área carece de resiliência.

Estes resultados comprovam o alto grau de degradação/intervenção a que o meio está exposto com esse tipo de uso, uma vez que eles não demonstram uma capacidade paulatina de incremento do material orgânico no ambiente (VALCARCEL, 1992).

A área de PS apresentou em seus três terços, tendência a resistir ao impacto causado, embora a resistência média seja 250 g/mês (Figura 42).

No terço médio o incremento de material não se estabilizou aos 180 dias de coleta de dados, pois esta unidade apresenta capacidade de resposta lenta. No terço inferior esta estabilização só começou aos 178 dias, caracterizando resposta intermediária.

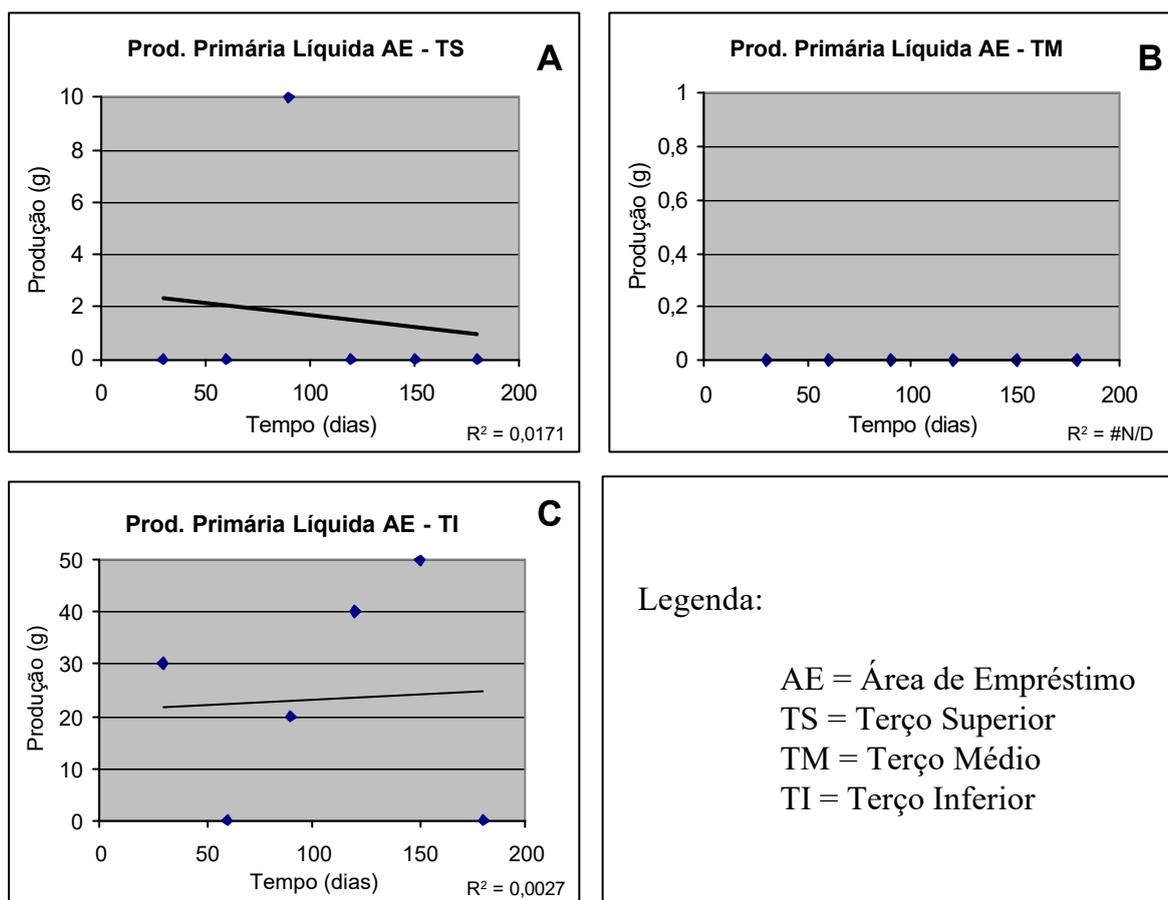
Na área de AG os resultados foram graduais e sem tendência definida. O maior crescimento observado aos 130 dias, provavelmente deve-se a alguma chuva com outro fator externo (Figura 43).

O PM, juntamente com o PS foram as UPD's que tiveram melhores ajustes de tendências a um modelo linear e produção maior que a dos demais terços da encosta (681 g), sem tendência de estabilização do crescimento no período estudado (Figura 44).

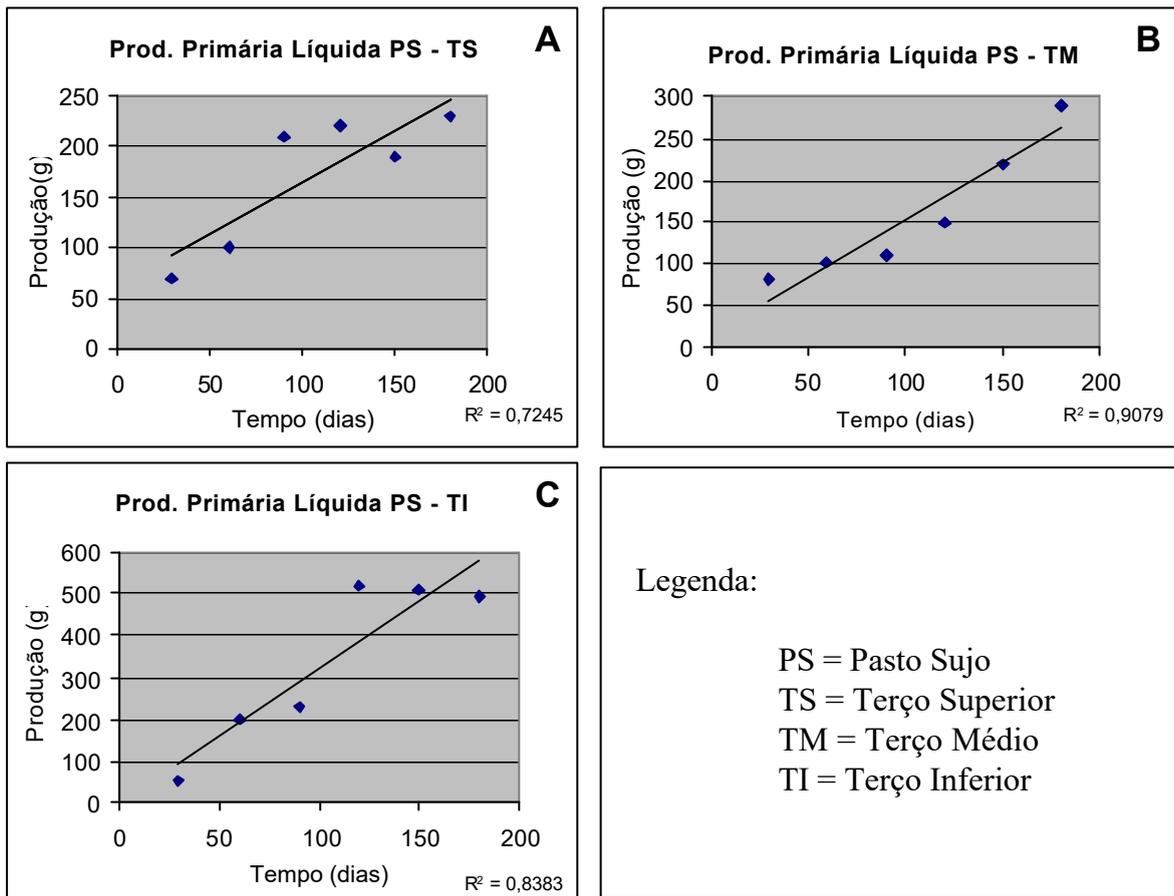
Este comportamento é esperado uma vez que o terço superior é o submetido a menor intensidade de pastoreio, dada a dificuldade dos animais de chegarem à área, sendo que esta dificuldade diminui, ao longo da encosta. Isso faz com que os terços sejam mais explorados e que apresentem um menor potencial biótico.

A UPD FI também manteve tendência de reagir ao corte e produzir grande quantidade de biomassa nos seus três terços (Figura 45).

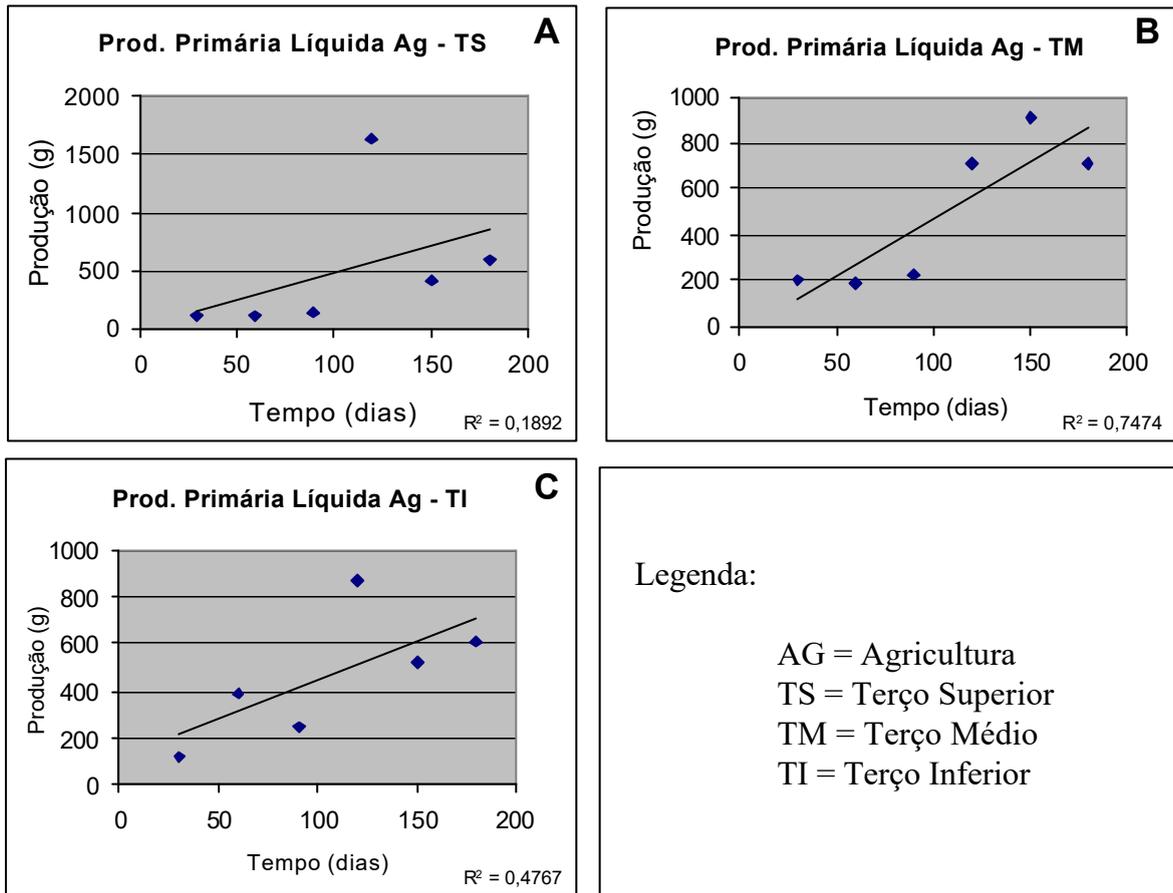
A FSI apresentou uma progressão de dados semelhantes às duas UPD's anteriores (Figura 46).



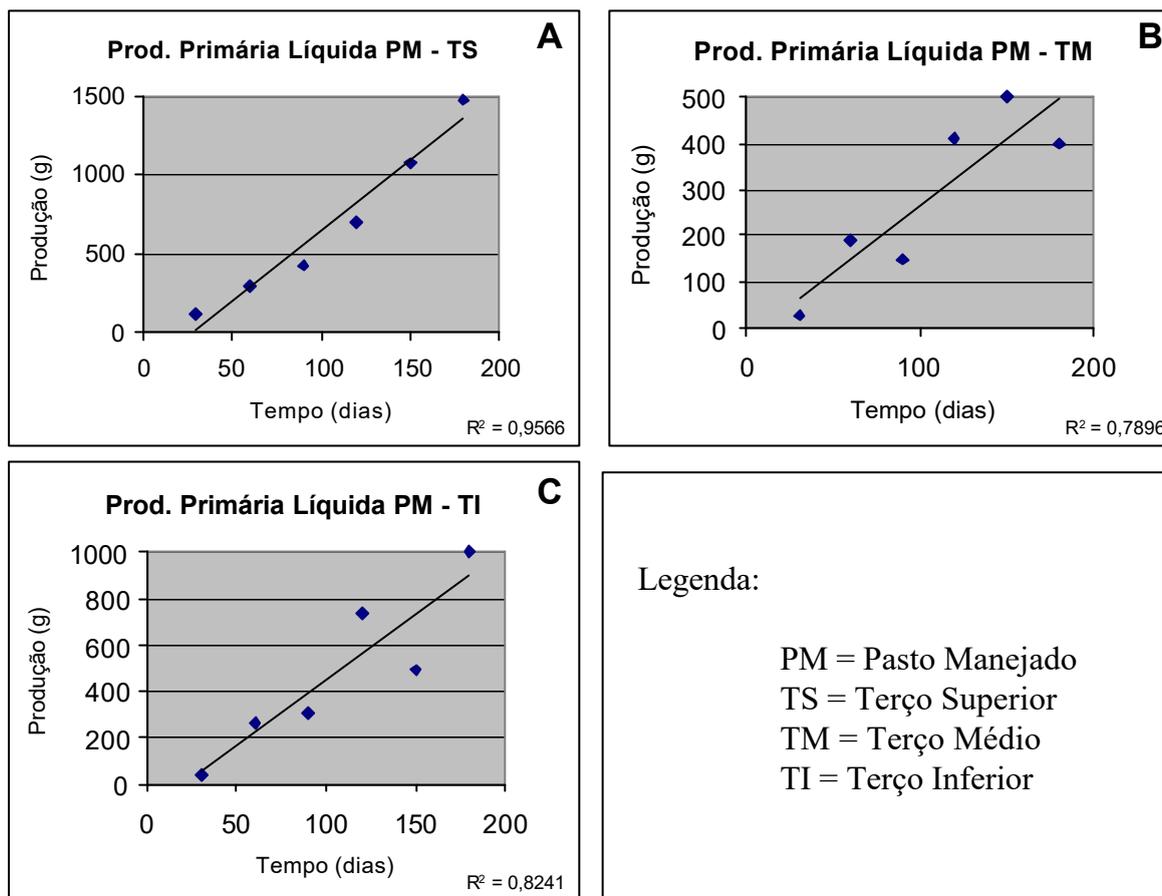
**Figura 41:** Produção média mensal de biomassa na UPD Área de Empréstimo.



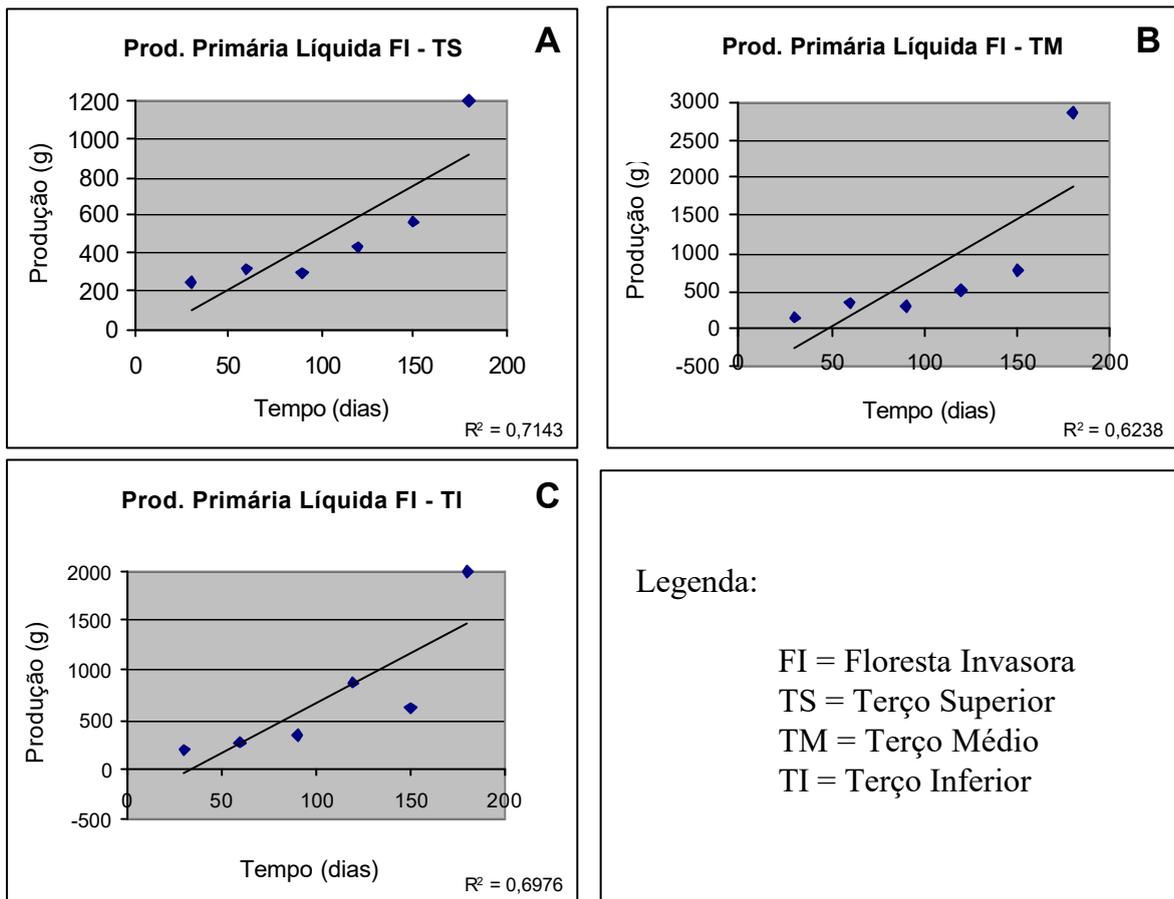
**Figura 42:** Produção média mensal de biomassa na UPD Pasto Sujo.



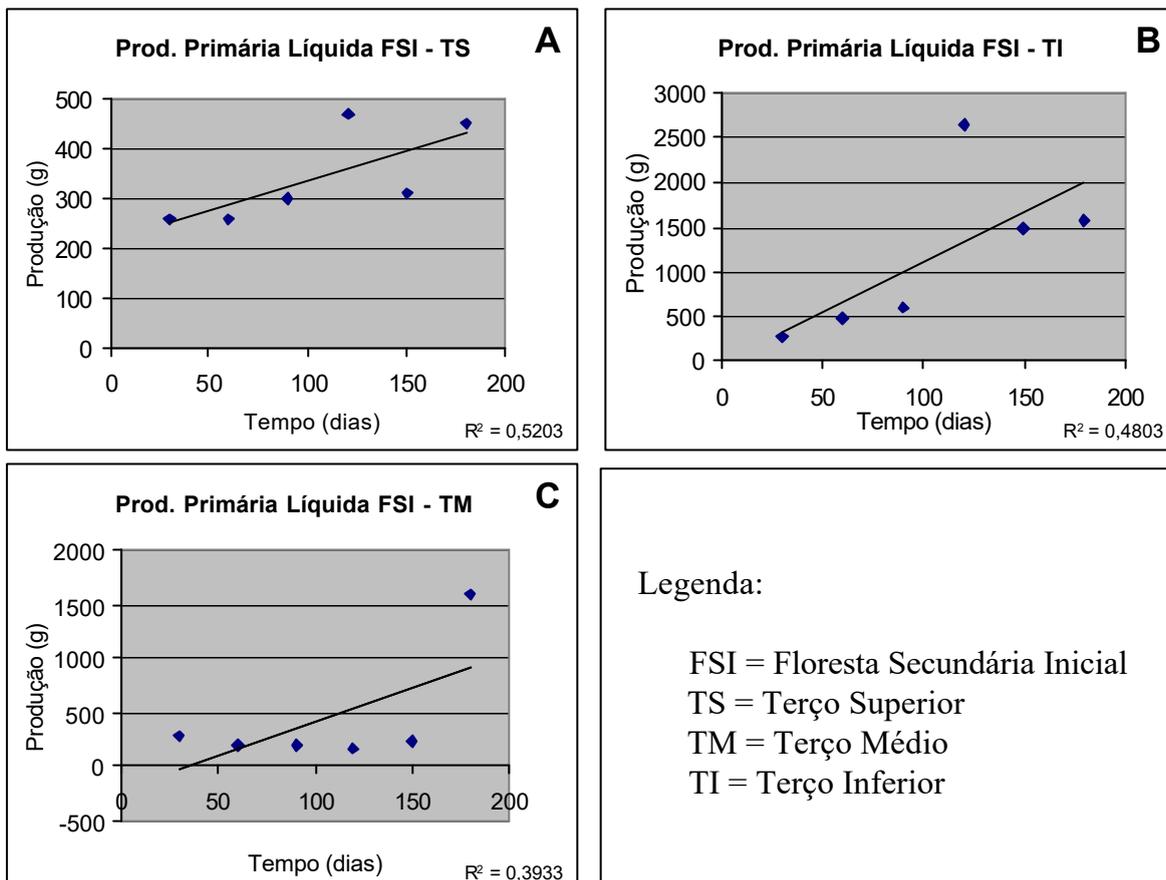
**Figura 43:** Produção média mensal de biomassa na UPD Agricultura.



**Figura 44:** Produção média mensal de biomassa na UPD Pasto Manejado.



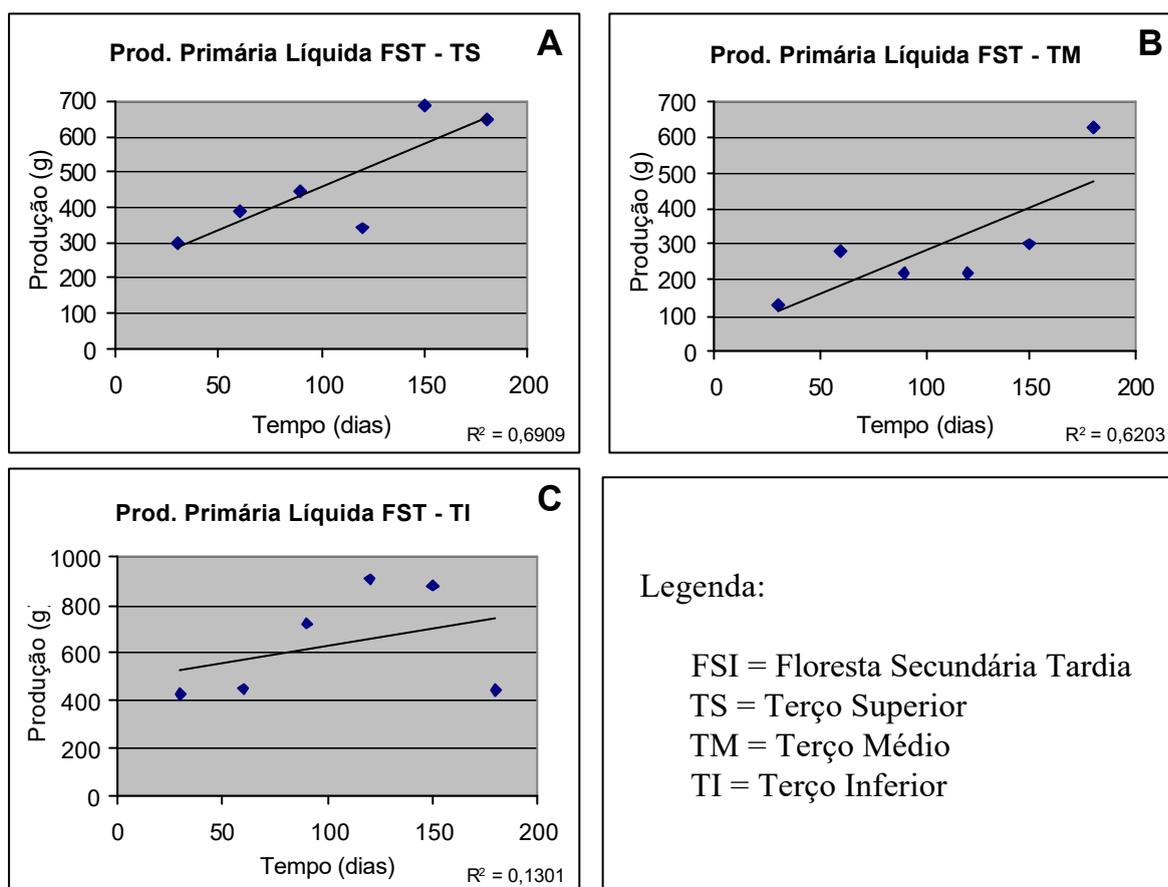
**Figura 45:** Produção média mensal de biomassa na UPD Floresta Invasora.



**Figura 46:** Produção média mensal de biomassa na UPD Floresta Secundária Inicial.

As últimas três observações do terço inferior, contudo, sofreram um efeito pontual causado pela queda de um galho de árvore, influenciando os resultados e diferenciando-os dos demais terços.

A FST seguiu mantendo a tendência das demais UPD's, embora o seu incremento seja mais lento, justamente pela presença de espécies "k" estrategistas (Figura 47).



**Figura 47:** Produção média mensal de biomassa na UPD Floresta Secundária Tardia.

## 6 CONCLUSÕES

1) A fitofisionomia dos ambientes classificados como paisagens degradadas permitiram estratificar sete unidades de paisagens diferentes.

2) A classificação envolvendo as sete unidades de paisagens recobre a totalidade das paisagens existentes na bacia.

3) A definição de paisagem degradada a partir do acentuamento dos processos erosivos em cada uma das unidades de paisagens foi uma estratégia de estratificação espacial das áreas na bacia do rio cachimbal, porém, quando analisa-se independentemente os parâmetros que a compõem os seus três subsistemas: parte aérea, serrapilheira e solo, os resultados não confirmam plenamente as expectativas, evidenciando que há outros fatores formadores de paisagens regionais.

4) A caracterização das propriedades químicas e físicas dos solos não permitiu chegar a um resultado claro, devido, provavelmente, ao seu grau de esgotamento pelas práticas agrícolas. Apesar de não haverem sido encontradas tendências claras, observou-se:

- a) os solos são muito pobres;
- b) aumento da densidade do solo na parte mais baixa da encosta, devido ao processo de erosão laminar e pisoteamento;
- c) menor espessura do horizonte A nas áreas com uso agropecuário (Pasto Sujo, Pasto Manejado e Agricultura);
- d) aumento de Carbono Orgânico (%) nos ecossistemas com maior cobertura e menor nível de degradação;
- e) aumento na capacidade de saturação por bases na superfície (0-10) do solo, evidenciando o papel da cobertura vegetal na manutenção da exígua fertilidade dos solos;
- f) nas áreas de empréstimo, onde os processos erosivos são mais acentuados, observou-se o contrário;

g) o efeito da vegetação na ciclagem de nutrientes do solo foi constatado, onde os baixos teores nos solos das Florestas Secundária e Inicial e Secundária Tardia evidenciam a eficiência do sistema em fornecer nutrientes para as plantas.

5) Apesar da Floresta Secundária Tardia ter mais de 60 anos, o sub-sistema solo não apresentou variações significativas entre as variáveis físico-químicas observadas. Este fato evidencia o quão lento é o processo de recuperação na área, independente da composição florística que encontra-se sobre o sub-sistema solo.

6) A quantidade média de matéria orgânica depositada nas sete unidades de paisagens durante o mesmo tempo evidenciou a tendência de quanto maior a degradação do ecossistema, menor ser a sua produção de matéria orgânica. Este mesmo dado, analisado nos três terços da encosta apresentou resultados díspares, provavelmente pelo sistema de amostragem adotado e/ou influência de outras variáveis. Algumas tendências foram observadas:

- a) ecossistemas menos degradados apresentam mais matéria orgânica depositada que ecossistemas mais degradados;
- b) a tendência de haver mais matéria orgânica depositada nos terços inferiores foi mantida, embora no ecossistema com florestas essa tendência não tenha sido clara, dada a homogeneidade da vegetação;
- c) a presença de restos de culturas elevaram os valores de matéria orgânica depositada na unidade Agricultura.

7) A produtividade mensal de matéria orgânica no período de 180 dias evidenciou: a) ecossistemas mais degradados produzem menos matéria orgânica (Área de Empréstimo); b) todos os demais ecossistemas apresentam tendência ao acúmulo de material orgânico no tempo em todos os terços da encosta; c) não há evidências de que os ecossistemas tenham alcançado o equilíbrio em 180 dias (produção semelhante à degradação de matéria orgânica); d) o patamar de produção de matéria orgânica foi maior nos ecossistemas menos degradados.

8) A capacidade de cada ecossistema, em cada um dos sete tipos de paisagens degradadas, de reagir a uma mesma perturbação (corte de vegetação) foi diferente e: a) apresentam

menor produção os mais degradados; b) apresentam maior produção os mais invasores (Floresta Invasora e Floresta Secundária Inicial), pois suas plantas têm preferência pela transformação de energia para colonizar o ambiente; c) a Floresta Secundária Tardia, por estar em um patamar de equilíbrio mais evoluído, obedecendo a estratégias de consolidação no ecossistema, produziu menos biomassa que a Floresta Secundária Inicial.

## 7. RECOMENDAÇÕES

1) Pelas condições de solo, relevo e vegetações originais e atuais da área de estudo sugere-se a implantação de linhas de pesquisa e de modelos de exploração comercial que incorporem os princípios dos sistemas de produção agroflorestais.

2) Dada a característica de uso predominante da área por pastagens, sugere-se em especial a incorporação de sistemas de produção silvopastoris, de forma a reintroduzir o componente arbóreo, principalmente nas UPDs Pasto Sujo e Pasto Manejado.

3) Regiões com relevo típico de mar de morros, apresenta encostas declivosas, que limitam o seu uso, necessitando de adaptações de tecnologias que viabilizem a exploração da pequena propriedade rural e desenvolvam práticas intensivas de conservação do solo e da água.

4) O Colégio Agrícola Nilo Peçanha, Instituição Federal de Educação Tecnológica localizada em área da bacia em estudo, tem importante papel no desenvolvimento de estudos e na difusão de tecnologias que busquem o desenvolvimento tecnológico da produção e a recuperação ambiental da bacia em todas as UPDs.

5) Dada a pequena ocorrência das UPDs Floresta Secundária Inicial e Floresta Secundária Tardia, que mais se assemelham à cobertura vegetal original da região e à disposição destas em pequenos fragmentos distribuídos em toda a área da bacia, separados por extensas áreas contínuas de pastagens, sugere-se a implantação de uma política de recomposição florestal nativa que priorize a implantação de “corredores florestais para fauna”, tendo as matas ciliares com tal papel.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALTIERI, M.A. *Agroecologia: as Bases Científicas da Agricultura Alternativa*. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989, 237p.
- ANDRADE, A.G. de. *Ciclagem de nutrientes e arquitetura radicular de leguminosas arbóreas de interesses para revegetação de solos degradados e estabilização de encostas*. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1997, 183p.
- ASSIS, J.C. de. Recursos hídricos: gestão participativa e descentralizada. *In: Seminário Nacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos*, CREA-RJ, Rio de Janeiro, 1997, 38p.
- AZEVEDO, A.N., ARAÚJO, V.L. de. *A História de Pirai*. Rio de Janeiro: UERJ, 1997, 79p.
- BANZATTO, D.A., KRONKA, S. do N. *Experimentação Agrícola*. Jaboticabal: UNESP, 1995, 247p.
- BARBIÈRE, E.B., KRONEMBERGER, D.M.P. Climatologia do Litoral Sul-Sudeste do Estado do Rio de Janeiro. *In: Cadernos de Geociências*, Rio de Janeiro: FIBGE, n.12, p.57-74, 1994.
- BENNETT, D.P., HUMPHIRIES, D.D. *Introducción a la Ecología de Campo*. Madrid: H. Blume Ed., 1978, 326p.
- BERNALDEZ, F.G. *Ecología y Paisaje*. Madrid: H. Blume Ed., 1981, 250p.
- BERTONI, LOMBARDI NETO, F. *Conservação do Solo*. São Paulo: Ícone, 1990, 355p.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Levantamento de Recursos Naturais*. Vol. 32, Rio de Janeiro: Projeto RADAM BRASIL, Folhas SF 23/24, Rio de Janeiro-Vitória, 1983, 780p.
- BRASIL-DNAEE. *Bacia do Rio Paraíba do Sul: Dados Pluviométricos Mensais Atualizados*. Brasília, 1980, 185p.
- BRAUN BLANQUET, J. *Fitosociologia: Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales*. Madrid: H. Blume Ed., 1979, 820p.
- BREVES, Pe. R. *Sant'Ana do Pirai e a sua História*. Rio de Janeiro: Diadorim Editora, 1994, 258p.
- CAMPOS, J.D. Programa de investimentos para recuperação ambiental da bacia hidrográfica do Rio de Paraíba do Sul. *In: Seminário Nacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos*, CREA-RJ, Rio de Janeiro, 1997, 38p.
- CARPANEZZI, A.A., COSTA, L.G.S., KAGEYAMA, P.Y., CASTRO, C.F.A. Funções múltiplas das florestas: conservação e recuperação do meio ambiente. *In: 6º Congresso Florestal Brasileiro*, Campos do Jordão, *Anais*, p.216-217, 1990.
- CASTRO JR, E., ROCHA LEÃO, D.M. da, TURETTA, <sup>a</sup>PD., CRUZ, E.S., BLESANT, F.C., COELHO NETTO, A.L. Estudo da colonização espontânea e resultante hidroerosivas em cicatrizes de movimento de massa: cicatriz Vista do Almirante - PARNA, Tijuca-RJ. *In: III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*. Universidade Federal de Viçosa, MG, *Anais*, p.259-269, 1997.

- CHAMPION PAPEL E CELULOSE LTDA *Projeto Yara: Caracterização de Proposta de Manejo de Bacia Hidrográfica do Ribeirão das Águas Quentes no Município de Águas de Lindóia, no Estado de São Paulo*. Águas de Lindóia: Champion, 1996, 108p.
- CLAVER FARIAS, I *Guia para Elaboración de Estudios del Medio Físico: Contenido y Metodología*. 2 ed., Madrid: CEOTMA, 1984, 572p.
- CORRÊA, A.A.M. Degradação dos Recursos Naturais Brasileiros. *In: Cadernos de Geociências*, Rio de Janeiro: IBGE, n.14, p.73-82, 1995.
- CUNHA, S.B., GUERRA, A.J.T. *Geomorfologia: Exercícios, Técnicas e Aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996, 345p.
- DALRYMPLE, J.B. A hypothetical nine-unit land-surface model. *Zeitschrift für Geomorphologie*, v.12, p.60-76, 1968.
- DANTAS, M.E. *Controles naturais e antropogênicos da estocagem diferencial de sedimentos fluviais: bacia do rio Bananal (SP/RJ), médio vale do rio Paraíba do Sul*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1995, 142p.
- DAY, P.R. Particle fractionation and particle size analysis. *In: BLACK, C.A. Methods of Soil Analysis*, Vol. 1, cap. 9, Madison: Am. Soc. Agron., p.545-567, 1965.
- DE POLLI, H.; FRANCO, A.A.; ALMEIDA, D.L.; DUQUE, F.F.; MONTEIRO, E.M. da S.; DÖBEREINER, J. *Biologia do Solo na Agricultura*. Seropédica: EMBRAPA, 1988, 48p.
- DREAN, W. *A Ferro e a Fogo: A História e a Devastação da Mata Atlântica Brasileira*. São Paulo: Campanha das letras, 1996, 484p.
- DOVER, M.J., TALBOT, L.M. *Paradigmas e Princípios Ecológicos para Agricultura*. Rio de Janeiro: ASPTA, 1992, 24p.
- DRUMMOND, J.A. *Devastação e Preservação Ambiental no Rio de Janeiro*. Niterói: EDUFF, 1997, 306p.
- DUVIGNEAUD, F. *A Síntese Ecológica*. Lisboa: Sociocultura, 1974, 304p.
- DUBOIS, J.C.L.; VIANA, V.M.; ANDERSON, A. *Manual Agroflorestal para Amazônia*. Rio de Janeiro: Rebraf, 1996, 228p.
- EMBRAPA. *Manual de Métodos de Análise de Solos*. Rio de Janeiro: SNLCS, 1979.
- EMBRAPA. 1997.
- EMMERICH, W., MARCONDES, M.A.P. Algumas Características do Manejo de Bacias Hidrográficas. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, v.18, p.1-24, 1975.
- FARIA, A.P. *A erosão em microbacias e as suas conseqüências sobre os canais efêmeros, intermitentes e perenes*. Tese de Mestrado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 1992, 199p.
- FASSBENDER, H.W. Ciclos da matéria orgânica e dos nutrientes em ecossistemas florestais dos trópicos. *In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo, Reciclagem de Nutrientes e*

- Agricultura de Baixos Insumos nos Trópicos, Centro de Pesquisa do Cacau, Ilhéus, BA, p.203-230, 1985.
- FILGUEIRAS, T.S. Caminhamento - um método expedido para levantamentos florísticos qualitativos. *In: Cadernos de Geociências*, Rio de Janeiro: FIBGE, n.12, p.39-44, 1994.
- FREITAS, V.H. de. *Microbacias Hidrográficas: Conceitos e Fundamentos do Trabalho*. Florianópolis: ACARESC, 1990, 20p.
- GARMIN, Internacional. *GPS 45 Personal Navigator: Manual do Proprietário*. Lenexa, USA, 1994, .60p.
- GOES,M.H. Aplicação da Técnica de estudod visuais no planejamento da paisagem brasileira. Anotações de aula da Disciplina Planejamento Ambiental, Curso de Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1996.
- GOLLEY, F.B. *Ciclagem de Minerais em um Ecossistema de Floresta Tropical Úmida*. São Paulo: EPU, Universidade de São Paulo, 1978, 256p. Tradução de Eurípedes Malavolta.
- GRIM, V. FASSBENDER,H.W. Ciclos bioquímicos em um ecossistema florestal dos Andes Ocidentais da Venezuela. III. Ciclo hidrológico e translocação de elementos químicos na água . *Revista Turrialba*, v. 31, n.2, p.89-99, 1981.
- GUERRA, A.J.T., CUNHA, S.B. *Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1994, 458p.
- HEWLETT, J.D., NUTTER, W.L. *An Outline of Forest Hidrology*. Georgia: University of Georgia Press, 1969, 76p.
- HORTON, R.E. Erosional development of streams ard their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. *America Bolletin*, v.56, n.2, p.275-370, 1945.
- IBGE *Mapas planialtimétricos*. Folha Vota Redonda (SF-23-Z-A-V-2) e folha Pirai (SF-23-Z-A-VI-1) Escala 1:50.000, 1996.
- JESUS, M.J. Revegetação: da teoria a prática - Técnicas de implantação. *In: I Simpósio Sul Americano e II Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*, Foz do Iguaçu, . *Anais*, p. 123-134. 1994.
- JESUS, R.M. de. Restauração Florestal na Mata Atlântica. *In: III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*, Universidade Federal de Viçosa, MG, *Anais*, p.545-557, 1997.
- KAGEYAMA, P., SANTARELLI,E., GANDARA, F.B., GONÇALVES,J.C., SIMIONATO, J.L., J.L., ANTIQUEIRA, L.R., GERE, W.L. Revegetação de áreas degradadas: modelos de consórcio com alta diversidade. *In: I Simpósio Sul Americano e II Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas*, FUPEF, Curitiba, PR, Resumos, p.569-679, 1994.
- KOPPEN, W. *Das Geographische System der Klimate. Handbuch der Klimatologie*. Berlim: Borhtraeger, 1938.
- LEITÃO FILHO, H. de F. *Ecologia da Mata Atlântica em Cubatão*. São Paulo: Ed. da UNESP e Ed. da UNICAMP, 1993, 184p.

- LEMOS, R.C. de, SANTOS, R.D. dos. *Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo*. 2ª ed., Campinas: SBCS e SNLCS, 1984, 46p.
- LENNA, A.E.L. *Gerenciamento de Bacia Hidrográfica: Aspectos Conceituais e Metodológicos*. Brasília: IBAMA, 1995, 171p.
- LIMA, W.P. *Princípios de Hidrologia Florestal para o Manejo de Bacias Hidrográficas*. Piracicaba: ESALQ, 1986, 143p.
- LORENZI, H. *Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil*. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 368p.
- LORENZI, H. *Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas: Plantio Direto e Convencional*. 4ª ed., Nova Odessa: Plantarum, 1994, 336p.
- MATTOS, C.C.L.V. de, SILVA, M.A.R., MATTOS, L.A.L.V. Caracterização climática da Estação Ecológica de Piraí. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. (mimeog), 1986, 6p.
- MOPU. *El Paisaje: Unidades Temáticas Ambientales de la Dirección General del Medio Ambiente*. Madrid: Ministério de Obras Publicas y Urbanismo, 1987, 107p.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 1988, 434p.
- OSAKI, F. *Microbacias: Práticas de Conservação de solos*. Curitiba: SEAB, 1994, 434p.
- PEREIRA, H.C. *Land Use and Water Resource in Temperature and Tropical climates*. Cambridge: Cambridge University Press, 1973, 241p.
- PIMENTA, A. Pá na memória. *Revista Veja*, v.36, p.41, 1996.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Aplicação de conceitos ecológicos para o diagnóstico e recuperação de áreas naturais. *Revista Floresta e Ambiente*, v.1, n.1, p.49-58, 1994.
- PRIMAVESI, O., CAMARGO, A.C. de, PRIMAVESI, A.C.P.A. Recuperação de área desmatada de nascente e mata ciliar em microbacia hidrográfica ocupada com atividade pecuária, na região de São Carlos-SP: Dificuldades e sugestões. In: III Simpósio Nacional de Recuperação de Áreas Degradadas, SOBRADE, Viçosa, MG, *Anais*, p.150-155, 1997.
- REIJNTJES, C., HAVERKORT, B., WATERS-BAYER, A. *Agricultura para o Futuro: Uma Introdução à Agricultura Sustentável e de Baixo Uso de Insumos Externos*. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1994, 324p.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de Fitogeografia do Brasil: Aspectos Ecológicos, Sociológicos e Florísticos*. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997, 747p.
- RODRIGUES, H.C. *Composição florística e estrutura fitossociológica de um trecho de mata atlântica na Reserva Biológica do Tinguá, Nova Iguaçu, Rio de Janeiro*. Tese de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, RJ, 1996, 77p.
- SÁNCHEZ, R.O., SILVA, T.C. da. Zoneamento ambiental: uma estratégia de ordenamento da paisagem. In: *Cadernos de Geociências*, Rio de Janeiro: IBGE, n.14, p.47-53, 1995.

- SARAIVA, J.D. Ameaças ao uso múltiplo e racional dos recursos hídricos nacionais. *In: Seminário Nacional sobre Gestão dos Recursos Hídricos*, CREA-RJ, Rio de Janeiro, p.38, 1997.
- SECPLAN, *Mapa Planimétrico e de Uso do Solo do projeto Reconstrução Rio da Fundação SID*. Escala 1:50.000. 1995.
- SUTOON, B., HARMON, P. *Fundamentos de Ecologia*. Mexico: Editorial Limusa, 1979.
- TEIXEIRA, J.R. Comunicação pessoal. Presidente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Piraí, 20/10/1996.
- THORNTHWAITE, C.W., MATHER, J.R. *The Water Balance*. Centerton, New Jersey: Laboratory of Climatology, 1955.
- UFRRJ. *Relatório Interno de Atividades na Estação Fitossanitária de Pinheiral*. Seropédica: Dep. Geociências (não editado), 1994, 28p.
- VALCARCEL, R. *Clasificación y mapeo de sitio en la Estación Experimental San Eusebio baseado en criterios físico hidrológico del suelo*. Tese de Mestrado, Universidad de Los Andes, Venezuela, 1982, 122p.
- VALCARCEL, R. Função da Floresta na Conservação de Encostas, Erosão e Sedimentação. *In: I Encontro de Hidrologia Florestal, Piracicaba, Anais*, p.1-32, 1985.
- VALCARCEL, R. Estudios de los procesos erosivos en una microcuenca: zona central de España - Puebla de Valles (Guadalajara) - Madrid – Etsi. de Montes. Tese de Doutorado, Universidade Politécnica de Madrid, 1988. 302p.
- VALCARCEL, R. *Plano de Recuperação Ambiental*. Seropédica: UFRRJ, Serviço de Engenharia Rodoférrea S.A., Relatório Técnico, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí, RJ, 1994, 79p.
- VALCARCEL, R., SILVA, Z. Eficiência conservacionista de medidas de recuperação de áreas degradadas: proposta metodológica. *Revista Floresta e Ambiente*, v.4, n.1, p.68-80, 1997.
- VALCARCEL, R., D'ÁLTERIO, C.F. de. Medidas físico-biológicas de recuperação de áreas degradadas: avaliação das modificações edáficas e fitossociológicas. *Revista Floresta e Ambiente*, v.8, n.1, p.68-88, 1998.
- VIEIRA, S. *Introdução a Bioestatística*. Rio de Janeiro: Campus, 1991, 203p.
- VIEIRA, S., HOFFMAN, R. *Estatística Experimental*. São Paulo: Attas, 1989, 179p.
- VIVAS, L. Significado hidrológico de las variables físico-geográficas en una cuenca representativa: com especial referencia a suelos y formas de relieve. *In: Cuadernos*, Mérida: Universidad de los Andes, n.44, 1975, 25p.

## 9. APÊNDICES

**Apêndice 01:** Descrição dos perfis de solo da microbacia do córrego da Caixinha de Areia.

**CLASSIFICAÇÃO: PODZÓLICO VERMELHO-AMARELO**

Localização: Floresta Secundária Tardia bloco 1

Situação e declividade: terço superior da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado

Erosão: laminar

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochosidade: ausente

Vegetação e uso atual: floresta

**Descrição morfológica**

- A 0-10 cm, bruno (10YR 5/3 seco), bruno-escuro (10YR 3/3 úmido); franco argilo-arenoso; forte, pequena a muito pequena granular e grão simples; ligeiramente duro a duro, firme, plástico e pegajoso; transição gradual.
- AB 10-19 cm, bruno e bruno-amarelado (7,5YR 5/4 e 10YR 5/4 seco), bruno-avermelhado e bruno-escuro (5YR 4/3 e 7,5YR 4/2 úmido); franco argiloso arenoso; forte, pequena, granular; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- BA 19-29 cm; bruno-avermelhado-escuro e vermelho-amarelado (5YR 3/4 e 5YR 4/6); franco argilo arenoso; forte, pequena e muito pequena, granular a blocos sub- angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.
- B 29-54<sup>+</sup> cm; vermelho e vermelho-amarelado (2,5YR 4/6 a 5YR 5/6); argilo-arenoso; moderada, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Floresta Secundária Tardia bloco 2

Situação e declividade: terço médio da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado

Erosão: laminar

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochosidade: ausente

Vegetação e uso atual: floresta

**Descrição morfológica**

- A 0-11 cm, bruno (10YR 5/3 seco), bruno-escuro (7,5YR 4/2 úmido); franco arenoso; forte, pequena granular a grão simples; macio, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- AB 11-20 cm, bruno (7,5YR 5/4 seco), bruno-avermelhado (5YR 4/3 úmido); franco argilo arenoso; forte, pequena, granular a blocos sub-angulares; macio, firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- BA 20-41 cm; vermelho-amarelo (5YR 4/6); argilo arenoso; moderada, pequena a muito pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.
- B 41-70<sup>+</sup> cm; vermelho (2,5YR 4/6); argila; moderada média, pequena a muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, pouca e fraca; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Floresta Secundária Tardia bloco 3

Situação e declividade: terço inferior da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado

Erosão: laminar

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochiosidade: ausente

Vegetação e uso atual: floresta

### Descrição morfológica

- A 0-14 cm, bruno-avermelhado (5YR 5/3 seco) (5YR 4/3 úmido); franco arenoso; forte, pequena a muito pequena granular a grão simples; macio a ligeiramente duro, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual e plana.
- AB 14-22 cm, bruno-avermelhado (5YR 5/4 seco) (5YR 4/4 úmido); franco argilo arenoso; forte, pequena a muito pequena, granular a blocos sub-angulares; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B1 22-36 cm; vermelho e vermelho-amarelo (2,5YR 4/6 a 5YR 4/6); argilo arenoso; moderada, pequena a muito pequena, blocos angulares a sub-angulares; duro, friável, plástico e muito pegajoso; transição plana e difusa.
- B2 36-59<sup>+</sup> cm; vermelho (2,5YR 4/6); argilo-arenoso; fraca, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, pouca e fraca; macio a ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Bruno

Localização: Floresta Invasora bloco 1

Situação e declividade: terço superior da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado a montanhoso

Erosão: laminar  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochiosidade: presente  
 Vegetação e uso atual: floresta invasora

### Descrição morfológica

- A 0-24 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/2 seco) e cinzento muito escuro (5YR 3/1 úmido); franco; forte, pequena a muito pequena granular; duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição difusa e planta.
- AB 24-38 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3 seco) e vermelho-escuro-acizentado (2,5YR 3/2 úmido); franco argilo-arenoso; moderada, pequena a muito pequena, granular, comum, e moderada; ligeiramente duro, muito friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.
- B 38-70<sup>+</sup> cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4 seco) e bruno-escuro (7,5YR 3/2 úmido); franco argilo-arenoso; moderada, muito pequena, granular a blocos sub-angulares, comum e moderada, ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Bruno  
 Localização: Floresta Invasora bloco 2  
 Situação e declividade: terço médio da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado a montanhoso  
 Erosão: laminar  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochiosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: floresta invasora

### Descrição morfológica

- A 0-14 cm, bruno-escuro (7,5YR 3/4 seco) (7,5YR 3/2 úmido); franco arenoso; forte, pequena a muito pequena granular; duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição gradual a plana.
- BA 14-29 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/3); franco; moderada, muito pequena, blocos sub-angulares, comum e moderada; duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- B 29-50<sup>+</sup> cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4); argilo arenoso; moderada média, pequena a muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, comum e moderada; muito duro, firme, muito plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Bruno  
 Localização: Floresta Invasora bloco 3  
 Situação e declividade: terço inferior da encosta

Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochiosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: floresta invasora

### **Descrição morfológica**

- A 0-16 cm, bruno-amarelado-escuro (10YR 3/4 seco) e bruno-escuro (7,5YR 3/2 úmido); franco argilo-arenoso; moderada média, pequena a muito pequena granular; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa e plana.
- BA 16-31 cm, bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4); franco argiloso; forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, comum e moderada; duro, muito friável, muito plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.
- B 31-50<sup>+</sup> cm; bruno-avermelhado-escuro (5YR 3/4); argila; forte, pequena a muito pequena, blocos angulares a sub-angulares, comum e moderada; muito duro, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo  
 Localização: Agricultura bloco 1  
 Situação e declividade: terço superior da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar ligeira  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochiosidade: pedregoso  
 Vegetação e uso atual: agricultura e gramíneas

### **Descrição morfológica**

- A 0-0 cm, vermelho-acizentado (2,5Y 5/2 seco) e bruno-acizentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); franco argiloso; moderada média, pequena granular a blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e muito pegajoso; transição gradual e plana.
- AB 0-0 cm, bruno-amarelado (10YR 5/4 seco) e bruno-escuro (7,5YR 3/4 úmido); franco argiloso; moderada média, pequena a muito pequena, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso; transição difusa e ondulada.
- B 0-0 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/4); argila; forte, pequena a muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo  
 Localização: Agricultura bloco 2

Situação e declividade: terço médio da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar forte  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: agricultura e gramíneas

### Descrição morfológica

- A 0-2 cm, bruno-acizentado (10YR 5/2 seco) e bruno-escuro (7,5YR 4/2 úmido); franco; moderada, pequena a muito pequena granular a grão simples; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e plana.
- AB 2-16 cm, bruno-claro-acizentado (10YR 6/3 seco) e bruno-escuro (7YR 3/4 úmido); franco; forte, pequena a muito pequena granular a blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição ondulada e difusa.
- BA 16-30 cm, bruno-escuro (5YR 4/4); franco argiloso; forte, pequena a muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, pouco e moderada; ligeiramente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; transição ondulada e difusa.
- Bt1 30-41 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila; moderada média, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, comum e moderada; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso; difusa e plana.
- Bt2 41-80<sup>+</sup> cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argila; moderada média, pequena, blocos angulares, comum e moderada; muito duro, friável, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo  
 Localização: Agricultura bloco 3  
 Situação e declividade: terço inferior da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar ligeira  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: gramíneas

### Descrição morfológica

- A 0-2 cm, bruno-acizentado (10YR 5/2 seco) e cinzento-escuro (10YR 4/1 úmido); franco argilo-arenoso; fraca, pequena a muito pequena granular a grão simples; macio, firme, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB 2-10 cm, bruno-claro-acizentado, bruno-acizentado (10YR 6/3 e 10YR 5/2 seco) e bruno-acizentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); franco, fraca, pequena, granular e blocos sub-angulares, comum e moderada; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e difusa.

BA 19-29 cm, bruno-escuro, bruno-forte (10YR 4/3 e 7,5YR 4/6); franco argiloso; moderada, pequena a muito pequena, blocos sub-angulares, comum e moderada; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

Bt 29-00<sup>+</sup> cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); franco argiloso; fraca-moderada, pequena a muito pequena, blocos angulares e sub-angulares, pouco e fraca; ligeiramente duro, friável, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Pasto Manejado bloco 1

Situação e declividade: terço superior da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado

Erosão: laminar ligeira

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochosidade: ausente

Vegetação e uso atual: pasto

### **Descrição morfológica**

A 0-10 cm, vermelho-escuro acizentado (2,5YR 3/2 seco), preto e vermelho muito escuro-acizentado (2,5YR 2,5/0 a 2,5YR 2,5/2 úmido); franco arenoso; moderada, pequena a muito pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.

AB 10-17 cm, vermelho-escuro e bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/6 a 2,5YR 3/4 seco) e vermelho-escuro-acizentado (2,5YR 3/2 a 2,5YR 3/4 úmido); franco argilo arenoso; moderada, muito pequena granular a forte muito pequena blocos sub angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.

BA 17-32 cm, bruno-avermelhado-escuro (2,5YR 3/4); franco argiloso; moderada, muito pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, muito plástico e pegajoso; transição gradual e ondulada.

B 32-51<sup>+</sup> cm, vermelho-escuro (2,5YR 3/6); argilo-arenoso; forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Pasto Manejado bloco 2  
 Situação e declividade: terço médio da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar ligeira  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: pasto

### **Descrição morfológica**

- A 0-10 cm, bruno-escuro (7YR 3/2 seco), cinzento muito escuro (5YR 3/1 úmido); franco argilo-arenoso; moderada, muito pequena a pequena granular; macio, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição ondulada e clara.
- B 10-47<sup>+</sup> cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilo-arenoso; forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; ligeiramente duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo  
 Localização: Pasto Manejado bloco 3  
 Situação e declividade: terço inferior da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar ligeira  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: pasto

### **Descrição morfológica**

- A 0-15 cm, vermelho-acinzentado (2,5YR 4/2 seco), cinzento-avermelhado-escuro (5YR 4/2 úmido); franco argilo-arenoso; fraca, muito pequena granular a grão simples; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e ondulada.
- B 15-75<sup>+</sup> cm, vermelho (2,5YR 4/6); argilo-arenoso; moderada, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; duro, firme, plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo  
 Localização: Floresta Secundária Inicial bloco 1  
 Situação e declividade: terço superior da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado a montanhoso  
 Erosão: laminar  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: floresta

### Descrição morfológica

- A 0-24 cm, bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco), bruno muito escuro (10YR 2/2 úmido); franco arenoso; moderada média, pequena a muito pequena granular; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- BA 29-39 cm, bruno-escuro (7,5YR 4/4); franco argilo-arenoso; moderada, muito pequena, granular e blocos sub-angulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- B 39-68<sup>+</sup> cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); franco argilo arenoso; moderada a forte, pequena a muito pequena, blocos angulares a sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Floresta Secundária Inicial bloco 2

Situação e declividade: terço médio da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado a montanhoso

Erosão: laminar

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochiosidade: ausente

Vegetação e uso atual: floresta

### Descrição morfológica

- A 0-19 cm, bruno (7,5YR 5/2 seco), bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); franco arenoso; moderada a forte, pequena a muito pequena granular a grão simples; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e difusa.
- A2 19-38 cm, bruno-avermelhado (5YR 5/3 seco) e bruno-escuro (7,5YR 3/4 úmido); franco arenoso; moderada, pequena a muito pequena, granular; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- BA 38-56 cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); argilo-arenoso; moderada, muito pequena, blocos sub-angulares; duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- B 56-86<sup>+</sup>, vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco argiolosa; moderada a forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Floresta Secundária Inicial bloco 3

Situação e declividade: terço inferior da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado a montanhoso  
 Erosão: laminar  
 Drenagem: bem drenado  
 Pedregosidade e rochosidade: ausente  
 Vegetação e uso atual: floresta

### Descrição morfológica

- A 0-13 cm, bruno (7,5YR 5/2 seco), bruno-avermelhado escuro (5YR 3/2 úmido); franco; moderada, pequena granular; ligeiramente duro, friável, plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.
- AB 13-33 cm, bruno-claro (7,5YR 6/4 seco) e bruno-avermelhado escuro (5YR 3/4 úmido); franco argilo arenoso; moderada pequena granular a moderada muito pequena blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- BA 33-55 cm, bruno-avermelhado (5YR 4/3); franco argilo-arenoso; moderada, pequena a muito pequena, granular a blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição difusa e plana.
- B 55-73<sup>+</sup> cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco argiloso; forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; duro, muito firme, plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo  
 Localização: Pasto Sujo bloco 1  
 Situação e declividade: terço superior da encosta  
 Litologia e formação geológica:  
 Relevo local: forte ondulado  
 Erosão: laminar forte

### **DRENAGEM: BEM DRENADO**

Pedregosidade e rochosidade: ao longo de todo perfil  
 Vegetação e uso atual: pasto

### Descrição morfológica

- A 0-9 cm, bruno-acinzentado (10YR 5/2 seco) e bruno-escuro (10YR 3/3 úmido); franco arenoso; moderada, pequena a muito pequena granular a grão simples; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição clara e plana.
- AB 9-24 cm, vermelho-amarelado (10YR 5/4 a 10YR 5/8 seco) e bruno-escuro e bruno-amarelado escuro (10YR 4/3 a 10YR 4/6 úmido); franco argilo-arenoso; moderada, muito pequena, granular e blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.
- BA 24-56 cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); franco argiloso; moderada, muito pequena, blocos angulares a sub-angulares; ligeiramente duro, firme, plástico e ligeiramente pegajoso; transição difusa e plana.

- B 56-79<sup>+</sup> cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco argiloso; forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; ligeiramente duro, firme, plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Pasto Sujo bloco 2

Situação e declividade: terço médio da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado

Erosão: laminar forte

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochiosidade: presente em toda trincheira

Vegetação e uso atual: pasto

### Descrição morfológica

- A 0-6 cm, bruno-acinzentado (2,5Y 5/2 seco) e bruno-acinzentado muito escuro (10YR 3/2 úmido); franco arenoso; moderada, muito pequena granular a grão simples; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso; transição plana e clara.

- AB 6-21cm, bruno-amarelado escuro (10YR 3/4) franco argilo-arenoso; moderada, pequena a muito pequena granular a blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

- BA 21-65 cm, bruno-amarelado escuro (10YR 4/4); franco argilo-arenoso; forte, muito pequena, blocos sub-angulares; duro, firme, plástico e pegajoso; transição plana e difusa.

- Bt 65-76<sup>+</sup> cm, vermelho-amarelado (5YR 4/6); franco argiloso; forte, muito pequena, blocos angulares; duro, firme, plástico e pegajoso.

Classificação: Podzólico Vermelho-Amarelo

Localização: Pasto Sujo bloco 3

Situação e declividade: terço inferior da encosta

Litologia e formação geológica:

Relevo local: forte ondulado

Erosão: laminar forte

Drenagem: bem drenado

Pedregosidade e rochiosidade: ausente

Vegetação e uso atual: pasto

### Descrição morfológica

- A 0-11 cm, cinzento-brunado-claro (2,5Y 6/2 seco) e bruno-acinzentado escuro (2,5Y 4/2 úmido); franco arenoso; fraca, muito pequena granular a grão simples; ligeiramente duro, muito friável, ligeiramente plástico e ligeiramente pegajoso.

- AB 11-24 cm, bruno-acinzentado (2,5Y 5/2 seco) e bruno-acinzentado escuro (2,5Y 4/2 úmido); franco argilo-arenoso; moderada, pequena a muito pequena, granular; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso.
- BA 24-45 cm, bruno-amarelado escuro (10YR 4/6); franco argiloso; moderada, muito pequena, blocos sub-angulares; ligeiramente duro, friável, plástico e pegajoso.
- B 45-86<sup>+</sup> cm, bruno-forte (7,5YR 4/6); argilo-arenoso; forte, muito pequena, blocos angulares e sub-angulares; duro, firme, muito plástico e muito pegajoso.

**Apendice 02:** Dados coletados na UPD Área de Empréstimo (g).

Análise	Blocos ⇒	1	2	3	4	5	6	Σ	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	60	30	00	10	00	00	100	16,66
	Sub-parc. 2	00	00	00	00	00	00	00	00
	Sub-parc. 3	00	00	40	120	200	850	1210	201,66
M.O.D.	Sub-parc. 1	50	00	00	00	00	00	50	8,33
	Sub-parc. 2	00	00	00	00	00	00	00	00
	Sub-parc. 3	40	50	00	00	00	00	90	15
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	00	00	10	00	00	00	10	1,66
	Sub-parc. 2	00	00	00	00	00	00	00	00
	Sub-parc. 3	30	00	20	40	50	00	140	23,33
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	20	10	00	00	00	00	30	6,0
	Sub-parc. 2	00	00	00	00	00	00	00	00
	Sub-parc. 3	00	80	00	00	00	00	80	18

**Apendice 03.** Dados coletados na UPD Pasto Sujo (g)

Análise	Blocos ⇒	1	2	3	4	5	6	Σ	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	250	340	430	830	1440	780	4070	678
	Sub-parc. 2	380	470	760	840	1110	600	3730	621
	Sub-parc. 3	850	1340	730	850	390	190	4350	725
M.O.D.	Sub-parc. 1	480	940	1350	970	600	610	4950	825
	Sub-parc. 2	330	510	290	190	730	470	2520	420
	Sub-parc. 3	180	120	100	170	350	160	1080	180
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	70	100	210	220	190	230	1020	170
	Sub-parc. 2	80	100	110	150	220	290	950	158,3
	Sub-parc. 3	50	200	230	520	510	490	2000	333,3
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	60	60	60	70	105	90	475	79,1
	Sub-parc. 2	50	50	50	100	80	140	470	78,3
	Sub-parc. 3	60	30	30	60	90	120	390	65

**Apendice 04:** Dados coletados na UPD Agricultura (g)

Análise	Blocos $\Rightarrow$	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	180	220	170	250	140	160	1100	183,3
	Sub-parc. 2	850	1100	930	780	730	680	5070	845,0
	Sub-parc. 3	970	920	1060	1110	900	830	5830	971,6
M.O.D.	Sub-parc. 1	680	/2	170	230	130	70	1280	213,3
	Sub-parc. 2	2070	/2	1070	2410	2960	2250	10760	1793,3
	Sub-parc. 3	1200	/2	760	660	570	560	3750	625,0
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	120	110	150	1630	420	590	3020	503,3
	Sub-parc. 2	200	190	230	710	910	710	2950	491,6
	Sub-parc. 3	120	390	250	870	520	610	2760	460
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	60	70	70	50	60	110	420	80
	Sub-parc. 2	90	40	100	80	80	120	510	85
	Sub-parc. 3	210	90	20	70	120	100	610	101,6

**Apêndice 05.** Dados coletados na UPD Pasto Manejado (g)

Análise	Blocos ⇒	1	2	3	4	5	6	Σ	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	2200	870	880	820	630	540	5940	990
	Sub-parc. 2	550	880	560	740	1120	940	4790	798,3
	Sub-parc. 3	640	1270	1290	1590	1090	1260	7140	1190
M.O.D.	Sub-parc. 1	540	410	530	930	760	450	3620	603,3
	Sub-parc. 2	500	480	270	280	230	250	2010	335,0
	Sub-parc. 3	430	470	840	680	210	1710	4340	723,3
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	120	290	420	700	1080	1480	4090	681
	Sub-parc. 2	30	190	150	410	500	400	1680	280
	Sub-parc. 3	40	270	310	730	490	1000	2840	473,3
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	340	280	100	190	330	440	1680	280
	Sub-parc. 2	150	440	150	280	180	150	1350	225
	Sub-parc. 3	50	200	290	90	140	280	1050	175

**Apêndice 06:** Dados coletados na UPD Floresta Invasora (g)

Análise	Blocos ⇒	1	2	3	4	5	6	Σ	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	1200	1490	1670	920	1030	890	7200	1200
	Sub-parc. 2	2220	2960	1730	2010	1870	2550	13346	2224
	Sub-parc. 3	2020	1720	2100	2940	1780	1570	12130	2021
M.O.D.	Sub-parc. 1	19	30	870	740	795	480	4815	802,5
	Sub-parc. 2	22	40	590	550	920	1250	5550	925,0
	Sub-parc. 3	21	80	390	580	550	780	4480	746,6
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	250	320	300	430	570	1200	3070	511
	Sub-parc. 2	140	350	300	520	770	2860	4940	723,3
	Sub-parc. 3	200	380	340	870	620	2000	4410	735
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	180	230	200	230	300	290	1430	238,3
	Sub-parc. 2	290	170	200	250	430	440	1780	296,6
	Sub-parc. 3	320	190	118	215	320	290	1453	242,1

**Apêndice 07.** Dados coletados na UPD Floresta Secundária Inicial (g).

Análise	Blocos ⇒	1	2	3	4	5	6	Σ	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	6330	9890	4200	3320	17430	24900	66070	11012
	Sub-parc. 2	21890	18100	16550	15530	8180	6660	86910	14485
	Sub-parc. 3	9450	10190	23980	9520	3060	14570	70770	11795
M.O.D.	Sub-parc. 1	1020	610	1142	1020	1250	1130	6172	1028
	Sub-parc. 2	620	1000	1090	1480	1950	970	7110	1185
	Sub-parc. 3	3150	1200	1020	1410	970	1220	8970	1495
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	260	260	300	470	310	450	2050	341,6
	Sub-parc. 2	290	200	210	165	240	490	1595	265,8
	Sub-parc. 3	260	480	590	2640	1500	1580	7050	1175
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	280	180	100	270	170	480	1480	247,6
	Sub-parc. 2	130	240	210	220	480	510	1790	298,3
	Sub-parc. 3	440	410	200	170	200	590	2010	335

**Apêndice 08:** Dados coletados na UPD Floresta Secundária Tardia (g).

Análise	Blocos $\Rightarrow$	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$	Média
Biomassa + M.O.D.	Sub-parc. 1	8570	6175	440	710	5770	4660	26325	4387,5
	Sub-parc. 2	2690	3120	10460	4560	5060	4610	30500	5083,3
	Sub-parc. 3	4470	3420	8180	6210	2920	5080	30280	5046,6
M.O.D.	Sub-parc. 1	810	850	1660	1030	1950	1440	7740	1290
	Sub-parc. 2	870	1170	1060	1330	800	1390	6620	1103,3
	Sub-parc. 3	1240	1110	420	670	4920	2990	11350	1891,6
Potencial Biótico	Sub-parc. 1	300	390	450	340	690	650	2820	470
	Sub-parc. 2	130	280	220	220	300	630	1780	296,6
	Sub-parc. 3	430	450	720	910	880	440	3830	638,3
M.O. Produzida	Sub-parc. 1	190	410	250	210	270	550	1880	313,3
	Sub-parc. 2	570	570	190	800	380	2080	4590	765
	Sub-parc. 3	540	1430	600	260	530	230	3590	598,3